ویراست بیست و یکم

# راهنمای حرکت‌شناسی ساختاری


## نویسنده: آر. تی. فلوید

مترجم: فرهاد کمانگر

ویراستار: فائزه بابایی

## فهرست مطالب

پیش گفتار.....6

1. مبانی حرکت شناسی ساختاری.....11

2. مبانی عصبی عضلانی.....81

3. عوامل و مفاهیم اساسی بیومکانیکی.....150

4. کمربند شانه‌ای.....187

5. مفصل شانه.....226

6. مفاصل آرنج و رادیولنار.....278

7. مفاصل دست و مچ دست.....324

8. مفصل ران و کمربند لگنی.....388

9. مفصل زانو.....460

10. مفاصل پا و مچ پا.....493

11. تنه و ستون فقرات.....552

12. تحلیل ماهیچه‌ای تمرین‌های منتخب و مفاهیم مربوطه.....602

***** هر گونه کپی برداری از این کتاب یا بخشی از آن دارای پیگرد قانونی می باشد.**

## درباره نویسنده

آر تی فلویددر چهل و ششمین سال ارائه خدمات آموزشی ورزشی برای دانشگاه آلابامای غربی است. در حال حاضر، او به عنوان مدیر آموزش ورزشی و پزشکی ورزشی برای مرکز آموزش ورزشی و پزشکی ورزشی UWA، مدیر برنامه برای برنامه درسی معتبر CAATE UWA، و به عنوان یک استاد برجسته در گروه تربیت بدنی و تربیت ورزشی، که ریاست آن را بر عهده دارد، خدمت می‌کند. او همچنین به عنوان رئیس دانشکده علوم بهداشتی و عملکرد انسانی اخیراً تأسیس شده است. او از سال 1980 دوره های متعددی را در زمینه تربیت بدنی، علوم ورزشی و تمرینات ورزشی از جمله حرکت شناسی در دو مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد تدریس کرده است.

فلوید در طول زندگی حرفه ای خود زندگی حرفه ای فعالی داشته است. در سال 2017، او دو دوره به عنوان رئیس بنیاد تحقیقات و آموزش انجمن ملی مربیان دو و میدانی (NATA) را پس از خدمت در چندین نقش در هیئت مدیره از سال 2002 به پایان رساند. منطقه IX، انجمن مربیان ورزش جنوب شرقی (SEATA). او پیش از این، از سال 1988 تا 2002 به عنوان نماینده منطقه IX در کمیته چندرسانه ای آموزشی ناتا خدمت کرده است. او از سال 1986 تا 2004 به عنوان رئیس انتخاب مکان کنوانسیون برای منطقه IX خدمت کرده است و از سال 1986 کارگاه آموزشی سالانه شایستگی های SEATA در آموزش ورزشی را بر عهده داشته است. او همچنین به‌عنوان ممتحن ناتا BOC برای بیش از یک دهه خدمت کرده است و چندین بار به‌عنوان کمیته بازبینی مشترک برنامه‌های آموزشی در تمرینات ورزشی، بازدیدکننده سایت بوده است. او بیش از صد سخنرانی حرفه ای در سطوح محلی، ایالتی، منطقه ای و ملی ارائه کرده است و چندین مقاله و ویدئو در رابطه با جنبه های عملی تمرینات ورزشی منتشر کرده است. او تالیف کتابچه راهنمای حرکت شناسی ساختاری را در سال 1992 با ویرایش دوازدهم پس از درگذشت دکتر کلم دبلیو. در سال 2010، بسیاری از محتوای این متن در حرکت شناسی برای درمان های دستی گنجانده شد، که او با همکاری نانسی دیل و تیم اگنیو آن را نوشت.

فلوید یک عضو تایید شده از انجمن ملی مربیان دو و میدانی، یک متخصص خبره قدرت و شرایط و یک مربی شخصی خبره در انجمن ملی قدرت و آمادگی است. او همچنین عضو کالج آمریکایی پزشکی ورزشی، انجمن ارتوپدی آمریکا برای

پزشکی ورزشی، آکادمی استئوپاتی آمریکای پزشکی ورزشی، انجمن بورسیه پزشکی ورزشی آمریکا، SHAPE آمریکا و انجمن مدیران تجهیزات ورزشی است. علاوه بر این، او در آلاباما به عنوان یک مربی ورزشی و یک تکنسین فوریت های پزشکی مجوز دارد.

فلوید جایزه خدمات مربی ورزشی ناتا در سال 1996، جایزه ممتازترین مربی ورزشی توسط ناتا در سال 2003 را دریافت کرد و در سال 2007 جایزه مربی برجسته NATA Sayers "Bud" Miller را دریافت کرد. در سال 2013 او به عضویت Fame NA درآمد. . او قبل از اینکه در سال 2008 در تالار مشاهیر سازمان ثبت شود، جایزه ناحیه نهم را برای مشارکت برجسته در زمینه آموزش ورزشی توسط SEATA در سال 1990 و جایزه شایستگی در سال 2001 دریافت کرد. در سال 1997، دانشکده و هیئت امنای UWA فلوید را به رسمیت شناختند. برای موفقیت برجسته در بورس تحصیلی، تدریس و رهبری با اعطای مدرک استاد معتمد لورین مک ایلوین بل به او. در سال 2001، او به انجمن افتخاری فی کاپا فی و تالار مشاهیر ورزشی دانشگاه آلاباما غربی راه یافت. او در می 2004 وارد تالار مشاهیر انجمن مربیان ورزشی آلاباما شد. در سال 2012، جایزه بزرگ ذهن ها توسط انجمن افتخاری UWA Phi Kappa Phi و جایزه عالی خدمات نلی رز مک کروری توسط UWA به او اهدا شد. در سال 2014، او به انجمن کلید طلایی در UWA معرفی شد و به عنوان اولین دریافت کننده استاد ممتاز UWA انتخاب شد. پس از تکمیل توسعه آن در سال 2014، این مرکز آموزشی ورزشی R.T نام گرفت. مرکز آموزش ورزشی و پزشکی ورزشی فلوید توسط هیئت امنای UWA. او در سال 2018 جایزه مشارکت مادام العمر بنیاد تحقیقات و آموزش ناتا را دریافت کرد.

## پیشگفتار

من از وفاداری تعداد زیادی از اعضای هیئت علمی، دانشجویان و سایر متخصصان این کار در طول سال ها از خود نشان داده اند بسیار قدردانی می‌کنم. مکالمات با بسیاری از شما همچنان به ایجاد ایده هایی برای بهبود و پیشبرد ارائه محتوا ادامه داده است که من همچنان در تلاش برای حفظ رویکرد ارائه موفقی که دکتر کلم تامپسون فقید از سال 1961 تا 1989 ایجاد کرده بود، به ترکیب آنها ادامه می دهم. من برای اولین بار از این کتاب به عنوان استفاده کردم. در مقطع لیسانس و بعدها در آموزه های من در طول سال هالف با توجه به احترام زیادی برای این متن و سبک دکتر تامپسون، قصد من این است که همچنان اثربخشی این متن قدیمی را حفظ کنم و در عین حال مطالب مرتبط با حرفه‌هایی را که با جمعیت فعال بدنی امروزی کار می‌کنند، اضافه کنم. من سعی کردم وضوح را حفظ و بهبود بخشم و در عین حال با روش ارائه مختصر، ساده و سرراست ادامه می‌دهم. من از تجربیات شغلی خود، هم به عنوان یک پزشک و هم به عنوان یک مربی، برای کمک به این فرآیند استفاده کرده ام و صمیمانه امیدوارم که این رویکرد برای کسانی که از این متن استفاده می‌کنند مفید باشد.

این متن که اکنون در هفتاد و سومین سال خود قرار دارد، در طول سالیان متمادی دستخوش بازنگری های زیادی شده است. هدف من همچنان این است که مطالب را تا حد امکان برای فعالیت بدنی کاربردی‌تر کنم و برای دانش‌آموزان و حرفه‌ای‌ها قابل فهم‌تر و آسان‌تر کنم. در حین خواندن این متن، دانشجویان و متخصصان حرکت شناسی را به چالش می کشم تا فوراً محتوا را در فعالیت های بدنی که به صورت فردی با آنها آشنا هستند، اعمال کنند. امیدوارم خواننده به طور همزمان مفاصل متحرک و ماهیچه های منقبض خود را لمس کند تا کاربرد داشته باشد. همزمان، من خوانندگان را تشویق می‌کنم که مفاصل و عضلات همکاران را لمس کنند تا درک بهتری از طیف وسیع آناتومی طبیعی داشته باشند و در صورت امکان، از تغییرات طبیعی موجود در آناتومی اسکلتی عضلانی آسیب‌دیده و پاتولوژیک قدردانی کنند. به‌علاوه، با رشد فوق‌العاده اطلاعات و رسانه‌های موجود از طریق اینترنت و سایر ابزارهای فناوری، من کاوش دقیق و مستمر این منابع را تشویق می‌کنم. این منابع باید مفید باشند، اما باید با دید انتقادی بررسی شوند، همانطور که همه اطلاعات باید باشد.

همچنین شما را تشویق می‌کنم که سوالات، نگرانی‌ها و پیشنهادهایی که ممکن است در رابطه با محتوا و شیوه ارائه داشته باشید با من در میان بگذارید و من تمام تلاش خود را برای پاسخگویی به کار خواهم بست.

## شرکت‌کنندگان

این متن برای دانشجویان دوره لیسانس حرکت شناسی ساختاری پس از گذراندن دوره های آناتومی و فیزیولوژی انسان طراحی شده است. در حالی که اصولاً در برنامه‌های آموزشی تربیت بدنی، عملکرد انسانی، علم حرکت، علوم ورزشی، تمرینات ورزشی، فیزیوتراپی و ماساژ درمانی استفاده می‌شود، اغلب به‌عنوان مرجع مستمر توسط سایر پزشکان و مربیان در رسیدگی به نگرانی‌های اسکلتی عضلانی افراد فعال بدنی استفاده می‌شود. حرکت شناسان کاربردی، مربیان ورزشی، مربیان ورزشی، مربیان بدنی، فیزیوتراپیست ها، کاردرمانگران، مربیان باشگاه برجستگیامت، متخصصان قدرت و تهویه مطبوع، مربیان شخصی، ماساژ و درمانگرهای دستی، پزشکان و سایرین که مسئول ارزیابی، تشخیص، بهبود و حفظ وضعیت هستند. قدرت عضلانی، استقامت، انعطاف پذیری و برجستگیامت کلی افراد از این متن بهره مند خواهد شد.

با رشد مداوم تعداد شرکت کنندگان در تمام سنین در طیفی از فعالیت های بدنی، ضروری است که متخصصان پزشکی، بهداشت، تناسب اندام و آموزش که در ارائه آموزش و اطلاعات به فعالان بدنی فعال هستند، صحیح و پاسخگوی آموزه ها باشند. تنوع ماشین‌های ورزشی، تکنیک‌ها، برنامه‌های تقویتی و انعطاف‌پذیری و برنامه‌های تمرینی پیوسته در حال گسترش و تغییر است، اما سیستم اسکلتی عضلانی در طراحی و معماری خود ثابت است. صرف نظر از اهداف مورد نظر یا رویکردهای مورد استفاده در فعالیت ورزشی، بدن انسان عامل اساسی است و باید برای به حداکثر رساندن قابلیت های عملکرد و به حداقل رساندن نتایج نامطلوب به طور کامل درک و در نظر گرفته شود. بیشتر پیشرفت‌ها در علم حرکت شناسی و ورزش ناشی از درک بهتر بدن و نحوه عملکرد آن است. من معتقدم که یک فرد در این زمینه هرگز نمی‌تواند به اندازه کافی در مورد ساختار و عملکرد بدن انسان بیاموزد و این معمولاً از طریق کاربرد عملی به بهترین شکل آموخته می‌شود.

کسانی که مسئولیت ارائه ارزیابی، معاینه، تشخیص، آموزش و مشاوره به فعالان فیزیکی را بر عهده دارند، این متن را منبع مفید و ارزشمندی در جستجوی بی پایان خود برای دانش و درک حرکت انسان خواهند یافت.

جدید در این نسخه مروری بسیار دقیق از کل متن شامل تمام شکل ها و جداول با هدف ساده سازی و شفاف سازی برای درک بهتر در صورت امکان انجام شده است. اصطلاحات، محتوا و مفاهیم اضافی در موارد منتخب اضافه شده است. این موارد شامل موقعیت‌های بدن، موقعیت‌های مفصلی باز در مقابل بسته، قانون مقعر-محد، پارادوکس لومبارد و جدول اصطلاحات اهرمی است. فصل‌های 4 تا 11 اکنون جدولی دارد که نحوه یافتن و لمس نقاط برجسته استخوانی و مفصلی را به تفصیل شرح می‌دهد. برچسب‌ها و زیرنویس‌ها در بسیاری از شکل‌ها با جزئیات بیشتر بهبود یافته‌اند. اصطلاحات مربوط به عضلات و اعصاب "پرونئال" به اصطلاح بین المللی فعلی فیبولار یا فیبولاریس تغییر یافته است. در بسیاری از موارد فیبولاریس مستقیماً با پرونئال در پرانتز دنبال می‌شود تا از سردرگمی جلوگیری شود. جزئیات بیشتر در مورد عضله پلانتاریس نیز اضافه شده است. منابع اضافی به همراه برخی اصلاحات و اضافات به تمرینات مروری و آزمایشگاهی و کاربرگ های پایان فصل اضافه شده است. سوالات و تمرین های اضافی همچنان به Connect اضافه خواهد شد. در نهایت، چند اصطلاح جدید به واژه نامه اضافه شده است.

## قدردانی

من از نظرات، ایده ها و پیشنهادهای متعدد ارائه شده توسط بازبینان بسیار قدردان هستم. این بررسی ها راهنمای مفیدی در این بازنگری بوده اند و پیشنهادات در صورت لزوم تا حد امکان گنجانده شده اند. این داوران عبارتند از:

تامی بووی، دانشگاه مسیحی شمال غربی

کریستین هیوا، دانشگاه کلرادو مسا

جفری لووز، دانشگاه لیبرتی

جیم رومانیا، دانشگاه دوبوک

اریک سورنسون، دانشگاه آزوسا اقیانوس آرام

ران واکر، دانشگاه تولسا

هنری وانگ، دانشگاه ایالتی بال

آماندا وولدریج، کالج محلی شهرستان مونتگومری

مایلم به ویژه از دانشجویان حرکت شناسی، علوم ورزشی و آموزش ورزشی و اساتید دانشگاه آلاباما غربی برای پیشنهادات، توصیه ها و نظراتشان در طول این بازبینی تشکر کنم. کمک ها و پیشنهادات آنها بسیار مفید بوده است. من به ویژه از بریت جونز از لیوینگستون، آلاباما، برای عکاسی برجسته‌اش سپاسگزارم. همچنین جان هود و لیزا فلوید را به ترتیب از بیرمنگام و لیوینگستون آلاباما به خاطر عکس‌های خوبشان قدردانی می‌کنم. تشکر ویژه از لیندا کیمبرو فقید از بیرمنگام، آلاباما، برای تصاویر و بینش عالی او. از مدل‌های عکس‌ها، آدری کرافورد، فرد نایتن، دارل لاکت، امی منزیس، متیو فیلیپس، اما پاول، جی سیرز، مارکوس شاپیرو، دیوید ویتاکر و تیمویا ویلیامسون قدردانی می‌کنم. همچنین از کتی رومن و اریکا لو

و کارکنان مک‌گرو هیل که در تهیه نسخه خطی برای چاپ کمک‌ها و پیشنهادات خود را بسیار کمک کرده‌اند، تشکر می‌کنم.

**آر تی فلوید**

# فصل 1

## مبانی حرکت شناسی ساختاری

### اهداف:

- **بررسی آناتومی سیستم اسکلتی**
- **بررسی و درک اصطلاحات مورد استفاده برای توصیف مکان اعضای بدن، موقعیت های مرجع و جهت های تشریحی**
- **بررسی سطوح حرکت و محورهای چرخش مربوط به آنها در رابطه با حرکت انسان**
- **توصیف و درک انواع مختلف استخوان ها و مفاصل در بدن انسان و عملکردها، ویژگی ها و ویژگی های آنها**
- **برای توصیف و نشان دادن حرکات مفصل**

حرکت شناسی ممکن است به عنوان مطالعه اصول آناتومی (ساختارهای فعال و غیر فعال)، فیزیولوژی و مکانیک در رابطه با حرکت انسان تعریف شود. تاکید این متن حرکت شناسی ساختاری است - مطالعه ماهیچه ها، استخوان ها و مفاصل زیرا در علم حرکت درگیر هستند. به میزان بسیار کمتری، اصول فیزیولوژیکی و بیومکانیکی خاصی برای افزایش درک ساختارهای مورد بحث مورد توجه قرار گرفته است.

استخوان ها از نظر اندازه و شکل متفاوت هستند، که بر میزان و نوع حرکتی که بین آنها در مفاصل رخ می دهد، تأثیر می گذارد. انواع مفصل از نظر ساختار و عملکرد متفاوت است. عضلات همچنین از نظر اندازه، شکل و ساختار از یک قسمت از بدن به قسمت دیگر بسیار متفاوت هستند.

آناتومیست ها، مربیان ورزشی، فیزیوتراپیست ها، کاردرمانگران، پزشکان، پرستاران، ماساژدرمانگران، مربیان، متخصصان قدرت و آمادگی جسمانی، متخصصان افزایش عملکرد، مربیان شخصی، مربیان بدنی و سایرین در زمینه های مرتبط با برجستگیامت باید دانش و درک کافی از همه داشته باشند. گروه‌های عضلانی بزرگ تا بتوانند به دیگران بیاموزند که چگونه بدن انسان را تقویت، بهبود و حفظ کنند. این دانش اساس برنامه های ورزشی را تشکیل می دهد که برای تقویت و حفظ تمام عضلات دنبال می‌شود. در بیشتر موارد، تمریناتی که شامل حرکت دهنده های اصلی بزرگتر است، عضلات کوچکتر را نیز درگیر می‌کند، با این حال، در موارد خاص برنامه های دقیق تری برای رسیدگی به عضلات خاص مورد نیاز است.

بیش از 600 ماهیچه در بدن انسان یافت می‌شود. در این کتاB، بر عضلات بزرگتر که عمدتاً در حرکت مفاصل نقش دارند، تأکید شده است. جزئیات مربوط به بسیاری از عضلات کوچک واقع در دست ها، پاها و ستون فقرات به میزان کمتری ارائه شده است.

در این متن کمتر از 100 مورد از بزرگترین و مهم ترین عضلات، حرکت دهنده های اولیه در نظر گرفته شده است. برخی از ماهیچه‌های کوچک بدن انسان، مانند مولتی‌فیدوس، پلانتاریس، اسکالنوس و سراتوس خلفی، حذف می‌شوند، زیرا با سایر محرک‌های اصلی بزرگ‌تر تمرین می‌شوند. علاوه بر این، بیشتر عضلات کوچک دست و پا به عضلات بزرگتر توجه کاملی ندارند. بسیاری از ماهیچه های کوچک ستون فقرات و عضلات صورت خارج از حوصله این متن هستند و با جزئیات کامل مورد توجه قرار نمی گیرند.

دانشجویان حرکت شناسی اغلب آنقدر در یادگیری عضلات فردی غرق می شوند که کل سیستم عضلانی را از دست می دهند. آنها "تصویر بزرگ" را از دست می دهند - اینکه گروه های عضلانی مفاصل را با حرکاتی که

برای عملکرد بدنی و عملکرد ماهرانه لازم است حرکت می دهند. اگرچه یادگیری جزییات کوچک پیوندهای عضلانی حیاتی است، اما بکارگیری اطلاعات در موقعیت‌های واقعی زندگی بسیار مهم‌تر است. هنگامی که اطلاعات را می‌توان به شیوه ای مفید به کار برد، درک و درک جزئیات خاص معمولا آسان تر است.

## مرجع و موقعیت های بدن

برای دانشجویان حرکت شناسی بسیار مهم است که با یک نقطه مرجع شروع کنند تا سیستم اسکلتی عضلانی، سطوح حرکتی آن، طبقه بندی مفاصل و اصطلاحات حرکت مفصل را درک کنند. از دو موقعیت مرجع می‌توان به عنوان مبنایی برای توصیف حرکات مفصل استفاده کرد. پوزیشن آناتومیک بیشترین کاربرد را دارد و برای تمام جنبه های بدن دقیق است. شکل 1.1 این وضعیت مرجع را نشان می دهد، سوژه در حالت ایستاده، رو به جلو، با پاهای موازی و نزدیک و کف دست ها رو به جلو. وضعیت اصلی اساساً همان وضعیت آناتومیک است، با این تفاوت که بازوها در طرفین قرار دارند و کف دست ها رو به بدن هستند.

علاوه بر این موقعیت های مرجع اولیه، موقعیت های مختلفی برای انواع معاینات و روش های پزشکی وجود دارد. مواردی که اهمیت اولیه برای معاینه اسکلتی عضلانی و لمس دارند در زیر فهرست شده اند.

جنین: دراز کشیدن به دو طرف با ستون فقرات خمیده، سر خم شده به سمت سینه، و اندام‌ها خمیده و کشیده به سمت بالاتنه.

دراز کشیدن قلاب: دراز کشیدن به پشت با باسن تقریباً 45 درجه و زانوها تقریباً 90 درجه خم شده و پاها روی سطح صاف هستند. همچنین به عنوان خوابیده پشتی شناخته می‌شود.

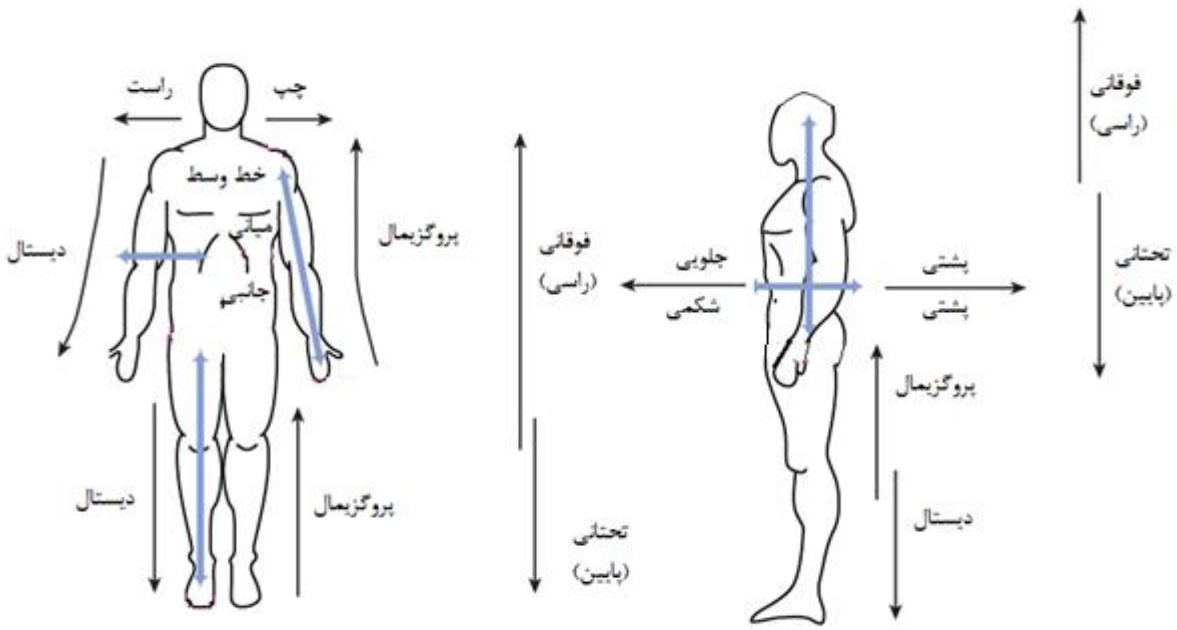
دراز کشیدن جانبی: دراز کشیدن به پهلو (ممکن است راست یا چپ باشد)، زانوها و باسن ممکن است صاف یا کمی خمیده باشند. همچنین به عنوان موقعیت دکوبیتوس جانبی شناخته می‌شود

نشستن طولانی: نشستن با پاهای دراز به جلو، انگشتان انگشتان پالف تنه صاف، و دست ها روی باسن

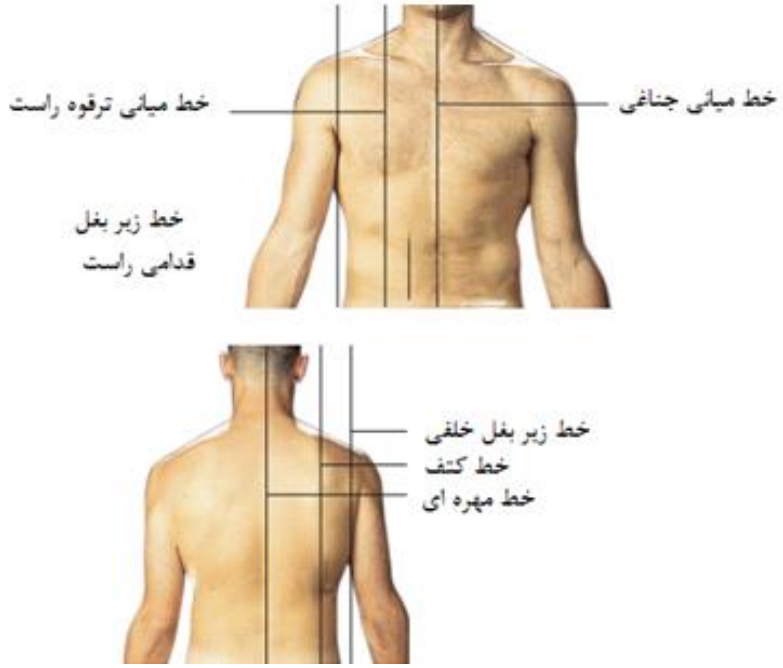
مستعد: وضعیت بدن رو به پایین. روی شکم دراز کشیده

نشستن کوتاه: نشستن به صورت عمودی با زانوهای خمیده و آویزان روی لبه سطح

به پشت: وضعیت بدن رو به بالالف به پشت دراز کشیده




شکل. 1.1 • وضعیت آناتومیک و جهت آناتومیک. جهت تشریحی به موقعیت یک قسمت بدن نسبت به قسمت دیگر اشاره دارد.




شکل. 1.2 • خطوط مرجع.

## خطوط مرجع

برای کمک بیشتر به درک مکان یک قسمت بدن در رابطه با قسمت دیگر، ممکن است از خطوط مرجع خیالی خاصی استفاده شود. چند مثال در شکل 1.2 آمده است.

**خط میانی زیر بغل**: خطی که به صورت عمودی از سطح بدن عبور می‌کند و از راس زیر بغل می گذرد.

**خط میانی جناغ**: خطی که به صورت عمودی از سطح بدن عبور می‌کند و از وسط جناغ می گذرد.

**خط قدامی زیر بغل**: خطی که موازی خط میانی زیر بغل است و از چین خوردگی زیر بغل قدامی عبور می‌کند.

**خط زیر بغل**: خطی که موازی خط میانی زیر بغل است و از چین پوستی زیر بغل می گذرد.

**خط میانی ترقوه**: خطی که به صورت عمودی از سطح بدن عبور می‌کند و از نقطه میانی ترقوه عبور می‌کند.

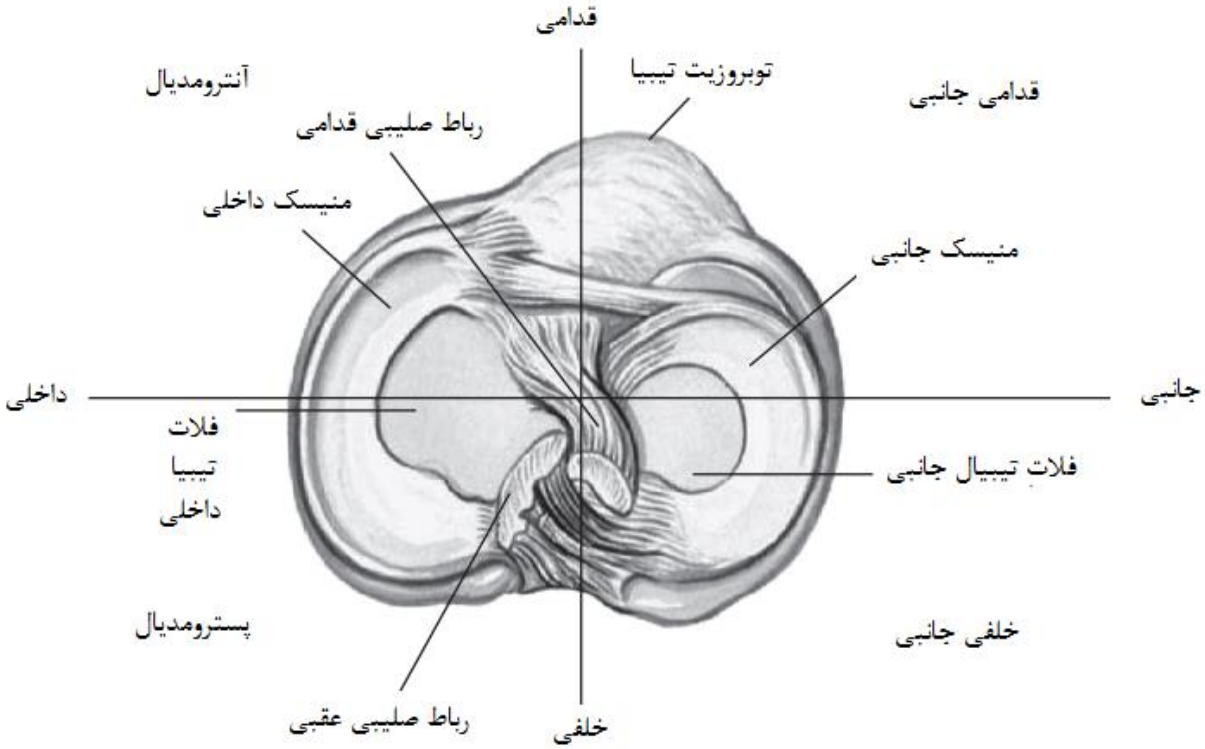
**نقطه میانی اینگوینال**: نقطه ای در وسط بین ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی و سمفیز شرمگاهی

**خط کتف**: خطی که به صورت عمودی از سطح خلفی بدن عبور می‌کند و از زاویه تحتانی کتف می گذرد.

**خط مهره ای:** خطی که به صورت عمودی از میان فرآیندهای خاردار ستون فقرات عبور می‌کند.

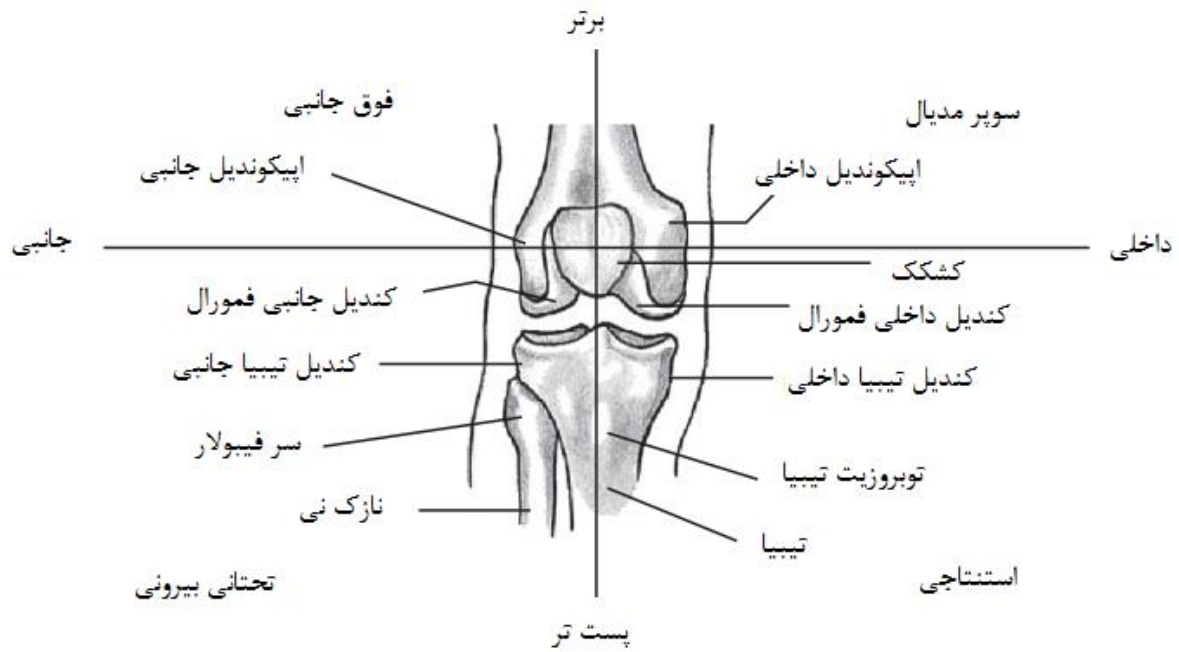
## اصطلاحات جهت دار تشریحی

(تصاویر 1.1، 1.3، 1.4) مهم این است که همه ما بتوانیم راه خود را در اطراف بدن انسان پیدا کنیم. تا حدی، می‌توانیم این را شبیه به دادن یا دریافت راهنمایی در مورد چگونگی رسیدن از یک مکان جغرافیایی به مکان دیگر بدانیم. همانطور که برای توصیف جهات جغرافیایی از اصطلاحات چپ، راست، جنوB، غربB، شمال شرق و غیره استفاده می‌کنیم، برای جهات تشریحی نیز اصطلاحاتی مانند جانبی، میانی، تحتانی، قدامی، فرومدیال و ... را داریم. با جهت های جغرافیایی، ممکن است از غرب برای نشان دادن انتهای غربی یک خیابان یا غرب ایالات متحده استفاده کنیم. هنگامی که از جهت های تشریحی استفاده می‌کنیم نیز همین امر صادق است. ما ممکن است برای نشان دادن انتهای استخوانی که در ساق پا به نزدیک‌ترین نقطه به زانو است، استفاده کنیم، یا ممکن است در مورد بالای جمجمه صحبت کنیم. همه چیز به زمینه آن زمان بستگی دارد. همانطور که جنوب و شرق را برای رسیدن به جنوب شرقی به منظور نشان دادن جایی در بین این جهات ترکیب می‌کنیم، ممکن است قدامی و جانبی را با هم ترکیب کنیم تا جهت یا موقعیت کلی "در جلو و خارج" را توصیف کنیم. تصاویر. 1.3 و 1.4 مثال های بیشتری را ارائه می دهند.




زانوی راست، نمای فوقانی با برداشتن استخوان ران و کشکک

شکل. 1.3 • اصطلاحات جهت دار تشریحی.




زانوی راست، نمای قدامی

شکل. 1.4 • اصطلاحات جهت دار تشریحی.

**قدامی**: در جلو یا در قسمت جلو

**قدامی تحتانی**: جلو و پایین

**آنترولترال**: در جلو و خارج

**آنترومدیال**: در جلو و به سمت قسمت داخلی یا خط وسط

**قدامی خلفی**: مربوط به هر دو قسمت جلو و عقب

**قدامی برتر**: در جلو و بالا

**دو طرفه**: مربوط به سمت راست و چپ بدن یا ساختار بدن مانند اندام راست و چپ

**دمی**: زیر نسبت به سازه دیگر. پست تر

**کودوسفالاد**: جهت از دم به سر در محور بلند بدن

**سفالیک**: بالا نسبت به ساختار دیگر. بالاتر، برتر

**سفالوکودال**: جهت از سر تا دم در محور بلند بدن

**طرف مقابل**: مربوط یا مربوط به طرف مقابل

**عمیق**: در زیر یا زیر سطح. برای توصیف عمق یا محل نسبی عضلات یا بافت استفاده می‌شود

**دکستر**: مربوط یا قرار گرفتن در سمت راست یا سمت راست چیزی

**دیستال**: دور از مرکز یا خط وسط بدن یا دور از نقطه مبدا قرار دارد

**پشتی (درسوم):** مربوط به پشت، بودن یا قرار گرفتن در نزدیکی، روی یا رو به پشت، قسمت خلفی یا سطح بالایی. همچنین مربوط به بالای پا

**فیبولار**: مربوط به سمت فیبولار (جانبی) زانو، ساق پا، مچ پا یا پالف هنگامی که به طور خاص به پای جانبی اشاره می‌شود، به عنوان پرونئال نیز شناخته می‌شود

**فرودست (زیر):** زیر نسبت به ساختار دیگر؛ دمی

**تحتانی بیرونی**: زیر و به بیرون

**اینفرومدیال**: زیر و به سمت خط وسط یا داخل

**همان طرف**: در یک طرف

**جانبی**: در یا کنار. در خارج، دورتر از صفحه میانی یا میان ساژیتال

**میانی**: مربوط به وسط یا مرکز؛ به صفحه میانی یا میان ساژیتال نزدیک تر است

**میانه**: مربوط به، واقع در، یا گسترش به سمت وسط. واقع در وسط، میانی

**کف دست**: مربوط به کف دست یا قسمت ولار دست

**پلانتار**: مربوط به کف پا یا سطح زیرین پا 1

**خلفی**: پشت، پشت یا عقب

**خلفی تحتانی**: پشت یا در پشت و پایین

**خلفی جانبی**: پشت و به یک طرف، به ویژه به سمت خارج

**خلفی داخلی**: پشت و به سمت داخلی

**پسین فوقانی**: پشت یا در پشت و بالا

**پروگزیمال**: نزدیکترین به تنه یا نقطه مبدا

**پروگزیمودیستال**: از مرکز بدن به سمت انتهای انتهایی زائده ها

**شعاعی**: مربوط به سمت شعاعی (جانبی) ساعد یا دست

**منقاری**: نزدیک یا رو به سر، به خصوص جلوی سر

**صفحه کتف**: مطابق با وضعیت استراحت طبیعی کتف در حالی که روی قفسه سینه خلفی قرار دارد. حرکات در صفحه کتف مطابق با کتف است که در زاویه 30 تا 45 درجه نسبت به صفحه پیشانی قرار دارد.

**شوم**: مربوط یا واقع شدن در سمت چپ یا سمت چپ چیزی

**سطحی**: نزدیک به سطح برای توصیف عمق یا محل نسبی عضلات یا بافت استفاده می‌شود

**برتر (فوق العاده)**: بالا نسبت به ساختار دیگر؛ بالاتر، سفالیک

**فوق جانبی**: از بالا و خارج

**فوق میانی**: بالا و به سمت خط وسط یا داخل

**تیبیال**: مربوط به سمت تیبیال (مدیانی) زانو، ساق پا، مچ پا یا پا

**اولنار**: مربوط به سمت اولنار (وسطی) ساعد یا دست

**شکمی:** مربوط به شکم یا شکم، روی یا به سمت جلو، قسمت قدامی

**کفی**: مربوط به کف دست یا کف پا

**اصطلاحات تنوع تراز**

**آنته ورژن:** چرخش غیرطبیعی یا بیش از حد به جلو یک ساختار، مانند آنتورژن فمورال

**کیفوز**: افزایش انحنای ستون فقرات به سمت بیرون یا عقب در صفحه ساژیتال

**لوردوز**: افزایش انحنای ستون فقرات به سمت داخل یا جلو در صفحه ساژیتال

**عقب زدگی**: خم شدن به سمت عقB، مانند هایپراکستنشن زانو

**بازگشت به عقب**: چرخش غیر طبیعی یا بیش از حد به عقب یک ساختار، مانند رتروواراسیون استخوان ران

**اسکولیوز**: انحنای جانبی ستون فقرات

**والگوس**: زاویه خارجی بخش دیستال استخوان یا مفصل، مانند زانوهای ضربه ای

**واروس**: زاویه به سمت داخل بخش دیستال استخوان یا مفصل، مانند پاچه ها

## سطوح حرکتی

هنگامی که مفاصل مختلف بدن را مطالعه می‌کنیم و حرکات آنها را تجزیه و تحلیل می‌کنیم، مشخص کردن آنها بر اساس سطوح حرکتی خاص مفید است (شکل 1.5). صفحه حرکت ممکن است به عنوان یک سطح دو بعدی خیالی تعریف شود که از طریق آن یک اندام یا بخش بدن حرکت می‌کند.

سه سطح حرکتی خاص یا اصلی وجود دارد که می‌توان حرکات مفصلی مختلف را در آنها طبقه بندی کرد. صفحات خاصی که بدن را دقیقاً به دو نیمه تقسیم می‌کنند اغلب به عنوان صفحات کاردینال شناخته می شوند. صفحات کاردینال صفحات ساژیتال، پیشانی و عرضی هستند. تعداد بی نهایت صفحه در هر نیمه وجود دارد که موازی با صفحات اصلی هستند. این به بهترین شکل در مثال های زیر از حرکات در صفحه ساژیتال قابل درک است. دراز و نشست ستون فقرات را درگیر می‌کند و در نتیجه در صفحه ساژیتال کاردینال انجام می‌شود که به آن صفحه میانی ساژیتال یا مدیان نیز می گویند. حلقه

های دوسر بازو و اکستنشن زانو در صفحات پاراساژیتال که موازی با صفحه میانی ساژیتال هستند انجام می‌شود. اگرچه این نمونه های اخیر در صفحه اصلی نیستند، اما به عنوان حرکات در صفحه ساژیتال در نظر گرفته می شوند.

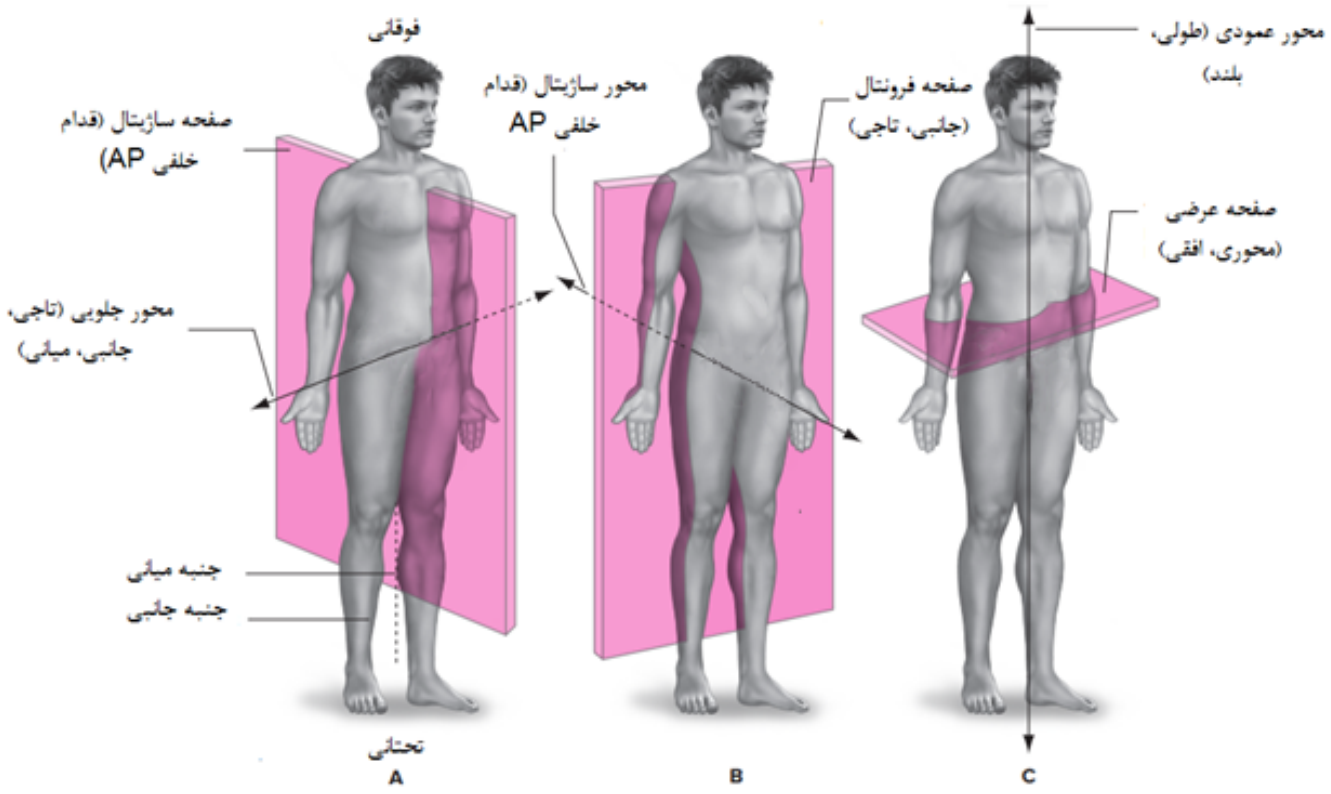
اگرچه هر حرکت مفصل خاص را می‌توان به عنوان قرار گرفتن در یکی از سه صفحه حرکت طبقه بندی کرد، حرکات ما معمولاً به طور کامل در یک صفحه خاص نیستند بلکه به صورت ترکیبی از حرکات در بیش از یک صفحه رخ می دهند. این حرکات در صفحات ترکیبی ممکن است به صورت مورب یا مورب توصیف شود که شامل مفاصلی است که توانایی حرکت در دو یا چند صفحه را دارند.

## صفحه ساژیتال، قدامی خلفی یا AP

صفحه ساژیتال، قدامی خلفی یا AP بدن را از جلو به عقب تقسیم می‌کند و آن را به دو نیمه متقارن راست و چپ تقسیم می‌کند. به طور کلی حرکات فلکشن و اکستنشن مانند حلقه های دوسر بازو، اکستنشن زانو و دراز و نشست در این صفحه رخ می دهد.

## صفحه فرونتال، کرونال یا جانبی

صفحه فرونتال که به آن صفحه تاجی یا جانبی نیز گفته می‌شود، بدن را به صورت جانبی از یک طرف به سمت دیگر تقسیم می‌کند و آن را به دو قسمت جلویی (شکمی) و پشتی (پشتی) تقسیم می‌کند. حرکات ابداکشن و اداکشن مانند جک های جامپینگ (شانه و لگن) و خم شدن جانبی ستون فقرات در این صفحه رخ می دهد.




شکل. 1.5 • سطوح حرکت و محورهای چرخش. الف، صفحه ساژیتال با محور جلو. B، صفحه فرونتال با محور ساژیتال. ج، صفحه عرضی با محور عمودی.

## صفحه عرضی، محوری یا افقی

صفحه عرضی، همچنین به عنوان صفحه محوری یا افقی شناخته می‌شود، بدن را به دو نیمه فوقانی (سفالیک) و تحتانی (دمی) تقسیم می‌کند. به طور کلی حرکات چرخشی مانند پرونیشن ساعد و خوابیدن و چرخش ستون فقرات در این صفحه رخ می دهد.

## صفحه مورب یا مایل

صفحه مورب یا مورب ترکیبی از بیش از یک صفحه حرکت است. در واقعیت، بیشتر حرکات ما در فعالیت‌های ورزشی در جایی بین موازی و عمود بر سطوحی که قبلاً توضیح داده شد قرار می‌گیرند و در یک صفحه مورب رخ می‌دهند. برای ترسیم بیشتر، تمام حرکات در صفحات مورب در یک صفحه مورب بالا یا یکی از دو صفحه مورب پایین رخ می دهد. صفحه مورب بالا برای حرکات بالای دست در اندام فوقانی استفاده می‌شود، در حالی که از دو صفحه مورب پایین برای متمایز کردن حرکات زیر دست اندام بالایی از حرکات مورب اندام تحتانی استفاده می‌شود.

لازم به ذکر است که برای حرکت مفصل در یک صفحه موربB، اتصال باید حداقل در دو صفحه قابلیت حرکت داشته باشد. به عبارت دیگر، حرکات صفحه مورب شامل ترکیب حرکات در یک صفحه با حرکات یک یا چند صفحه دیگر است. کمتر به حرکات مورب اشاره می‌شود که مفاصل دو محوری را درگیر می‌کنند. به عنوان مثال، ترکیب خم شدن مچ دست و انحراف اولنار یا اکستنشن متاکارپوفالانژیال با انحراف شعاعی هنگام اشاره با انگشت اشاره.

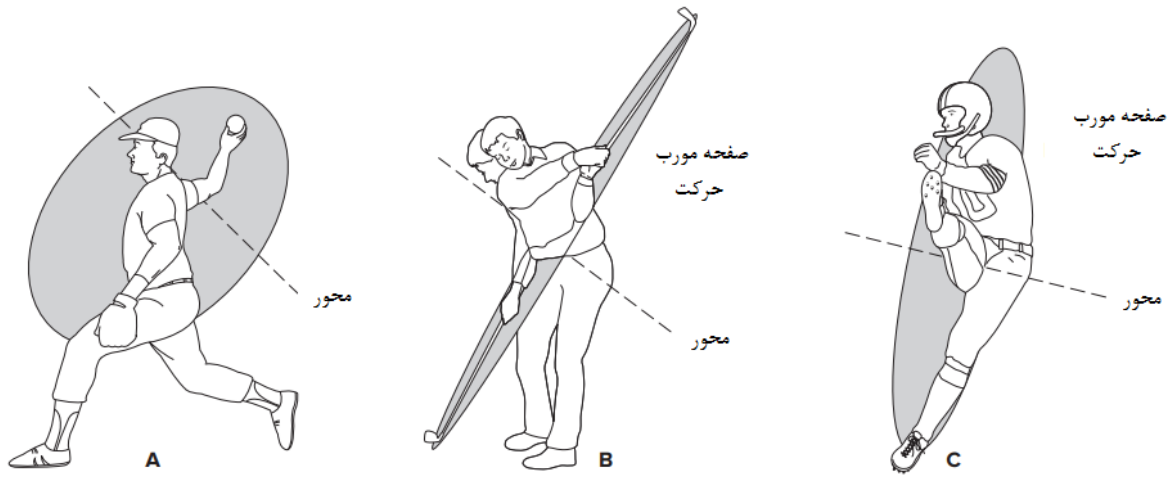
## محورهای چرخش

همانطور که حرکت در یک صفحه مشخص اتفاق می افتد، مفصل حول محوری حرکت می‌کند یا می چرخد که با آن صفحه رابطه 90 درجه دارد. محورها در رابطه با جهت آنها نامگذاری شده اند (شکل 1.5). جدول 1.1 صفحات حرکت را با محورهای چرخش آنها فهرست می‌کند.

## محور جلویی، تاجی، جانبی یا میانی جانبی

اگر صفحه ساژیتال از قدامی به عقب باشد، محور آن باید از سمتی به سمت دیگر حرکت کند. محور پیشانی عمود بر صفحه ساژیتال است. از آنجایی که این محور دارای جهت جهتی یکسان با صفحه حرکت جلویی است،

به همین ترتیب نامگذاری شده است. همانطور که آرنج در صفحه ساژیتال خم می‌شود و در طول پیچش عضله دوسر بازو در حال چرخش است، ساعد در واقع حول محور جلویی می چرخد که به صورت جانبی از مفصل آرنج می گذرد. محور جلویی را می‌توان به عنوان محور دو طرفه نیز نامید.




شکل. 1.6 • صفحات مورب و محورهای چرخش. A، حرکت صفحه مورب بالا و محور اندام فوقانی. B، حرکت و محور صفحه مورب پایین اندام فوقانی. C، حرکت و محور صفحه مورب پایین اندام تحتانی.

جدول 1.1 • صفحه های حرکت و محورهای چرخش آنها

| صفحه | شرح صفحه | محور چرخش | شرح چرخش | حرکات رایج |
|---|---|---|---|---|
| ساژیتال (قدام خلفی یا AP) | بدن را به دو نیمه راست و چپ تقسیم می‌کند | محور X پیشانی (کرونال، جانبی، دو طرفه یا میانی جانبی) | میانی/جانبی اجرا می‌شود | فلکشن، اکستنشن |
| فرونتال (کرونال یا جانبی) | بدن را به دو قسمت قدامی و خلفی تقسیم می‌کند | ساژیتال (قدام خلفی یا AP)، محورZ | قدامی / خلفی اجرا می‌شود | ابداکشن، ادغام |
| عرضی (محوری، افقی) | بدن را به دو نیمه برتر و تحتانی تقسیم می‌کند | عمودی (طولی یا بلند)، محورY | برتر/ فرودست اجرا می‌شود | چرخش داخلی، چرخش بیرونی |

محور ساژیتال یا قدامی خلفی حرکتی که در صفحه پیشانی رخ می دهد حول محور ساژیتال می چرخد. این محور ساژیتال عمود بر صفحه فرونتال است و جهت جهتی مشابه صفحه حرکت ساژیتال دارد و از جلو به عقب با زاویه قائمه نسبت به صفحه حرکت جلویی حرکت می‌کند. همانطور که لگن در حین جک های پرش ربوده و اضافه می‌شود، استخوان ران حول محوری می چرخد که از جلو به عقب در مفصل ران می گذرد.

## محور عمودی یا طولی

محور عمودی که به عنوان محور طولی یا بلند نیز شناخته می‌شود، مستقیماً از بالای سر به پایین می رود و در زاویه قائم یا عمود بر صفحه عرضی حرکت قرار دارد. هنگامی که سر از چپ به راست می‌چرخد یا در هنگام عدم تأیید، جمجمه و مهره‌های گردنی حول محوری می‌چرخند که از ستون فقرات به پایین می‌رود.

## محور مورب یا مایل

محور مورب که به عنوان محور مورب نیز شناخته می‌شود، در یک زاویه قائمه با صفحه مورب قرار دارد. همانطور که مفصل گلنوهومرال از ابداکشن مورب به اداکشن مورب در پرتاب از سر بازو حرکت می‌کند، محور آن عمود بر صفحه از سر بازو می گذرد.

## نواحی بدن

همانطور که بعداً در سیستم اسکلتی ذکر شد، بدن را می‌توان به مناطق محوری و آپاندیکولار تقسیم کرد. هر یک از این نواحی ممکن است به زیرمنطقه های مختلفی مانند سر، گردن، تنه، اندام فوقانی و اندام تحتانی تقسیم شوند. در هر یک از این مناطق، تعداد زیادی زیرمنطقه و مناطق خاص وجود دارد. جدول 1.2 تفکیک این مناطق و نام های رایج آنها را که در شکل 1.7 نشان داده شده است، توضیح می دهد.

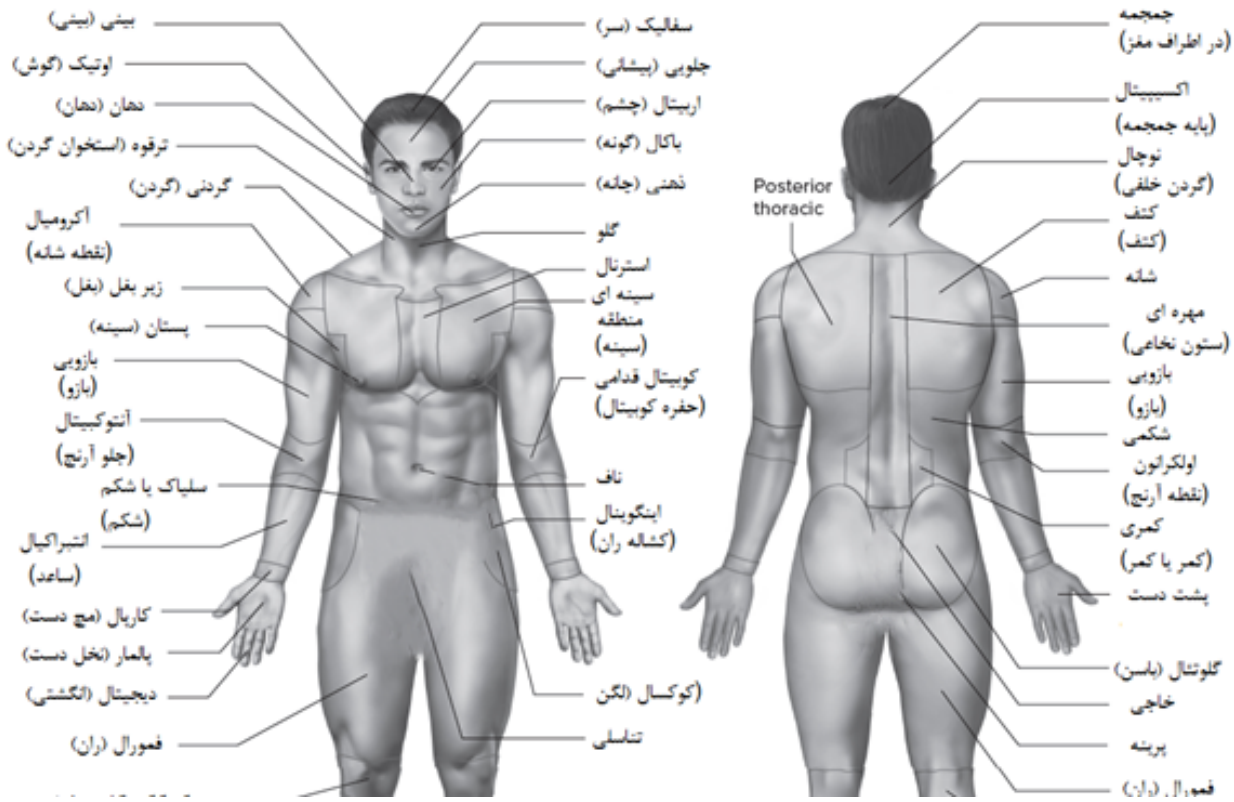
جدول 1.2 • قطعات و نواحی بدن

| | نام منطقه | نام رایج | زیرمنطقه | نام خاص منطقه | نام خاص منطقه رایج |
|---|---|---|---|---|---|
| ه | راسی | سر | جمجمه | جلویی | پیشانی |
| | | | | اکسیپیتال | پایه جمجمه |
| | | | صورت | مداری | چشم |
| | | | | اوتیک | گوش |
| | | | | بینی | بینی |
| | | | | باکال | گونه |
| | | | | دهانی | دهان |
| | | | | ذهنی | چانه |
| | گردنی | گردن | | نوچال | گردن خلفی |
| | | | | گلو | گردن قدامی |
| | | | | ترقوه ای | استخوان یقه |
| | | | | سینه ای | قفسه سینه |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | تنه | صدری | قفسه سینه | استرنال | جناغ |
| | | | | کاستال | دنده |
| | | | | پستانی | پستان |
| | | درسال | عقب | کتف | کتف |
| | | | | مهره ای | ستون فقرات |
| | | | | کمری | پایین کمر یا کمر |
| | | شکمی | شکم | برجستگیپاک | شکم |
| | | | | نافی | ناف |
| | | لگنی | لگن | اینگوینال | کشاله ران |
| | | | | عمومی | تنابرجستگیی |
| | | | | کوکسال | ران |
| | | | | خاجی | بین باسن |
| | | | | گلوتئال | باسن |
| | | | | پرینه | پرینه |
| زائده‌ای | اندام فوقانی | شانه | | آکرومیال | نقطه شانه |
| | | | | Omus | دلتوئید |
| | | | | زیر بغل | زیر بغل |
| | | | | بازویی | بازو |
| | | | | اولکرانون | نقطه آرنج |
| | | | | کوبیتال | آرنج |
| | | | | آنتوکبیتال | جلوی آرنج |
| | | | | انتبراکیال | ساعد |
| | | | | کارپال | مچ دست |
| | | دستی | | پالمار | نخل |
| | | | | پشتی | پشت دست |
| | | | | دیجیتال | انگشت |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ز | | | فمورال | ران |
| | | | کشکک | کاسه زانو |
| | | | پوپلیتئال | پشت زانو |

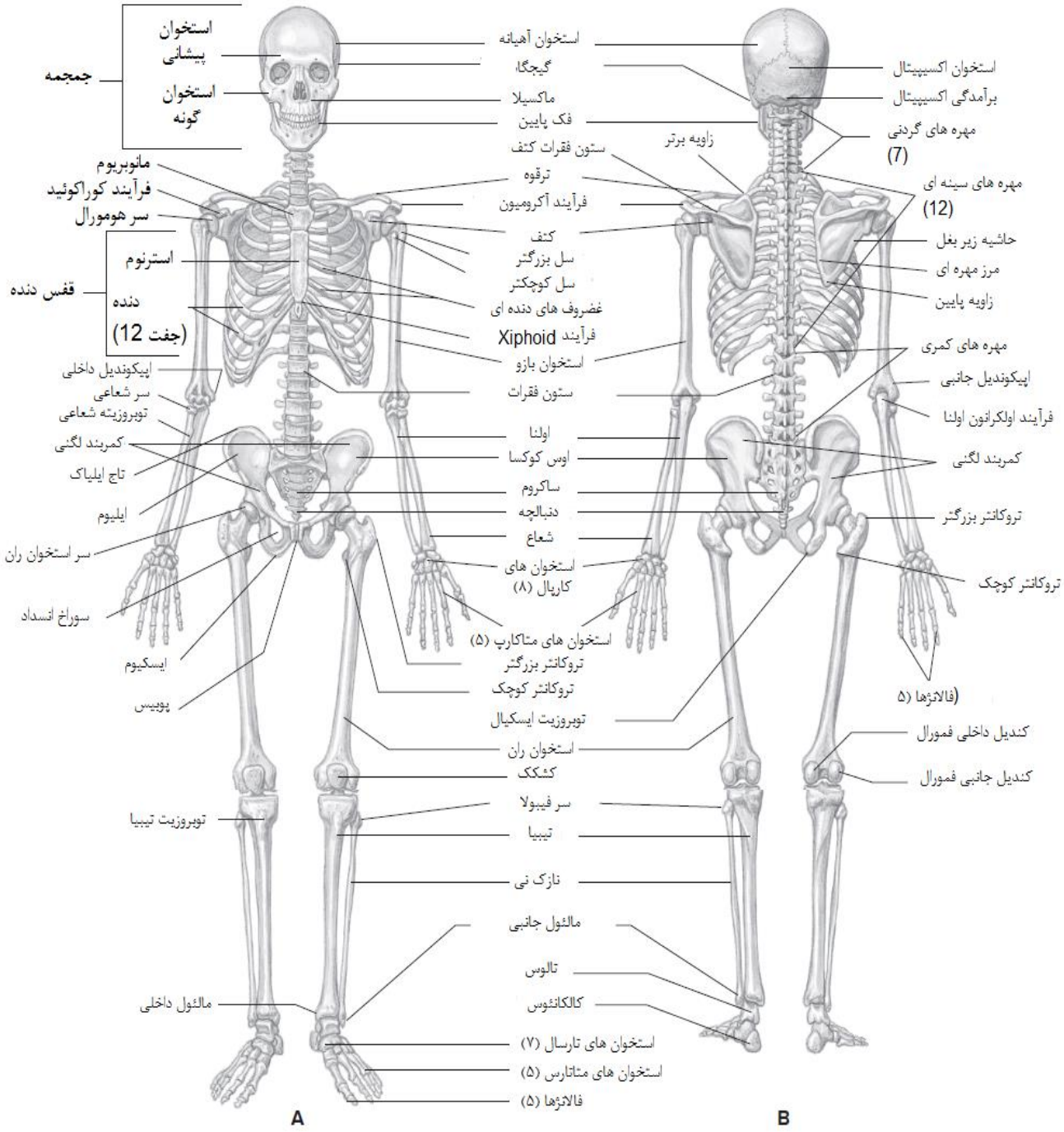
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| اندام تحتانی | | | سورال | گوساله |
| | | | زشتی | پا |
| | پایی | پا | تالوس | مچ پا |
| | | | پاشنه پا | پاشنه |
| | | | دورسم | بالای پا |
| | | | تارسال | پا |
| | | | پلانتار | تنها |
| | | | دیجیتال | انگشت پا |




شکل. 1.7 • نواحی بدن. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین.

## سیستم های اسکلتی

شکل 1.8 نمای قدامی و خلفی سیستم اسکلتی را نشان می دهد. حدود 206 استخوان سیستم اسکلتی را تشکیل می‌دهند که از دیگر سیستم‌های بدن حمایت و محافظت می‌کند و اتصال عضلات به استخوان‌ها را فراهم می‌کند که توسط آن حرکت ایجاد می‌شود. عملکردهای اسکلتی اضافی ذخیره مواد معدنی و خون سازی است که شامل تشکیل برجستگیول های خونی در مغز استخوان قرمز می‌شود. اسکلت ممکن است به اسکلت آپاندیکولار و محوری تقسیم شود. اسکلت آپاندیکولار از زائده ها یا اندام های فوقانی و تحتانی و شانه و کمربند لگنی تشکیل شده است. اسکلت محوری از جمجمه، ستون مهره ها، دنده ها و جناغ سینه تشکیل شده است. اکثر دانشجویان حرکت شناسی دوره ای در آناتومی انسان داشته اند، اما قبل از شروع مطالعه حرکت شناسی، یک مرور مختصر مطلوب است. فصل های بعدی اطلاعات اضافی و تصاویر دقیق تر از استخوان های خاص را ارائه می دهند.




شکل. 1.8 • اسکلت. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین.

## استخوان شناسی

اسکلت بالغ، متشکل از تقریباً 206 استخوان، ممکن است به اسکلت محوری و اسکلت آپاندیکولار تقسیم شود. اسکلت محوری شامل 80 استخوان است که شامل جمجمه، ستون فقرات، جناغ و دنده ها می‌شود. اسکلت آپاندیکولار شامل 126 استخوان است که شامل تمام استخوان های اندام فوقانی و تحتانی می‌شود. گاهی اوقات لگن به دلیل اهمیت آن در پیوند دادن اسکلت محوری با اندام های تحتانی اسکلت آپاندیکول به عنوان بخشی از اسکلت محوری طبقه بندی می‌شود. تعداد دقیق استخوان ها و همچنین ویژگی های خاص آنها گهگاه از فردی به فرد دیگر متفاوت است.

## عملکردهای اسکلتی

اسکلت پنج عملکرد عمده دارد:

1. محافظت از بافت های نرم حیاتی مانند قلب، ریه ها و مغز

2. پشتیبانی برای حفظ وضعیت بدن

3. حرکت با خدمت به عنوان نقاط اتصال برای عضلات و عمل به عنوان اهرم

4. ذخیره مواد معدنی مانند کلسیم و فسفر

5. خون سازی، که فرآیند خون سازی است که در مغز استخوان قرمز واقع در بدنه های مهره، استخوان ران، بازو، دنده ها و جناغ جناغی اتفاق می افتد.

## انواع استخوان

استخوان ها از نظر شکل و اندازه بسیار متفاوت هستند اما می‌توان آنها را در پنج دسته اصلی طبقه بندی کرد(شکل 1.9).

استخوان های بلند: از یک محور استوانه ای بلند با انتهای نسبتاً پهن و بیرون زده تشکیل شده است. به عنوان اهرم عمل می‌کنند. شفت شامل حفره مدولاری است. به عنوان مثال می‌توان به فالانژها، متاتارس ها، متاکارپال ها، درشت نی، نازک نی، استخوان ران، رادیوس، اولنا و بازو اشاره کرد.

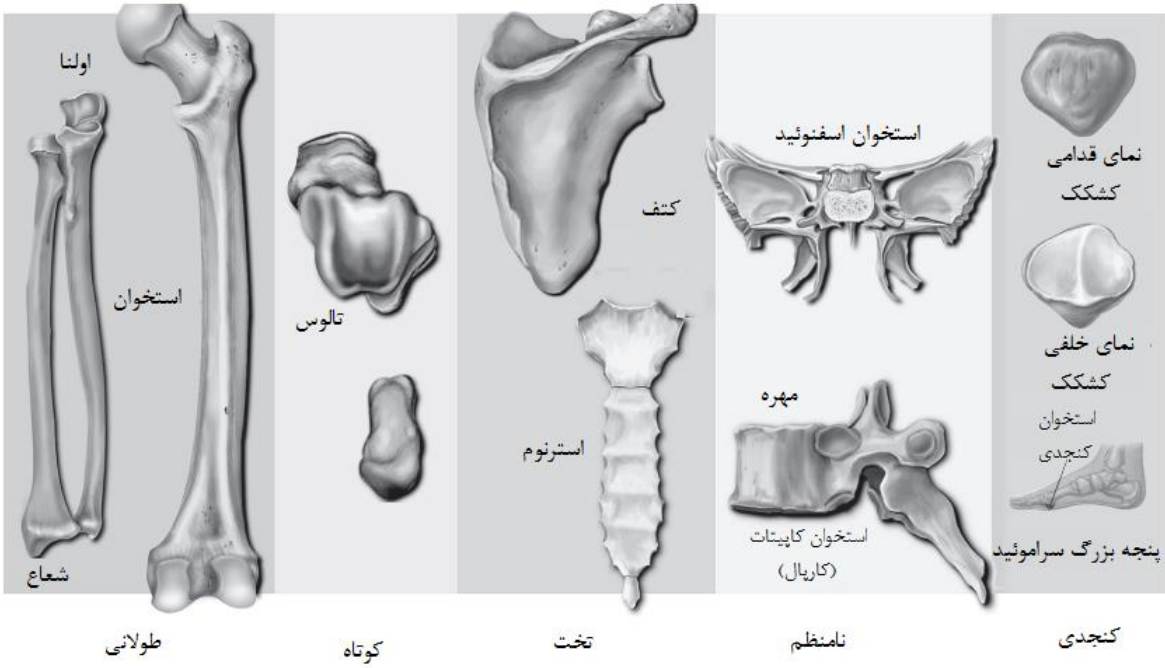
استخوان‌های کوتاه: استخوان‌های کوچک مکعبی شکل که معمولاً دارای سطح مفصلی نسبتاً بزرگی هستند تا با بیش از یک استخوان مفصل شوند. استخوان های کوتاه مقداری جذب ضربه را فراهم می‌کنند و شامل مچ دست و تارسال می شوند.

استخوان‌های صاف: معمولاً دارای سطح خمیده هستند و از ضخیم (محل اتصال تاندون‌ها) تا بسیار نازک متغیر است. استخوان های صاف به طور کلی محافظت می‌کنند و شامل ایلیوم، دنده ها، جناغ سینه، ترقوه و کتف هستند.

استخوان های نامنظم: استخوان های نامنظم اهداف مختلفی را انجام می دهند و شامل استخوان ها در کل ستون فقرات و ایسکیوم، پوبیس و فک بالا می شوند.

استخوان‌های سزاموئید: استخوان‌های کوچکی که در داخل تاندون یک واحد عضلانی تعبیه شده‌اند که محافظت می‌کنند و همچنین مزیت مکانیکی واحدهای عضلانی را بهبود می‌بخشند. استخوان‌های سزاموئید مانند کشکک گاهی اوقات (1٪ تا 2٪ افراد) ممکن است دو (دو قسمتی) یا حتی سه (سه‌جانبه) استخوان جداگانه باشند. این یک بیماری مادرزادی است که در آن استخوان دارای مراکز استخوان سازی ثانویه جوش نخورده یا ناقص است و معمولاً یک یافته بدون علامت است. علاوه بر کشکک، استخوان‌های کنجدی کوچکی در تاندون‌های خم‌کننده انگشت شست پا و شست وجود دارد. استخوان‌های سزاموئید گاهی اوقات به عنوان استخوان‌های کمکی نیز شناخته می‌شوند، اما استخوانچه‌های جانبی عملکرد شناخته‌شده‌ای ندارند و اغلب از مراکز استخوان‌سازی نشده منشأ می‌گیرند. هر دو استخوان سزاموئید و کمکی به تعداد متفاوت از فردی

به فرد دیگر ایجاد می شوند. آنها بیشتر در مفاصل کوچکتر در انتهای انتهایی پا، مچ پا و دست یافت می شوند اما همیشه در یک فرد متقارن نیستند.

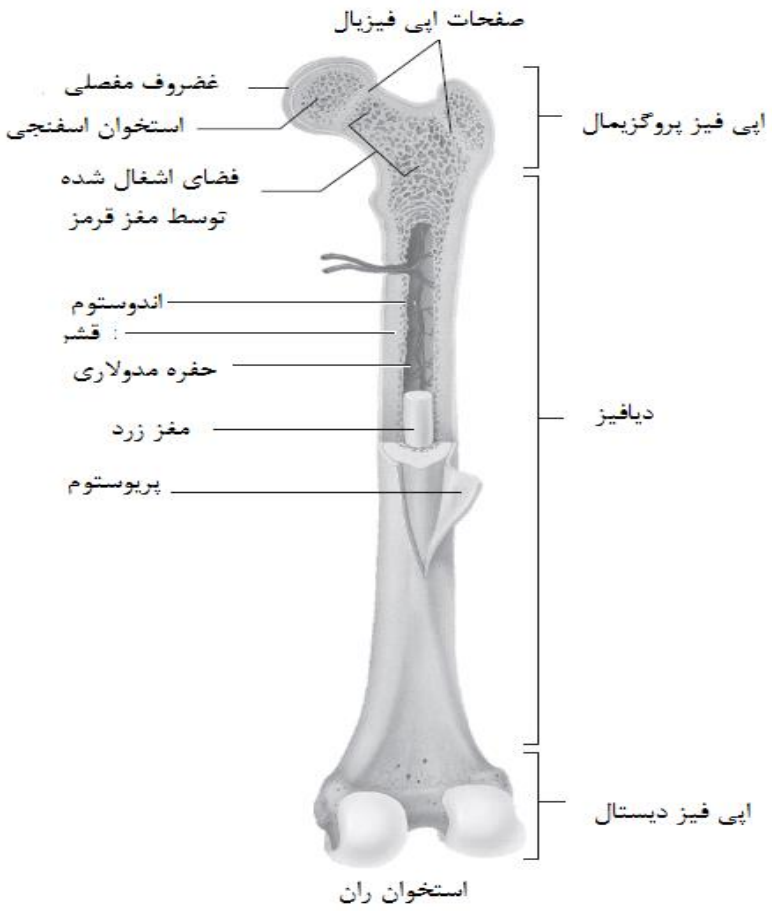



- طبقه بندی استخوان ها بر اساس شکل.( شکل. 1.9)

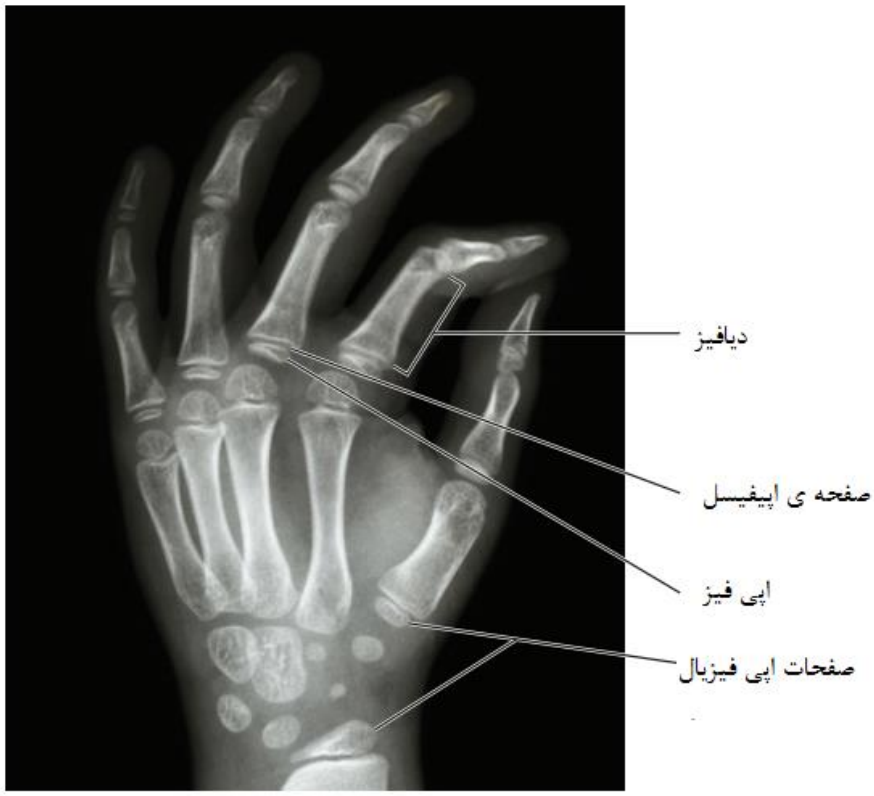
## ویژگی های استخوانی معمولی

همانطور که در شکل 1.10 نشان داده شده است، استخوان های بلند دارای ویژگی هایی هستند که به طور کلی برای استخوان ها مشخص است. استخوان های بلند دارای شفت یا دیافیز هستند که قسمت استوانه ای بلند استخوان است. دیواره دیافیز که از استخوان سخت، متراکم و فشرده تشکیل شده است، قشر است. سطح بیرونی دیافیز توسط یک غشای متراکم فیبری به نام پریوستوم پوشیده شده است. غشای فیبری مشابهی که به نام اندوستئوم شناخته می‌شود، داخل قشر را می پوشاند. بین دیواره های دیافیز حفره مدولاری یا مغز استخوان قرار دارد که حاوی مغز زرد یا چربی است. در هر انتهای یک استخوان بلند، اپی فیز قرار دارد که معمولاً بزرگ شده و به طور خاص به اپی فیز یک استخوان مجاور در یک مفصل متصل می‌شود. اپی فیز از استخوان اسفنجی یا اسفنجی یا ترابکولار تشکیل می‌شود. در طول رشد استخوان، دیافیز

و اپی فیز توسط یک صفحه نازک غضروفی به نام صفحه اپی فیزیال، که معمولاً به عنوان صفحه رشد شناخته می‌شود، از هم جدا می شوند (شکل 1.11). با رسیدن به بلوغ اسکلتی، در جدول زمانی که از استخوانی به استخوان دیگر متفاوت است، طبق جدول 1.3، صفحات با استخوان جایگزین شده و بسته می شوند.




شکل. 1.10 • قطعات اصلی یک استخوان بلند.




شکل. 1.11 • وجود صفحات اپی فیزیال، همانطور که در رادیوگرافی دست کودک مشاهده می‌شود، نشان می‌دهد که استخوان‌ها همچنان در حال رشد هستند.

جدول 1.3• جدول زمانی بسته شدن اپی فیزیال

| سن تقریبی | استخوان‌ها |
|---|---|
| 7 تا 8 سال | رامی تحتانی پوبیس و ایسکیوم (تقریباً کامل |
| 15 تا 17 | کتف، اپی کندیل جانبی استخوان بازو، فرآیند اولکرانون استخوان اولنا |
| 18 تا 19 | اپیکوندیل داخلی استخوان بازو، سر و شافت شعاع |
| حدود 20 | سر بازو، انتهای انتهایی رادیوس و اولنا، انتهای انتهایی استخوان ران و نازک نی، انتهای پروگزیمال تیبیا |
| 20 تا 25 | استابولوم در لگن |
| 25 | مهره ها و استخوان خاجی، ترقوه، انتهای پروگزیمال فیبولا، جناغ سینه و دنده ها |

برای تسهیل حرکت راحت و آسان در مفاصل، اپی فیز توسط غضروف مفصلی یا هیالین پوشانده شده است که اثر بالشتکی ایجاد می‌کند و اصطکاک را کاهش می دهد.

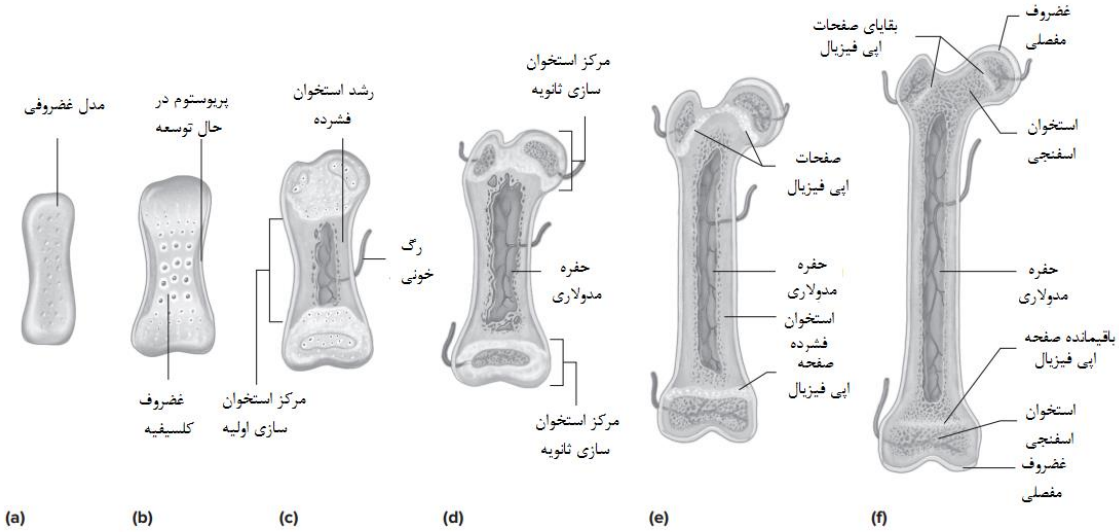
ویژگی های اضافی برخی از استخوان ها آپوفیز هستند. آپوفیز یک فرآیند استخوانی با مرکز استخوان سازی مستقل و صفحه رشد مرتبط است که به عنوان نقطه اتصال رباط یا تاندون عمل می‌کند. این صفحات رشد آپوفیزال با بلوغ اسکلتی بسته می شوند، اما اغلب با ورزش یا نیرو در نوجوانی، به ویژه توبروزیته تیبیا، استخوان پاشنه، اپیکوندیل داخلی بازو و مکان های متعدد روی لگن، ملتهب می شوند.

## رشد و نمو استخوان

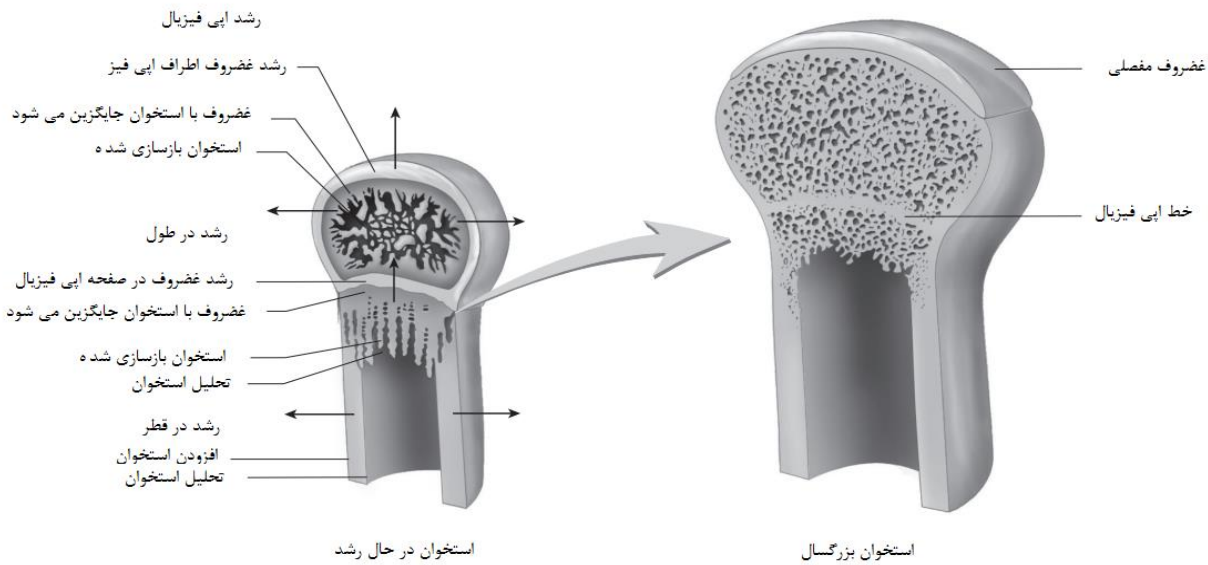
بیشتر استخوان‌های اسکلتی مورد توجه ما در حرکت شناسی ساختاری، استخوان‌های اندوکندرال هستند که از غضروف هیالین ایجاد می‌شوند. همانطور که ما از یک جنین رشد می‌کنیم، این توده های غضروف هیالین به سرعت رشد می‌کنند و به ساختارهایی شبیه به استخوان هایی که در نهایت تبدیل می شوند، تبدیل می شوند. این رشد ادامه می یابد و غضروف به تدریج دستخوش تغییرات قابل توجهی می‌شود تا به استخوان بلند تبدیل شود، همانطور که در شکل 1.12 به تفصیل شرح داده شده است.

تا زمانی که صفحات اپی فیزیال باز هستند، استخوان ها به رشد طولی ادامه می دهند. این بشقاب ها در دوران نوجوانی شروع به بسته شدن می‌کنند و ناپدید می شوند. بیشتر آنها تا سن 18 سالگی نزدیک می شوند، اما برخی ممکن است تا 25 سالگی باز باشند. رشد قطر در طول زندگی ادامه می یابد. این کار توسط یک لایه داخلی پریوستوم انجام می‌شود که لایه های متحدالمرکز جدیدی را روی لایه های قدیمی ایجاد می‌کند. به طور همزمان، استخوان اطراف دو طرف حفره مدولاری جذب می‌شود به طوری که قطر به طور مداوم افزایش می یابد. استخوان جدید توسط برجستگیول های تخصصی به نام استئوبلاست تشکیل می‌شود، در حالی که برجستگیول هایی که استخوان قدیمی را جذب می‌کنند، استئوکلاست

هستند. این بازسازی استخوان، همانطور که در شکل 1.13 نشان داده شده است، برای ادامه رشد استخوان، تغییر در شکل استخوان، تنظیم استخوان با استرس و ترمیم استخوان ضروری است.




شکل. 1.12 • مراحل اصلی a-f در رشد یک استخوان اندوکندرال (اندازه های استخوان نسبی به مقیاس نیست).




شکل. 1.13 • بازسازی استخوان بلند.

## خواص استخوان

کربنات کلسیم، فسفات کلسیم، کلاژن و آب اساس ترکیب استخوان هستند. حدود 60 تا 70 درصد وزن استخوان از کربنات کلسیم و فسفات کلسیم تشکیل شده است و آب تقریباً 25 تا 30 درصد وزن استخوان را تشکیل می دهد. کلاژن مقداری انعطاف و قدرت در مقاومت در برابر تنش ایجاد می‌کند. افزایش سن، به ویژه زمانی که با کاهش فعالیت و ورزش همراه باشد، باعث از بین رفتن تدریجی کلاژن و افزایش شکنندگی استخوان می‌شود و در نتیجه احتمال شکستگی را افزایش می دهد.

بیشتر استخوان بیرونی قشر مغز است. استخوان اسفنجی در زیر است. استخوان کورتیکال سخت‌تر و فشرده‌تر است و تنها حدود 5 تا 30 درصد حجم آن متخلخل است و بافتی غیر معدنی دارد. در مقابل، استخوان اسفنجی اسفنجی است و حدود 30 تا 90 درصد حجم آن متخلخل است. استخوان کورتیکال سفت تر است. می‌تواند استرس بیشتری را تحمل کند، اما فشار کمتری نسبت به استخوان اسفنجی دارد. به دلیل اسفنجی بودن آن، استخوان اسفنجی می‌تواند قبل از شکستگی تحت فشار بیشتری قرار گیرد.

اندازه و شکل استخوان تحت تأثیر جهت و بزرگی نیروهایی است که معمولاً به آنها اعمال می‌شود. استخوان‌ها بر اساس تنش‌هایی که بر آن‌ها وارد می‌شود، شکل خود را تغییر می‌دهند و با افزایش استرس، جرم آن‌ها در طول زمان افزایش می‌یابد.

این مفهوم از سازگاری استخوان با استرس به قانون ولف معروف است، که اساسا بیان می‌کند که استخوان در یک فرد سالم با بارهایی که تحت آن قرار می گیرد سازگار می‌شود. هنگامی که یک استخوان خاص در معرض بارگذاری بیشتر قرار می گیرد، استخوان به مرور زمان خود را بازسازی می‌کند تا برای مقاومت در برابر آن نوع خاصی از بارگذاری قوی تر شود. در نتیجه، قسمت قشر خارجی استخوان ضخیم تر می‌شود. برعکس آن نیز صادق است: وقتی بارگذاری روی استخوان کاهش می‌یابد، استخوان ضعیف‌تر می‌شود.

## نشانه های استخوانی

استخوان ها دارای نشانه های خاصی هستند که برای تقویت رابطه عملکردی آنها با مفاصل، ماهیچه ها، تاندون ها، اعصاب و عروق خونی وجود دارد. بسیاری از این نشانه‌ها به عنوان نشانه‌های مهم استخوانی در تعیین محل عضله و چسبندگی و عملکرد مفصل عمل می‌کنند. در اصل، تمام نشانه های استخوانی ممکن است به دو دسته تقسیم شوند:

1. فرآیندهایی (از جمله بالارفتگی ها و برجستگی ها)، که یا مفاصل را تشکیل می دهند یا به عنوان نقطه اتصال عضلات، تاندون ها یا رباط ها عمل می‌کنند.

2. حفره ها ( فرورفتگی ها ) که شامل روزنه ها و شیارهایی می‌شود که حاوی تاندون ها، عروق، اعصاب و فضاهایی برای ساختارهای دیگر است.

توضیحات مفصل و نمونه هایی از بسیاری از نشانه های استخوانی در جدول 1.4 ارائه شده است.

جدول 1.4 • علامت های استخوانی

| | نشانه‌گذاری | شرح | نمونه‌ها |
|---|---|---|---|
| فرایندهای شکل‌دهنده مفاصل | کندیل | برآمدگی بزرگ و گرد که معمولاً با استخوان دیگری مفصل می‌شود | کندیل داخلی یا جانبی استخوان ران |
| | جنبه | سطح کوچک، مسطح یا تقریباً صاف | وجه مفصلی مهره |
| | سر | برآمدگی برجسته و گرد انتهای پروگزیمال استخوان که معمولاً مفصل می‌شود | سر استخوان ران، سر استخوان بازو |
| | زاویه | برآمدگی زاویه ای خم یا بیرون زده | زاویه فوقانی و تحتانی کتف |
| | حاشیه یا حاشیه | لبه یا خط مرزی استخوان | مرز جانبی و داخلی کتف |
| | تاج | برآمدگی برجسته، باریک، رج مانند | تاج ایلیاک لگن |

| | | | |
|---|---|---|---|
| فرآیندهایی که ماهیچه ها، تاندون ها یا رباط ها به آنها متصل می شوند | اپیکوندیل | برآمدگی در بالای کندیل قرار دارد | اپی کندیل داخلی یا جانبی استخوان بازو |
| | خط | برآمدگی استخوان کمتر از تاج برجسته است | Linea aspera استخوان ران |
| | روند | هر طرح برجسته | فرآیند آکرومیون کتف، فرآیند اولکرانون استخوان بازو |
| | راموس | بخشی از یک استخوان با شکل نامنظم که ضخیم‌تر از یک پروسه است و با بدنه اصلی زاویه ایجاد می‌کند. | راموس فوقانی و تحتانی شرمگاهی |
| | ستون فقرات (فرآیند خاردار) | برآمدگی تیز و باریک | روند خاردار مهره، ستون فقرات کتف |
| | شکاف زدن | خط اتحاد بین استخوان ها | شکاف ساژیتال بین استخوان های جداری جمجمه |
| | تروکانتر | طرح ریزی بسیار بزرگ | تروکانتر بزرگ یا کوچک فمور |
| | برجستگی | برآمدگی کوچک و گرد | توبرکل های بزرگ و کوچک بازو |
| | توبروزیت | برآمدگی بزرگ، گرد یا زبر | توبروزیتی شعاعی، توبروزیتی تیبیا |
| | جنبه | سطح مفصلی صاف یا کم عمق | وجه های بین مهره ای در ستون فقرات گردنی، سینه ای و کمری |
| | فورامن | سوراخ یا سوراخ گرد در استخوان | سوراخ انسدادی در لگن |

| | | | |
|---|---|---|---|
| حفره ها | حفره کوچک | سطح توخالی، فرورفته یا صاف | حفره فوق خاری، حفره ایلیاک |
| | فووا | گودال یا فرورفتگی بسیار کوچک | Fovea capitis استخوان ران |
| | میتوس | گذر لوله مانند در داخل استخوان | گوش شنوایی خارجی استخوان تمپورال |
| | شکاف | دپرشن در حاشیه یک استخوان | بریدگی تروکلئار و شعاعی استخوان اولنا |
| | سینوسی | حفره یا فضای توخالی در استخوان | سینوس فرونتال |
| | شیار (شیار) | فرورفتگی شیار یا شیار مانند روی استخوان | شیار بین غده ای (دو سیپیتال) استخوان بازو |

## انواع مفاصل

مفصل بندی دو یا چند استخوان انواع مختلف حرکت را امکان پذیر می‌کند. میزان و نوع حرکت تعیین کننده نامی است که روی مفصل اعمال می‌شود. ساختار استخوان نوع و میزان حرکت در هر مفصل را محدود می‌کند. برخی از مفاصل یا آرتروز هیچ حرکتی ندارند، برخی دیگر فقط بسیار کمی متحرک هستند و برخی دیگر آزادانه با دامنه‌های حرکتی مختلف قابل حرکت هستند. نوع و دامنه حرکات در همه انسانها مشابه است. اما آزادی، دامنه و قدرت حرکات توسط پیکربندی استخوان ها در جایی که با هم قرار می گیرند و توسط رباط ها و ماهیچه ها محدود می‌شود.

مفصل ها ممکن است بر اساس ساختار یا عملکرد طبقه بندی شوند. طبقه بندی بر اساس ساختار، مفاصل را به یکی از سه دسته تقسیم می‌کند: فیبری، غضروفی یا سینوویال. طبقه‌بندی عملکردی نیز به سه دسته منتهی می‌شود: سینارتروزیس (سینارترودیال)، آمفی‌آرتروزیس (آمفی آرترودیال) و دیارتروزیس (دیارترودیال). در هر طبقه بندی زیرمجموعه هایی وجود

دارد. با توجه به رابطه قوی بین ساختار و عملکرد، همپوشانی قابل توجهی بین سیستم های طبقه بندی وجود دارد. یعنی شباهت دو عضو در هر یک از جفت های زیر بیشتر از تفاوت است: مفاصل فیبری و سیناترودیال، مفاصل غضروفی و آمفی آرترودیال و مفاصل سینوویال و دیارترودیال. با این حال، همه مفاصل به طور منظم در هر دو سیستم قرار نمی گیرند. جدول 1.5 فهرست مفصلی از انواع اتصالات بر اساس هر دو سیستم طبقه بندی را ارائه می دهد. از آنجایی که این متن عمدتاً به حرکت مربوط می‌شود، پس از توضیح مختصری از طبقه بندی سازه، سیستم عملکردی تر (مفاصل سیناترودیال، آمفی آرترودیال و دیارترودیال) در سراسر جهان مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

مفاصل فیبری توسط الیاف بافت همبند به یکدیگر متصل می شوند و به طور کلی غیر قابل حرکت هستند. زیرشاخه ها عبارتند از شکاف و گومفوز که غیرقابل حرکت هستند و نوع‌بندی که امکان حرکت کمی را فراهم می‌کند. مفاصل غضروفی توسط غضروف هیالین یا فیبرو غضروف به یکدیگر متصل می شوند که امکان حرکت بسیار جزئی را فراهم می‌کند. زیرمجموعه‌ها عبارتند از سینکوندروسیس و سیمفسیز. مفاصل سینوویال آزادانه متحرک هستند و عموماً دیارترودیال هستند. ساختار و زیرمجموعه‌های آن‌ها به تفصیل در زیر مفاصل دیارترودیال مورد بحث قرار گرفته‌اند.

مفصل ها عمدتاً بر اساس میزان حرکت ممکن و با در نظر گرفتن ساختار آنها به سه دسته گروه بندی می شوند.

**مفاصل سینارترودیال (غیر متحرک).**

از نظر ساختاری، این مفصل ها به دو نوع تقسیم می شوند:

## شکاف

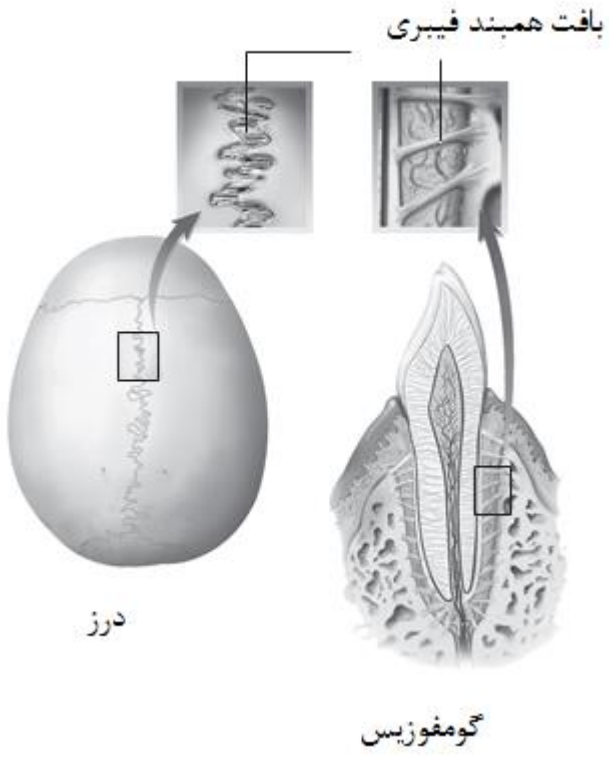
در شکاف های استخوان های جمجمه یافت می‌شود. شکاف های جمجمه واقعاً بیش از دوران نوزادی غیرقابل حرکت هستند.

## گومفوزیس

در سوکت دندان ها یافت می‌شود. سوکت دندان اغلب به عنوان گومفوز (نوعی مفصل که در آن یک میخ مخروطی در یک سوکت قرار می گیرد) نامیده می‌شود. به طور معمول، اساساً نباید هیچ حرکتی در دندان ها در فک پایین یا فک بالا وجود داشته باشد.

جدول 1.5 • طبقه بندی مفاصل بر اساس ساختار و عملکرد

| | | طبقه بندی ساختاری | | |
|---|---|---|---|---|
| | | فیبری | غضروفی | سینوویال |
| طبقه بندی عملکردی | سین آرتودیال | گومفوزیس<br>درز | – | – |
| | آمفی آرترودیال | سندزموزیس | سمفیز<br>سنکندروز | – |
| | دیارترودیال | – | – | آرترودیال<br>کندیلوئیدی<br>انارترودیال<br>جینگلیموس<br>فروشنده<br>تروکوئیدال |




شکل. 1.14 • مفاصل سینارترودیال

## مفاصل آمفی آرترودیال (کمی متحرک)

از نظر ساختاری، این مفصل ها به سه نوع تقسیم می شوند:

### سندزموزیس

نوع مفصلی که توسط ساختارهای رباطی قوی در کنار هم قرار می گیرند که امکان حرکت حداقلی بین استخوان ها را فراهم می‌کند. به عنوان مثال می‌توان به مفصل کوراکوکلاویکولار و مفصل تیبیوفیبولار تحتانی اشاره کرد.

### سمفیز

نوع مفصلی که توسط یک پد فیبرو غضروفی جدا شده است که امکان حرکت بسیار جزئی بین استخوان ها را فراهم می‌کند. به عنوان مثال سمفیز پوبیس و دیسک های بین مهره ای هستند.

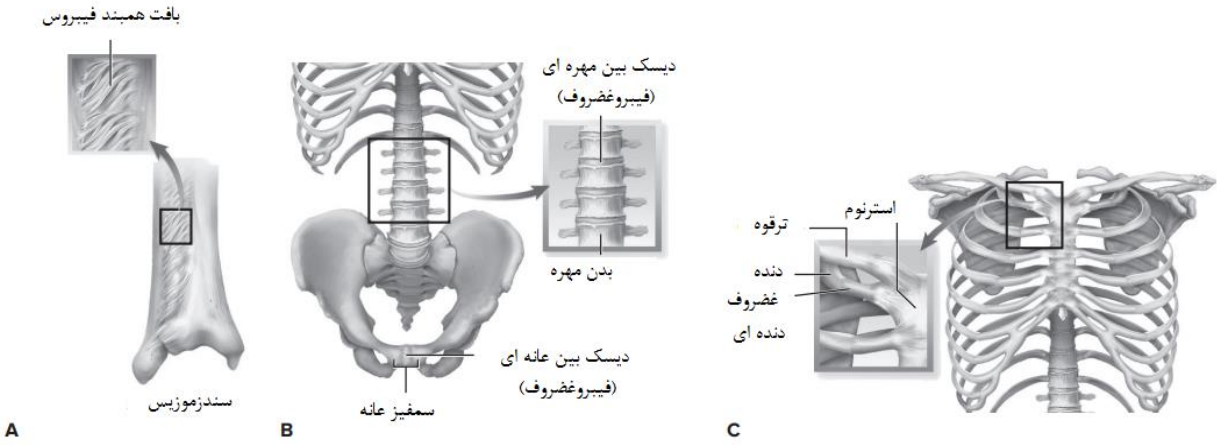
### سنکندروز

نوع مفصل جدا شده توسط غضروف هیالین که امکان حرکت بسیار جزئی بین استخوان ها را فراهم می‌کند. به عنوان مثال می‌توان به مفاصل کوتوکندرال دنده ها با جناغ سینه اشاره کرد.

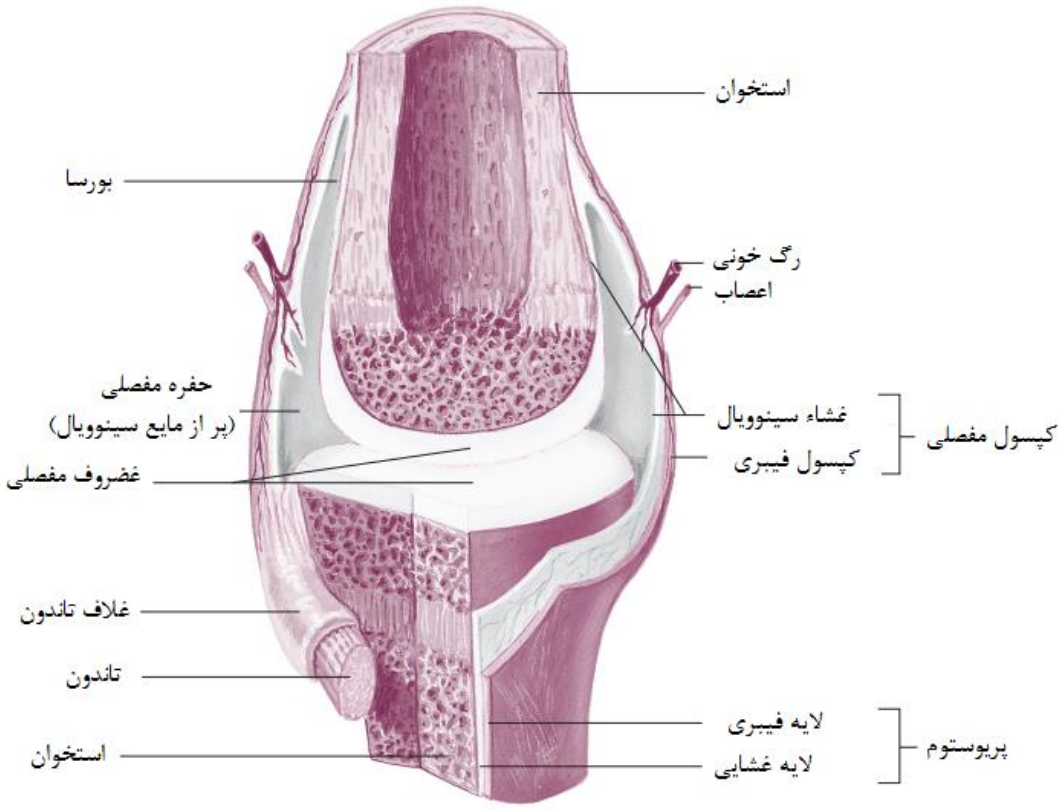
## مفاصل دیارترودیال (آزادانه متحرک)

مفاصل دیارترودیال که به نام مفاصل سینوویال نیز شناخته می شوند، به راحتی قابل حرکت هستند. یک پوشش آستین مانند از بافت لیگامانی معروف به کپسول مفصلی انتهای استخوانی را احاطه کرده است که مفاصل را تشکیل می دهد. این کپسول رباط دار با یک کپسول سینوویال عروقی نازک پوشیده شده است که مایع سینوویال را ترشح می‌کند تا ناحیه داخل کپسول مفصلی را که به حفره مفصلی معروف است، روان کند. در نواحی خاصی کپسول ضخیم می‌شود تا رباط های محکم و غیرالاستیکی تشکیل شود که در برابر حرکت غیرطبیعی یا باز شدن مفصل حمایت بیشتری می‌کنند. این رباط ها در محل، اندازه و قدرت بسته به مفصل خاص متفاوت هستند. رباط ها در اتصال استخوان ها به استخوان ها، ثبات ایستا را برای مفاصل فراهم می‌کنند.

در بسیاری از موارد، رباط‌های اضافی، که با کپسول مفصلی پیوسته نیستند، حمایت بیشتری می‌کنند. در برخی موارد، این رباط های اضافی ممکن است به طور کامل در داخل کپسول مفصلی قرار گیرند. یا داخل مفصلی، مانند رباط صلیبی قدامی در زانو. یا خارج مفصلی مانند رباط جانبی فیبولار زانو که خارج از کپسول مفصلی است.




شکل. 1.15 • مفاصل آمفی آرترودیال. A, سیندموسیز مفصل؛ B، مفصل سمفیز؛ C، مفصل سینکوندروسیز.




شکل. 1.16 • ساختار مفصل سینوویال دیارترودیال

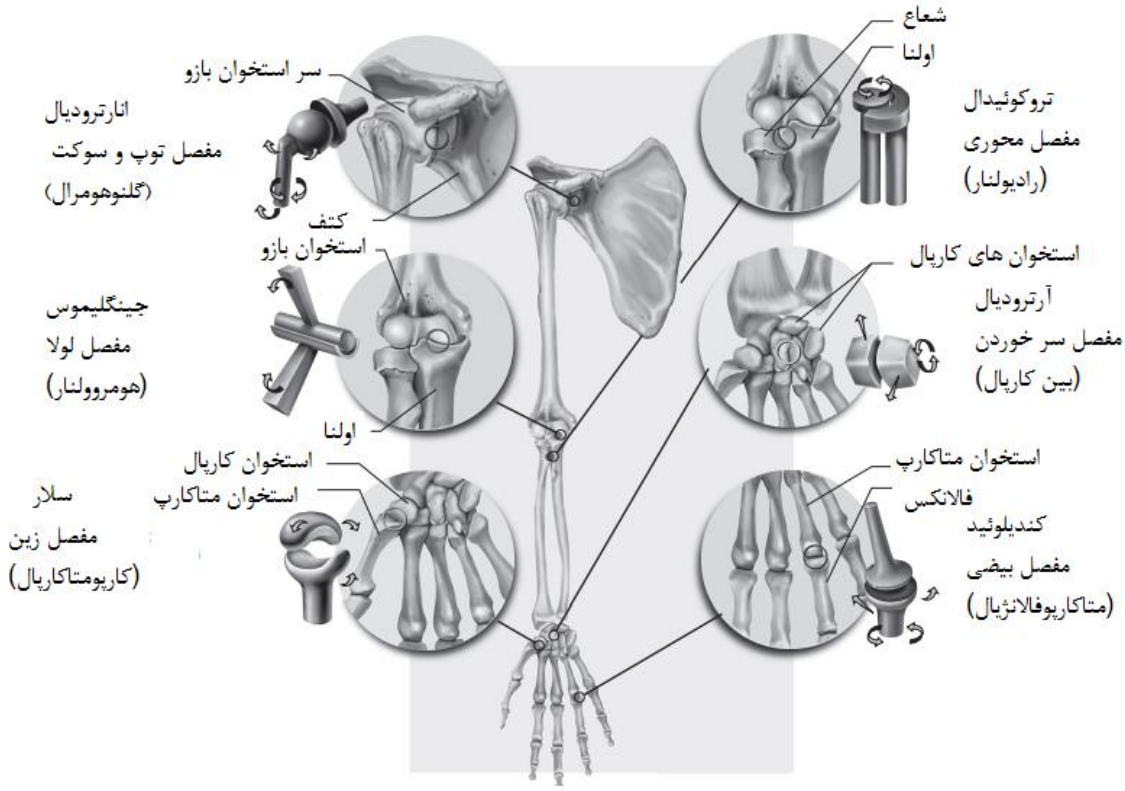
سطوح مفصلی در انتهای استخوان ها در داخل حفره مفصلی با لایه هایی از غضروف مفصلی یا هیالین پوشیده شده است که به محافظت از انتهای استخوان ها در برابر سایش و آسیب کمک می‌کند. این غضروف کاملاً انعطاف پذیر است زیرا کمی تراکم پذیر و کشسان است که آن را قادر می سازد نیروهای فشاری و برشی را جذب کند. سطح مفصلی، تا حدی به لطف روانکاری از مایع سینوویال، اصطکاک بسیار کمی دارد و بسیار بادوام است. هنگامی که سطوح مفصل تخلیه یا منحرف می‌شوند، این غضروف مفصلی به آرامی مقدار کمی از مایع سینوویال مفصل را جذب می‌کند تا در طول تحمل وزن و فشرده‌سازی بعدی به آرامی ترشح شود. غضروف مفصلی خون بسیار محدودی دارد و در نتیجه برای تامین تغذیه خود از طریق این جریان سینوویال به حرکت مفصل بستگی دارد. بنابراین، حفظ و استفاده از یک مفصل از طریق دامنه حرکتی طبیعی آن برای حفظ برجستگیامت و عملکرد مفصل مهم است.

علاوه بر این، برخی از مفاصل دیارترودیال دارای یک دیسک فیبرو غضروفی بین سطوح مفصلی خود هستند تا جذب ضربه و توزیع بار اضافی را فراهم کنند و ثبات مفصل را بیشتر افزایش دهند. به عنوان مثال مینیسک های داخلی و جانبی زانو و لابروم استابولوم و گلنوئید مفصل ران و شانه به ترتیب می باشند. از نظر ساختاری، این نوع مفصل را می‌توان به شش گروه تقسیم کرد، همانطور که در شکل 1.17 نشان داده شده است.

مفاصل دیارترودیال امکان حرکت در یک یا چند صفحه را دارند. تعداد جهاتی که یک مفصل ممکن است حرکت کند به عنوان اتصالات آزادی تعریف می‌شود. این اتصالات آزادی زاویه ای با سطوح اصلی حرکت مطابقت دارد. به مفاصلی که امکان حرکت در یک صفحه را دارند، یک درجه آزادی حرکت دارند، در حالی که مفاصلی که در دو و سه سطح حرکت دارند، به ترتیب دارای دو و سه درجه آزادی حرکت توصیف می‌شوند. برای مقایسه ویژگی های مفصل دیارترودیال بر اساس زیر شاخه به جدول 1.6 مراجعه کنید.

## مفصل آرترودیال (گلاید، صفحه)

این نوع مفصل با دو سطح صاف یا صاف استخوانی مشخص می‌شود که در مقابل یکدیگر قرار دارند. این نوع اتصال امکان حرکت محدود سر خوردن را فراهم می‌کند. به عنوان مثال می‌توان به استخوان های کارپال مچ دست و مفاصل تارسوماتارسال پا اشاره کرد.




شکل. 1.17 • انواع مفاصل دیارترودیال یا سینوویال.

جدول 1.6• طبقه بندی مفصل دیارترودیال

| نام طبقه بندی | تعداد محورها | درجه آزادی | حرکت‌های معمول | نمونه‌های مفاصل | صفحه نمونه‌ها | محور نمونه‌های |
|---|---|---|---|---|---|---|
| جینگلیموس | تک محور | یک | فلکشن، اکستنشن | مفصل آرنج (هومروولنار) | ساژیتال | جلویی |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | مفصل مچ پا (تالوکرال) | | |
| لولا | | | چرخش داخلی، چرخش بیرونی | مفصل رادیوولنار پروگزیمال و دیستال مفصل آتلانتواکسیال | عرضی | عمودی |
| تروکوئیدال | دو محور | دو | خم شدن، اکستنشن، ابداکشن، اداکشن | مچ دست (رادیوکارپال) 2-5 مفاصل متاکارپوفالانژیال | ساژیتال جلویی | جلویی ساژیتال |
| (پیوت، پیچ) | چند محور | سه | فلکشن، اکستنشن، ابداکشن، اداکشن، چرخش داخلی، چرخش بیرونی | مفصل عرضی تارسال وجه های مهره ای در ستون فقرات مفاصل بین کارپال در مچ دست | متغیر جلویی متغیر | متغیر ساژیتال متغیر |
| کندیلوئیدی | | | | مفصل گلنوهومرال مفصل ران (استابولوم فمورال) | ساژیتال جلویی عرضی | جلویی ساژیتال عمودی |
| (بیضی، توپ و سوکت، بیضی شکل) | | | | مفصل کارپومتاکارپ 1 | ساژیتال جلویی عرضی | جلویی ساژیتال عمودی |

## مفصل کندیلوئیدی (بیضی، بیضوی، دو محوری توپی و سوکتی).

این نوعی از مفصل است که در آن استخوان ها اجازه حرکت در دو صفحه را بدون چرخش می دهند. به عنوان مثال مچ دست (مفصل رادیوکارپال) بین رادیوس و ردیف پروگزیمال استخوان های کارپ یا مفاصل متاکارپوفالانژیال دوم، سوم، چهارم و پنجم است.

## مفصل انارترودیال (کرویی، چند محوری توپ و سوکت).

این نوع اتصال بیشتر شبیه یک توپ و سوکت واقعی است زیرا امکان حرکت در همه سطوح را فراهم می‌کند. به عنوان مثال مفاصل شانه (گلنوهومرال) و مفصل ران (استابولار فمورال) هستند.

## مفصل گینگلیموس (لولا).

این یک نوع مفصل است که دامنه وسیعی از حرکت را تنها در یک صفحه امکان پذیر می‌کند. به عنوان مثال مفاصل آرنج (هومروولنار)، مچ پا (تالوکرال) و زانو (تیبیوفمورال) هستند.

## برجستگیار (زین) مفصل

این نوع دریافت متقابل در انگشت شست در مفصل کارپومتاکارپ یافت می‌شود و امکان حرکت توپ و سوکت را به استثنای چرخش جزئی می‌دهد. برخی از آناتومیست ها نیز مفصل استرنوکلاویکولار را به عنوان مفصل برجستگیار طبقه بندی می‌کنند.

## مفصل تروکوئیدال (پیوت، پیچ)

این یک نوع مفصل با حرکت چرخشی حول یک محور طولانی است. به عنوان مثال چرخش شعاع روی استخوان زند در مفاصل رادیوئولنار پروگزیمال و دیستال است.

## ثبات و تحرک مفاصل دیارترودیال

به طور کلی، هرچه یک مفصل متحرک تر باشد، پایداری آن کمتر است و بالعکس. این در هنگام مقایسه مفاصل یکسان بین افراد صادق است، اما همچنین هنگام مقایسه یک مفصل با مفصل دیگر در همان فرد صادق است. هر دو عامل وراثت و رشد (قانون ولف برای استخوان و قانون دیویس برای بافت نرم) به این واریانس ها کمک می‌کنند. به روشی مشابه سازگاری استخوان با بارگذاری، همانطور که قبلاً در قانون ولف بحث شد، بافت نرم نیز با استرس یا کمبود آن سازگار می‌شود. این نتیجه قانون ولف به عنوان قانون دیویس شناخته می‌شود، که اساساً بیان می‌کند که رباط‌ها، ماهیچه‌ها و سایر بافت‌های نرم زمانی که تحت کشش مناسب قرار می‌گیرند، در طول زمان با طولانی‌شدن سازگار می‌شوند، و برعکس، زمانی که در یک حالت شل یا کوتاه شده در یک دوره طولانی نگهداری می‌شوند. زمان به تدریج کوتاه می‌شود.

پنج عامل اصلی بر پایداری کلی و در نتیجه تحرک مفصل تأثیر می‌گذارند (شکل 1.18 را ببینید).

• استخوان ها - اگرچه استخوان ها معمولاً در مقایسه دو طرفه در یک فرد بسیار شبیه هستند، پیکربندی آناتومیکی واقعی در سطوح مفصلی از نظر عمق و کم عمقی ممکن است به طور قابل توجهی بین افراد متفاوت باشد.

• غضروف - ساختارهای غضروف هیالین و ساختارهای غضروفی تخصصی مانند منیسک زانو، لابروم گلنوئید و لابروم استابولوم بیشتر به هماهنگی و ثبات مفصل کمک می‌کنند. مانند استخوان‌ها، این ساختارها معمولاً در مقایسه دو طرفه در یک فرد یکسان هستند، اما ممکن است در اندازه و پیکربندی بین افراد متفاوت باشد.

• رباط ها و بافت همبند - رباط ها و بافت همبند ثبات ساکن مفاصل را فراهم می‌کنند. همانند استخوان‌ها و غضروف‌ها، واریانس‌هایی در میزان محدودیت بافت لیگامانی بین افراد وجود دارد. میزان رانولاکسی یا شلی بیش از حد یک فرد در درجه اول به دلیل مقدار متناسب الاستین در مقابل کلاژن در ساختارهای مفصلی است. به زبان ساده، افرادی که نسبت الاستین به کلاژن نسبتاً بالاتری دارند، هایپرلاکس یا "مفاصل شل" هستند، در حالی که افرادی که نسبت الاستین به کلاژن نسبتاً پایین‌تری دارند تنگ‌تر هستند.

• ماهیچه ها – ماهیچه ها هنگام انقباض فعال، ثبات دینامیکی را برای مفاصل فراهم می‌کنند. بدون تنش فعال از طریق انقباض، ماهیچه ها حداقل پایداری ایستا را ایجاد می‌کنند. در نتیجه، قدرت و استقامت عوامل مهمی در تثبیت مفاصل هستند، در حالی که انعطاف‌پذیری عضلانی ممکن است بر دامنه کلی حرکت مفصل تأثیر بگذارد.

• حس عمقی و کنترل حرکتی- حس عمقی مکانیزم ناخودآگاهی است که بدن به وسیله آن قادر است وضعیت و حرکات خود را با پاسخ دادن به محرک هایی که از گیرنده های عمقی تعبیه شده در مفاصل، تاندون ها، ماهیچه ها و گوش داخلی منشا می گیرند، تنظیم کند. کنترل حرکتی فرآیندی است که در آن اعمال و حرکات بدن سازماندهی و اجرا می شوند. برای تعیین مقدار مناسب نیروهای عضلانی و فعالیت های مفصلی مورد نیاز، اطلاعات حسی از محیط و بدن باید یکپارچه شده و سپس به روشی مشترک بین سیستم عصبی مرکزی و سیستم اسکلتی عضلانی هماهنگ شود. قدرت و استقامت عضلانی برای ایجاد ثبات مفصل چندان مفید نیستند مگر اینکه بتوان آنها را دقیقاً در مواقع لزوم فعال کرد.

شکل. 1.18 • عوامل مؤثر بر ثبات مفصل دیارترودیال.

یکپارچگی هر یک از این ساختارها ممکن است تحت تأثیر آسیب حاد یا مزمن قرار گیرد. این ساختارها در طول زمان به طور مثبت و منفی با خواسته های بیومکانیکی خاصی که بر روی آنها قرار می گیرد، سازگار می شوند. هنگامی که هر یک

از عوامل فوق به خطر بیفتد، خواسته های اضافی بر روی سازه های باقی مانده برای ایجاد پایداری اعمال می‌شود که به نوبه خود ممکن است یکپارچگی آنها را به خطر بیندازد و در نتیجه تحرک غیرعادی ایجاد شود. این تحرک غیرطبیعی، اعم از حرکت بیش از حد یا کم تحرکی، ممکن است منجر به شرایط پاتولوژیک دیگری مانند التهاب تاندون، بورسیت، آرتریت، اختلالات داخلی و سابلوکساسیون مفصل شود.

## بسته بندی باز در مقابل بسته بندی بسته

هر مفصل دیارترودیال بسته به موقعیتی که در ارتباط با دامنه کامل حرکتش قرار دارد، ممکن است دارای ثبات بیشتر یا کمتری باشد. مفاصل زمانی که در یک موقعیت بسته قرار دارند در برابر حرکت انتقالی پایدارتر هستند، که معمولاً برای اکثر مفاصل حداکثر گسترش است. موقعیت بسته به این صورت نامیده می‌شود که حداقل حجم مفصل و حداکثر همخوانی و سطح تماس سطح بین سطوح مفصلی است. در این وضعیت، رباط ها و ساختارهای کپسولی از هم دورتر و کشیده تر هستند. با در نظر گرفتن هر یک از این عوامل، مفصل تحت فشار مکانیکی قرار می گیرد و در کمترین نقطه حواس پرتی قرار می گیرد. به عنوان مثال می‌توان به اکستنشن کامل 1 زانو، لگن و آرنج اشاره کرد.

در مقابل، پوزیشن‌های باز یا شل، موقعیت‌هایی هستند که رباط‌ها و ساختارهای کپسولی در شل‌ترین موقعیت خود هستند و حداقل تماس سطح مفصل و همخوانی با حداکثر حجم مفصل وجود دارد. این پوزیتون دارای حداقل پایداری است و اجازه حداکثر انحراف سطوح مفصلی را می دهد. برای اکثر مفاصل، حالت بسته بندی باز معمولاً در میانه راه بین حداکثر دامنه حرکت مفصل است. به عنوان مثال می‌توان به حدود 70 درجه خم شدن آرنج، 25 درجه خم شدن زانو و 30 درجه خم شدن و ابداکشن برای مفصل ران اشاره کرد.

## حرکات در مفاصل

در بسیاری از مفاصل، چندین حرکت مختلف امکان پذیر است. برخی مفاصل فقط اجازه خم شدن و اکستنشن را می دهند. برخی دیگر، بسته به ساختار مفصل، طیف وسیعی از حرکات را مجاز می‌کنند. ما به ناحیه ای که در آن مفصل ممکن است

به طور معمول آزادانه و بدون درد حرکت کند به عنوان دامنه حرکتی (ROM) اشاره می‌کنیم. مقدار خاص حرکت ممکن در یک مفصل یا دامنه حرکت را می‌توان با استفاده از ابزاری به نام گونیا برای مقایسه تغییر زوایای مفصل اندازه گیری کرد. گونیا دارای یک بازوی متحرک، یک بازوی ثابت و یک محور یا تکیه گاه است. اندازه گیری دامنه حرکتی موجود در یک مفصل یا زوایای ایجاد شده توسط استخوان های یک مفصل به عنوان گونومتری شناخته می‌شود.

محور گونیا یا نقطه لولا، حتی با محور چرخش در خط اتصال قرار می گیرد. بازوی ثابت در امتداد یا موازی محور بلند استخوان ثابت تر (معمولاً استخوان نزدیک تر) در جای خود قرار می گیرد و بازوی متحرک در امتداد یا موازی محور بلند استخوانی که بیشترین حرکت را دارد قرار می گیرد. معمولاً استخوان دیستال تر است). همانطور که در شکل 1.19 نشان داده شده است، سپس می‌توان زاویه اتصال را از زاویه سنج خواند. به عنوان مثال، می‌توانیم زاویه بین استخوان ران و تنه را در موقعیت آناتومیک اندازه‌گیری کنیم (که معمولاً صفر است)، و سپس از فرد بخواهیم تا جایی که ممکن است لگن را خم کند. اگر زاویه را دوباره در خمیدگی کامل باسن اندازه گیری کنیم، خوانش گونیا حدود 130 درجه را می یابیم.

شکل. 1.19 • اندازه گیری گونیومتری خمیدگی مفصل زانو.

شکل. 1.20 • گونیومترهای مختلف برای اندازه گیری دامنه حرکت مفصل استفاده می‌شود.

بسته به اندازه مفصل و پتانسیل حرکتی آن، گونیومترهای مختلف ممکن است کم و بیش مناسب باشند. شکل 1.20 انواع گونیومترها را نشان می دهد که ممکن است برای تعیین دامنه حرکت برای یک مفصل خاص مورد استفاده قرار گیرند. همچنین ممکن است از شیب سنج ها برای اندازه گیری دامنه حرکتی، به ویژه در ستون فقرات استفاده شود.

لطفاً توجه داشته باشید که دامنه حرکتی طبیعی برای یک مفصل خاص تا حدی از فردی به فرد دیگر متفاوت است. ضمیمه 1 میانگین دامنه حرکتی نرمال را برای همه مفاصل ارائه می دهد.

هنگام استفاده از اصطلاحات حرکتی، درک این نکته مهم است که این اصطلاحات برای توصیف تغییر واقعی در موقعیت استخوان ها نسبت به یکدیگر استفاده می‌شود. یعنی زوایای بین استخوان ها تغییر می‌کند، در حالی که حرکت بین سطوح مفصلی مفصل رخ می دهد. ممکن است در توصیف حرکت زانو بگوییم: «پا را روی زانو خم کنید». این حرکت باعث نزدیک شدن ساق به ران می‌شود. برخی این را به‌عنوان خم شدن پا در مفصل زانو توصیف می‌کنند و ممکن است بگویند «پا را خم کن»، به معنای خم کردن زانو. علاوه بر این، از اصطلاحات حرکتی برای توصیف حرکتی استفاده می‌شود که در سراسر دامنه حرکتی کامل یا در یک محدوده بسیار کوچک رخ می دهد. با استفاده مجدد از مثال خم شدن زانو، ممکن است زانو

را در تمام محدوده خم کنیم، با شروع اکستنشن کامل زانو (صفر درجه خم شدن زانو) و خم کردن کامل آن، به طوری که پاشنه پا با باسن تماس پیدا کند. این تقریباً 140 درجه خمیدگی خواهد بود. همچنین ممکن است زانو را با خمش 90 درجه شروع کنیم و سپس آن را 30 درجه بیشتر خم کنیم. این حرکت منجر به زاویه خم شدن زانو 120 درجه می‌شود، حتی اگر زانو فقط 30 درجه خم شود. در هر دو مثال، زانو در اتصالات مختلف خمش قرار دارد. همچنین ممکن است زانو را با خمش 90 درجه شروع کنیم و آن را تا 40 درجه گسترش دهیم که منجر به زاویه خمش 50 درجه می‌شود. با وجود اینکه زانو را کشیده ایم، اما هنوز خمیده است، فقط کمتر از قبل.

در این مثال، ما معمولاً اندام دیستال را نسبت به اندام پروگزیمال که معمولاً ساکن تر است حرکت می دهیم. با این حال، در هر مفصل نمونه‌هایی وجود دارد که بخش دیستال ممکن است ساکن‌تر باشد و بخش پروگزیمال را نسبت به آن جابجا کنیم. به عنوان مثال می‌توان به زانو در انجام حرکت اسکات از حالت ایستاده اشاره کرد. همانطور که اسکات رخ می دهد، ران به سمت پای ثابت تر حرکت می‌کند و همچنان خم شدن زانو را به همراه دارد که می‌تواند به عنوان خم شدن ران در زانو بیان شود.

برخی از اصطلاحات حرکتی ممکن است برای توصیف حرکت در چندین مفصل در سراسر بدن استفاده شود، در حالی که سایر اصطلاحات نسبتاً مختص یک مفصل یا گروهی از مفاصل هستند (شکل 1.21). به جای فهرست کردن عبارات بر اساس حروف الفبا، ما انتخاب کرده ایم که آنها را بر اساس ناحیه بدن گروه بندی کنیم و در صورت لزوم آنها را با عبارت های مخالف جفت کنیم. علاوه بر این، پیشوندهای hyper- و hypo- ممکن است با این اصطلاحات ترکیب شوند تا به ترتیب بر حرکت فراتر و پایین تر از نرمال تأکید کنند. از میان این اصطلاحات ترکیبی، هایپراکستنشن بیشترین استفاده را دارد.

## اصطلاحاتی که حرکات کلی را توصیف می‌کنند

ابدوکسیون: حرکت جانبی به دور از خط وسط تنه در صفحه فرونتال. به عنوان مثال، بالا بردن بازوها یا ران ها به سمتی است که از موقعیت آناتومیک فاصله دارد.

اداکشن: حرکت به سمت و/یا در سراسر خط وسط تنه در صفحه فرونتال. به عنوان مثال، پایین آوردن بازو به پهلو یا ران عقب به موقعیت آناتومیک است.

خم شدن: حرکت خمشی که منجر به کاهش زاویه مفصل با به هم رساندن استخوان ها، معمولاً در صفحه ساژیتال می‌شود. به عنوان مثال مفصل آرنج زمانی که دست به سمت شانه کشیده می‌شود.

اکستنشن: حرکت صاف کردنی که منجر به افزایش زاویه مفصل با جدا کردن استخوان ها از هم، معمولاً در صفحه ساژیتال می‌شود. با استفاده از آرنج، یک مثال زمانی است که دست از شانه دور می‌شود.

سیرکامداکشن: حرکت دایره ای یک اندام که یک قوس را مشخص می‌کند یا یک مخروط را توصیف می‌کند. این ترکیبی از فلکشن، اکستنشن، ابداکشن و اداکشن است. گاهی اوقات به عنوان سیرکومفلکسیون نیز شناخته می‌شود. یک مثال زمانی است که مفصل شانه یا مفصل ران به صورت دایره ای در اطراف یک نقطه ثابت حرکت می‌کند، در جهت عقربه های ساعت یا خلاف جهت عقربه های ساعت.

ابداکشن مورب: حرکت توسط یک اندام از طریق یک صفحه مورب به دور از خط وسط بدن، مانند مفصل ران یا گلنوهومرال.

اداکشن مورب: حرکت توسط یک اندام از طریق یک صفحه مورب به سمت و در سراسر خط وسط بدن، مانند مفصل ران یا گلنوهومرال.

چرخش خارجی: حرکت چرخشی حول محور طولی استخوان به دور از خط وسط بدن. در صفحه عرضی رخ می دهد و به عنوان چرخش جانبی، چرخش به سمت بیرون و چرخش جانبی نیز شناخته می‌شود.

چرخش داخلی: حرکت چرخشی حول محور طولی استخوان به سمت خط وسط بدن. در صفحه عرضی رخ می دهد و به عنوان چرخش میانی، چرخش به داخل و چرخش میانی نیز شناخته می‌شود.

شکل. 1.21 • حرکات مفاصل. الف، نمونه هایی از حرکات صفحه ساژیتال: اکستنشن انگشتان پای چپ، مچ پا (پلانتار فلکشن)، زانو، لگن، شانه، آرنج، مچ دست، انگشتان، کمر و ستون فقرات گردنی. خم شدن انگشتان پای راست، مچ پا (دورسی فلکشن)، زانو، لگن، شانه، آرنج، مچ دست و انگشتان دست. B، نمونه هایی از حرکات صفحه فرونتال: ابداکشن مفاصل تارسال/زیر تالار عرضی چپ (ورژن)، شانه، مچ دست، انگشتان دست و کمربند شانه (چرخش به سمت بالا)، کمر (خم شدن جانبی به راست) و ستون فقرات گردنی (خم شدن جانبی به چپ) و باسن راست؛ اداکشن مفاصل تارسال / ساب تالار عرضی راست (وارونگی)، شانه، مچ دست، انگشتان دست و کمربند شانه (چرخش به سمت پایین). ج، نمونه هایی از حرکات صفحه عرضی: چرخش داخلی شانه راست، مفاصل رادیو اولنار راست (پروناسیون). چرخش خارجی زانوی راست، ران راست، شانه چپ، مفاصل رادیوئولنار چپ (سوپیناسیون)؛ و کمری (چرخش به چپ) و ستون فقرات گردنی (چرخش چپ).

## اصطلاحاتی که حرکات مچ پا و پا را توصیف می‌کنند

**اِورسیون**: چرخاندن مفاصل ساب تالار و تراورس تارسال پا به سمت بیرون یا جانبی در صفحه فرونتال. ابداکشن، که مشخصه آن چرخش کف پا به بیرون است. مثال ایستادن با وزنه روی لبه داخلی پا است.

**وارونگی:** تبدیل مفاصل ساب تالار و تراورس تارسال به صورت داخلی به اداکشن در صفحه فرونتال. با چرخش کف پا به داخل مشخص می‌شود. مثال ایستادن با وزنه روی لبه بیرونی پا است.

**خم شدن پشتی (دورسی فلکشن):** حرکت خمشی مچ پا که منجر به حرکت بالای پا به سمت استخوان درشت نی قدامی در صفحه ساژیتال می‌شود.

**پلانتار فلکشن:** حرکت اکستنشن مچ پا که منجر به دور شدن پا و/یا انگشتان پا از بدن در صفحه ساژیتال می‌شود.

**پروناسیون:** وضعیتی از پا و مچ پا که از ترکیب دورسی فلکشن مچ پا، ورژن ساب تالار و ابداکشن جلوی پا (انگشت به بیرون) حاصل می‌شود.

**سوپیناسیون:** وضعیتی از پا و مچ پا که از ترکیبی از خم شدن کف پا، وارونگی ساب تالار و اداکشن جلوی پا (انگشت به داخل) ناشی می‌شود.

## اصطلاحات توصیف کننده حرکات مفصل رادیوولنار

**پروناسیون:** چرخش داخلی شعاع در صفحه عرضی به طوری که به صورت مورب در سرتاسر اولنا قرار گیرد و در نتیجه ساعد به سمت پایین قرار گیرد.

**سوپیناسیون:** چرخش بیرونی شعاع در صفحه عرضی به طوری که به موازات استخوان اولنا قرار گیرد و در نتیجه ساعد به سمت بالا قرار گیرد.

## اصطلاحات توصیف کننده حرکات کمربند شانه (اسکاپولوتوراسیک).

**دپرشن**: حرکت تحتانی کمربند شانه‌ای در صفحه فرونتال. یک مثال بازگشت به حالت عادی از شانه بالا انداختن است.

**ارتفاع**: حرکت برتر کمربند شانه‌ای در صفحه فرونتال. نمونه اش شانه انداختن است.

کشش (ابداکشن): حرکت کمربند شانه‌ای به سمت جلو در سطح افقی و دور از ستون فقرات. ابداکشن کتف.

**انقباض (اداکشن):** حرکت به عقب کمربند شانه‌ای در صفحه افقی به سمت ستون فقرات. اداکشن کتف.

چرخش به سمت پایین: حرکت چرخشی کتف در صفحه فرونتال با زاویه تحتانی کتف در جهت میانی و پایین حرکت می‌کند. عمدتاً در بازگشت از چرخش به سمت بالا رخ می دهد. زاویه تحتانی ممکن است در واقع کمی به سمت بالا حرکت کند زیرا کتف به چرخش شدید رو به پایین ادامه می دهد.

**چرخش به سمت بالا:** حرکت چرخشی کتف در صفحه فرونتال با زاویه تحتانی کتف در جهت جانبی و بالا حرکت می‌کند.

## اصطلاحات توصیف کننده حرکات مفصل شانه (گلنوهومرال).

**ابداکشن افقی**: حرکت استخوان بازو یا استخوان ران در سطح افقی به دور از خط وسط بدن. همچنین به عنوان اکستنشن افقی یا ابداکشن عرضی نیز شناخته می‌شود.

**اداکشن افقی**: حرکت استخوان بازو یا استخوان ران در صفحه افقی به سمت خط وسط بدن. همچنین به عنوان فلکشن افقی یا اداکشن عرضی شناخته می‌شود.

**اسکاپشن**: حرکت استخوان بازو از بدن در صفحه کتف. ابداکشن گلنوهومرال در صفحه 30 تا 45 درجه بین صفحات ساژیتال و فرونتال.

## اصطلاحاتی که حرکات ستون فقرات را توصیف می‌کنند

خم شدن جانبی (خم شدن پهلو): حرکت سر و/یا تنه در صفحه فرونتال به صورت جانبی به دور از خط وسط. ابداکشن ستون فقرات.

**کاهش**: بازگشت ستون فقرات در صفحه فرونتال به وضعیت آناتومیک از خم شدن جانبی. اداکشن ستون فقرات.

## اصطلاحاتی که حرکات مچ و دست را توصیف می‌کنند:

**خم شدن پشتی (دورسی فلکشن):** حرکت اکستنشن مچ دست در صفحه ساژیتال با حرکت سمت پشتی یا خلفی دست به سمت سمت خلفی ساعد.

**خم شدن کف دست:** حرکت خمشی مچ دست در صفحه ساژیتال با حرکت ولار یا قدامی دست به سمت جلوی ساعد.

**خم شدن شعاعی (انحراف شعاعی):** حرکت ابداکشن در مچ دست در صفحه جلویی سمت شست دست به سمت ساعد جانبی.

**فلکشن اولنار (انحراف اولنار):** حرکت اداکشن در مچ دست در صفحه جلویی سمت انگشت کوچک دست به سمت ساعد داخلی.

**تقابل شست:** حرکت مورب انگشت شست در سطح کف دست برای تماس با انگشتان.

**جابجایی انگشت شست**: حرکت مورب انگشت شست هنگامی که از حرکت متقابله با دست و/یا انگشتان به موقعیت آناتومیک باز می گردد.

این حرکات در فصول بعدی به تفصیل در نظر گرفته شده است زیرا در مفاصل فردی اعمال می‌شود.

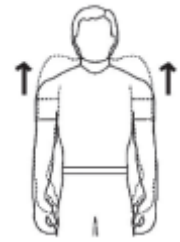
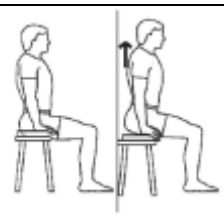
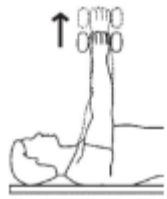
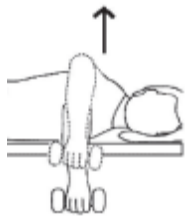
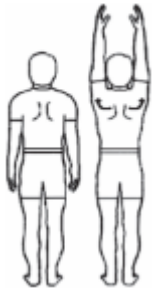
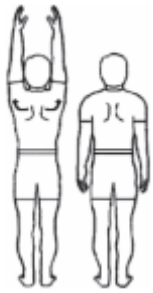
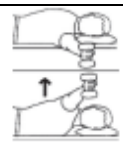
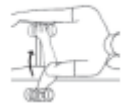
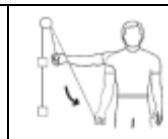
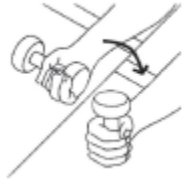
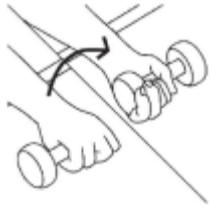
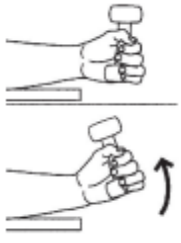
ترکیبی از حرکات ممکن است رخ دهد. خم شدن یا اکستنشن می‌تواند با ابداکشن، اداکشن یا چرخش رخ دهد.

## نمادهای حرکت (ویژگی آموزشی)

در سراسر این متن از یک سری نمادهای حرکتی برای نشان دادن حرکات مختلف مفصل استفاده می‌شود. این آیکون ها در حاشیه صفحه نمایش داده می شوند تا حرکات مشترک عضلات نمایش داده شده در آن صفحه را نشان دهند. همانطور که در فصل 2 بیشتر توضیح داده شد، اقدامات نمایش داده شده نشان دهنده حرکاتی است که هنگام انقباض عضله به صورت متحدالمرکز رخ می دهد. جدول 1.7 فهرست کاملی از نمادها را ارائه می دهد. در صورت نیاز هنگام خواندن فصل های 4-7 و 9-12 به آنها مراجعه کنید.

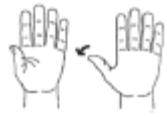
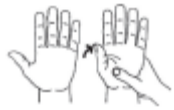
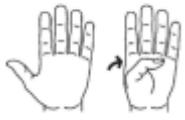
جدول 1.7 • نمادهای حرکتی که اقدامات مشترک را نشان می دهند

| کمربند شانه‌ای |
| --- |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
|  ارتفاع کتف |  |  |  |  |  |
| **گلنوهومرال** | | | | | |
| جمع افقی شانه |  ابداکشن افقی شانه |  چرخش داخلی شانه | چرخش خارجی شانه |  اداکشن شانه | اداکشن شانه | اکستنشن شانه | خم شدن شانه |
| **آرنج** | | **مفاصل رادیولنار** | | | |
|  خم شدن آرنج |  اکستنشن آرنج | سوپینیشن رادیوولنار | پروناسیون رادیوولنار | | |
| **مچ دست** | | | | | |
| اکستنشن مچ |  خم شدن مچ دست | ابداکشن مچ دست | اداکشن مچ دست | | |

| مفصل کارپومتاکارپ شست | مفصل متاکارپوفالانژیال شست | مفصل بین فالانژیال شست |
|---|---|---|
| | | |

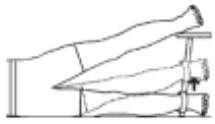
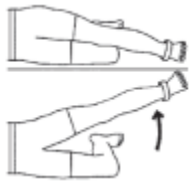
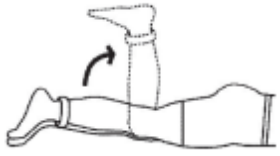
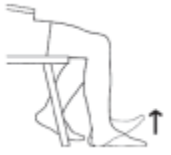
| اتصالات 2، 3، 4 و 5 MCP، PIP و DIP | اتصالات MCP و PIP 2، 3، 4 و 5 | مفاصل متاکارپوفالانژیال 2، 3، 4 و 5 | اتصالات PIP 2، 3، 4 و 5 | nd, 3rd, 4th and 2 5th DIP joints |
|---|---|---|---|---|

| خم شدن CMC شست | پسوند شست CMC |  ابداکشن CMC شست |  خم شدن MCP شست | پسوند شست MCP | خم شدن IP شست |  پسوند IP شست |
|---|---|---|---|---|---|---|

| اتصالات **2 PIP، 3، 4 و 5** | مفاصل **متاکارپوفالانژیال 2، 3، 4 و 5** | اتصالات **MCP و 2 PIP، 3، 4 و 5** | اتصالات **2، 3، 4 و 5 MCP، PIP و DIP** |
|---|---|---|---|

| th DIP2-5 فلکشن | خم شدن 2- PIP 5 | پسوند MCP 2-5 | خم شدن MCP 2-5 | خم شدن MCP و PIP دوم تا پنجم | پسوند MCP، PIP و DIP دوم تا پنجم | خم شدن MCP، PIP و DIP دوم تا پنجم |
|---|---|---|---|---|---|---|

**ران**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| چرخش داخلی ران | چرخش خارجی ران |  اداکشن ران |  ابداکشن ران | اکستنشن ران | خم شدن ران |
| **زانو** | | | | | |
| چرخش داخلی زانو | چرخش خارجی زانو | | اکستنشن زانو | |  خم شدن زانو |
| **قوزک** | | | **مفاصل عرضی تارسال و ساب تالار** | | |
| ورژن تارسال و ساب تالار عرضی | وارونگی عرضی تارسال و ساب تالار | |  فلکشن پشتی مچ پا | | پلانتار فلکشن مچ پا |
| **مفاصل متاتارسوفالانژیال 2-5، اینترفالانژیال پروگزیمال و اینترفالانژیال دیستال** | | | **مفاصل متاتارسوفالانژیال و بین فالانژیال انگشت بزرگ** | | |
| | MTP 2-5th، PIP و DIP flexion | | MTP انگشت پا عالی و پسوند IP | | MTP انگشت پا و خمش IP عالی |

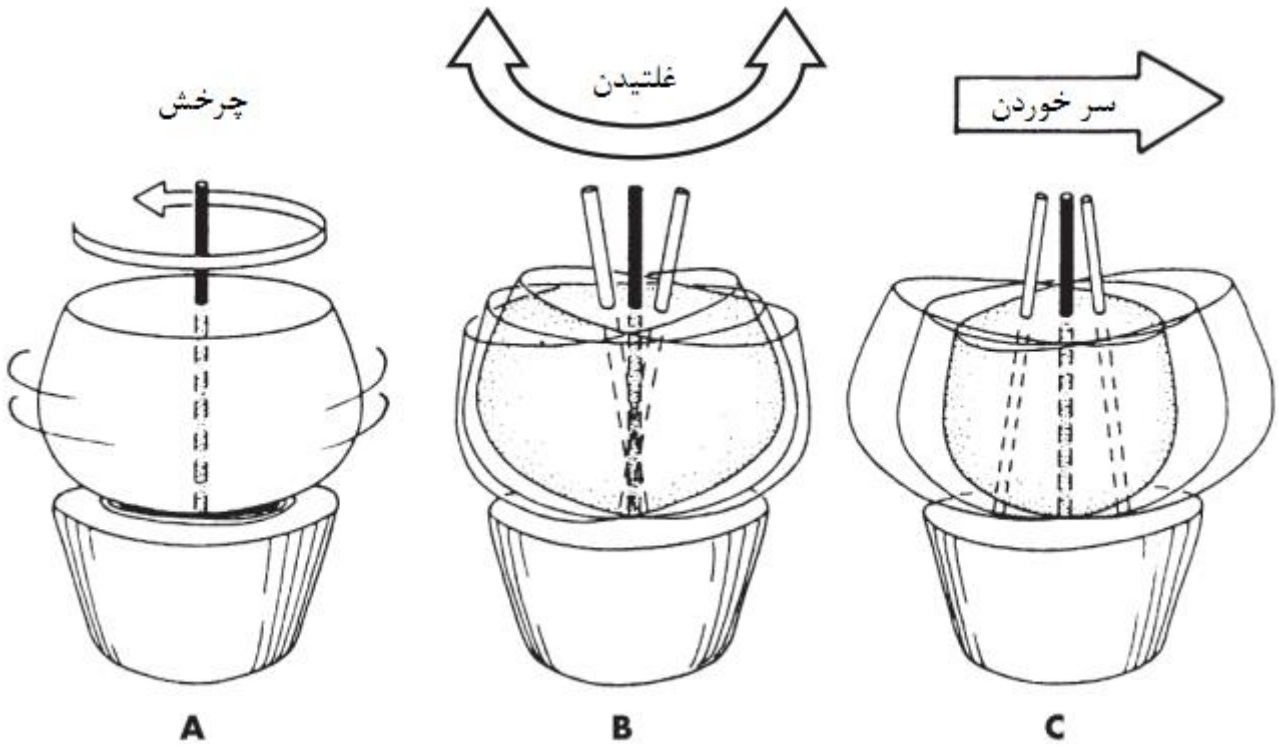
| | | | |
|---|---|---|---|
| پسوند MTP، PIP و DIP<br>دوم تا پنجم | | | |
| **ستون فقرات گردنی** | | | |
| چرخش گردن به صورت یک طرفه | خم شدن جانبی گردن | اکستنشن گردن | خم شدن گردن |
| **ستون فقرات کمری** | | | |
| چرخش کمر به صورت یک طرفه | خم شدن جانبی کمر | اکستنشن کمر | خم شدن کمر |

## حرکات فیزیولوژیکی در مقابل حرکات جانبی

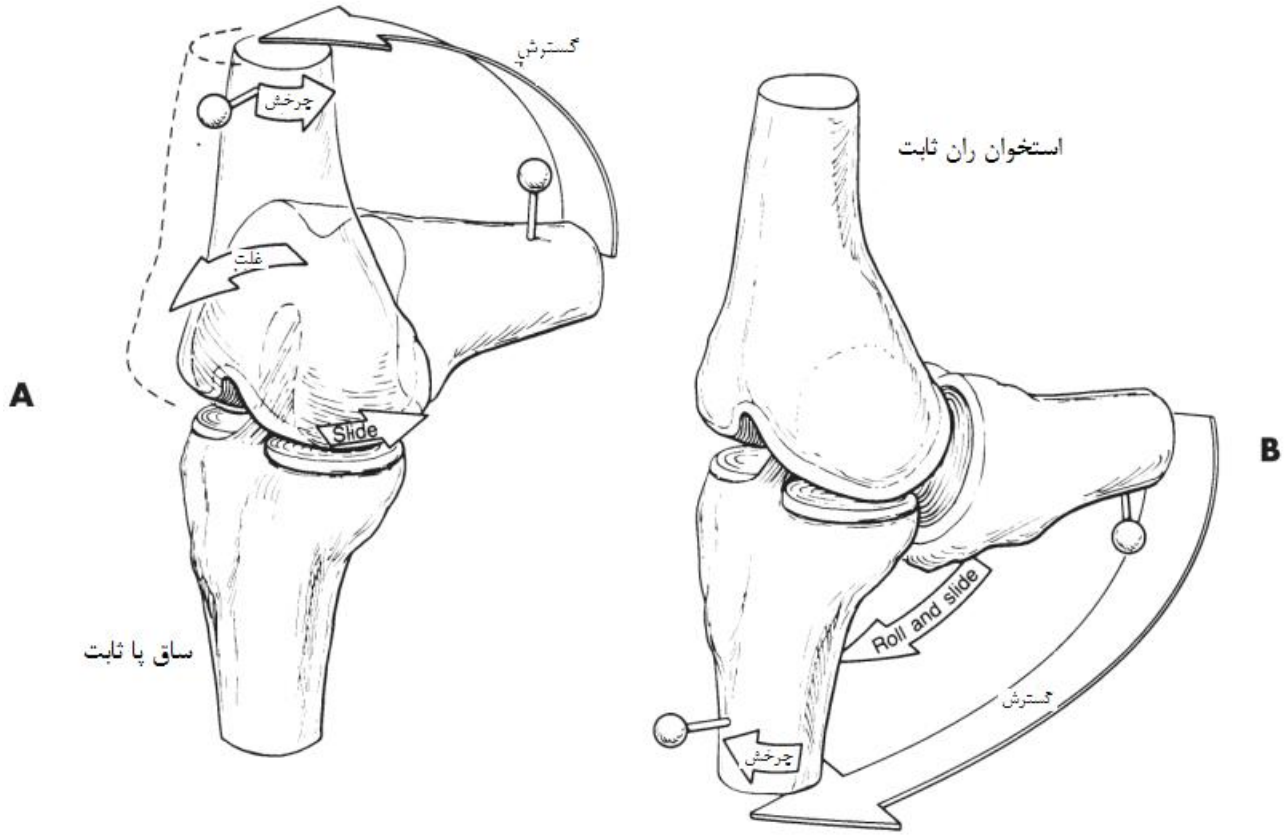
حرکاتی مانند خم شدن، اکستنشن، ابداکشن، اداکشن و چرخش بوسیله حرکت استخوان ها از طریق صفحات حرکت حول محور چرخش در مفصل اتفاق می افتد. این حرکات را می‌توان حرکات فیزیولوژیکی نامید. حرکت استخوان ها نسبت به سه صفحه اصلی ناشی از این حرکات فیزیولوژیکی به عنوان حرکت استئوکینماتیک شناخته می‌شود. برای اینکه این حرکات استئوکینماتیکی رخ دهد، باید حرکتی بین سطوح مفصلی واقعی مفصل وجود داشته باشد. این حرکت بین سطوح مفصلی به عنوان آرتروکینماتیک شناخته می‌شود و شامل سه نوع حرکت جانبی خاص است. این حرکات جانبی که به طور خاص برای توصیف تغییر واقعی در رابطه بین سطح مفصلی یک استخوان نسبت به استخوان دیگر نامگذاری شده‌اند، عبارتند از چرخش، غلتیدن و سر خوردن (شکل 1.22).

رول گاهی اوقات به عنوان راک یا راکینگ نامیده می‌شود، در حالی که گلید گاهی اوقات به عنوان ابرجستگیاید یا ترجمه شناخته می‌شود. اگر از وقوع حرکت جانبی جلوگیری شود، حرکت فیزیولوژیکی نمی‌تواند به میزان قابل توجهی به جز فشار دادن یا پرت کردن مفصل رخ دهد. از آنجایی که بیشتر مفاصل دیارترودیال در بدن از یک سطح مقعر تشکیل شده اند که با سطحی محدب مفصل می‌شود، غلتیدن و سر خوردن باید تا حدی با هم اتفاق بیفتند. به عنوان مثال، همانطور که در شکل 1.23 نشان داده شده است، هنگامی که یک فرد از حالت چمباتمه ایستاده است، برای اینکه زانو کشیده شود، استخوان ران باید به سمت جلو بچرخد و همزمان روی استخوان درشت نی به سمت عقب بلغزد. اگر لغزنده نبود، استخوان ران از جلوی استخوان درشت نی غلت می خورد و اگر غلتک نبود، استخوان ران از پشت استخوان درشت نی سر می خورد.

بسته به ساختار مفصل، چرخش ممکن است به صورت مجزا یا در ترکیب با رول و سر خوردن رخ دهد. تا حدی، چرخش در زانو هنگام خم شدن و امتداد آن اتفاق می‌افتد. در مثال چمباتمه زدن به حالت ایستاده، استخوان ران با رسیدن زانو به حالت کامل به سمت وسط یا داخلی می‌چرخد. جدول 1.8 نمونه هایی از حرکت جانبی را ارائه می دهد.




شکل. 1.22 • آرتروکینماتیک مفصل. الف، اسپین؛ B، رول؛ ج، سر خوردن.




شکل. 1.23 • آرتروکینماتیک مفصل زانو. الف، ایستادن از چمباتمه زدن. B، خم شدن از موقعیت غیر تحمل وزن.

رول (سنگ): مجموعه ای از نقاط روی یک سطح مفصلی با مجموعه ای از نقاط روی سطح مفصلی دیگر تماس می گیرد.

سر خوردن (ابرجستگیاید): یک نقطه خاص روی یک سطح مفصلی با یک سری نقاط روی سطح دیگر در تماس است.

چرخش: یک نقطه روی یک سطح مفصلی در حدود یک نقطه روی سطح مفصلی دیگر می چرخد. حرکت در اطراف برخی از محورهای مکانیکی طولی ثابت در جهت عقربه‌های ساعت یا خلاف جهت عقربه‌های ساعت رخ می‌دهد.

## قاعده مقعر – محدب

قاعده مقعر-محدب بیان می‌کند که وقتی هر سطح مفصلی محدب روی یک سطح مقعر حرکت می‌کند، غلتش و سر خوردن باید در جهت مخالف اتفاق بیفتند و وقتی یک سطح مقعر روی یک سطح محدب حرکت می‌کند، غلتش و سر خوردن در یک جهت اتفاق می‌افتد. با استفاده از مفصل تیبیوفمورال به عنوان مثال همانطور که در شکل A1.23 نشان داده شده است، استخوان درشت نی (مقعر) ثابت است و استخوان ران (محدب) از خم شدن به سمت اکستنشن حرکت می‌کند، مانند بالا آمدن از یک اسکات. این نشان دهنده حرکت محدب روی یک سطح مقعر است. استخوان ران باید در حالی که به جلو می غلتد به سمت عقب بلغزد. در مثالی مانند پایین رفتن از اکستنشن به خم شدن در اسکوات، استخوان ران باید در حالی که به جلو می لغزد به سمت عقب بچرخد. با استفاده از شکل B1.23 به عنوان مثالی از مقعر روی محدB، استخوان ران (محدب) ثابت است و استخوان درشت نی (مقعر) از خم شدن به سمت اکستنشن حرکت می‌کند. در حالی که درشت نی به سمت جلو می لغزد. در همان مثالی که از اکستنشن زانو به خم شدن زانو تبدیل می‌شود، زانو در حال خم شدن توسط استخوان ساق پا است که روی استخوان ران به سمت عقب می‌لغزد.

جدول 1.8 • حرکت لوازم جانبی

| حرکت اجزا | نمونه مفصل آناتومیک | قیاس | |
|---|---|---|---|
| رول (تابنده) | اکستنشن زانو ناشی از غلتیدن کندیل های فمورال به سمت جلو روی درشت نی در حالی که فرد از حالت چمباتمه ایستاده است. | چرخش لاستیک در سطح جاده، مانند رانندگی معمولی با کشش خوب | ترکیب چرخش و سر خوردن: چرخش لاستیک روی یخ نرم (یعنی کشش ضعیف) اما همچنان منجر به حرکت در سطح جاده می‌شود. |
| سر خوردن (ابرجستگیاید یا ترجمه) | اکستنشن زانو ناشی از لغزش کندیل های فمورال به سمت عقب روی درشت نی در حالی که فرد از حالت چمباتمه ایستاده است. | لغزش لاستیک روی سطح صاف با ترمزهای قفل شده | |

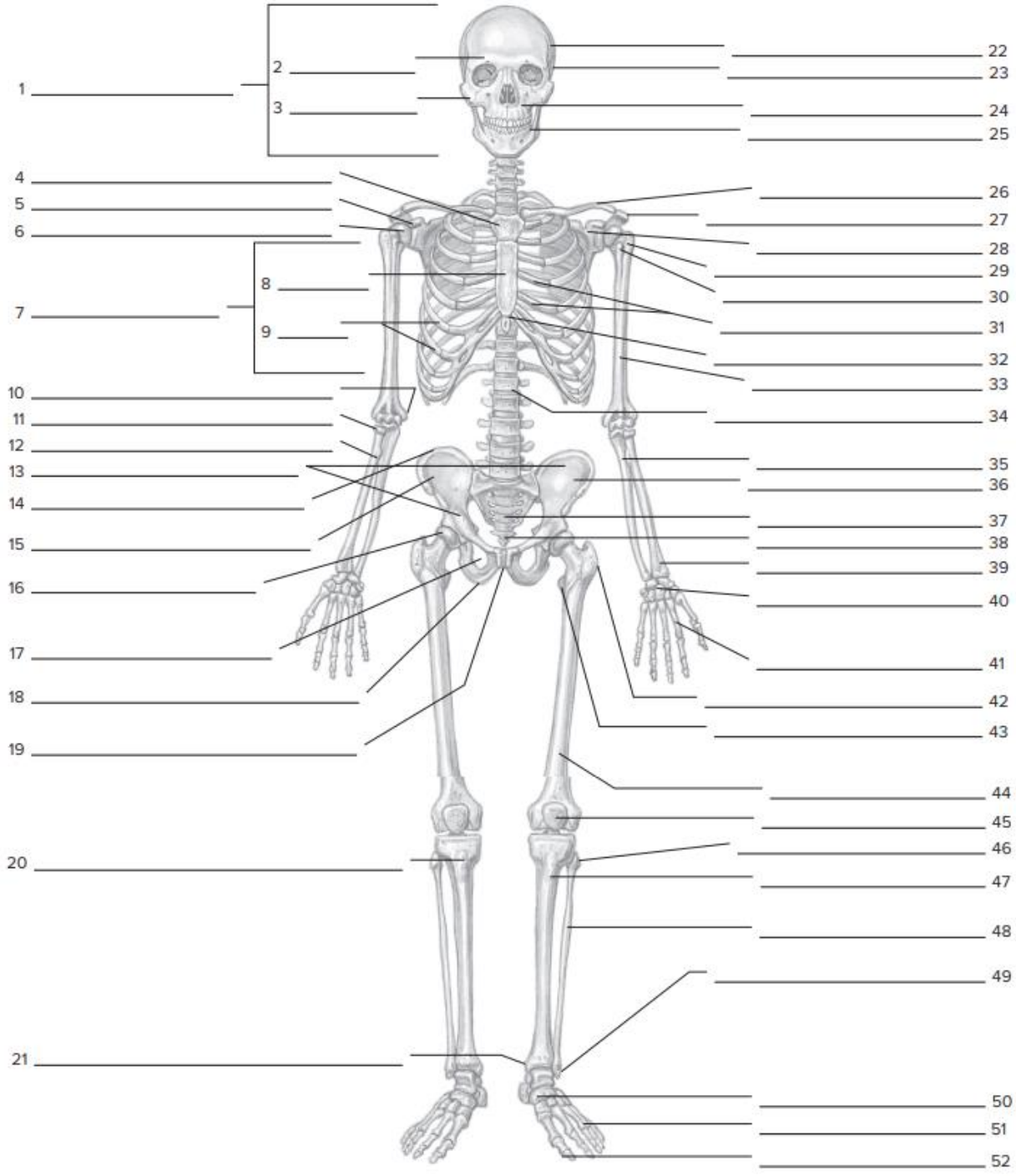
| | | |
|---|---|---|
| چرخش | پرونیشن/سوپینیشن رادیوولنار ناشی از چرخاندن سر شعاعی در برابر کاپیتولوم بازو | نقطه ای از رویه اسباب بازی که در یک نقطه روی زمین می چرخد |

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ اسکلت قدامی

در کاربرگ اسکلت قدامی، با پر کردن جاهای خالی، روی استخوان ها و ویژگی های برجسته آنها برچسب بزنید.

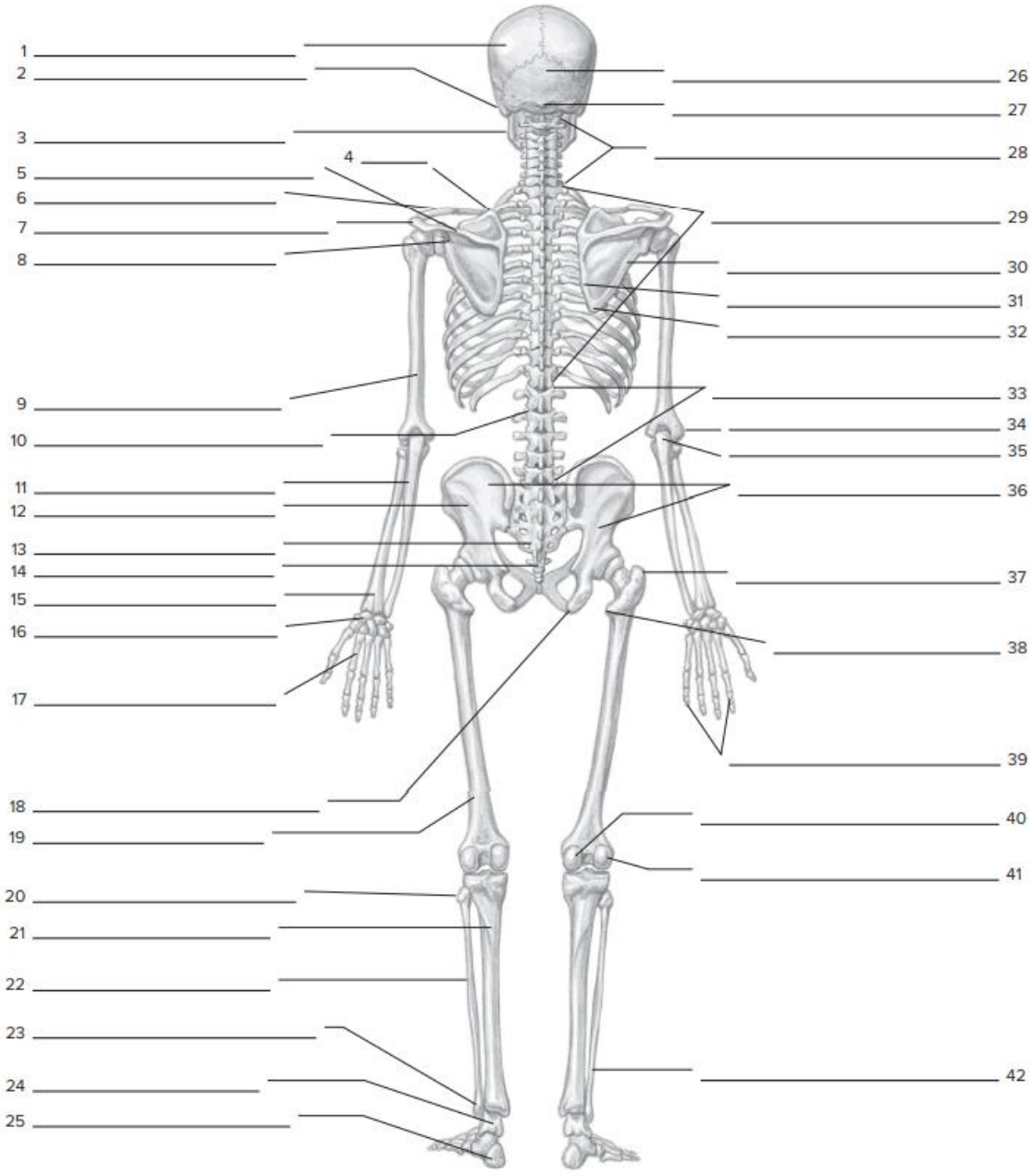



## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ اسکلت خلفی

در برگه اسکلت خلفی، استخوان ها و ویژگی های برجسته آنها را با پر کردن جاهای خالی برچسب بزنید.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

## فصل 2

## مبانی عصبی عضلانی

### اهداف:

- **بررسی آناتومی اولیه و عملکرد سیستم های عضلانی و عصبی**
- **بررسی و درک اصطلاحات اساسی مورد استفاده برای توصیف مکان ها، ترتیبات، ویژگی ها و نقش های عضلانی، و همچنین عملکردهای عصبی–عضلانی**
- **برای یادگیری و درک انواع مختلف انقباض عضلانی و عوامل دخیل در هر یک**
- **یادگیری و درک مفاهیم اولیه عصبی عضلانی در رابطه با نحوه عملکرد عضلات در حرکت مفاصل و کار با هم در اثر حرکت**
- **ایجاد درک اساسی از مکانیسم های کنترل عصبی برای حرکت**

عضلات اسکلتی وظیفه حرکت بدن و تمام مفاصل آن را بر عهده دارند. انقباض عضلانی نیرویی را تولید می‌کند که باعث حرکت مفصل در بدن انسان می‌شود. علاوه بر عملکرد حرکتی، ماهیچه ها همچنین ثبات پویای مفاصل و محافظت را فراهم می‌کنند، به وضعیت و حمایت کمک می‌کنند و بخش عمده ای از گرمای کل بدن را تولید می‌کنند. بیش از 600 عضله اسکلتی وجود دارد که تقریباً 40 تا 50 درصد وزن بدن را تشکیل می دهند. از این تعداد، 215 جفت ماهیچه اسکلتی وجود دارد. این جفت ماهیچه ها معمولاً با همکاری یکدیگر عمل می‌کنند تا در مفاصلی که از آنها عبور می‌کنند، اعمال مخالف انجام دهند. در بیشتر موارد، عضلات به جای اینکه به طور مستقل به حرکت مفصلی دست یابند، به صورت گروهی کار می‌کنند. این به عنوان عمل عضلانی کل شناخته می‌شود.

## نامگذاری عضلات

در تلاش برای یادگیری ماهیچه های اسکلتی، درک درستی از نحوه نامگذاری آنها مفید است. ماهیچه ها معمولاً به دلیل یک یا چند ویژگی متمایز، مانند ظاهر بصری، موقعیت آناتومیکی یا عملکرد آنها نامگذاری می شوند. نمونه هایی از نامگذاری عضلات اسکلتی به شرح زیر است:

**شکل - دلتوئید، لوزی**

**اندازه - گلوتئوس ماکسیموس، ریز مینور**

**تعداد تقسیمات- سه سر بازویی**

**جهت الیاف - مایل بیرونی شکم**

**مکان: راست ران، کف دست بلند**

**نقاط اتصال-کوراکوبراکیالیس، اکستانسور هالوسیس طولانی، خم کننده انگشتان بلند**

**اکشن- راست‌کننده ستون مهره‌ها، سوپیناتور، بازکننده انگشت کوچک دست**

**عمل و شکل - ربع پروناتور**

**عمل و اندازه - اددکتور مگنوس**

**شکل و مکان - سراتوس قدامی**

**مکان و دلبستگی - بازویی‌زبرزندی**

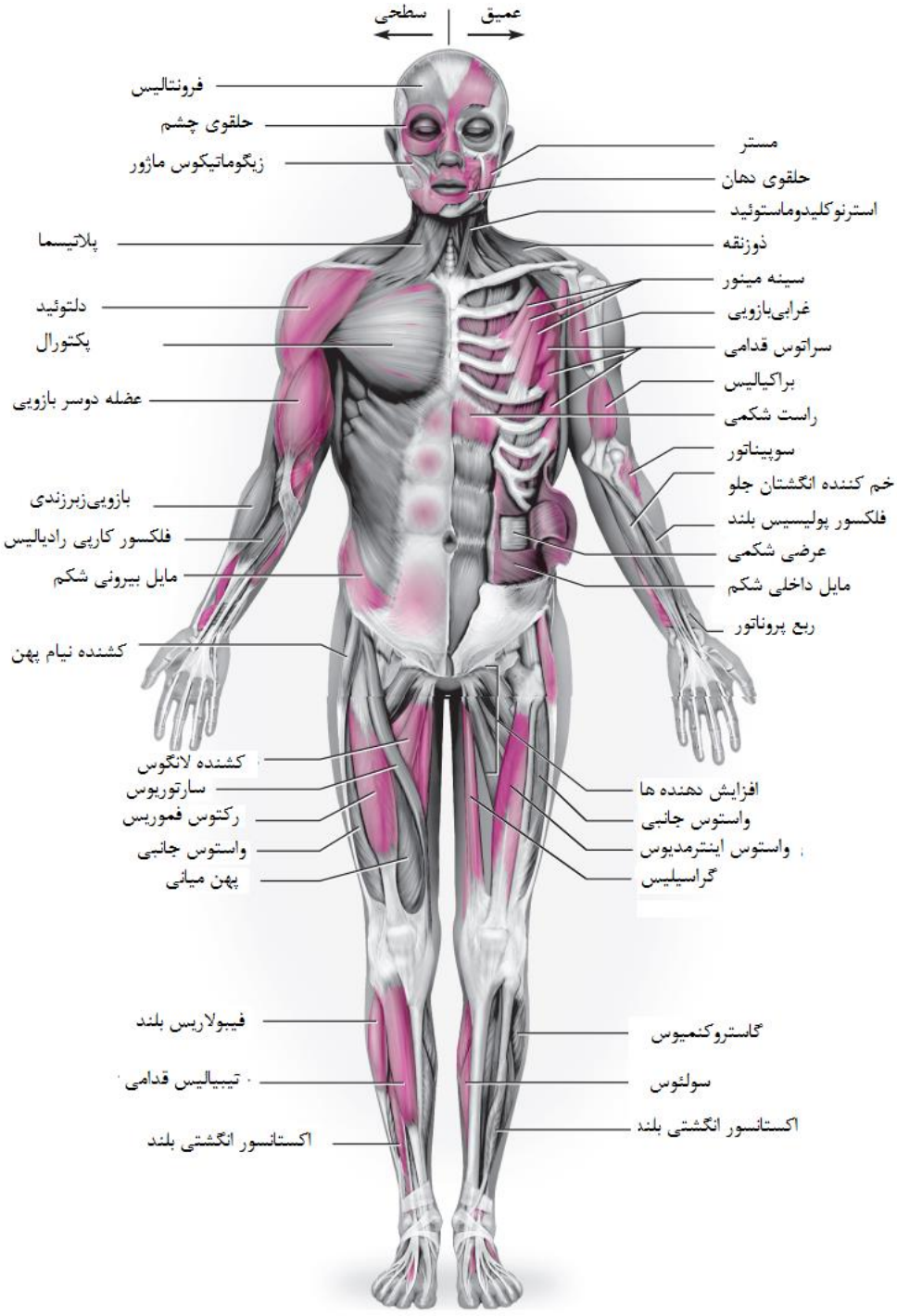
**محل و تعداد تقسیمات - عضله دو سر رانی**

در بحث‌های مربوط به ماهیچه‌ها، آنها اغلب برای کوتاه‌تر شدن مکالمه و درک واضح‌تر با هم گروه‌بندی می‌شوند. نامگذاری گروه های عضلانی نیز از یک الگوی مشابه پیروی می‌کند. در اینجا چند گروه عضلانی وجود دارد که بر اساس دلایل نامگذاری مختلف جمع آوری شده اند:

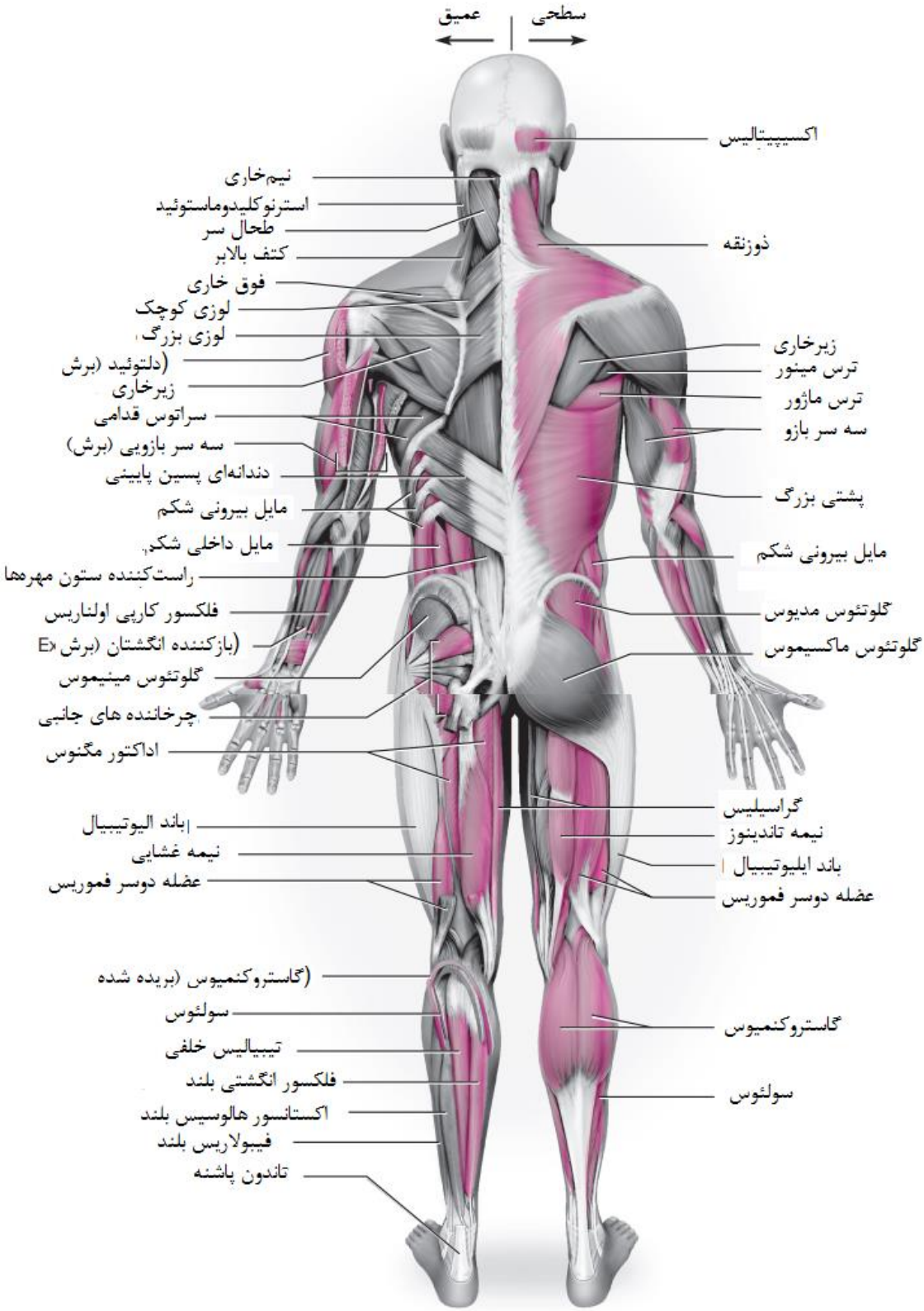
شکل - همسترینگ تعداد تقسیمات - عضله چهارسر ران، سه سر ران محل - پرونئال، شکم، کمربند شانه عمل - خم کننده های باسن، روتاتور کاف

تصاویر. 2.1 و 2.2 سیستم عضلانی را از نظر سطحی و عمیق نشان می دهد.

ماهیچه‌های نشان‌داده‌شده در این شکل‌ها، و بسیاری از ماهیچه‌های دیگر، با جزئیات بیشتری مورد بررسی قرار خواهند گرفت، زیرا هر مفصل بدن در فصل‌های بعدی بررسی می‌شود.




شکل. 2.1 • عضلات سطحی و عمیق بدن انسان، نمای قدامی.




شکل. 2.2 • عضلات سطحی و عمیق بدن انسان، نمای خلفی.

## شکل ماهیچه ها و آرایش فیبر

ماهیچه‌های مختلف شکل‌های متفاوتی دارند و رشته‌های آن‌ها ممکن است در ارتباط با یکدیگر و تاندون‌هایی که آنها را به استخوان متصل می‌کنند، به‌طور متفاوتی چیده شوند. شکل و آرایش فیبر در توانایی عضله برای اعمال نیرو و در محدوده ای که از طریق آن می‌تواند به طور موثر بر روی استخوان هایی که به آن متصل است اعمال کند، نقش دارد. یک عامل در توانایی عضله برای اعمال نیرو، قطر مقطع آن است. با ثابت نگه داشتن سایر عوامل، عضله ای با قطر مقطع بیشتر می‌تواند نیروی بیشتری اعمال کند. یکی از عواملی که در توانایی عضله برای حرکت دادن مفصل در دامنه وسیعی از حرکت وجود دارد، توانایی آن در کوتاه شدن است. به طور کلی، ماهیچه‌های بلندتر می‌توانند در دامنه وسیع‌تری کوتاه شوند و بنابراین در حرکت دادن مفاصل در دامنه‌های حرکتی زیاد مؤثرتر هستند.

اساساً، تمام عضلات اسکلتی ممکن است به دو نوع عمده آرایش فیبر گروه بندی شوند: موازی و پنتی. هر کدام ممکن است بر اساس شکل بیشتر تقسیم شوند.

ماهیچه های موازی دارای تارهایشان موازی با طول عضله چیده شده اند. به طور کلی، عضلات موازی دامنه حرکتی بیشتری نسبت به عضلات هم اندازه با آرایش پنتی ایجاد می‌کنند. ماهیچه های موازی به اشکال زیر دسته بندی می شوند:

ماهیچه های صاف معمولاً نازک و پهن هستند و از آپونورزهای پهن، فیبری و ورقه ای شکل می گیرند که به آنها اجازه می دهد نیروهای خود را در یک منطقه وسیع پخش کنند. به عنوان مثال می‌توان به رکتوس شکم و مایل خارجی اشاره کرد.

ماهیچه های دوکی شکل دوکی شکل با یک شکم مرکزی هستند که در هر انتها به تاندون های مخروطی می رسد. این به آنها اجازه می دهد تا قدرت خود را روی اهداف کوچک و استخوانی متمرکز کنند. به عنوان مثال می‌توان به ماهیچه بازویی و بازویی‌زبرزندی اشاره کرد.

ماهیچه های بند دارای قطر یکنواخت تر هستند و اساساً تمام الیاف آنها به صورت موازی بلند مرتب شده اند. این همچنین تمرکز قدرت را روی اهداف کوچک و استخوانی امکان پذیر می‌کند. سارتوریوس یک نمونه است.

ماهیچه های تشعشعی نیز گاهی به صورت مثلثی، بادبزن شکل یا همگرا توصیف می شوند. آنها آرایش ترکیبی ماهیچه های صاف و دوکی شکل دارند، به این صورت که از یک سطح وسیع یا یک آپونوروز سرچشمه می گیرند و به یک تاندون همگرا می شوند. به عنوان مثال می‌توان به سینه بزرگ و ذوزنقه اشاره کرد.

ماهیچه‌های اسفنکتر یا دایره‌ای، از نظر فنی، ماهیچه‌های تسمه‌ای بی‌پایان هستند که روزنه‌ها را احاطه کرده و در هنگام انقباض آن‌ها را می‌بندند. به عنوان مثال، ماهیچه حلقوی دهان، اطراف دهان است.

ماهیچه های پنتی فیبرهای کوتاه تری دارند که به صورت مورب به تاندون های آنها در ساختاری شبیه به پر قرار گرفته اند. این آرایش سطح مقطع عضله را افزایش می دهد و در نتیجه توانایی تولید نیرو را افزایش می دهد. ماهیچه های پنتی بر اساس آرایش دقیق بین رشته ها و تاندون به شرح زیر دسته بندی می شوند:

فیبرهای عضلانی بدون باز شدن به صورت مایل از یک تاندون فقط در یک طرف حرکت می‌کنند. نمونه هایی در عضله دوسر فموریس، بازکننده انگشتان بلند و تیبیالیس خلفی دیده می‌شود.

فیبرهای عضلانی دوپه به صورت مورب از یک تاندون مرکزی در دو طرف کشیده می شوند، مانند رکتوس فموریس و فلکسور هالوسیس لونگوس.

ماهیچه های چندپهنی دارای چندین تاندون با الیافی هستند که به صورت مورب بین آنها قرار دارند، مانند دلتوئید.

ماهیچه های دوپه و بدون پنه قوی ترین انقباضات را ایجاد می‌کنند. جدول 2.1 را در مورد شکل عضلات و آرایش فیبرها مرور کنید.

## خواص بافت عضلانی

بافت ماهیچه ای اسکلتی دارای چهار خاصیت مربوط به توانایی آن در ایجاد حرکت نیرو در اطراف مفاصل است. تحریک پذیری یا تحریک پذیری خاصیت عضلانی حساس بودن یا پاسخگویی به محرک های شیمیایی، الکتریکی یا مکانیکی است. هنگامی که یک محرک مناسب ارائه می‌شود، عضله با ایجاد تنش پاسخ می دهد. انقباض توانایی ماهیچه برای انقباض و

ایجاد کشش یا نیروی درونی در برابر مقاومت هنگام تحریک است. توانایی بافت عضلانی برای ایجاد تنش یا انقباض منحصر به فرد است زیرا سایر بافت های بدن این خاصیت را ندارند. کشش توانایی عضله برای کشش غیرفعال بیش از طول استراحت طبیعی است. به عنوان مثال، عضله سه سر بازویی زمانی که بیش از طول استراحت طبیعی خود توسط عضله دوسر بازویی و سایر خم کننده های آرنج منقبض می‌شود تا به خم شدن کامل آرنج کشیده شود، قابلیت انبساط را نشان می دهد. الاستیسیته توانایی عضله برای بازگشت به طول اولیه استراحت خود پس از کشش است. برای ادامه مثال آرنج، عضله سه سر بازویی با بازگشت به طول استراحت اولیه خود، زمانی که خم کننده های آرنج منقبض و شل می شوند، خاصیت ارتجاعی خود را نشان می دهد.

## اصطلاحات عضلانی

تعیین محل عضلات، اتصالات پروگزیمال و دیستال آنها و ارتباط آنها با مفاصلی که از آنها عبور می‌کنند برای تعیین تأثیرات ماهیچه ها بر روی مفاصل بسیار مهم است. همچنین برای درک برخی اصطلاحات هنگام در نظر گرفتن حرکت بدن ضروری است.

## ذاتی

معمولاً مربوط به عضلات درون یا متعلق به بخشی از بدن است که روی آن عمل می‌کنند. ماهیچه های ذاتی کوچکی که به طور کامل در دست یافت می شوند نمونه هایی هستند. صفحه 218 را ببینید.

## بیرونی

معمولاً مربوط به عضلاتی است که خارج از (نزدیک به) قسمتی از بدن که روی آن عمل می‌کنند منشأ می‌گیرند. ماهیچه های ساعد که به صورت پروگزیمال روی استخوان بازو قرار می گیرند و روی انگشتان قرار می گیرند نمونه هایی از عضلات بیرونی دست هستند. به فصل 7 مراجعه کنید.

جدول 2.1 • شکل عضلانی و آرایش فیبر

| آرایش فیبر | مزیت | شکل | ظاهر | ویژگی‌ها/شرح | نمونه‌ها |
|---|---|---|---|---|---|
| موازی (الیافی که به موازات طول عضله چیده شده اند) | نسبت به عضلات پنتی با اندازه مشابه، دامنه حرکت بیشتری ایجاد می‌کند. سفر طولانی (قرارداد در | تخت | | معمولاً نازک و پهن است که از آپونورزهای پهن، فیبری و ورقه ای منشأ می گیرد که به آنها اجازه می دهد نیروهای خود را در یک | راست شکمی، مایل خارجی |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | مسافت زیاد)؛ استقامت خوب | | | منطقه وسیع پخش کنند. | |
| | | دوکی شکل | | دوکی شکل با شکم مرکزی که در هر انتها به تاندون‌ها می‌پیچد. می‌توانند قدرت خود را روی اهداف کوچک و استخوانی متمرکز کنند | عضله دوسر بازویی، بازویی |
| | | بند | | قطر یکنواخت تر با تمام الیاف آنها که به صورت موازی بلند مرتب شده اند. می‌توانند قدرت خود را روی اهداف کوچک و استخوانی متمرکز کنند | سارتوریوس |
| | | تشعشع (مثلثی، فن شکل، همگرا) | | آرایش ترکیبی عضلات صاف و دوکی شکل؛ از آپونوروزهای وسیع منشأ می گیرند و از طریق یک تاندون به یک نقطه اتصال منفرد همگرا می شوند | سینه ماژور، ذوزنقه |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اسفنکتر (دایره ای) | | الیافی که به طور متحدالمرکز در اطراف دهانه بدن قرار گرفته اند. ماهیچه‌های تسمه بی‌پایان از نظر فنی، سوراخ‌ها را احاطه کرده و در هنگام انقباض، آنها را می‌بندند | حلقوی دهان، حلقوی چشم |
| پنت (الیاف کوتاه‌تر که به صورت مورب به تاندون‌هایشان چیده شده‌اند) | به دلیل افزایش سطح مقطع، قدرت بیشتری نسبت به عضلات موازی با اندازه مشابه تولید می‌کند. عضلات قوی؛ گشت کوتاه | یونی پنات | | فقط از یک طرف به صورت مورب بدوید | عضله دوسر فموریس، بازکننده انگشتان بلند، تیبیالیس خلفی |
| | | بنی پنات | | از یک تاندون مرکزی در دو طرف به صورت مورب بدوید | رکتوس فموریس، فلکسور هالوسیس بلند |
| | | مولتی پنات | | چندین تاندون با الیافی که به صورت مورب بین آنها قرار دارند | دلتوئید |

## عمل

عمل حرکت خاص مفصل است که از انقباض متحدالمرکز عضله ای که از مفصل عبور می‌کند حاصل می‌شود. به عنوان مثال عضله دوسر بازویی است که عمل خم شدن در آرنج را دارد. در بیشتر موارد یک عمل خاص به دلیل کار گروهی از عضلات با هم ایجاد می‌شود. می‌توان گفت که هر یک از عضلات گروه باعث این عمل می‌شود، حتی اگر معمولاً تلاش کل

گروه باشد. بسته به خصوصیات مفاصلی که عضله از آنها عبور می‌کند و محل دقیق عضله و اتصالات آن در رابطه با مفاصل، یک عضله خاص ممکن است بیش از یک عمل را در یک مفصل یا در مفصل متفاوت انجام دهد.

## عصب دهی

عصب دهی در بخشی از سیستم عصبی که مسئول ارائه محرک به فیبرهای عضلانی در یک عضله یا بخشی خاص از عضله است، رخ می دهد. یک عضله خاص ممکن است توسط بیش از یک عصب عصب دهی شود و یک عصب خاص ممکن است بیش از یک عضله یا بخشی از یک عضله را عصب دهی کند.

## دامنه

دامنه دامنه طول فیبر عضلانی بین حداکثر و حداقل طول است.

## معده (شکم یا بدن)

معده بخش مرکزی و گوشتی ماهیچه است. این بخش انقباضی عضله معمولاً با انقباض عضله قطر آن افزایش می یابد.

هنگامی که یک عضله خاص منقبض می‌شود، تمایل دارد هر دو انتهای آن را به سمت معده یا وسط عضله بکشد. در نتیجه، اگر هیچ یک از استخوان‌هایی که عضله به آن متصل است تثبیت نشده باشد، هر دو استخوان با انقباض به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. با این حال، مورد رایج‌تر این است که یک استخوان توسط عوامل مختلف تثبیت‌تر می‌شود، و در نتیجه استخوان کمتر تثبیت‌تر معمولاً با انقباض به سمت استخوان پایدارتر حرکت می‌کند.

## تاندون

تاندون ها نوارهای سخت و در عین حال انعطاف پذیری از بافت همبند فیبری هستند که اغلب از نظر ظاهری طناب مانند هستند که ماهیچه ها را به استخوان ها و سایر ساختارها متصل می‌کنند. با ایجاد این اتصال، تاندون ها نیروی ایجاد شده توسط عضله منقبض را به استخوان منتقل می‌کنند. در برخی موارد، دو عضله ممکن است یک تاندون مشترک داشته

باشند، مانند تاندون آشیل عضلات گاستروکنمیوس و کف پالف در موارد دیگر، یک عضله ممکن است دارای تاندون های متعددی باشد که آن را به یک یا چند استخوان متصل می‌کند، مانند سه اتصال پروگزیمال عضله سه سر بازویی.

## آپونوروزیس

آپونوروز یک انبساط تاندونی از بافت همبند فیبری متراکم است که ظاهری ورقه ای یا نواری دارد و شبیه یک تاندون صاف است. آپونوروزها به عنوان فاسیا برای اتصال ماهیچه ها به یکدیگر یا به عنوان وسیله ای برای اتصال عضله به استخوان عمل می‌کنند، مانند آپونوروز کف دست برای کف دست بلند.

## فاسیا

فاسیا ورقه یا نواری از بافت همبند فیبری است که بخش هایی از بدن مانند ماهیچه ها، اندام ها و سایر ساختارهای بافت نرم بدن را پوشانده، جدا می‌کند یا به هم متصل می‌کند. در نقاط خاصی در سراسر بدن، مانند اطراف مفاصل مانند مچ دست و مچ پا، بافت فاسیال یک شبکیه تشکیل می دهد تا تاندون ها را نزدیک بدن نگه دارد.

## ریشه

از منظر ساختاری، معمولاً منشاء اتصال نزدیک یک عضله یا قسمتی که نزدیک‌ترین نقطه به خط وسط یا مرکز بدن می‌چسبد، در نظر گرفته می‌شود. از منظر عملکردی و تاریخی، کم‌تحرک‌ترین قسمت یا چسبندگی عضله عموماً منشأ در نظر گرفته شده است.

## اتصال

از نظر ساختاری، ضمیمه دیستال یا قسمتی که دورتر از خط وسط یا مرکز بدن متصل می‌شود، اتصال در نظر گرفته می‌شود. از نظر عملکردی و تاریخی، متحرک ترین قسمت به طور کلی اتصال در نظر گرفته می‌شود.

عضله دوسر بازویی در بازو منشاء آن بر روی کتف (کمترین استخوان متحرک) و وارد شدن آن بر روی رادیوس (متحرک ترین استخوان) است. در برخی حرکات می‌توان این روند را معکوس کرد. نمونه ای از این برگشت را می‌توان در کشش مشاهده کرد، جایی که شعاع نسبتاً ثابت است و کتف به سمت بالا حرکت می‌کند. حتی اگر در این مثال متحرک ترین

استخوان معکوس شده است، چسبندگی پروگزیمال عضله دوسر بازویی همیشه روی کتف است و هنوز به عنوان منشا در نظر گرفته می‌شود، و جایگذاری هنوز در شعاع قرار دارد. عضله دوسر بازویی یک عضله بیرونی آرنج است، در حالی که عضله بازویی ماهیچه‌ای درونی آرنج است. برای هر عضله مورد مطالعه، منشاء و اتصال نشان داده شده است.

## انواع انقباض عضلانی (عملی)

هنگامی که تنش در یک عضله در نتیجه یک محرک ایجاد می‌شود، به عنوان انقباض شناخته می‌شود. اصطلاح انقباض عضلانی ممکن است گیج کننده باشد، زیرا در برخی از انواع انقباضات طول عضله همانطور که اصطلاح انقباض نشان می دهد کوتاه نمی‌شود. در نتیجه، به طور فزاینده ای رایج شده است که به جای آن به انواع مختلف انقباضات عضلانی به عنوان اقدامات عضلانی اشاره شود.

از انقباضات عضلانی می‌توان برای ایجاد، کنترل یا جلوگیری از حرکت مفصل استفاده کرد. برای توضیح بیشتر، انقباضات عضلانی را می‌توان برای شروع یا تسریع حرکت بخشی از بدن، کاهش یا کاهش سرعت حرکت بخشی از بدن، یا برای جلوگیری از حرکت بخشی از بدن توسط نیروهای خارجی و/یا داخلی استفاده کرد. تمام انقباضات یا اعمال عضلانی را می‌توان به دو دسته ایزومتریک یا ایزوتونیک طبقه بندی کرد. انقباض ایزومتریک زمانی اتفاق می‌افتد که تنش در عضله ایجاد شود اما زوایای مفصل ثابت بماند. انقباضات ایزومتریک ممکن است به عنوان انقباضات ایستا در نظر گرفته شود، زیرا مقدار قابل توجهی از کشش فعال ممکن است در عضله ایجاد شود تا زاویه مفصل را در یک موقعیت نسبتا ایستا یا پایدار حفظ کند. انقباضات ایزومتریک ممکن است برای تثبیت بخشی از بدن برای جلوگیری از حرکت آن توسط نیروهای خارجی یا داخلی استفاده شود.

انقباضات ایزوتونیک شامل ایجاد کشش عضلانی برای ایجاد یا کنترل حرکت مفصل است. آنها ممکن است به عنوان انقباضات پویا در نظر گرفته شوند، زیرا اتصالات مختلف تنش فعال در عضلات یا باعث تغییر زاویه مفصل می‌شود یا تغییر زاویه مفصل را که توسط نیروهای خارجی یا داخلی ایجاد می‌شود، کنترل می‌کند. نوع ایزوتونیک انقباض عضلانی بر اساس اینکه کوتاه یا افزایش می یابد بیشتر به دو دسته متحدالمرکز یا خارج از مرکز طبقه بندی می‌شود. انقباضات متحدالمرکز

شامل افزایش کشش فعال عضله با کوتاه شدن می‌شود، در حالی که انقباضات خارج از مرکز شامل افزایش طول عضله تحت کشش فعال است. در شکل 2.3، A، B، E و F انقباضات ایزوتونیک را نشان می دهند، در حالی که C و D انقباضات ایزومتریک را نشان می دهند.

همچنین مهم است که توجه داشته باشید که حرکت ممکن است در هر مفصلی بدون هیچ گونه انقباض عضلانی رخ دهد. چنین حرکتی به عنوان غیرفعال نامیده می‌شود و صرفاً به دلیل نیروهای خارجی است، مانند نیروهایی که توسط شخص، جسم یا مقاومت دیگری اعمال می‌شود، یا به دلیل نیروی گرانش در حضور شل شدن عضلات.

## انقباض متحدالمرکز

انقباضات متحدالمرکز شامل ایجاد کشش فعال عضله با کوتاه شدن آن می‌شود و زمانی رخ می دهد که عضله نیروی کافی برای غلبه بر مقاومت اعمال شده را ایجاد کند. انقباضات متحدالمرکز ممکن است به عنوان ایجاد حرکت در برابر جاذبه یا مقاومت در نظر گرفته شوند و به عنوان انقباضات مثبت توصیف می شوند. نیروی ایجاد شده توسط عضله بیشتر از نیروی مقاومت است. این منجر به تغییر زاویه مفصل در جهت نیروی عضلانی اعمال شده می‌شود و باعث می‌شود که قسمت بدن در برابر گرانش یا نیروهای خارجی حرکت کند. انقباضات متحدالمرکز برای تسریع حرکت بخش بدن از سرعت کمتر به سرعت بالاتر استفاده می‌شود. انقباضات متحدالمرکز معمولاً باعث می‌شود که هر دو انتهای عضله به سمت مرکز حرکت کنند، اما معمولاً یک انتهای آن (معمولاً ضمیمه پروگزیمال) تثبیت‌تر است، بنابراین به نظر می‌رسد اتصال دیستال بیشتر حرکت می‌کند.

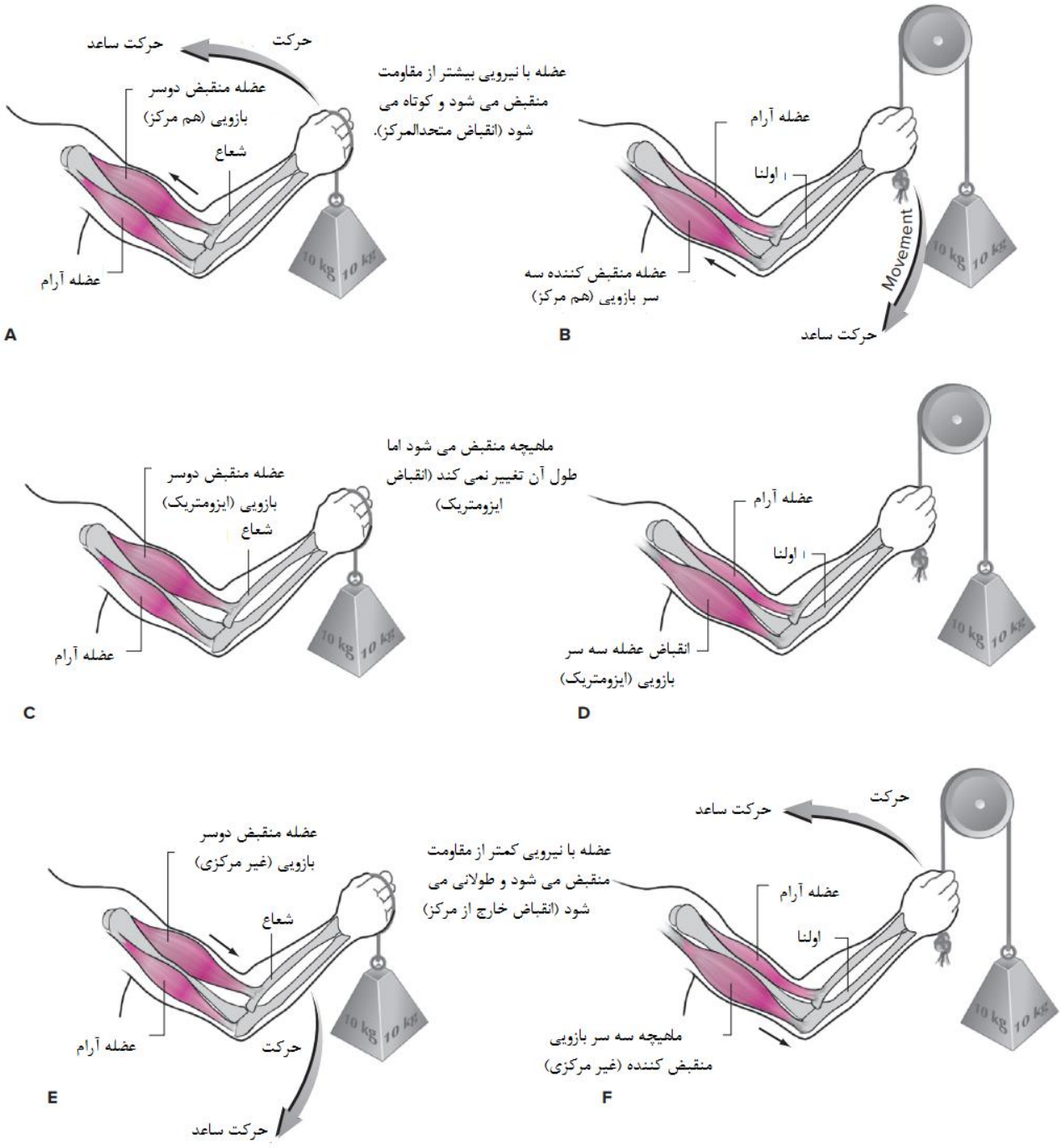
## انقباض خارج از مرکز (عمل عضلانی)

انقباضات خارج از مرکز شامل طولانی شدن عضله تحت کشش فعال است و زمانی رخ می دهد که عضله به تدریج کشش خود را کاهش می دهد تا نزول مقاومت را کنترل کند. وزن یا مقاومت ممکن است به عنوان غلبه بر انقباض عضله در نظر گرفته شود، اما نه به حدی که عضله نتواند حرکت نزولی را کنترل کند. حرکات عضلانی خارج از مرکز حرکت را با گرانش

یا مقاومت کنترل می‌کنند و به عنوان انقباضات منفی توصیف می شوند. نیروی ایجاد شده توسط عضله کمتر از نیروی مقاومت است. این منجر به تغییر زاویه مفصل در جهت مقاومت یا نیروی خارجی می‌شود و به قسمت بدن اجازه می دهد تا با گرانش یا نیروهای خارجی (مقاومت) حرکت کند. انقباضات خارج از مرکز برای کاهش سرعت حرکت قسمتی از بدن از سرعت بیشتر به سرعت کمتر یا توقف حرکت مفصلی که از قبل در حال حرکت است استفاده می‌شود. از آنجایی که عضله به جای کوتاه شدن در حال افزایش است، تغییر نسبتاً اخیر در اصطلاح از انقباض عضلانی به عمل عضلانی بیشتر پذیرفته شده است. انقباضات خارج از مرکز معمولاً هر دو انتهای عضله را کنترل می‌کنند که از مرکز آن دور می شوند، اما به طور معمول یک انتهای آن (معمولاً اتصال دیستال) کمتر تثبیت می‌شود بنابراین به نظر می رسد اتصال دیستال بیشتر حرکت می‌کند.

## تمایز حرکتی

در مورد حرکت بدن و عوامل موثر بر آن سردرگمی وجود دارد. حرکت مفاصل ممکن است با انقباض فعال یا حتی بدون انقباض عضلانی در هر دو یا هر دو طرف مفصل رخ دهد. به طور مشابه، زمانی که هیچ حرکتی رخ نمی دهد، بسته به نیروهای خارجی وارد بر مفصل، ممکن است انقباض عضلانی وجود داشته باشد یا نباشد. برای بیشتر شدن سردرگمی، اصطلاحات و عبارات توصیفی مختلفی توسط مراجع مختلف برای توصیف این پدیده ها استفاده می‌شود. جدول 2.2 تلاش می‌کند تا توضیحی جامع از انواع مختلف انقباضات و حرکات مفصلی حاصل از آن ارائه دهد. اصطلاحات مختلف مورد استفاده در تعریف و توصیف این اقدامات گنجانده شده است. پیوست 4 الگوریتمی برای تعیین اینکه آیا یک عضله یا گروه عضلانی در حال انقباض است و اگر چنین است، نوع انقباض را ارائه می دهد.




شکل. 2.3 • رابطه آگونیست-آنتاگونیست با انقباضات ایزوتونیک و ایزومتریک. A، عضله دوسر بازویی در خم کردن آرنج با انقباض متحدالمرکز آگونیست است و عضله سه سر بازویی آنتاگونیست است. B، سه سر بازویی در امتداد آرنج با انقباض متحدالمرکز آگونیست است و عضله دوسر بازویی آنتاگونیست است. ج، عضله دوسر بازویی آرنج را در حالت خمیده با انقباض ایزومتریک نگه می دارد و عضله سه سر بازویی آنتاگونیست است. D، سه سر بازویی آرنج

را در حالت خمیده با انقباض ایزومتریک نگه می دارد و عضله دوسر بازویی آنتاگونیست است. E، عضله دوسر بازویی اکستنشن آرنج را با انقباض خارج از مرکز کنترل می‌کند و عضله سه سر بازویی آنتاگونیست است. F، سه سر بازویی خم شدن آرنج را با انقباض خارج از مرکز کنترل می‌کند و عضله دوسر بازویی آنتاگونیست است.

جدول 2.2 • ماتریس حرکت و انقباض عضلانی

| عوامل تعریفی و توصیفی | نوع انقباض (عمل عضلانی) | | | حرکت بدون انقباض |
|---|---|---|---|---|
| | ایزوتونیک | | | |
| | ایزوتونیک | متحدالمرکز | خارج از مرکز | |
| طول عضله آگونیست | بدون تغییر محسوس | کوتاه کردن | طولانی شدن | صرفاً توسط گرانش و/یا نیروهای خارجی دیکته می‌شود |
| طول عضله آنتاگونیست | بدون تغییر محسوس | طولانی شدن | کوتاه کردن | صرفاً توسط گرانش و/یا نیروهای خارجی دیکته می‌شود |
| زاویه مفصل تغییر می‌کند | بدون تغییر محسوس | در جهت نیروی عضلانی اعمال شده | در جهت نیروی خارجی (مقاومت) | صرفاً توسط گرانش و/یا نیروهای خارجی دیکته می‌شود |
| جهت بخشی از بدن | در برابر جسم غیر متحرک یا نیروی خارجی همسان (مقاومت) | در برابر گرانش و/یا دیگر نیروی خارجی (مقاومت) | با گرانش و/یا نیروی خارجی دیگر (مقاومت) | سازگار با گرانش و/یا سایر نیروهای خارجی |
| حرکت - جنبش | جلوگیری از حرکت؛ فشار (نیروی) اعمال می‌شود، اما هیچ حرکتی حاصل نمی‌شود | باعث حرکت می‌شود | حرکت را کنترل می‌کند | یا بدون حرکت یا حرکت غیرفعال در نتیجه گرانش و/یا سایر نیروهای خارجی |
| شرح | استاتیک؛ ثابت کردن | کوتاه شدن دینامیک؛ کار مثبت | افزایش طول دینامیک؛ کار منفی | منفعل آرامش |

| اعمال نیروی عضلانی در مقابل مقاومت | نیرو = مقاومت | نیرو > مقاومت | نیرو < مقاومت | بدون زور، تمام مقاومت |
|---|---|---|---|---|
| سرعت نسبت به گرانش یا مقاومت اعمال شده از جمله نیروهای اینرسی | برابر با سرعت مقاومت اعمال شده | سریعتر از اینرسی مقاومت | کندتر از سرعت گرانش یا نیروهای اینرسی اعمال شده | مطابق با اینرسی نیروهای خارجی اعمال شده یا سرعت گرانش |
| شتاب / کاهش سرعت | شتاب صفر | شتاب | کاهش سرعت | صفر یا شتاب مطابق با نیروهای خارجی اعمال شده |
| نماد توصیفی | (=) | (+) | (-) | (0) |
| کاربرد عملی | از ایجاد حرکت توسط نیروهای خارجی جلوگیری می‌کند | حرکت را آغاز می‌کند یا سرعت حرکت را افزایش می دهد | سرعت حرکت را کاهش می دهد یا حرکت را متوقف می‌کند، "عمل ترمز کردن" | حرکت غیرفعال با نیروی گرانش و/یا سایر نیروهای خارجی |

تمرینات مختلف ممکن است از هر یک یا همه این انواع انقباض برای رشد عضلات استفاده کنند. توسعه ماشین های ورزشی منجر به ایجاد نوع دیگری از تمرینات عضلانی به نام ایزوکینتیک شده است. ایزوسینتیک نوع دیگری از انقباض نیست، همانطور که برخی از مراجع به اشتباه توصیف کرده اند. بلکه یک تکنیک خاص است که ممکن است از یک یا همه انواع مختلف انقباضات استفاده کند. ایزوکینتیک نوعی تمرین پویا است که معمولاً از انقباضات عضلانی متحدالمرکز و/یا خارج از مرکز استفاده می‌کند که در آن سرعت (یا سرعت) حرکت ثابت است و انقباض عضلانی (در حالت ایده‌آل، حداکثر انقباض) در طول حرکت رخ می‌دهد. دستگاه‌های Biodex، Cybex و دیگر انواع دستگاه‌ها طوری مهندسی شده‌اند که این نوع ورزش را امکان‌پذیر می‌کنند.

پزشکانی که در زمینه حرکت شناسی به خوبی آموزش دیده اند باید واجد شرایط تجویز تمرینات و فعالیت هایی برای رشد عضلات بزرگ و گروه های عضلانی در بدن انسان باشند. آنها باید بتوانند شرح یک تمرین را بخوانند یا یک تمرین را

مشاهده کنند و فوراً مهمترین عضلات مورد استفاده را بشناسند. اصطلاحاتی که نحوه عملکرد عضلات در حرکات مفاصل را توصیف می‌کنند، به دنبال آن هستند.

## نقش ماهیچه ها

هنگامی که یک عضله منقبض می‌شود، به سادگی تلاش می‌کند تا استخوان هایی را که هر دو انتهای آن به یکدیگر متصل است، بکشد. با این حال، معمولاً این اتفاق نمی‌افتد، زیرا یکی از استخوان‌ها معمولاً پایدارتر از دیگری است. در نتیجه، استخوانی که پایداری کمتری دارد به سمت استخوانی با ثبات تر حرکت می‌کند. زمانی که عضله ای که قادر به انجام چندین عمل است منقبض می‌شود، سعی می‌کند تمام اعمال خود را انجام دهد مگر اینکه نیروهای دیگر، مانند نیروهایی که توسط سایر ماهیچه ها ارائه می‌شود، از اعمال نامطلوب جلوگیری کنند.

## آگونیست

ماهیچه های آگونیست، زمانی که به صورت متحدالمرکز منقبض می شوند، باعث حرکت مفصل در یک صفحه حرکتی مشخص می شوند. هر عضله ای که به صورت متمرکز منقبض می‌شود و باعث حرکت یکسان مفصل می‌شود، آگونیست این حرکت است. با این حال، برخی از عضلات، به دلیل موقعیت نسبی، اندازه، طول یا ظرفیت تولید نیرو، می‌توانند به طور قابل توجهی بیشتر از سایر آگونیست ها به حرکت مفصل کمک کنند. این ماهیچه‌ها به‌عنوان محرک‌های اصلی یا اولیه یا عضلاتی که بیشتر درگیر هستند، شناخته می‌شوند. عضلات آگونیست که به طور قابل توجهی کمتر به حرکت مفصل کمک می‌کنند معمولاً به عنوان کمک کننده یا حرکت دهنده کمکی نامیده می شوند. اجماع بین همه مراجع در مورد اینکه کدام عضلات محرک اصلی هستند و کدام یک دستیار ضعیف در همه موارد وجود ندارد. این متن بر محرک های اولیه تاکید خواهد کرد. آگونیست‌ها یا دستیاران باقی‌مانده، زمانی که فهرست شوند، به‌عنوان مشارکت‌کنندگان ضعیف در حرکت درگیر نامیده می‌شوند. به عنوان مثال، همسترینگ ها (نیمه تاندینوزوس، نیمه غشاء، دو سر رانی)، سارتوریوس، گراسیلیس، پوپلیتئوس، پلانتاریس و گاستروکنمیوس همگی در خمیدگی زانو آگونیست هستند، اما بیشتر حرکت شناسان فقط همسترینگ را به عنوان محرک اصلی می دانند.

## آنتاگونیست

عضلات آنتاگونیست عمل متحدالمرکز مخالف آگونیست ها را دارند. آنتاگونیست‌ها که به آن‌ها ماهیچه‌های مقابل گفته می‌شود، در سمت مخالف مفصل از آگونیست قرار دارند و با شل کردن و اجازه حرکت با عضلات آگونیست کار می‌کنند. اما هنگام انقباض متحدالمرکز، حرکت مشترک را برخلاف حرکت آگونیست انجام می دهند. با استفاده از مثال قبلی، عضلات چهارسر ران در خم شدن زانو آنتاگونیست با همسترینگ هستند.

## تثبیت کننده ها

تثبیت کننده ها مفصل یا قسمت بدن را احاطه کرده و برای تثبیت یا تثبیت ناحیه منقبض می شوند تا اندام یا بخش دیگری از بدن را قادر به اعمال نیرو و حرکت کنند. آنها که به عنوان فیکساتور شناخته می شوند، برای ایجاد یک پایه نسبتاً محکم برای مفاصل دیستال تر برای کار در هنگام انجام حرکات ضروری هستند. در مثال پیچش عضله دوسر، عضلات کتف و مفصل گلنوهومرال باید منقبض شوند تا کمپلکس شانه و استخوان بازو را در وضعیت نسبتاً ایستا نگه دارند تا عضله دوسر بازویی بتواند به طور مؤثرتری فرها را انجام دهد. آنتاگونیست ها برای هر حرکت مفصل پروگزیمال با یکدیگر منقبض یا منقبض می شوند تا از حرکت جلوگیری کنند. این نمونه ای از تثبیت پروگزیمال برای افزایش اثربخشی حرکت مفصل دیستال است که معمولاً در اندام فوقانی رخ می دهد.

## سینرژیست

ماهیچه هایی که به عمل آگونیست کمک می‌کنند، اما لزوماً محرک اصلی این عمل نیستند، به عنوان ماهیچه های هدایت کننده شناخته می شوند، به حرکت اصلاح شده کمک می‌کنند و حرکت نامطلوب را حذف می‌کنند. ماهیچه های هم افزایی ممکن است هم افزایی یا هم افزایی واقعی باشند. کمک به هم افزایی ها دارای یک عمل مشترک هستند، اما همچنین دارای اقدامات متضاد با یکدیگر هستند. آنها به عضله دیگر کمک می‌کنند تا مفصل را به شیوه دلخواه حرکت دهد و به طور همزمان از اعمال ناخواسته جلوگیری کند. یک مثال شامل دلتوئید قدامی و خلفی است. دلتوئید قدامی به عنوان آگونیست در فلکشن گلنوهومرال عمل می‌کند، در حالی که دلتوئید خلفی به عنوان یک بازکننده عمل می‌کند. آنها با کمک به یکدیگر، با دلتوئید میانی برای انجام عمل ابداکشن همکاری می‌کنند. سینرژیست های واقعی برای جلوگیری از یک عمل مشترک نامطلوب آگونیست منقبض می شوند و هیچ تاثیر مستقیمی بر عمل آگونیست ندارند. خم کننده های انگشت زمانی که فرد در حال گرفتن شیئی است، توسط اکستانسورهای مچ دست هم افزایی واقعی ایجاد می‌کند. خم کننده های انگشتی که از ساعد و بازو منشا می گیرند هم در خم شدن مچ و هم در خم شدن انگشت آگونیست هستند. اکستانسورهای مچ دست منقبض می شوند تا از خم شدن مچ توسط خم کننده های انگشت جلوگیری کنند. این به خم

کننده های انگشت اجازه می دهد تا طول بیشتری را حفظ کنند و بنابراین از نیروی بیشتری در خم کردن انگشتان استفاده کنند.

## خنثی کننده ها

خنثی کننده ها برای جلوگیری از حرکات نامطلوب مانند تعویض نامناسب عضله، عملکرد سایر عضلات را خنثی یا خنثی می‌کنند. آنها برای مقاومت در برابر اعمال خاص سایر عضلات منقبض می شوند. به عنوان مثال، هنگامی که فقط عمل سوپیناسیون عضله دوسر بازویی مورد نظر است، عضله سه سر بازویی منقبض می‌شود تا عمل خمش عضلات دوسر بازویی را خنثی کند. مثال دیگری ممکن است در حلقه دوسر بازویی دیده شود، زمانی که فقط نیروی خمش عضله دوسر بازویی مورد نظر است. وقتی عضله دوسر بازویی منقبض می‌شود، معمولاً سعی می‌کند هم آرنج را خم کند و هم ساعد را به پشت بخواباند. در این حالت پروناتور ترز منقبض می‌شود تا جزء سوپیناسیون عضله دوسر را خنثی کند.

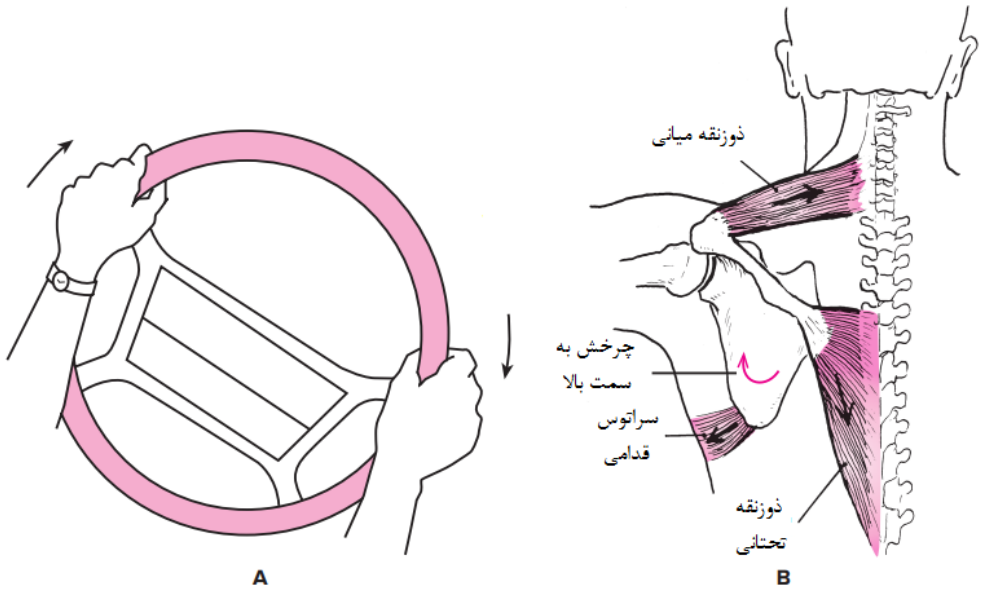
## زوج‌های نیرو

زوج نیرو زمانی اتفاق می‌افتد که دو یا چند نیرو در جهت‌های مختلف روی یک جسم می‌کشند و باعث می‌شوند جسم حول محور خود بچرخد. شکل 2.4، A یک زوج نیرو متشکل از یک دست در هر طرف فرمان را نشان می دهد. یک دست چرخ را به سمت راست و بالا و با دست دیگر آن را به سمت پایین و به سمت چپ می کشد. جفت شدن نیروهای عضلانی در بدن می‌تواند منجر به حرکت موثرتر شود. شکل 2.4، B یک زوج نیرو را نشان می دهد که در آن ذوزنقه میانی، ذوزنقه تحتانی و سراتوس قدامی همگی در نقاط مختلف کتف متصل می شوند. هر عضله کتف را از جهتی متفاوت می کشد تا نتیجه ترکیبی چرخش به سمت بالا را ایجاد کند. نمونه دیگری از زوج های نیروی عضلانی در حالت ایستاده دیده می‌شود، زمانی که از خم کننده های ران (تهیگاهی‌مازویی و ماهیچه راست رانی) برای کشیدن قسمت جلویی لگن به سمت پایین استفاده می‌شود و ستون فقرات ارکتور برای کشیدن لگن خلفی به سمت بالا و در نتیجه چرخش قدامی لگن استفاده می‌شود.

## گره زدن نقش ماهیچه ها به هم

هنگامی که یک عضله با اعمال آگونیستی متعدد منقبض می‌شود، سعی می‌کند تمام اعمال خود را انجام دهد. ماهیچه ها نمی‌توانند تعیین کنند که کدام اقدامات برای کار مورد نظر مناسب است. اعمال حاصل در واقع به عوامل متعددی مانند واحدهای حرکتی فعال شده، موقعیت مفصل در زمان انقباض، سطوح حرکت مجاز در مفصل، محور چرخش ممکن در مفصل، طول عضله، و انقباض یا آرامش نسبی بستگی دارد. سایر عضلاتی که روی مفصل اثر می گذارند. در موارد خاص، دو عضله ممکن است با مقابله با اعمال مخالف خود برای انجام یک عمل مشترک، با یکدیگر همکاری کنند.

همانطور که گفته شد، عضلات آگونیست در درجه اول مسئول یک حرکت خاص هستند، مانند عضلات خم شدن لگن و اکستنشن زانو در هنگام لگد زدن به توپ. در این مثال، همسترینگ‌ها متضاد هستند و شل می‌شوند تا لگد رخ دهد. این بدان معنا نیست که تمام عضلات دیگر در ناحیه لگن درگیر نیستند. دقت ضربه به درگیری بسیاری از عضلات دیگر بستگی دارد. همانطور که اندام تحتانی به سمت جلو حرکت می‌کند، مسیر و زاویه بعدی آن در نقطه تماس به مقدار معینی از انقباض یا شل شدن نسبی در ابدکتورها، ادکتورها، روتاتورهای داخلی و چرخاننده خارجی بستگی دارد. این عضلات به صورت هم افزایی عمل می‌کنند تا اندام تحتانی را به شیوه ای دقیق هدایت کنند. به این معنی که آنها مسئول اصلی اکستنشن زانو و خم شدن مفصل ران نیستند، اما به دقت حرکت کلی کمک می‌کنند. این ماهیچه های هدایت کننده به پالایش ضربه و جلوگیری از حرکات اضافی کمک می‌کنند. علاوه بر این، عضلات ناحیه مقابل لگن و ران باید تحت کشش نسبی باشند تا به تثبیت یا تثبیت لگن در آن سمت کمک کنند تا لگنی نسبتاً پایدار برای خم کننده‌های ران در سمت درگیر ایجاد شود. در ضربه زدن به توپ، پکتینئوس و تانسور فاسیا لاته علاوه بر خم کننده به ترتیب اددکتور و ابدکتور هستند. اعمال اداکشن و ابداکشن توسط یکدیگر خنثی می شوند و عمل مشترک دو عضله منجر به خم شدن لگن می‌شود.




شکل. 2.4 • اجباری زوج هالف الف، وقتی شخصی با دو دست هدایت می‌کند، دست‌ها به عنوان یک زوج نیرو عمل می‌کنند. B، دو زوج نیرو روی کتف عمل می‌کنند تا آن را به سمت بالا بچرخانند. ذوزنقه میانی و سراتوس قدامی تحتانی نمونه های بسیار خوبی هستند. ذوزنقه میانی و ذوزنقه پایینی نیز تمایل دارند به عنوان یک زوج نیرو عمل کنند، اگرچه کشش آنها در جهت مخالف نیست.

از نقطه نظر عملی، ضروری نیست که افراد از نیروی دقیق اعمال شده توسط هر یک از خم کننده های آرنج - عضله دوسر، براکیالیس و بازویی - در چانه اطلاع داشته باشند. درک این نکته مهم است که این گروه عضلانی آگونیست یا محرک اصلی مسئول خم شدن مفصل آرنج است. به طور مشابه، درک این نکته مهم است که وقتی چانه به سمت میله کشیده می‌شود، این ماهیچه‌ها به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شوند و وقتی بدن به آرامی پایین می‌آید، منقبض خارج از مرکز می‌شوند. ماهیچه های آنتاگونیست اعمالی بر خلاف عضلات آگونیست ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال، عضلاتی که اکستنشن مفصل آرنج را ایجاد می‌کنند، با عضلاتی که خم شدن مفصل آرنج را ایجاد می‌کنند، مخالف هستند. درک این نکته مهم است که برای رشد هر گروه عضلانی متضاد باید تمرینات خاصی تجویز شود. حرکت بازگشت به حالت آویزان در مفصل آرنج پس از چانه زدن، اکستنشن مفصل آرنج است، اما عضلات سه سر و آنکونئوس تقویت نمی شوند. یک انقباض متحدالمرکز خم کننده های مفصل آرنج رخ می دهد و به دنبال آن یک انقباض خارج از مرکز همان عضلات رخ می دهد.

## معکوس شدن عملکرد ماهیچه ها

یک گروه عضلانی که برای انجام یک عملکرد مشخص توصیف شده است، می‌تواند برای کنترل حرکت دقیقا مخالف منقبض شود. شکل 2.3، A نشان می دهد که چگونه عضله دوسر بازویی با انقباض متحدالمرکز برای خم شدن آرنج آگونیست است. عضله سه سر بازویی آنتاگونیست خم شدن آرنج است و پروناتور ترز در این مثال یک هم افزایی برای عضله دوسر بازویی در نظر گرفته می‌شود. اگر عضله دوسر بازویی به آرامی طولانی شود و اکستنشن آرنج را کنترل کند، مانند شکل 2.3، E، همچنان آگونیست خواهد بود، اما به طور غیرعادی منقبض می‌شود. شکل 2.3، B نشان می دهد که چگونه عضله سه سر بازویی با انقباض متحدالمرکز برای گسترش آرنج آگونیست است. عضله دوسر بازویی در این مثال آنتاگونیست اکستنشن آرنج است. اگر عضله سه سر بازویی به آرامی بلند شود و خم شدن آرنج را کنترل کند، مانند شکل 2.3، F، همچنان آگونیست است، اما به طور غیرعادی منقبض می‌شود. در هر دوی این مثال ها، عضلات دلتوئید، ذوزنقه و دیگر عضلات شانه به عنوان تثبیت کننده ناحیه شانه عمل می‌کنند.

## تعیین عملکرد عضلات

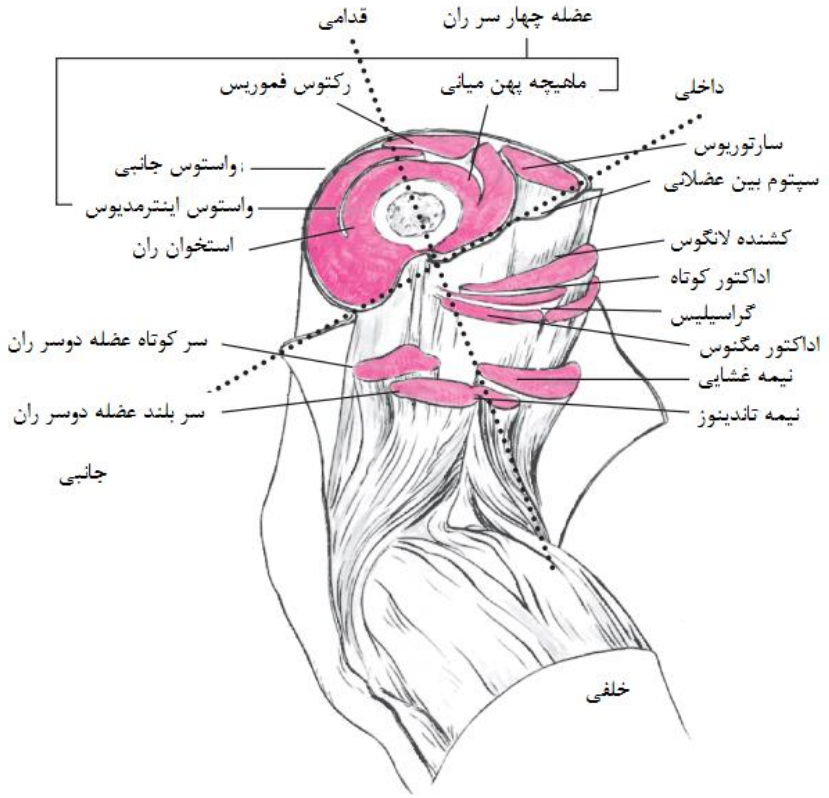
عملکرد خاص یک عضله ممکن است از طریق روش های مختلفی تعیین شود. اینها شامل در نظر گرفتن خطوط کششی آناتومیک، تشریح تشریحی، لمس، مدل ها، الکترومیوگرافی و تحریک الکتریکی است.

با درک خط کشش ماهیچه نسبت به مفصل، می‌توان عملکرد عضله را در مفصل تعیین کرد. (خطوط کشش را در زیر ببینید.) اگرچه برای همه دانش آموزان در دسترس نیست، کالبد شکافی ماهیچه ها و مفاصل یک راه عالی برای درک بیشتر عملکرد عضلات است.

برای اکثر ماهیچه های اسکلتی، لمس یک روش بسیار مفید برای تعیین عملکرد عضلات است. این کار از طریق استفاده از حس لامسه برای احساس یا بررسی عضله در حین انقباض انجام می‌شود. لمس محدود به عضلات سطحی است اما برای درک بیشتر مکانیک مفاصل مفید است. مدل هایی مانند نوارهای لاستیکی بلند ممکن است برای تسهیل درک خطوط کشش و شبیه سازی طولانی شدن یا کوتاه شدن عضلات در حین حرکت مفاصل در دامنه های مختلف حرکت استفاده شوند.

الکترومیوگرافی (EMG) از الکترودهای سطحی استفاده می‌کند که روی عضله قرار می گیرند یا از الکترودهای سیم/سوزن ظریفی که در عضله قرار می گیرند. هنگامی که آزمودنی مفصل را حرکت می دهد و ماهیچه ها را منقبض می‌کند، واحد EMG پتانسیل های عمل ماهیچه ها را تشخیص می دهد و یک بازخوانی الکترونیکی از شدت و مدت انقباض ارائه می دهد. EMG دقیق ترین راه برای تشخیص وجود و میزان فعالیت عضلانی است.

تحریک الکتریکی ماهیچه تا حدودی رویکرد معکوس الکترومیوگرافی است. به جای استفاده از الکتریسیته برای تشخیص عملکرد ماهیچه ها، از آن برای ایجاد فعالیت عضلانی استفاده می‌شود. الکترودهای سطحی روی عضله قرار می گیرند و سپس محرک باعث انقباض عضله می‌شود. سپس ممکن است اعمال مفصل مشاهده شود تا تأثیر انقباض عضله بر آن مشاهده شود.



شکل. 2.5 • خطوط کشش در رابطه با زانوی چپ. عضله دوسر ران با یک رابطه خلفی جانبی آن را قادر می سازد تا زانو را به بیرون بچرخاند. سمیتندینوسوس و سمیممبرانسوس یک رابطه خلفی میانی دارند که آنها را قادر می سازد تا زانو را به صورت داخلی بچرخانند. همسترینگ ها (دو سر رانی، نیمه تاندینوزوس، و نیمه غشایی) همگی دارای یک رابطه خلفی هستند که آنها را قادر می سازد زانو را خم کنند. عضلات چهار سر ران دارای یک رابطه قدامی هستند که آنها را قادر می سازد تا زانو را گسترش دهند.

## خطوط کشش

ترکیب دانش طراحی عملکردی یک مفصل خاص و طبقه‌بندی دیارترودیال با درک مکان خاص یک واحد عضلانی تنندینوس هنگام عبور از یک مفصل برای درک عملکرد آن بر روی مفصل بسیار مفید است. به عنوان مثال، با دانستن اینکه منشأ عضله راست ران در ستون فقرات ایلیاک قدامی تحتانی و از طریق کشکک روی توبروزیته تیبیا قرار می‌گیرد، می‌توانید تعیین کنید که عضله باید با زانو و ران رابطه قدامی داشته باشد. با ترکیب این دانش با آگاهی از اینکه هر دو مفاصل قادر به انجام حرکات صفحه ساژیتال مانند خم شدن/اکستنشن هستند، می‌توانید تعیین کنید که وقتی رکتوس فموریس به‌طور متحدالمرکز منقبض می‌شود، باید باعث کشیده شدن زانو و خم شدن مفصل ران شود.

علاوه بر این، با علم به این که نیمه غشایی، نیمه غشایی، و عضله دوسر ران همگی از توبروزیته ایسکیال منشأ می گیرند و نیمه غشایی و نیمه غشایی قبل از قرار دادن روی استخوان درشت نی از زانو عبور می‌کنند، اما قبل از وارد کردن سر، استخوان ران از سمت خلفی زانو در قسمت انتهایی فیبولار عبور می‌کند. ممکن است تعیین کند که هر سه عضله دارای روابط خلفی با ران و زانو هستند، که آنها را قادر می‌سازد تا در صورت انقباض متحدالمرکز، اکستانسورهای لگن و خم کننده زانو باشند. دانش خاص مربوط به اتصالات دیستال آنها و توانایی چرخش زانو در هنگام خم شدن به شما این امکان را می دهد که تشخیص دهید نیمه تاندینوزوس و نیمه غشایی باعث چرخش داخلی می شوند، در حالی که عضله دو سر رانی باعث چرخش خارجی می‌شود. آگاهی از این که محورهای چرخش زانو فقط جلویی و عمودی است، اما ساژیتال نیست، به شما امکان می‌دهد تشخیص دهید که حتی اگر نیم‌تندیوزوس و نیمه غشایی دارای یک خط کشش خلفی و عضله دوسر ران دارای یک خط کشش خلفی جانبی هستند، آنها قادر به انجام این کار نیستند. به ترتیب باعث ایجاد اداکشن و ابداکشن زانو می‌شود.

همچنین می‌توانید این مفهوم را به صورت معکوس نیز اعمال کنید. به عنوان مثال، اگر تنها عمل عضله ای مانند براکیالیس خم شدن آرنج شناخته شود، باید بتوانید تعیین کنید که خط کشش آن باید جلوی مفصل باشد. علاوه بر این، می دانید که منشاء براکیالیس باید در جایی روی استخوان بازو قدامی باشد و محل قرار دادن آن باید در جایی روی اولنا قدامی باشد.

همه عوامل زیر و روابط آنها را در حین مطالعه حرکات بدن در نظر بگیرید تا درک کامل تری به دست آورید.

1. محل دقیق نقاط برجسته استخوانی که ماهیچه ها در قسمت های نزدیک و دیستال به آنها متصل می شوند و ارتباط آنها با مفاصل.

2. سطوح حرکتی که مفصل قادر به حرکت از طریق آنها است.

3. رابطه یا خط کشش ماهیچه نسبت به محورهای چرخش مفصل.

4. هنگامی که یک مفصل در یک محدوده حرکتی خاص حرکت می‌کند، توانایی خط کشش یک عضله خاص تغییر می‌کند و حتی باعث می‌شود که عضله عملکرد متفاوت یا مخالفی نسبت به موقعیت اصلی داشته باشد.

5. تأثیر بالقوه انقباض یا شل شدن نسبی سایر عضلات بر توانایی عضله خاص برای ایجاد حرکت.

6. تأثیر طول نسبی یک عضله بر توانایی آن در تولید نیرو (رجوع کنید به رابطه طول عضله – کشش، ص 60، و نارسایی فعال و غیرفعال، ص 65.)

7. تأثیر موقعیت سایر مفاصل بر توانایی یک عضله دو مفصلی یا چند مفصلی برای ایجاد نیرو یا اجازه افزایش طول (به عضلات تک مفصلی، دو مفصلی و چند مفصلی مراجعه کنید، ص 63.)

## کنترل عصبی حرکت ارادی

وقتی درباره فعالیت عضلانی صحبت می‌کنیم، باید آن را به عنوان فعالیت عصبی-عضلانی بیان کنیم، زیرا ماهیچه بدون عصب دهی عصبی نمی‌تواند فعال باشد. تمام حرکات ارادی نتیجه کار سیستم عضلانی و عصبی با هم است. تمام انقباضات

عضلانی در نتیجه تحریک سیستم عصبی رخ می دهد. در نهایت، هر فیبر عضلانی توسط یک نورون حرکتی جسمی عصب دهی می‌شود، که وقتی یک محرک مناسب ارائه شود، منجر به انقباض عضلانی می‌شود. بسته به عوامل مختلفی، این محرک ممکن است در اتصالات مختلف در سطوح مختلف سیستم عصبی مرکزی (CNS) پردازش شود. CNS، برای اهداف این بحث، ممکن است به پنج سطح کنترل تقسیم شود. این سطوح به ترتیب از عمومی‌ترین سطح کنترل و بالاترین موقعیت تا خاص‌ترین سطح کنترل و پایین‌ترین سطح قرار دارند، این سطوح عبارتند از: قشر مخ، عقده‌های بازال، مخچه، ساقه مغز و نخاع.

قشر مغز، بالاترین سطح کنترل، ایجاد حرکت ارادی را به عنوان فعالیت عضلانی کل فراهم می‌کند، اما نه به عنوان فعالیت عضلانی خاص. محرک‌های حسی از بدن نیز در اینجا، تا حدی، برای تعیین پاسخ‌های مورد نیاز تفسیر می‌شوند.

در سطح بعدی، عقده های قاعده ای حفظ وضعیت ها و تعادل و حرکات آموخته شده مانند رانندگی با ماشین را کنترل می‌کنند. یکپارچگی حسی برای تعادل و فعالیت های ریتمیک در اینجا کنترل می‌شود.

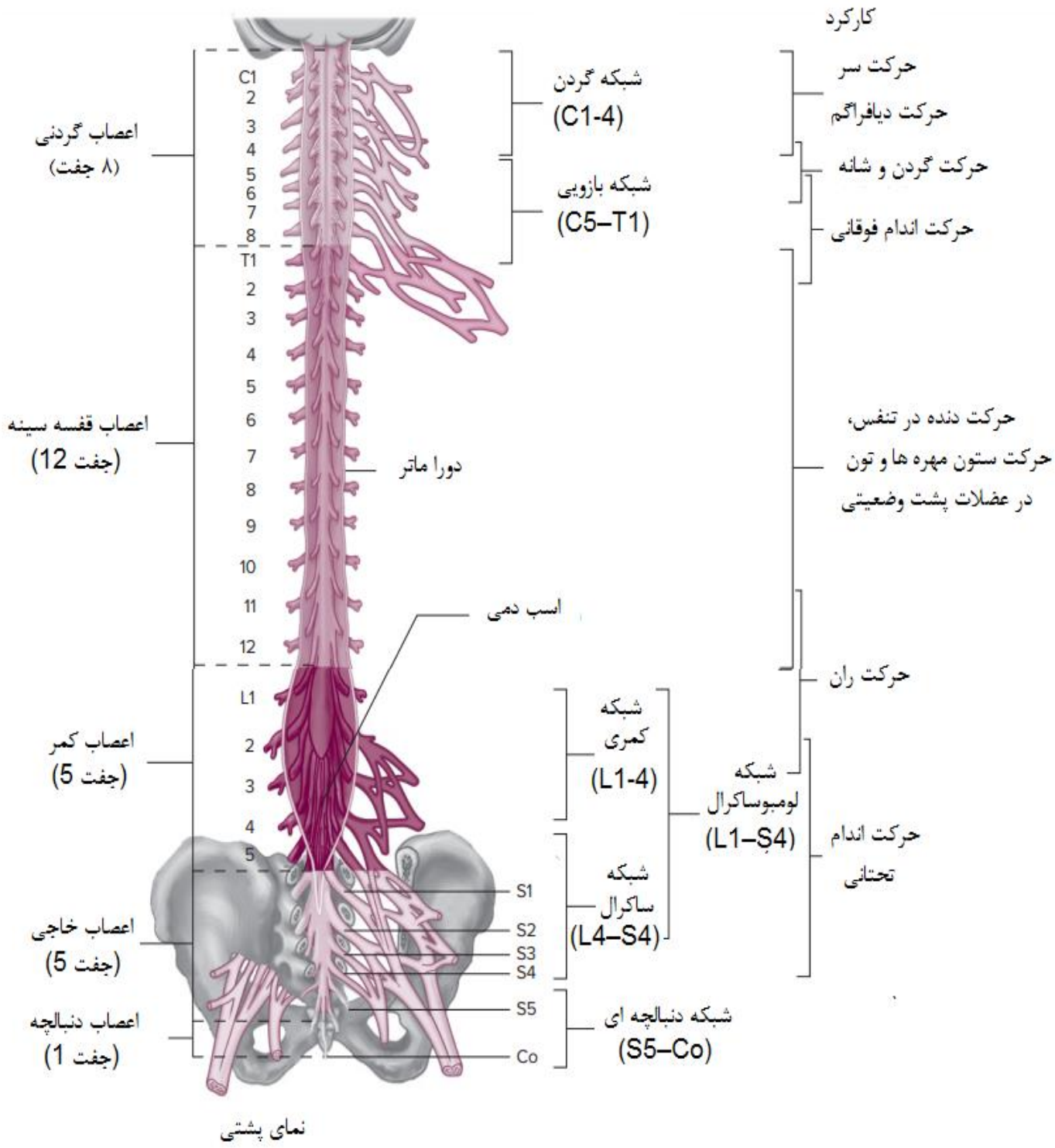
مخچه یک ادغام کننده اصلی تکانه های حسی است و بازخوردی را نسبت به حرکت ارائه می دهد. زمان و شدت فعالیت عضلانی را کنترل می‌کند تا به اصلاح حرکات کمک کند.

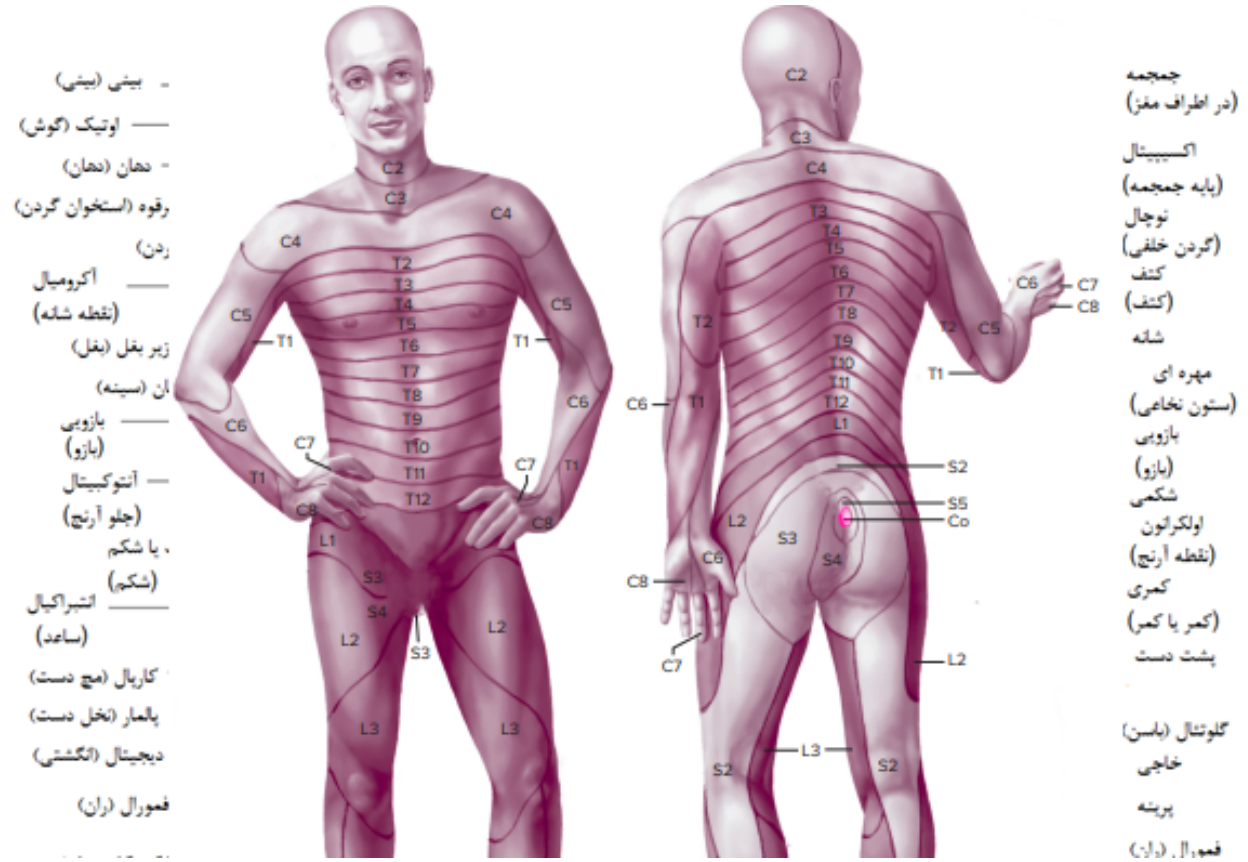
سپس، ساقه مغز تمام فعالیت های سیستم عصبی مرکزی را از طریق تحریک و مهار اعمال و عملکردهای عصبی-عضلانی مورد نظر در برانگیختگی یا حفظ حالت بیداری یکپارچه می‌کند.

در نهایت، نخاع مسیر مشترک بین CNS و سیستم عصبی محیطی (PNS) است که شامل تمام اعصاب باقیمانده در سراسر بدن است. این خاص ترین کنترل را دارد و رفلکس های مختلف ساده و پیچیده نخاعی و همچنین فعالیت گانگلیون های قشر مغز و قاعده ای را ادغام می‌کند.

از نظر عملکردی، PNS را می‌توان به بخش های حسی و حرکتی تقسیم کرد. اعصاب حسی یا آوران تکانه‌هایی را از گیرنده‌های پوست، مفاصل، ماهیچه‌ها و سایر جنبه‌های محیطی بدن به CNS می‌آورند، در حالی که اعصاب حرکتی یا وابران تکانه‌ها را به نواحی بیرونی بدن منتقل می‌کنند.

اعصاب نخاعی، که در شکل 2.6 نشان داده شده است، هم عملکرد حرکتی و هم حسی را برای بخش‌های مربوطه از بدن خود ارائه می‌کنند و برای مکان‌هایی که از ستون مهره‌ها خارج می‌شوند نامگذاری شده‌اند. از هر طرف ستون فقرات 8 عصب گردنی، 12 عصب سینه ای، 5 عصب کمری، 5 عصب خاجی و 1 عصب دنبالچه وجود دارد. اعصاب گردنی 1 تا 4 شبکه گردنی را تشکیل می دهند که به طور کلی مسئول احساس از قسمت بالای شانه ها تا پشت سر و جلوی گردن است. شبکه گردنی عصب حرکتی را برای چندین ماهیچه گردن تامین می‌کند. اعصاب گردنی 5 تا 8، همراه با عصب سینه ای 1، شبکه بازویی را تشکیل می دهند که عملکرد حرکتی و حسی اندام فوقانی و بیشتر کتف را تامین می‌کند. اعصاب قفسه سینه 2 تا 12 مستقیماً به مکان های آناتومیک خاصی در قفسه سینه می روند. تمام اعصاب کمری، خاجی و دنبالچه، شبکه لومبوساکرال را تشکیل می‌دهند که حس و عملکرد حرکتی تنه تحتانی و کل اندام تحتانی و پرینه را تامین می‌کند.


کارکرد
حرکت سر
حرکت دیافراگم
حرکت گردن و شانه
حرکت اندام فوقانی
حرکت دنده در تنفس،
حرکت ستون مهره ها و تون
در عضلات پشت وضعیتی
حرکت ران
حرکت اندام
تحتانی
شبکه
لومبوساکرال
(L1–S4)
شبکه گردن
(C1-4)
شبکه بازویی
(C5–T1)
شبکه
کمری
(L1-4)
شبکه
ساکرال
(L4–S4)
شبکه دنبالچه ای
(S5–Co)
اعصاب گردنی
(۸ جفت)
اعصاب قفسه سینه
(جفت 12)
اعصاب کمر
(جفت 5)
اعصاب خاجی
(جفت 5)
اعصاب دنبالچه
(جفت 1)
C1
2
3
4
5
6
7
8
T1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
L1
2
3
4
5
S1
S2
S3
S4
S5
Co
دورا ماتر
اسب دمی
نمای پشتی

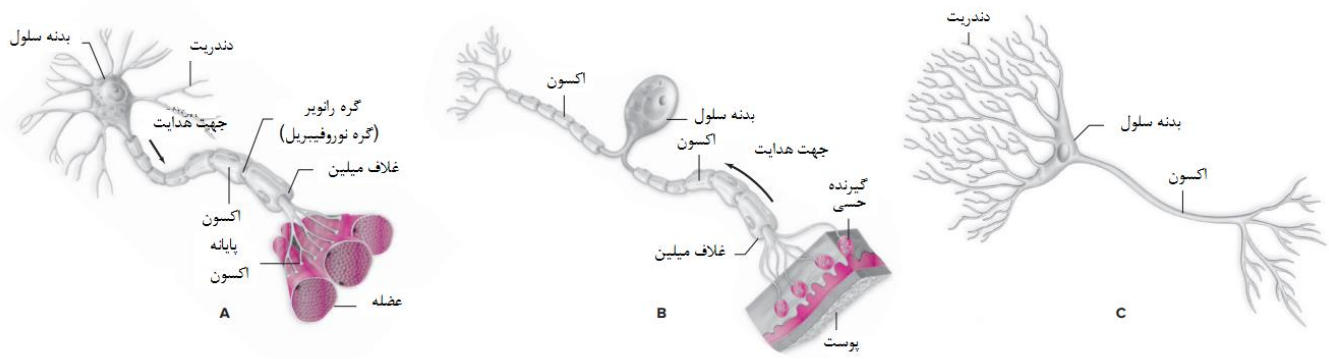



شکل. 2.7 • نقشه اعصاب نخاعی و شبکه و درماتومال. الف، اعصاب و عملکرد طناب نخاعی (مناطق دارای کد رنگی). نامگذاری منطقه ای و شماره اعصاب نخاعی در سمت چپ نشان داده شده است. شبکه های تشکیل شده توسط اعصاب نخاعی و عملکرد هر دو در سمت راست نشان داده شده اند. B، حروف و اعداد نشان دهنده اعصاب نخاعی هستند که یک ناحیه معین را عصب دهی می‌کنند.

یکی از جنبه های عملکرد حسی اعصاب نخاعی ارائه بازخورد به CNS در مورد احساس پوست است. ناحیه مشخصی از پوست که توسط یک عصب نخاعی خاص تامین می‌شود به عنوان درماتوم شناخته می‌شود (شکل 2.7). با توجه به عملکرد حرکتی اعصاب نخاعی، میوتوم به عنوان عضله یا گروهی از ماهیچه ها تعریف می‌شود که توسط یک عصب نخاعی خاص تامین می‌شود. برخی اعصاب نخاعی نیز مسئول رفلکس ها هستند. جدول 2.3 عملکردهای خاص عصب نخاعی را خلاصه می‌کند.

واحدهای عملکردی اساسی سیستم عصبی که مسئول تولید و انتقال تکانه ها هستند برجستگیول های عصبی هستند که به عنوان نورون شناخته می شوند. نورون ها از یک جسم برجستگیولی نورونی تشکیل شده اند. یک یا چند برجستگی انشعاب به نام دندریت که تکانه ها را به نورون و بدن برجستگیولی منتقل می‌کند. و یک آکسون، یک برآمدگی دراز که

تکانه ها را از بدن برجستگیول های عصبی منتقل می‌کند. همانطور که در شکل 2.8 نشان داده شده است، نورون ها بر اساس جهتی که در آن تکانه ها را منتقل می‌کنند، به سه نوع طبقه بندی می شوند. نورون های حسی تکانه ها را از تمام قسمت های بدن به نخاع و مغز منتقل می‌کنند، در حالی که نورون های حرکتی تکانه ها را از مغز و نخاع به بافت عضلانی و غده ای منتقل می‌کنند. اینترنورون ها نورون های مرکزی یا اتصال دهنده ای هستند که تکانه ها را از نورون های حسی به نورون های حرکتی هدایت می‌کنند.




شکل. 2.8 • آناتومی نورون. الف، نورون حرکتی. به دندریت های منشعب و تک آکسون بلند توجه کنید که فقط نزدیک نوک آن منشعب می‌شود. B، نورون حسی با ساختارهای دندریتی که از انتهای محیطی آکسون بیرون می زند. C، اینترنورون (از قشر مخچه) با دندریت های بسیار شاخه دار.

## حس عمقی و حرکت حرکتی

انجام فعالیت های مختلف به طور قابل توجهی به بازخورد عصبی از بدن بستگی دارد. خیلی ساده، ما از حواس مختلف برای تعیین پاسخ به محیط خود استفاده می‌کنیم، مانند زمانی که از بینایی استفاده می‌کنیم تا بدانیم چه زمانی دست خود را برای گرفتن توپ مگس بلند کنیم. ما با حواس بویایی، لامسه، بینایی، شنوایی و چشایی آشنا هستیم. ما همچنین از سایر احساسات مانند درد، فشار، گرما و سرما آگاه هستیم، اما اغلب بازخورد حسی ارائه شده توسط گیرنده های عمقی در طول فعالیت عصبی-عضلانی را بدیهی می دانیم. گیرنده‌های عمقی گیرنده‌های داخلی هستند که در پوست، مفاصل، ماهیچه‌ها و تاندون‌ها قرار دارند و نسبت به کشش، طول و حالت انقباض عضله، موقعیت بدن و اندام‌ها و حرکات مفاصل بازخورد ارائه می‌کنند. این گیرنده های عمقی در ترکیب با سایر اندام های حسی بدن در حرکت حرکتی، آگاهی آگاهانه از

موقعیت و حرکت بدن در فضا حیاتی هستند. به عنوان مثال، اگر روی یک پا بایستید و زانوی دیگر خم شده باشد، لازم نیست به پای غیر تحمل کننده وزن خود نگاه کنید تا از تعداد تقریبی اتصالاتی که ممکن است آن را خم کنید، بدانید.

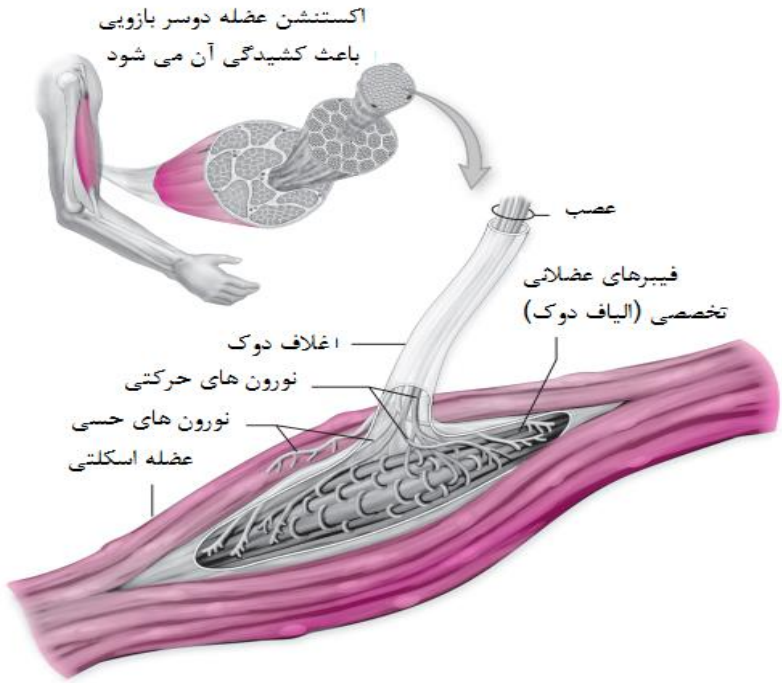
گیرنده های عمقی داخل و اطراف زانو اطلاعاتی را ارائه می دهند تا شما از نظر حرکتی از وضعیت زانو خود آگاه باشید. دوک‌های عضلانی و اندام‌های تاندون گلژی (GTO) گیرنده‌های عمقی مخصوص ماهیچه‌ها هستند، در حالی که برجستگیول‌های میسنر، اجسام روفینی، هسته‌های پاکینین و حباب‌های انتهایی کراوز گیرنده‌های عمقی مختص مفاصل و پوست هستند.

در حالی که حرکت حرکتی به آگاهی آگاهانه از موقعیت بدن مربوط می‌شود، حس عمقی مکانیسم ناخودآگاهی است که بدن به وسیله آن می‌تواند وضعیت و حرکت را با پاسخ به محرک هایی که در گیرنده های عمقی تعبیه شده در مفاصل، تاندون ها، ماهیچه ها و گوش داخلی منشا می گیرند، تنظیم کند. وقتی به طور غیرمنتظره ای روی یک سطح ناهموار یا ناپایدار قدم می گذاریم، اگر حس عمقی خوبی داشته باشیم، عضلات داخل و اطراف اندام تحتانی ما ممکن است خیلی سریع با انقباض مناسب برای جلوگیری از افتادن یا آسیب واکنش نشان دهند. این پاسخ محافظتی بدن بدون اینکه زمان لازم برای تصمیم گیری آگاهانه در مورد نحوه واکنش را داشته باشیم، رخ می دهد.

دوک های عضلانی (شکل 2.9) که عمدتاً در شکم عضلانی بین رشته ها متمرکز شده اند، به کشش و سرعت کشش حساس هستند. به طور خاص، آنها به بافت همبند درون عضله وارد می شوند و به موازات فیبرهای عضلانی حرکت می‌کنند. تعداد دوک ها در یک عضله خاص بسته به سطح کنترل مورد نیاز برای ناحیه متفاوت است. در نتیجه، غلظت دوک های عضلانی در دست ها بسیار بیشتر از ران است.

هنگامی که کشش سریع رخ می دهد، یک ضربه به CNS ارسال می‌شود. سپس CNS نورون های حرکتی عضله را فعال کرده و باعث انقباض آن می‌شود. همه عضلات دارای این رفلکس میوتاتیک یا کششی هستند، اما این رفلکس در عضلات بازکننده اندام ها قابل توجه است. تکان دادن زانو یا رفلکس تاندون کشکک یک مثال است، همانطور که در شکل 2.10 نشان داده شده است. هنگامی که چکش رفلکس به تاندون کشکک ضربه می زند، باعث کشش سریع واحد عضلانی و

تاندینوس چهار سر ران می‌شود. در پاسخ، عضله چهار سر ران شلیک می‌کند و زانو کشیده می‌شود. تا حدی، هرچه ضربه ناگهانی چکش بیشتر باشد، انقباض انعکاسی بیشتر است. مثال عملی تری در حفظ وضعیت بدن دیده می‌شود، مانند زمانی که دانش آموز در کلاس شروع به چرت زدن می‌کند. هنگامی که سر شروع به تکان دادن سر به سمت جلو می‌کند، کشش ناگهانی روی اکستانسورهای گردن قرار می گیرد که دوک های عضلانی را فعال می‌کند و در نهایت منجر به تکان ناگهانی برگشتن به حالت کشیده می‌شود.

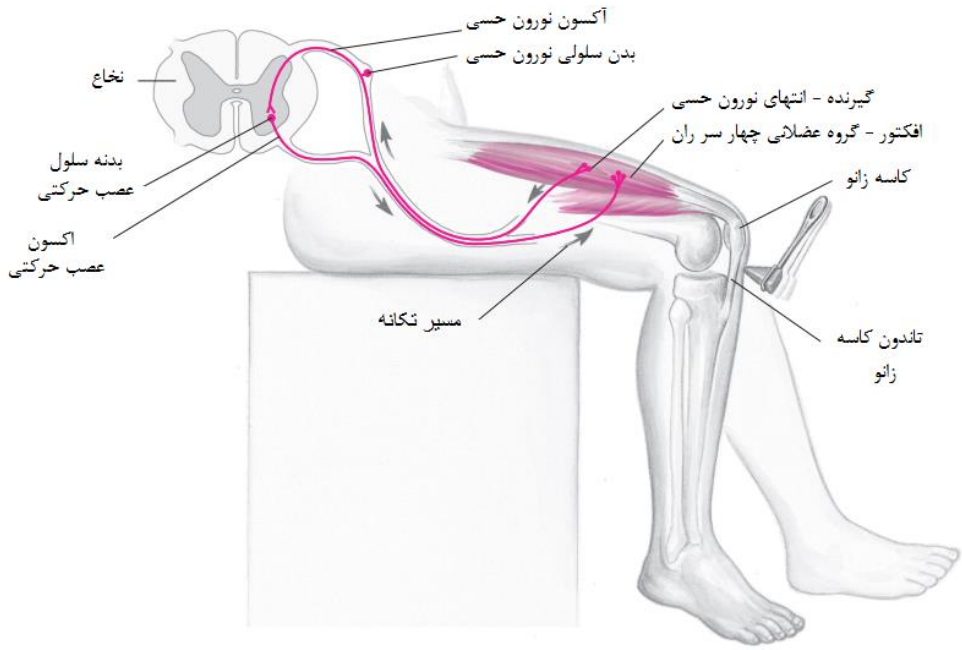



شکل. 2.9 • دوک های عضلانی.

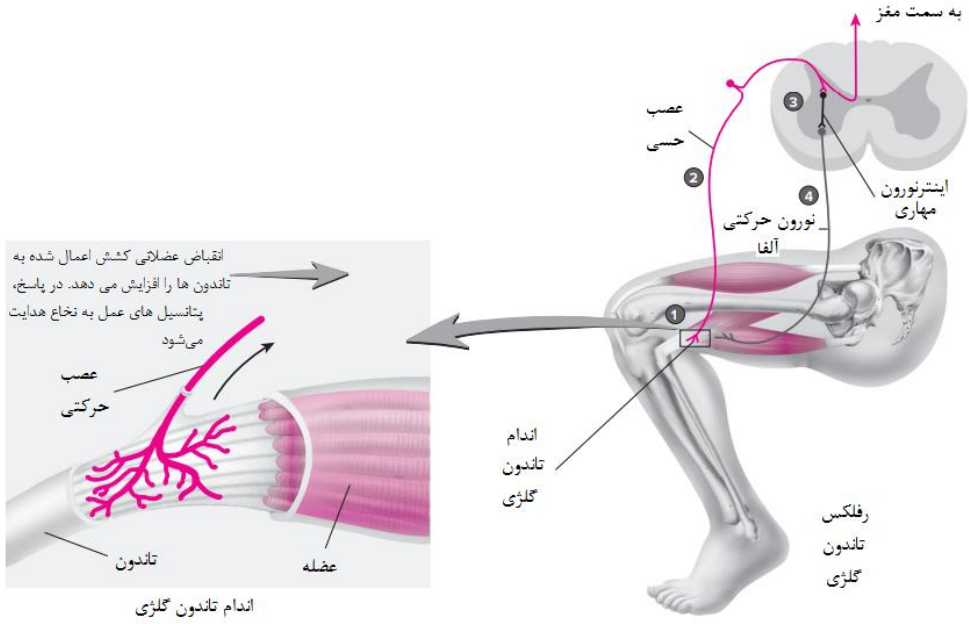
رفلکس کششی ارائه شده توسط دوک عضلانی ممکن است برای تسهیل پاسخ بیشتر استفاده شود، مانند اسکات سریع و کوتاه قبل از اقدام به پرش. کشش سریعی که روی ماهیچه‌ها در اسکات قرار می‌گیرد، همین عضلات را قادر می‌سازد تا در پرش بعدی از روی زمین، نیروی بیشتری تولید کنند.

اندام های تاندون گلژی (شکل 2.11)، که به صورت سریالی در تاندون نزدیک به محل اتصال عضله به تاندون قرار دارند، به طور مداوم به تنش عضلانی و انقباض فعال حساس هستند. حساسیت GTO به کشش بسیار کمتر از دوک عضلانی

است و برای فعال شدن نیاز به کشش بیشتری دارد. تنش در تاندون ها و در نتیجه در GTO با انقباض عضله افزایش می یابد که به نوبه خود GTO را فعال می‌کند. وقتی به آستانه کشش GTO رسید، یک تکانه به CNS فرستاده می‌شود که به نوبه خود باعث شل شدن عضله و تسهیل فعال شدن آنتاگونیست ها به عنوان یک مکانیسم محافظ می‌شود. یعنی GTO از طریق این رفلکس کششی معکوس، ما را از انقباض بیش از حد محافظت می‌کند و باعث می‌شود ماهیچه ای که تامین می‌کند شل شود. به عنوان مثال، هنگامی که یک وزنه بردار مقاومت بسیار سنگینی را در حلقه دوسر بازو انجام می دهد و به نقطه اضافه بار می رسد، GTO فعال می‌شود، عضله دوسر ناگهان شل می‌شود و عضله سه سر بازویی منقبض می‌شود. به همین دلیل به نظر می رسد که بلندکننده وزنه را پایین می اندازد.




شکل. 2.10 • تکان خوردن زانو، یا رفلکس تاندون کشکک. ضربه ناگهانی به تاندون کشکک باعث کشش سریع عضله چهار سر ران می‌شود که دوک عضلانی را فعال می‌کند. اطلاعات مربوط به کشش از طریق آکسون نورون حسی به نخاع فرستاده می‌شود، جایی که با یک نورون حرکتی سیناپس می‌شود که به نوبه خود از طریق آکسون خود پاسخ حرکتی را برای انقباض عضله چهار سر ران حمل می‌کند.




شکل. 2.11 • ارگان تاندون گلژی. اندام های تاندون گلژی به صورت سری با عضله قرار گرفته اند و به عنوان "مانیتور تنش" عمل می‌کنند که به عنوان یک وسیله محافظ برای عضله عمل می‌کنند.

برجستگیول‌های پاسینین که در اطراف کپسول‌های مفصلی، رباط‌ها و غلاف‌های تاندون و زیر پوست متمرکز شده‌اند، با تغییرات سریع در زاویه مفصل و تغییرات فشاری که بر کپسول تأثیر می‌گذارد، فعال می‌شوند. این فعال سازی فقط مختصر طول می کشد و در تشخیص فشار ثابت موثر نیست. اجسام پاچینی در ارائه بازخورد در مورد مکان بخشی از بدن در فضا به دنبال حرکات سریع مانند دویدن یا پریدن مفید هستند.

برجستگیول های روفینی که در لایه های عمیق پوست و کپسول مفصلی قرار دارند، با حرکات شدید و ناگهانی مفصل و همچنین با تغییرات فشار فعال می شوند. در مقایسه با اجسام پاچینی، واکنش آنها به تغییرات فشار کندتر رشد می‌کند، اما فعال شدن آنها تا زمانی که فشار حفظ می‌شود ادامه می یابد. آنها برای تشخیص حتی تغییرات جزئی موقعیت مفصل و ارائه اطلاعات در مورد زاویه دقیق مفصل ضروری هستند.

برجستگیول های مایسنر و پیازهای انتهایی کراوز در پوست و در بافت های زیر جلدی قرار دارند. آنها در دریافت محرک از لمس مهم هستند، اما آنها چندان مرتبط با بحث ما در مورد حرکت حرکتی نیستند. برای مقایسه بیشتر گیرنده های حسی به جدول 2.4 مراجعه کنید.

کیفیت حرکت و نحوه واکنش ما به تغییر موقعیت به طور قابل توجهی به بازخورد حس عمقی از عضلات و مفاصل بستگی دارد. مانند سایر عوامل دخیل در حرکت بدن، حس عمقی ممکن است از طریق تمرین خاصی که از گیرنده های عمقی به میزان بالایی استفاده می‌کند، مانند فعالیت های تعادلی و عملکردی، تقویت شود. تلاش برای حفظ تعادل روی یک پا، ابتدا با چشمان باز روی یک سطح صاف، ممکن است به عنوان یک فعالیت اولیه حس عمقی سطح پایین عمل کند، که در نهایت ممکن است به سطح بسیار بالاتری مانند برقراری تعادل روی یک سطح ناهموار و ناپایدار پیشرفت کند. چشمان بسته فعالیت‌های آموزشی حس عمقی اضافی متعددی وجود دارد که تنها با تخیل و سطح حس عمقی محدود می‌شوند.

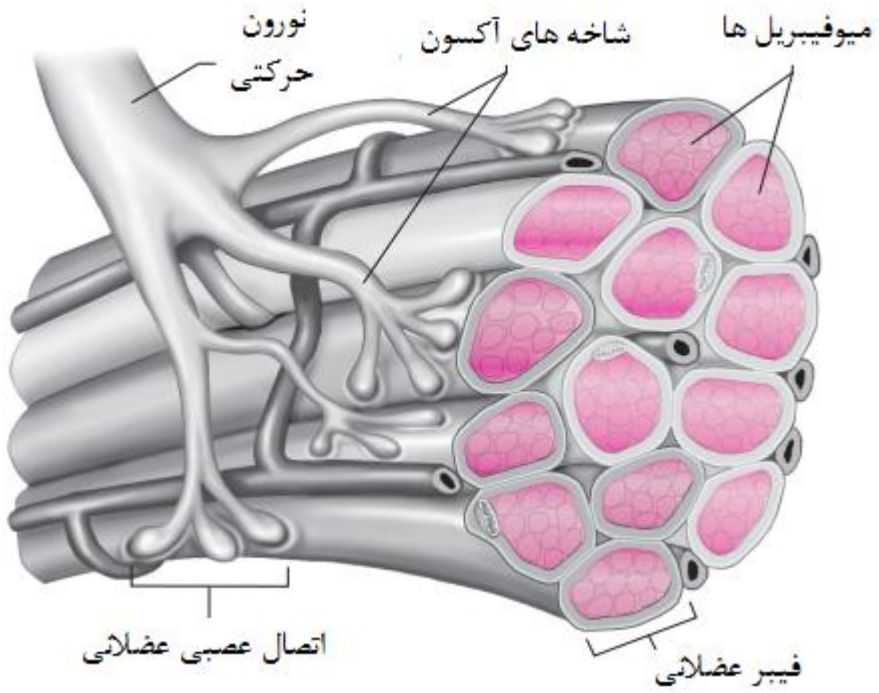
جدول 2.4 • گیرنده های حسی

| گیرنده‌ها | حساسیت | موقعیت | پاسخ |
|---|---|---|---|
| دوک های عضلانی | حس عضلانی ناخودآگاه، طول عضله تغییر می‌کند | در ماهیچه های اسکلتی در بین رشته های عضلانی به موازات فیبرها | شروع انقباض سریع عضلات کشیده شده<br>از رشد تنش در عضلات متضاد جلوگیری می‌کند |
| اندام های تاندون گلژی | حس عضلانی ناخودآگاه، تنش عضلانی تغییر می‌کند | در تاندون ها، نزدیک محل اتصال عضله به تاندون به صورت سری با فیبرهای عضلانی | مانع از رشد تنش در عضلات کشیده می‌شود<br>ایجاد تنش در عضلات آنتاگونیست |
| اجسام پاسینین | تغییرات سریع در زوایای مفصل، فشار، ارتعاش | بافت های زیر جلدی، زیر مخاطی و زیر سروز اطراف مفاصل و اندام های تنابرجستگیی خارجی، غدد پستانی | پس از انجام حرکات سریع، بازخوردی را در مورد مکان بخشی از بدن در فضا ارائه دهید |
| جسدهای روفینی | حرکات مفاصل قوی و ناگهانی، لمس، فشار | پوست و بافت زیر جلدی انگشتان، رشته های کلاژنی کپسول مفصلی | در مورد زاویه مفصل مفصل بازخورد ارائه دهید |
| بدن مایسنر | ، لرزشBلمس خو | در پوست | ارائه بازخورد در مورد لمس، تبعیض دو نقطه |

| | | | |
|---|---|---|---|
| غدد های انتهایی کراوس | لمس، تغییر حرارتی | پوست، بافت زیر جلدی، مخاط لب و پلک، دستگاه تنابرجستگیی خارجی | در مورد لمس بازخورد ارائه دهید |

## مفاهیم عصبی عضلانی

واحدهای حرکتی و اصل همه یا هیچ هر برجستگیول عضلانی به یک نورون حرکتی در محل اتصال عصبی عضلانی متصل است. یک واحد حرکتی، که در شکل 2.12 نشان داده شده است، از یک نورون حرکتی منفرد و تمام رشته های عضلانی که آن را عصب دهی می‌کند، تشکیل شده است. واحدهای حرکتی به عنوان یک واحد عمل می‌کنند. هنگامی که یک عضله خاص منقبض می‌شود، انقباض در واقع در سطح فیبر عضلانی در یک واحد حرکتی خاص رخ می دهد. در یک انقباض عضلانی معمولی، تعداد واحدهای حرکتی پاسخ‌دهنده و در نتیجه تعداد فیبرهای عضلانی منقبض شده در عضله ممکن است به طور قابل توجهی متفاوت باشد، از نسبتاً کم تا تقریباً تمام فیبرهای عضلانی، بسته به تعداد فیبرهای عضلانی در هر واحد حرکتی فعال شده. و تعداد واحدهای حرکتی فعال شده (شکل 2.13). صرف نظر از تعداد درگیر، فیبرهای عضلانی منفرد در یک واحد حرکتی معین شلیک و منقبض می شوند یا حداکثر یا اصلاً منقبض نمی شوند. از این به عنوان اصل همه یا هیچ یاد می‌شود.



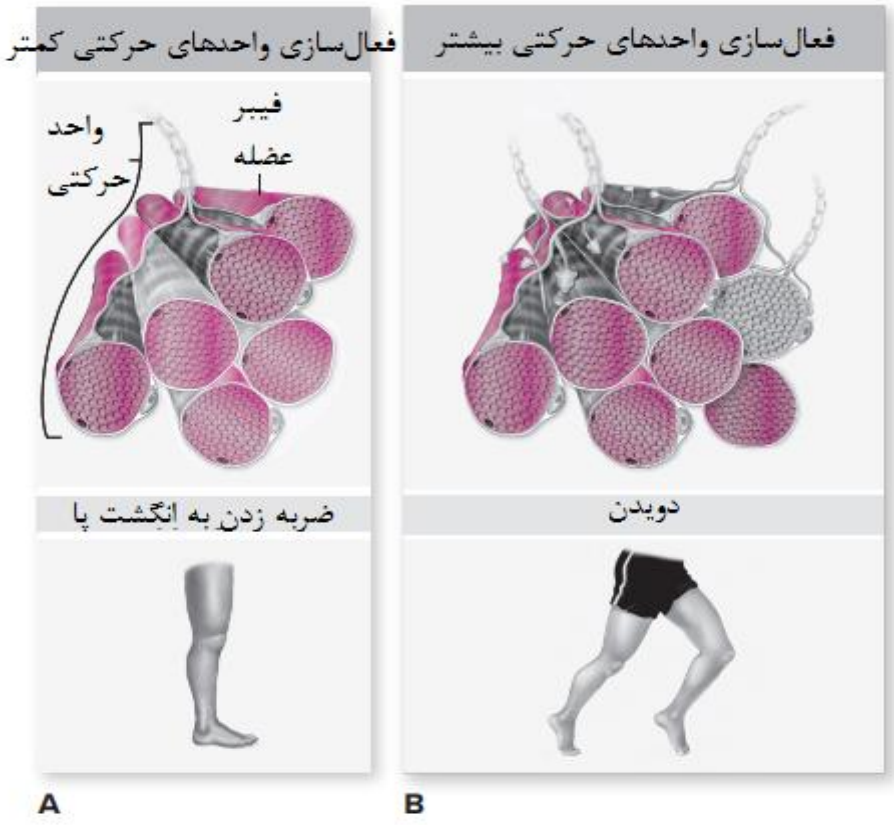

شکل. 2.12 • واحد حرکتی. یک واحد حرکتی از یک نورون حرکتی منفرد تشکیل شده است و تمام رشته های عضلانی شاخه های آن عصب دهی می‌کنند.

## نوع فیبر عضلانی

اکثراً موافقند که انسان‌ها سه نوع فیبر عضلانی دارند - دو زیرگروه فیبرهای سریع که به‌عنوان نوع IIa و نوع IIb شناخته می‌شوند (که اخیراً به عنوان نوع IIx شناخته می‌شود) و یک فیبر کند که به نام نوع I شناخته می‌شود. فیبرهای سریع می‌توانند نیروهای بیشتری تولید کنند. سرعت کوتاه شدن بیشتر اما خستگی سریعتر از الیاف کند. فیبرهای عضلانی آهسته مقاومت بیشتری در برابر خستگی دارند، اما عموماً کشش کمتری نسبت به فیبرهای تند ایجاد می‌کنند.

## عوامل موثر بر رشد تنش عضلانی

تفاوت بین انقباض عضلانی خاص برای برداشتن حداقل مقاومت و همان انقباض عضله برای بلند کردن حداکثر مقاومت در تعداد فیبرهای عضلانی جذب شده نهفته است. تعداد فیبرهای عضلانی جذب شده ممکن است با فعال کردن واحدهای حرکتی حاوی تعداد بیشتری فیبر عضلانی، با فعال کردن واحدهای حرکتی بیشتر، یا با افزایش فرکانس فعال سازی واحد حرکتی افزایش یابد. تعداد فیبرهای عضلانی در هر واحد حرکتی به طور قابل توجهی از کمتر از 10 در ماهیچه هایی که نیاز به پاسخ بسیار دقیق و دقیق دارند، مانند عضلات چشم، تا چند هزار تا در گروه های عضلانی بزرگ، مانند عضلات چهارسر ران، متغیر است. انجام فعالیت های پیچیده کمتر.




شکل. 2.13 • تعداد و اندازه واحدهای حرکتی. A، انقباضات دقیق عضلانی به واحدهای حرکتی کوچکتری نیاز دارند. B، حرکات عضلانی بزرگ نیاز به واحدهای حرکتی بزرگتری دارد.

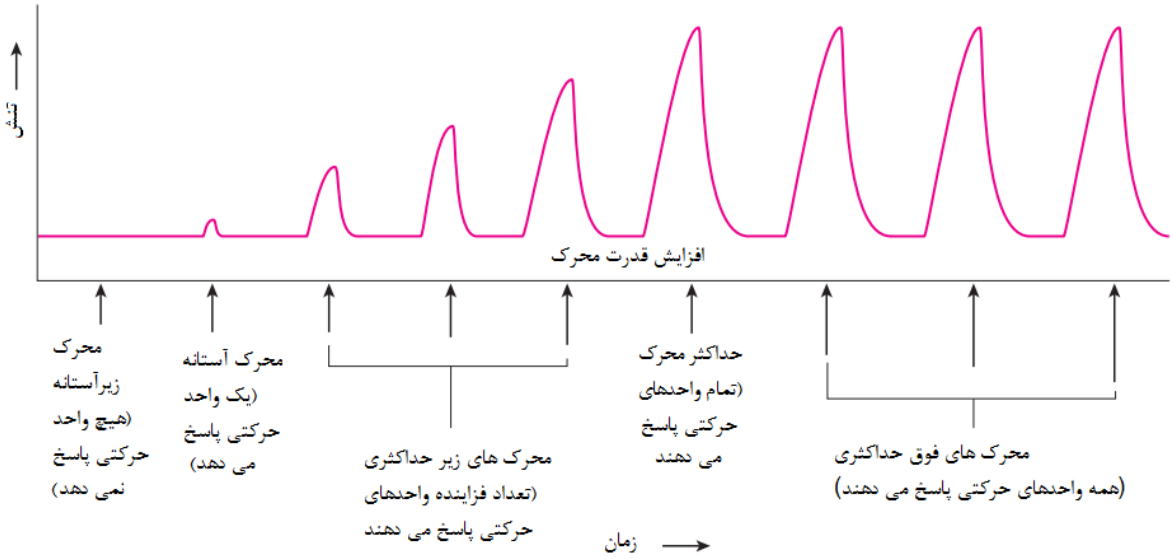
علاوه بر این، استخدام واحدهای حرکتی حاوی فیبرهای عضلانی سریع در ایجاد تنش بیشتر مفید است. در نهایت، استفاده از فیبرهای عضلانی که در طول بهینه هستند می‌تواند به ایجاد تنش عضلانی بیشتر کمک کند. رشد تنش در فیبرهای عضلانی که تا حدود 60 درصد طول استراحت آنها کوتاه شده است به حداقل می رسد و فیبرهای عضلانی که بیش از 130 درصد طول استراحت آنها کشیده شده اند به طور قابل توجهی در قابلیت توسعه تنش آنها به خطر می افتد. (رجوع کنید به رابطه طول عضله – تنش، ص 60.)

برای انقباض فیبرهای عضلانی در یک واحد حرکتی خاص، واحد حرکتی ابتدا باید یک محرک را از طریق یک سیگنال الکتریکی به نام پتانسیل عمل از مغز و نخاع از طریق آکسون دریافت کند. اگر محرک به اندازه کافی قوی نباشد که پتانسیل عمل ایجاد کند، به عنوان یک محرک زیرآستانه شناخته می‌شود و منجر به انقباض نمی‌شود. هنگامی که محرک به اندازه کافی قوی می‌شود که پتانسیل عمل را در یک آکسون واحد حرکتی تولید کند، به عنوان محرک آستانه شناخته می‌شود و تمام رشته های عضلانی در واحد حرکتی منقبض می شوند. محرک هایی که تا حد تولید پتانسیل عمل در واحدهای حرکتی اضافی قوی تر هستند به عنوان محرک های زیر حداکثری شناخته می شوند. برای اینکه پتانسیل عمل در تمام واحدهای حرکتی یک عضله خاص تولید شود، یک محرک حداکثر لازم است. با افزایش قدرت محرک از آستانه به حداکثر، واحدهای حرکتی بیشتری به کار گرفته می شوند و نیروی کلی انقباض عضلانی به صورت درجه بندی شده افزایش می یابد. افزایش محرک بیش از حداکثر تأثیری ندارد. اثر افزایش تعداد واحدهای حرکتی فعال شده در شکل 2.14 به تفصیل آمده است.

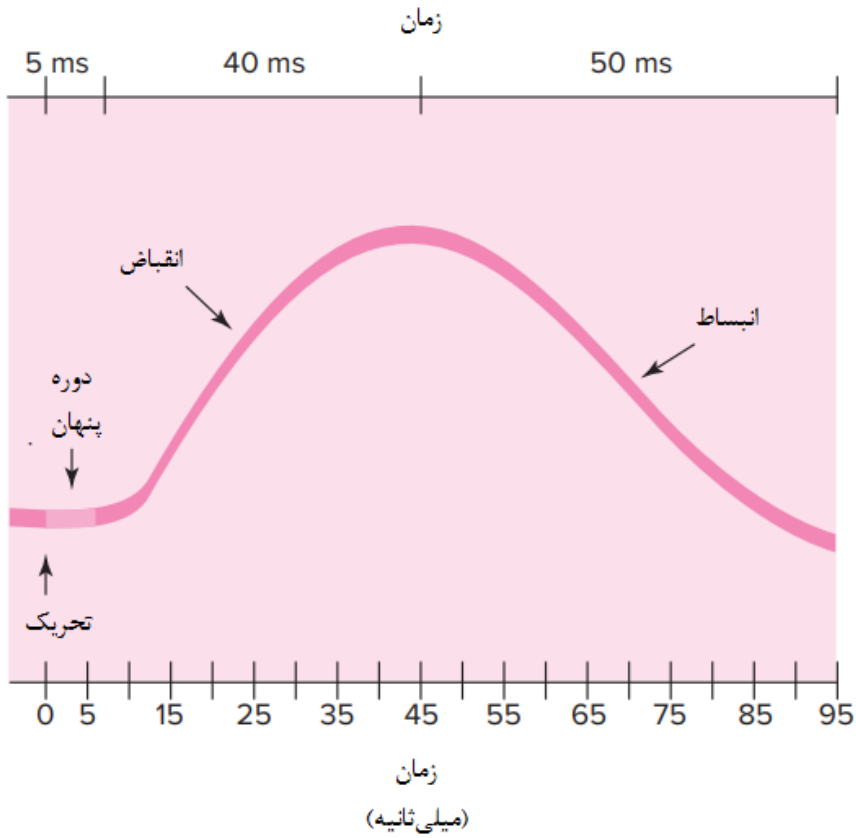
نیروهای انقباض بیشتری نیز ممکن است با افزایش فرکانس فعال سازی واحد حرکتی به دست آید. برای ساده‌سازی مراحل یک انقباض یا انقباض فیبر عضلانی، یک محرک ارائه می‌شود و پس از آن یک دوره نهفته کوتاه چند میلی‌ثانیه‌ای دنبال می‌شود. سپس مرحله دوم که به عنوان مرحله انقباض شناخته می‌شود شروع می‌شود و فیبر عضلانی شروع به کوتاه شدن می‌کند. مرحله انقباض حدود 40 میلی ثانیه طول می کشد و پس از آن مرحله آرام سازی که تقریبا 50 میلی ثانیه طول می کشد. این دنباله در شکل 2.15 نشان داده شده است. هنگامی که محرک های متوالی قبل از اتمام مرحله آرام سازی اولین انقباض ارائه می‌شود، انقباضات بعدی با اولین انقباض ایجاد می‌شود. این مجموع انقباضات کشش بیشتری نسبت به

یک انقباض منفرد ایجاد می‌کند. با افزایش فرکانس محرک‌ها، مجموع حاصل افزایش می‌یابد و کشش کل عضلانی به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یابد. اگر محرک‌ها با فرکانس کافی ارائه شوند که هیچ آرامشی بین انقباضات ایجاد نشود، تشنج ایجاد می‌شود. شکل 2.16 اثر افزایش سرعت تحریک برای افزایش تنش عضلانی را نشان می دهد.

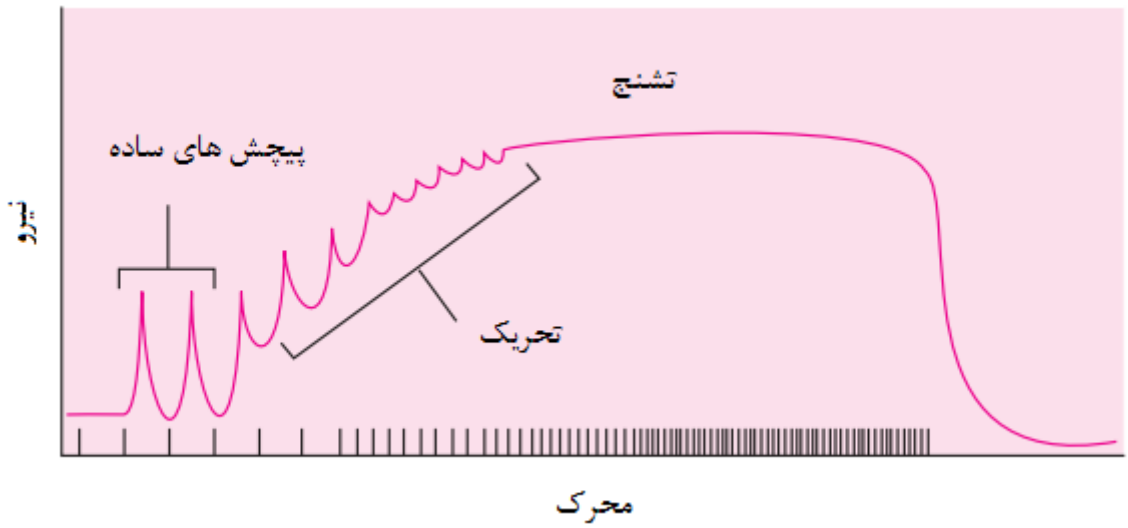
ترپه، یکی دیگر از پدیده‌های انقباض عضلانی، زمانی اتفاق می‌افتد که محرک‌های حداکثری متعددی با فرکانس کافی برای عضله استراحت داده می‌شود تا آرامش کامل بین انقباضات فراهم شود. کشش کمی بیشتر توسط محرک دوم نسبت به محرک اول ایجاد می‌شود. محرک سوم حتی تنش بیشتری نسبت به دوم ایجاد می‌کند. این اثر پلکانی، که در شکل 2.17 نشان داده شده است، تنها با چند محرک اول رخ می دهد، با انقباضات حاصل پس از انقباضات اولیه که منجر به ایجاد کشش مساوی می‌شود.




شکل. 2.14 • دستیابی به محرک آستانه و تأثیر بر افزایش تنش جذب واحدهای حرکتی بیشتر. اگر محرک به آستانه نرسد، پاسخ واحد حرکتی وجود ندارد. با افزایش قدرت محرک، واحدهای حرکتی بیشتری به کار گرفته می شوند تا در نهایت تمام واحدهای حرکتی به کار گرفته شوند و حداکثر تنش عضله ایجاد شود. افزایش قدرت محرک بیش از این نقطه هیچ تاثیری ندارد.



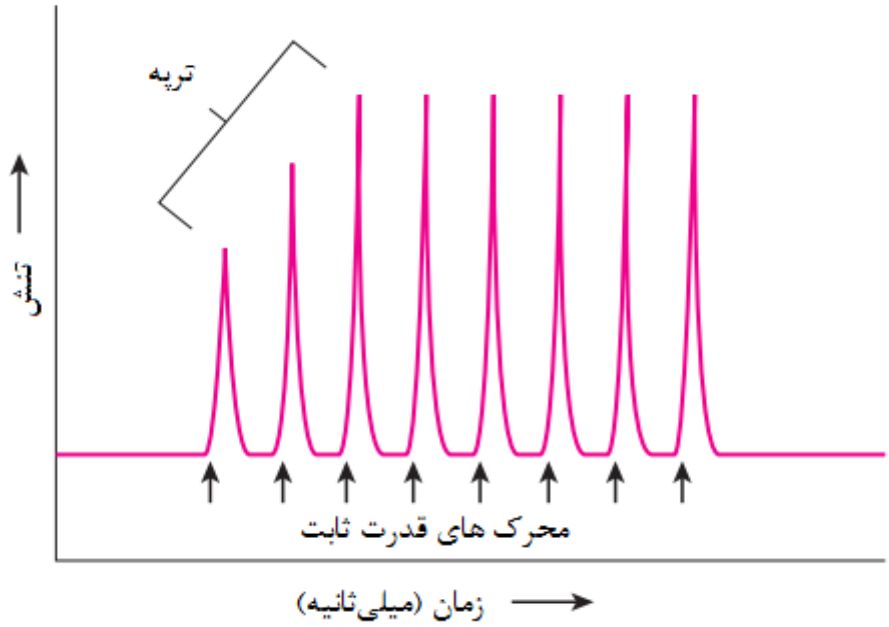

شکل. 2.15 • ضبط یک کشش ساده. به سه دوره زمانی (دوره نهفته، انقباض و آرامش) پس از محرک توجه کنید.




شکل. 2.16 • ضبط نشان دهنده تغییر از انقباضات ساده به جمع و در نهایت تشنج. قله های سمت چپ نشان دهنده انقباضات ساده هستند. افزایش دفعات محرک باعث جمع شدن انقباضات و در نهایت تشنج می‌شود.

## رابطه طول–تنش عضله

تنش در یک عضله را می‌توان به عنوان یک نیروی کششی در نظر گرفت. تنش ممکن است از طریق نیروهای وارده خارجی غیرفعال یا از طریق انقباض عضلانی فعال باشد. تنش غیرفعال زمانی ایجاد می‌شود که عضله فراتر از طول استراحت طبیعی خود کشیده می‌شود. همانطور که کشش بیشتر می‌شود، کشش غیرفعال آن به طور مشابه با کشش یک نوار لاستیکی افزایش می یابد. تنش فعال به تعداد واحدهای حرکتی و فیبرهای عضلانی مربوطه آنها بستگی دارد که در یک انقباض معین به کار گرفته می شوند. با این حال، طول عضله در طول انقباض عاملی در میزان کشش فعالی است که عضله می‌تواند ایجاد کند.

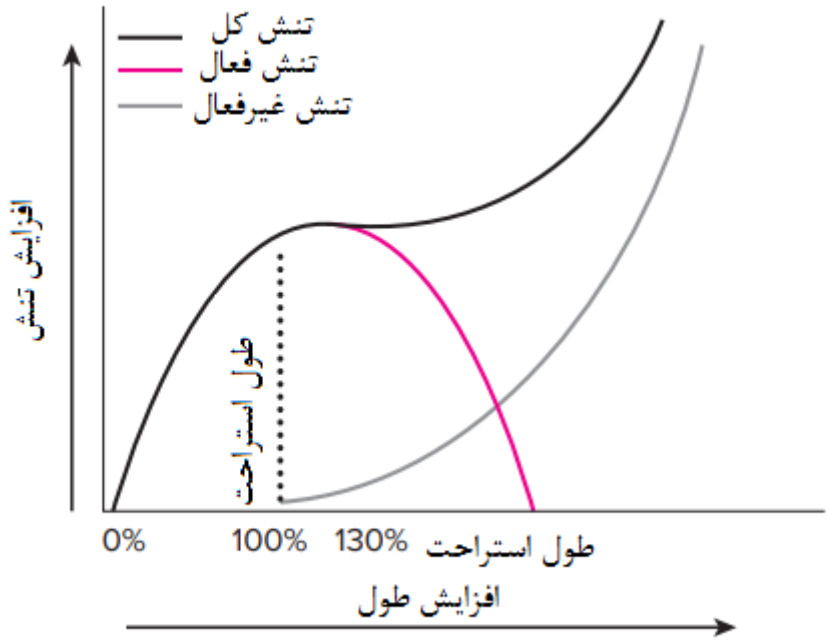



شکل 2.17 • ترپه. هنگامی که یک عضله استراحت به طور مکرر با یک محرک حداکثر با فرکانسی که اجازه آرامش کامل بین محرک ها را می دهد تحریک می‌شود، انقباض دوم کشش کمی بیشتر از اولی ایجاد می‌کند و انقباض سوم تنش بیشتری نسبت به دوم ایجاد می‌کند. پس از چند انقباض، کشش حاصل از تمام انقباضات برابر است.

به طور کلی، بسته به عضله خاص درگیر، بیشترین تنش فعال زمانی ایجاد می‌شود که یک عضله بین 100 تا 130 درصد طول استراحت خود کشیده شود. زمانی که عضله فراتر از این نقطه کشیده می‌شود، میزان کشش فعالی که می‌تواند ایجاد کند به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. به همین ترتیB، با کوتاه شدن ماهیچه، توانایی ایجاد تنش به نسبت کاهش می یابد. هنگامی که یک عضله به حدود 50 تا 60 درصد طول استراحت خود کوتاه می‌شود، توانایی آن در ایجاد کشش انقباضی اساساً به صفر می رسد.

در مرحله مقدماتی بیشتر فعالیت‌های ورزشی، ما معمولاً یک کشش بهینه را روی ماهیچه‌هایی که می‌خواهیم در مرحله حرکت یا عمل بعدی مهارت به شدت منقبض کنیم، قرار می‌دهیم. مراحل مختلف اجرای یک مهارت حرکتی با جزئیات بسیار بیشتری در فصل 12 مورد بحث قرار گرفته است. این اصل ممکن است در کار دیده شود زمانی که ما کمی چمباتمه می زنیم تا ساق پا، همسترینگ و عضله چهار سر ران را قبل از اینکه آنها را به صورت متحدالمرکز برای پریدن منقبض کنیم. اگر ابتدا این ماهیچه ها را از طریق چمباتمه زدن کمی بلند نکنیم، آنها قادر به ایجاد نیروی انقباضی کافی برای پرش بسیار بالا نیستند. اگر به طور کامل چمباتمه بزنیم و ماهیچه ها را بیش از حد بلند کنیم، توانایی تولید نیروی زیادی را از دست می دهیم و نمی‌توانیم به اندازه بالا بپریم.

ما می‌توانیم با کاهش مؤثر سهم برخی از ماهیچه‌ها در یک گروه با قرار دادن آنها در حالت کوتاه شده، از این اصل استفاده کنیم تا بتوانیم کار را به آن عضله(های) باقی‌مانده در حالت کشیده شده جدا کنیم. به عنوان مثال، در اکستنشن ران، ما ممکن است کار گلوتئوس ماکسیموس را به عنوان اکستانسور مفصل ران با حداکثر کوتاه کردن همسترینگ با خم شدن زانو جدا کنیم تا توانایی آنها برای عمل به عنوان اکستانسور ران کاهش یابد. رجوع به تصاویر شود. 2.18 و 2.19.



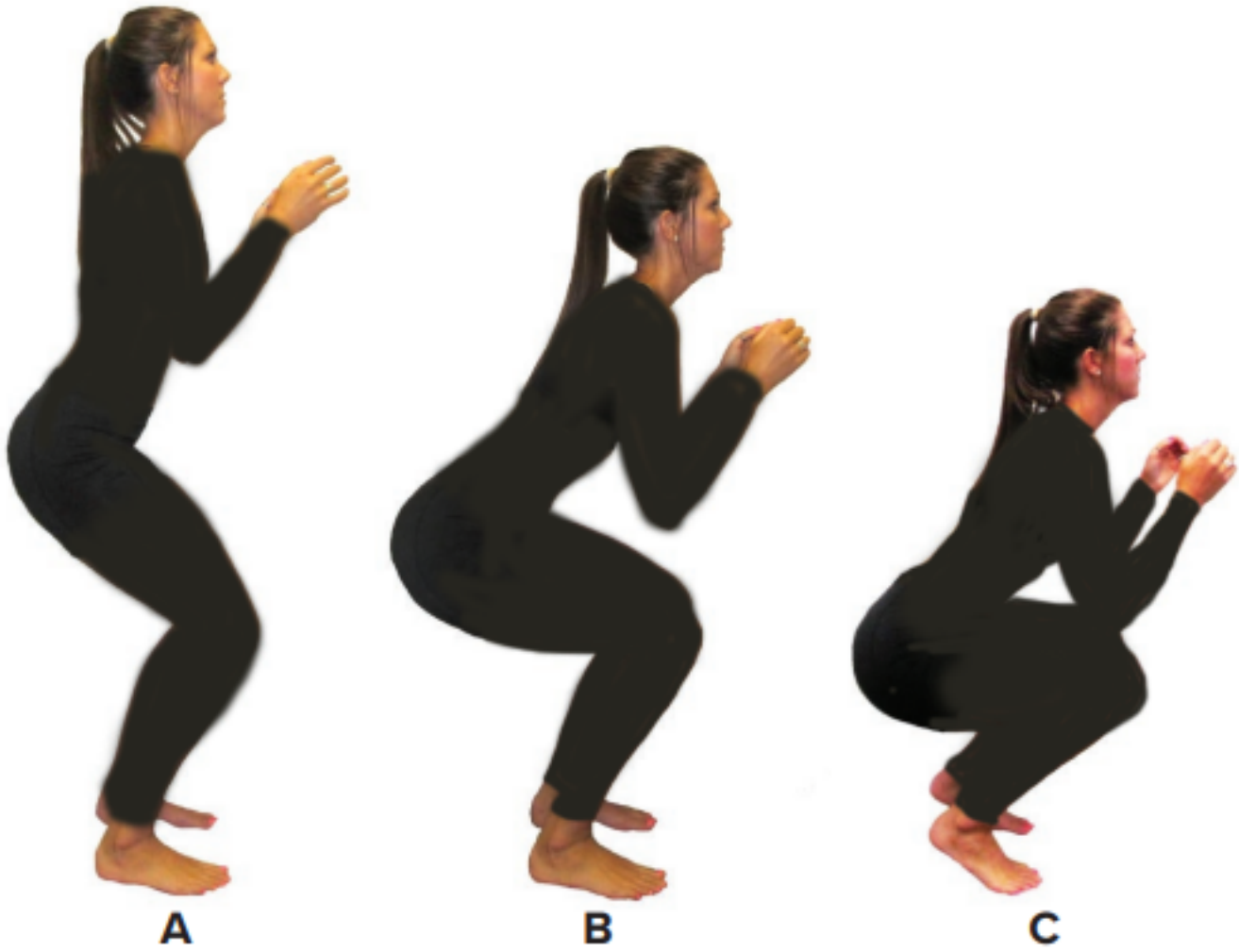

شکل 2.18 • رابطه طول-تنش عضله. با افزایش طول، مقدار تنش فعالی که می‌تواند ایجاد شود افزایش می‌یابد تا زمانی که تقریباً 130 درصد طول استراحت عضله به دست آید. پس از این مرحله، افزایش بیشتر طول منجر به کاهش توانایی ایجاد کشش فعال می‌شود. کشش غیرفعال در عضله ای که بیشتر از طول استراحت آن طولانی شده است شروع به افزایش می‌کند.

## رابطه نیروی عضلانی و سرعت

هنگامی که عضله به صورت متمرکز یا خارج از مرکز منقبض می‌شود، سرعت تغییر طول به طور قابل توجهی با مقدار پتانسیل نیرو مرتبط است. زمانی که عضله در برابر یک مقاومت نوری به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شود، می‌تواند با سرعت بالایی منقبض شود. با افزایش مقاومت، حداکثر سرعتی که عضله قادر به انقباض است کاهش می یابد. در نهایت با افزایش بار، سرعت به صفر می رسد و در نتیجه یک انقباض ایزومتریک ایجاد می‌شود.

با افزایش بار حتی بیشتر از آن چیزی که عضله می‌تواند با انقباض ایزومتریک حفظ کند، عضله شروع به طولانی شدن می‌کند و در نتیجه یک انقباض یا عمل غیرعادی ایجاد می‌شود. افزایش جزئی در بار منجر به سرعت نسبتاً کم افزایش

طول می‌شود. با افزایش بیشتر بار، سرعت افزایش طول نیز افزایش خواهد یافت. در نهایت، بار ممکن است به حدی افزایش یابد که عضله دیگر نتواند مقاومت کند. این منجر به طولانی شدن غیرقابل کنترل یا به احتمال زیاد افت بار می‌شود.



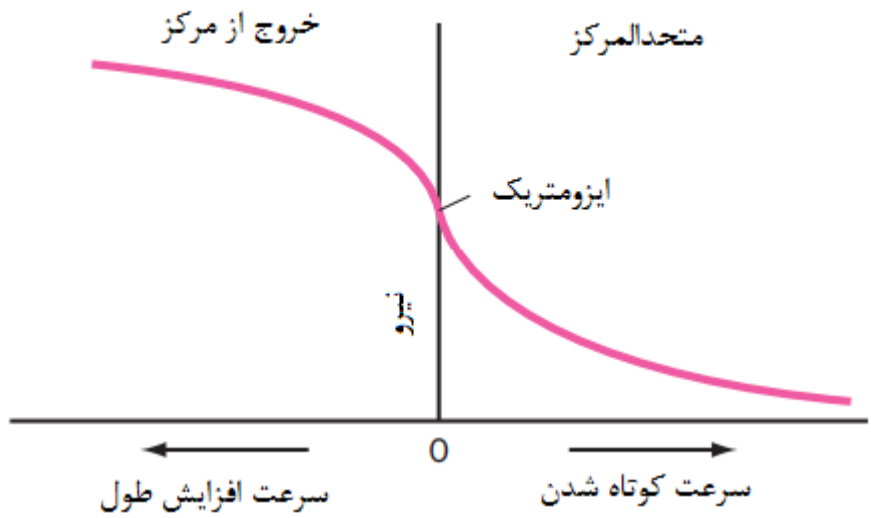

شکل. 2.19 • کاربرد عملی رابطه طول-تنش عضله شامل گروه های ماهیچه ساق پا، همسترینگ و چهارسر ران در پرش. A، ماهیچه ها در وضعیت نسبتا کوتاه شده هستند و در نتیجه قادر به ایجاد کشش زیادی در هنگام انقباض نیستند. B، ماهیچه‌ها در موقعیت بهینه‌تری درازتر هستند تا کشش قابل توجهی برای پرش به بالا ایجاد کنند. ج، ماهیچه ها بیش از حد بلند شده اند و قادر به ایجاد نیروی زیادی مانند B نیستند.

از این توضیح می‌توانید متوجه شوید که بین سرعت متحدالمرکز و تولید نیرو رابطه معکوس وجود دارد. با افزایش نیروی مورد نیاز برای ایجاد حرکت یک جسم، سرعت انقباض متحدالمرکز کاهش می یابد. علاوه بر این، یک رابطه تا حدودی متناسب بین سرعت خارج از مرکز و تولید نیرو وجود دارد. با افزایش نیروی مورد نیاز برای کنترل حرکت یک جسم، سرعت

افزایش طول خارج از مرکز افزایش می یابد، حداقل تا زمانی که کنترل از بین می رود. این در شکل 2.20 نشان داده شده است.

## چرخه کشش–کوتاه کردن

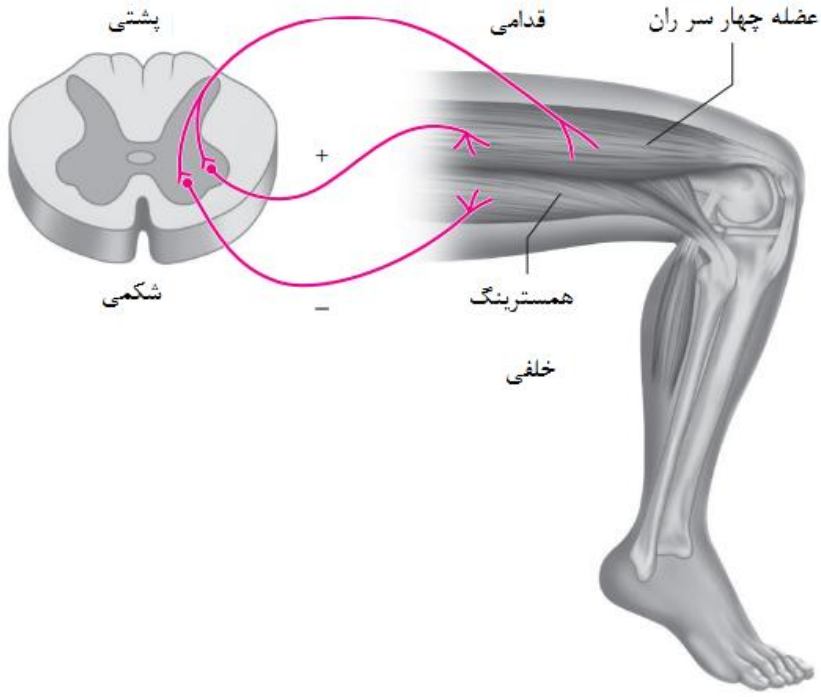
علاوه بر عواملی که قبلاً مورد بحث قرار گرفت و بر قابلیت‌های تولید نیرو در عضله تأثیر می‌گذارد، ترتیب و زمان‌بندی انقباضات می‌تواند میزان کل نیروی تولید شده را افزایش دهد. هنگامی که یک عضله به طور ناگهانی کشیده می‌شود و منجر به انقباض خارج از مرکز می‌شود که به دنبال آن انقباض متحدالمرکز همان عضله ایجاد می‌شود، کل نیروی ایجاد شده در انقباض متحدالمرکز بیشتر از یک انقباض متحدالمرکز منفرد است. این اغلب به عنوان چرخه کوتاه کردن کشش شناخته می‌شود و با ادغام اندام تاندون گلژی (GTO) و دوک عضلانی عمل می‌کند. انرژی الاستیک در مرحله کشش خارج از مرکز ذخیره می‌شود، انتقال می یابد و در فاز انقباض متحدالمرکز استفاده می‌شود. یک رفلکس کششی در مرحله خارج از مرکز حرکت ایجاد می‌شود، که متعاقباً فعال شدن عضله کشیده شده را افزایش می دهد و در نتیجه انقباض متحدالمرکز قوی تری ایجاد می‌کند. برای اینکه این کار موثر باشد، فاز انتقال باید فوری باشد یا انرژی پتانسیل به‌دست‌آمده در فاز خارج از مرکز به عنوان گرما از دست می‌رود. هرچه فاز انتقال کوتاهتر باشد، تولید نیرو مؤثرتر است. این اساس تمرین پلایومتریک است. هنگامی که یک جامپر بلافاصله قبل از پرش به سمت بالا به سرعت به سمت پایین حرکت می‌کند، که در نتیجه ارتفاع پرش بیشتر می‌شود، ممکن است یک مثال دیده شود.




شکل. 2.20• رابطه سرعت عضله-نیرو. از راست به چپ: هنگامی که نیروی کمی برای جابجایی بارهای نسبتاً سبک مورد نیاز است، ماهیچه ها ممکن است با سرعت نسبتاً بالایی به صورت متحدالمرکز منقبض شوند. با افزایش مقدار نیروی مورد نیاز با بارهای بیشتر، سرعت انقباض متحدالمرکز به طور متناسب کاهش می یابد. با افزایش بار، مقدار نیروی مورد نیاز همچنان افزایش می‌یابد تا زمانی که در نهایت بار نمی‌تواند جابه‌جا شود و در نتیجه سرعت صفر و انقباض ایزومتریک ایجاد می‌شود. هنگامی که عضله دیگر نمی‌تواند مقدار نیروی لازم برای حفظ بار را در یک موقعیت ثابت ایجاد کند، عضله شروع به انقباض خارج از مرکز برای کنترل سرعت می‌کند و می‌تواند این کار را با سرعت نسبتاً آهسته انجام دهد. با افزایش مقدار نیروی مورد نیاز برای کنترل بارهای بیشتر، سرعت به طور متناسب افزایش می یابد.

## مهار متقابل یا عصب

همانطور که قبلاً گفته شد، گروه های عضلانی آنتاگونیست باید زمانی که گروه عضلانی آگونیست منقبض می شوند، شل و طولانی شوند. این اثر که عصب دهی متقابل نامیده می‌شود، از طریق مهار متقابل آنتاگونیست ها رخ می دهد. فعال شدن واحدهای حرکتی آگونیست ها باعث مهار عصبی متقابل واحدهای حرکتی آنتاگونیست ها می‌شود. این کاهش در فعالیت عصبی آنتاگونیست ها به آنها اجازه می دهد تا متعاقباً تحت کشش کمتر طولانی شوند. این را می‌توان با مقایسه آسانی کشش همسترینگ و همزمان انقباض عضله چهار سر ران با دشواری تلاش برای کشش همسترینگ بدون انقباض عضله چهارسر نشان داد. شکل 2.21 را ببینید.




شکل. 2.21 • بازداری متقابل. انقباض آگونیست (چهارسر ران) باعث ایجاد آرامش در آنتاگونیست (همسترینگ) می‌شود.

## زاویه کشش

یکی دیگر از عوامل مهم در استفاده از سیستم اهرمی، زاویه کشش عضلات روی استخوان است. زاویه کشش ممکن است به عنوان زاویه بین خط کشش عضله و استخوانی که روی آن وارد می‌شود تعریف شود. برای وضوح و سازگاری، باید مشخص کنیم که زاویه واقعی مورد اشاره، زاویه به سمت اتصال است. با هر درجه از حرکت مفصل، زاویه کشش تغییر می‌کند. حرکات مفصل و زوایای اتصال عمدتاً شامل زوایای کشش کوچک است. با دور شدن استخوان از موقعیت آناتومیکی خود از طریق انقباض گروه عضلانی موضعی، زاویه کشش کاهش می یابد. این دامنه حرکتی به نوع مفصل و ساختار استخوانی بستگی دارد.

بیشتر عضلات با زاویه کشش کوچکی کار می‌کنند، معمولاً کمتر از 50 درجه. مقدار نیروی عضلانی مورد نیاز برای ایجاد حرکت مفصل تحت تأثیر زاویه کشش قرار می گیرد. سه جزء نیروی عضلانی درگیر است. جزء چرخشی که به آن جزء عمودی نیز گفته می‌شود، عمود بر محور بلند استخوان (اهرم) عمل می‌کند. وقتی خط نیروی عضلانی 90 درجه نسبت به

استخوانی است که به آن متصل می‌شود، تمام نیروی عضلانی نیروی چرخشی است. بنابراین 100٪ نیرو در حرکت مشارکت دارد. یعنی تمام نیرو برای چرخاندن اهرم حول محورش استفاده می‌شود. هر چه زاویه کشش به 90 درجه نزدیکتر باشد، جزء چرخشی بیشتر است. در تمام اتصالات دیگر زاویه کشش، یکی از دو مؤلفه دیگر نیرو علاوه بر مؤلفه دوار عمل می‌کند. همان جزء چرخشی، هرچند با نیروی کمتر، به چرخش اهرم حول محور خود ادامه می دهد. مولفه افقی یا غیر چرخشی بسته به اینکه زاویه کشش کمتر یا بیشتر از 90 درجه باشد یا یک جزء تثبیت کننده یا یک جزء نابجایی است. اگر زاویه کمتر از 90 درجه باشد، نیرو یک نیروی تثبیت کننده است زیرا کشش آن استخوان را به سمت محور مفصل هدایت می‌کند.

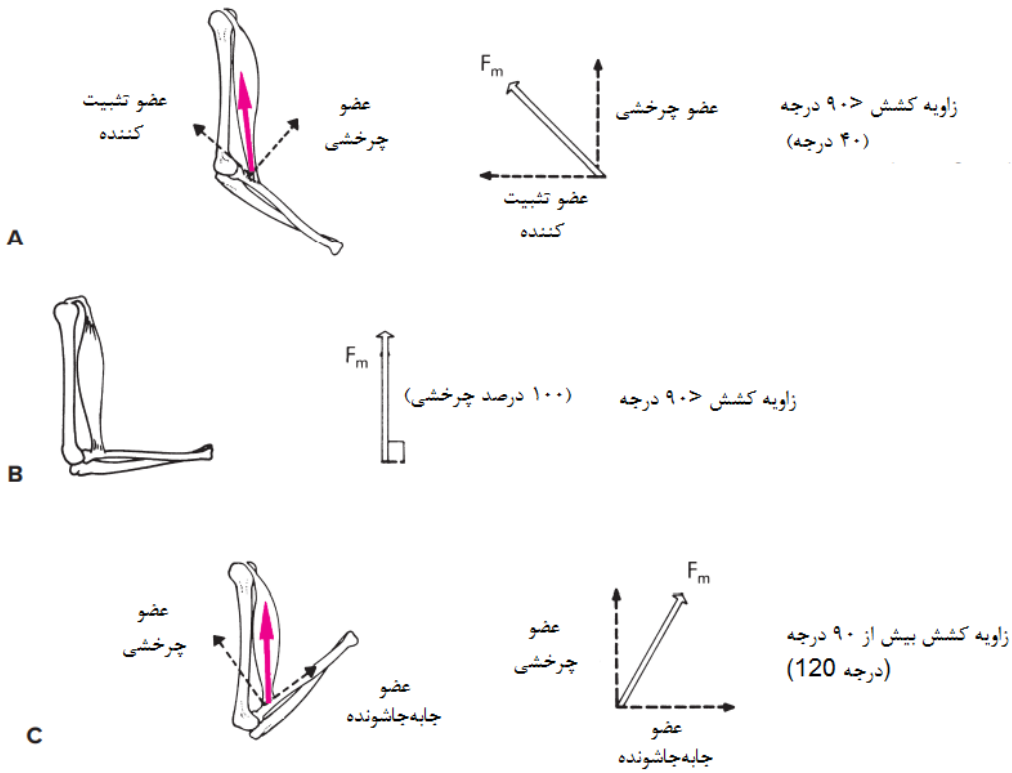
این باعث افزایش نیروهای فشاری در مفصل و پایداری کلی مفصل می‌شود. اگر زاویه بیشتر از 90 درجه باشد، نیرو در حال جابجایی است زیرا کشش آن استخوان را از محور مفصل دور می‌کند (شکل 2.22). زوایای کشش بیشتر از 90 درجه باعث کاهش نیروهای فشاری مفصل و افزایش نیروهای حواس‌پرتی می‌شود و در نتیجه فشار بیشتری بر ساختارهای لیگامانی مفصل وارد می‌کند. بسته به ساختار واقعی مفصل، در هر دو مورد اختلاف کمی وجود دارد.

در برخی از فعالیت ها، مطلوب است که فرد زمانی حرکتی را آغاز کند که زاویه کشش 90 درجه باشد. بسیاری از پسران و دختران نمی‌توانند چانه (کشیدن) را انجام دهند، مگر اینکه از آرنج در موقعیتی شروع کنند که به گروه عضلانی خم کننده آرنج اجازه می دهد تا زاویه 90 درجه را با ساعد نزدیک کند.

این زاویه به دلیل داشتن زاویه کشش مناسب تر، چانه را آسان تر می‌کند. استفاده از این واقعیت می‌تواند کمبود استحکام کافی را جبران کند. در دامنه حرکتی خود، یک عضله یک اهرم را از طریق محدوده مشخصه خود می کشد، اما زمانی که به 90 درجه نزدیک می‌شود و از آن فراتر می رود بیشترین تأثیر را دارد. افزایش قدرت تنها راه حل برای ماهیچه هایی است که در زوایای کشش نامطلوب عمل می‌کنند و برای عملکرد موثر به نیروی بیشتری نیاز دارند.

## عضلات تک مفصلی، دو مفصلی و چند مفصلی

ماهیچه های تک مفصلی آنهایی هستند که فقط روی مفصلی که از آن عبور می‌کنند عبور کرده و مستقیماً عمل می‌کنند. براکیالیس آرنج نمونه‌ای است که می‌تواند استخوان بازو و اولنا را با انقباض متحدالمرکز به یکدیگر نزدیک‌تر کند. هنگامی که استخوان بازو به طور نسبی تثبیت می‌شود، مانند پیچش آرنج، براکیالیس برای خم شدن آرنج منقبض می‌شود و استخوان زند را به استخوان بازو نزدیک می‌کند. با این حال، زمانی که استخوان اولنا نسبتاً تثبیت شده باشد، مانند کشش، براکیالیس به طور غیرمستقیم باعث حرکت در شانه می‌شود، حتی اگر از آن عبور نکند. در این مثال، براکیالیس منقبض می‌شود و استخوان بازو را به عنوان یک خم کننده آرنج به استخوان اولنا نزدیک می‌کند. به همین ترتیبB، شانه باید از حالت خم شدن به حالت اکستنشن حرکت کند تا کشش انجام شود.

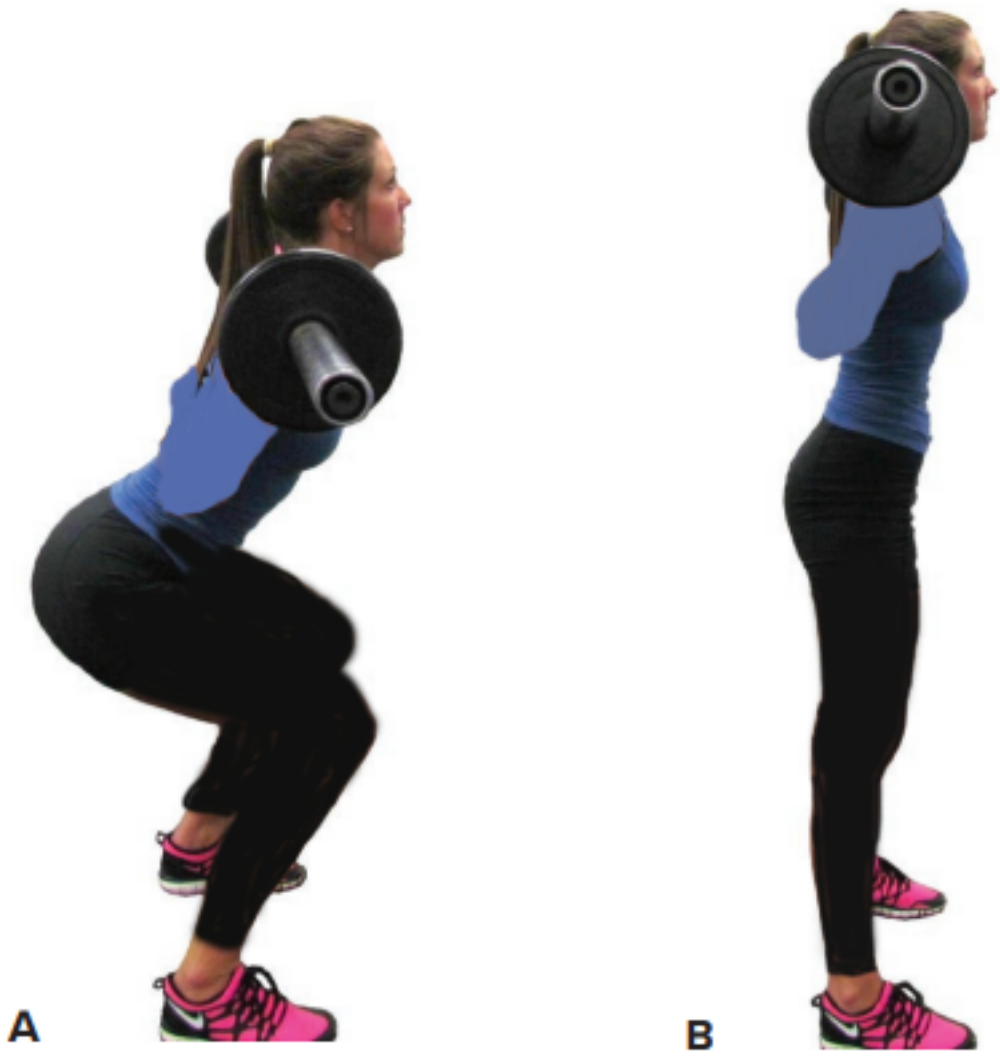



شکل. 2.22 • A تا C، اجزای نیروی ناشی از زاویه کشش.

عضلات دو مفصلی آنهایی هستند که به طور مستقیم روی دو مفصل مختلف متقاطع می شوند و عمل می‌کنند. بسته به عوامل مختلفی، یک عضله دو مفصلی ممکن است برای ایجاد، کنترل یا جلوگیری از حرکت در یک یا هر دو مفصل خود منقبض شود. عضلات دو مفصلی دو مزیت نسبت به ماهیچه های تک مفصلی دارند. آنها می‌توانند باعث ایجاد، کنترل و/یا

حرکت در بیش از یک مفصل شوند، و ممکن است بتوانند طول نسبتاً ثابتی را به دلیل "کوتاه شدن" در یک مفصل و "طولانی شدن" در مفصل دیگر حفظ کنند. عضله در واقع در یک مفصل کوتاه و در مفصل دیگر بلند نمی‌شود. در عوض، کوتاه شدن متحدالمرکز عضله برای حرکت یک مفصل با حرکت مفصل دیگر جبران می‌شود، که چسبندگی عضله را دورتر می‌کند. این حفظ طول نسبتاً ثابت منجر به توانایی عضله برای ادامه اعمال نیرو می‌شود. در مثال کشش، عضله دوسر بازویی به عنوان یک خم کننده در آرنج عمل می‌کند. در مرحله اولیه کشیدن، عضله دوسر بازویی در ناحیه آرنج به دلیل حالت کشیده در حالت نسبتاً کشیده و در ناحیه شانه به دلیل حالت خم شدن در حالت نسبتاً کوتاه است. برای انجام کشش، عضله دوسر بازویی به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شود تا آرنج خم شود، بنابراین به طور موثر در آرنج "کوتاه" می‌شود. به طور همزمان، شانه در حین کشش در حال کشیده شدن است، که به طور موثر عضله دوسر بازویی در شانه را "طولانی" می‌کند.

ماهیچه های دو مفصلی لگن و زانو نمونه های بسیار خوبی از دو الگوی عمل متفاوت هستند. الگوهای حرکتی همزمان به عضله دو مفصلی درگیر اجازه می دهد تا طول نسبتاً ثابتی را به دلیل عمل (کشش) یکسان در هر دو مفصل خود حفظ کند. یک مثال در رکتوس فموریس (و همچنین همسترینگ) زمانی رخ می دهد که هر دو زانو و ران به طور همزمان امتداد می یابند، همانطور که در شکل 2.23 نشان داده شده است از حالت چمباتمه ایستاده اید. اگر فقط زانو کشیده می شد، راست استخوان ران کوتاه می شد و توانایی آن برای اعمال نیرویی مشابه سایر عضلات چهارسر ران کاهش می یافت، اما طول نسبی آن و توانایی تولید نیروی متعاقب آن به دلیل طولانی شدن نسبی آن در مفصل ران در حین اکستنشن حفظ می‌شود. .



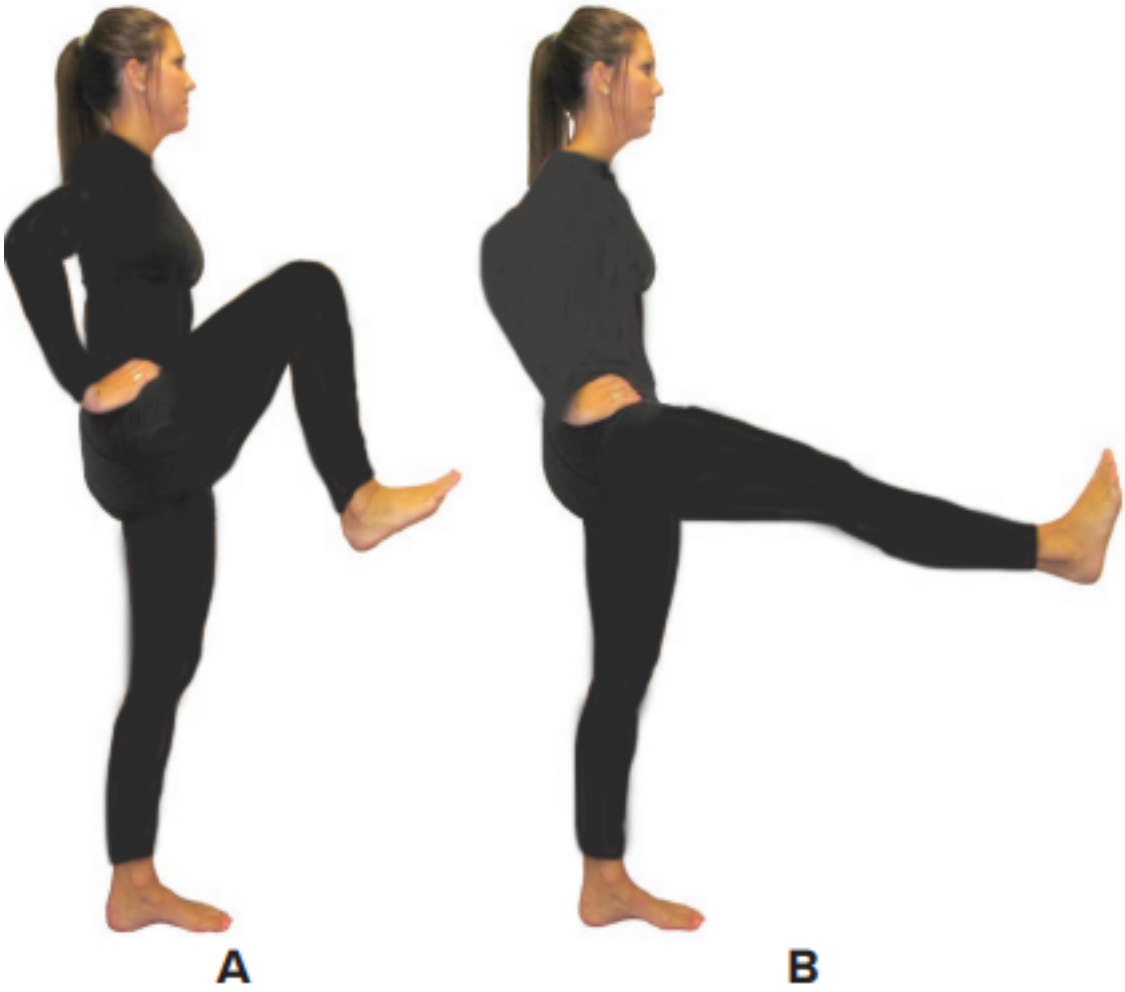

شکل. 2.23 • نمونه ای از الگوی حرکت همزمان. هنگام حرکت از حالت چمباتمه (A) به حالت ایستاده (B)، الگوی حرکت همزمان اکستنشن در مفصل ران و اکستنشن در زانو به عضلات آگونیست دو مفصلی (به ترتیب همسترینگ و رکتوس فموریس) اجازه می دهد که طول نسبتاً ثابتی داشته باشند. .

الگوی حرکت همزمان همسترینگ و راست استخوان ران در اسکات با پارادوکس لومبارد توضیح داده می‌شود که در آن هر دو مجموعه عضله با وجود آنتاگونیست بودن آنها به طور همزمان انقباض دارند. رکتوس فموریس هم اکستانسور زانو و هم خم کننده ران است، در حالی که همسترینگ هم بازکننده ران و هم خم کننده زانو است. بدیهی است که این دو دسته از ماهیچه ها نمی‌توانند همه اعمال خود را همزمان در هنگام صعود از اسکات انجام دهند. رکتوس فموریس از آنجایی که

نزدیک به مفصل می‌چسبد بازوی ممان ران کوچک‌تری دارد، در حالی که در زانو بازوی لحظه‌ای آن (که دورتر از محور چرخش زانو می‌چسبد) بزرگ‌تر از بازوی همسترینگ است. همسترینگ بازوی گشتاور بیشتری دارد (به دورتر از محور چرخش خود متصل می‌شود) در مقایسه با رکتوس فموریس. در نتیجه، بازوی ممان بزرگ‌تر رکتوس فموریس در زانو و ممان بیشتر بازوی همسترینگ در مفصل ران، به ترتیب منجر به اکستنشن زانو و اکستنشن مفصل ران می‌شود. اکستنشن مفصل ران همچنین یک جزء کششی غیرفعال را به رکتوس فموریس اضافه می‌کند که منجر به نیروی کشش زانو می‌شود. این پارادوکس برای حرکت کارآمد در راه رفتن، هم راه رفتن و هم دویدن فراهم می‌کند.

به دلیل اعمال مخالفی که به طور همزمان در هر دو مفصل یک عضله دو مفصلی اتفاق می‌افتد، الگوهای حرکت خلاف جریان منجر به کوتاه شدن قابل توجه عضله دو مفصلی می‌شود. طولانی شدن قابل توجه آنتاگونیست دو مفصلی آن نیز رخ می دهد. این ممکن است در رکتوس فموریس هنگام لگد زدن به توپ مشاهده شود. در مرحله حرکت به سمت جلو در اندام تحتانی، رکتوس فموریس بطور متحدالمرکز منقبض می‌شود تا هم لگن را خم کند و هم زانو را گسترش دهد. این دو حرکت، زمانی که با هم ترکیب شوند، منجر به کاهش توانایی تولید نیرو در رکتوس فموریس و افزایش کشش یا کشش غیرفعال بر روی عضلات همسترینگ در هر دو ناحیه زانو و لگن با نزدیک شدن به اتمام ضربه می‌شوند. الگوهای حرکت متقابل منجر به نارسایی فعال در عضلات آگونیست منقبض و نارسایی غیرفعال در عضلات آنتاگونیست می‌شود. شکل 2.24، B را ببینید.

ماهیچه های چند مفصلی به دلیل خط کشش بین مبدا و وارد شدن از مفاصل متعدد بر روی سه یا چند مفصل عمل می‌کنند. اصولی که در رابطه با عضلات دو مفصلی مورد بحث قرار گرفت در مورد عضلات چند مفصلی نیز صدق می‌کند.




شکل. 2.24 • نارسایی فعال و غیرفعال. الف، رکتوس فموریس به راحتی قادر است به طور فعال لگن را خم کند یا زانو را از طریق دامنه کامل حرکتی مربوطه به صورت جداگانه و بدون کشش کامل همسترینگ، بکشد. B، با این حال، هنگامی که فرد سعی می‌کند به طور فعال لگن را خم کند و همزمان زانو را بکشد (الگوی حرکت مخالف)، نارسایی فعال در رکتوس فموریس و نارسایی غیرفعال در همسترینگ ایجاد می‌شود و در نتیجه نمی‌توان به دامنه کامل حرکت رسید. در هر دو مفصل

## نارسایی فعال و غیرفعال

همانطور که قبلاً گفته شد، با کوتاه شدن عضله، توانایی آن برای اعمال نیرو کاهش می یابد. وقتی عضله به حدی کوتاه می‌شود که نمی‌تواند تنش فعال ایجاد کند یا حفظ کند، نارسایی فعال حاصل می‌شود. در نتیجه، ماهیچه نمی‌تواند بیشتر از این کوتاه شود. اگر عضله مقابل به حدی کشیده شود که دیگر نتواند طولانی شود و اجازه حرکت بدهد، نارسایی غیرفعال ایجاد می‌شود. این اصول به آسانی در عضلات دو مفصلی یا چند مفصلی مشاهده می شوند که دامنه کامل حرکت در تمام مفاصلی که عضله از آنها عبور می‌کند انجام شود.

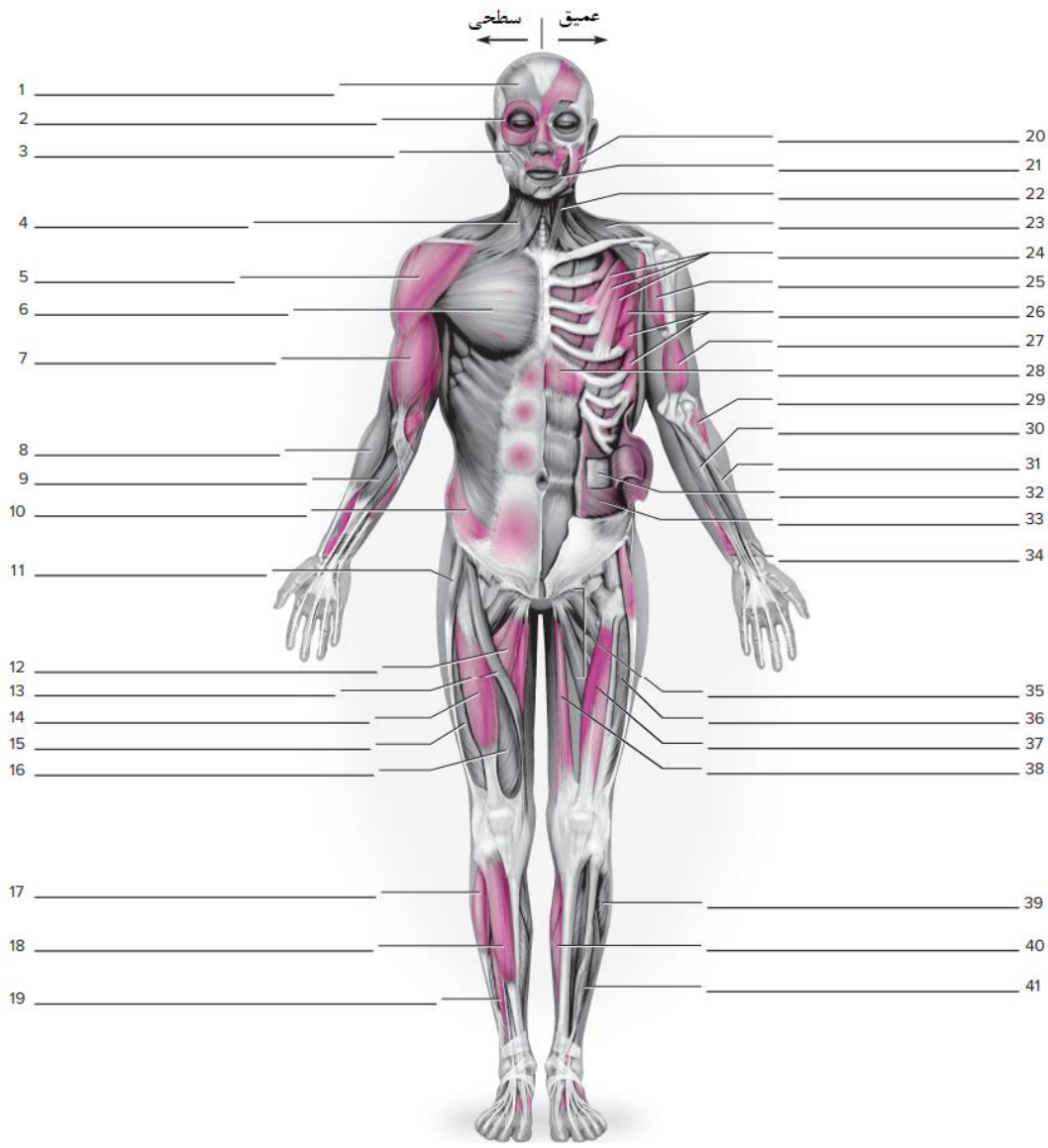
یک مثال زمانی است که رکتوس فموریس به طور متحدالمرکز منقبض می‌شود تا هم لگن را خم کند و هم زانو را باز کند. همانطور که در شکل 2.24، A نشان داده شده است، ممکن است به طور کامل هر یک از اقدامات را یک به یک انجام دهد، اما بطور فعال برای بدست آوردن دامنه کامل در هر دو مفصل به طور همزمان کافی نیست، همانطور که در شکل 2.24، B نشان داده شده است. به همین ترتیB، همسترینگ معمولاً کشیده نمی‌شود. به اندازه کافی برای حداکثر خم شدن لگن و حداکثر اکستنشن زانو. از این رو، آنها منفعلانه ناکافی هستند. عملاً غیرممکن است که به طور فعال زانو را به طور کامل در حالت خم شدن کامل لگن شروع کنید یا برعکس.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ سیستم عضلانی قدامی

در کاربرگ سیستم عضلانی قدامی، ماهیچه های سطحی اصلی را در سمت راست و ماهیچه های عمیق تر را در سمت چپ برچسب بزنید.

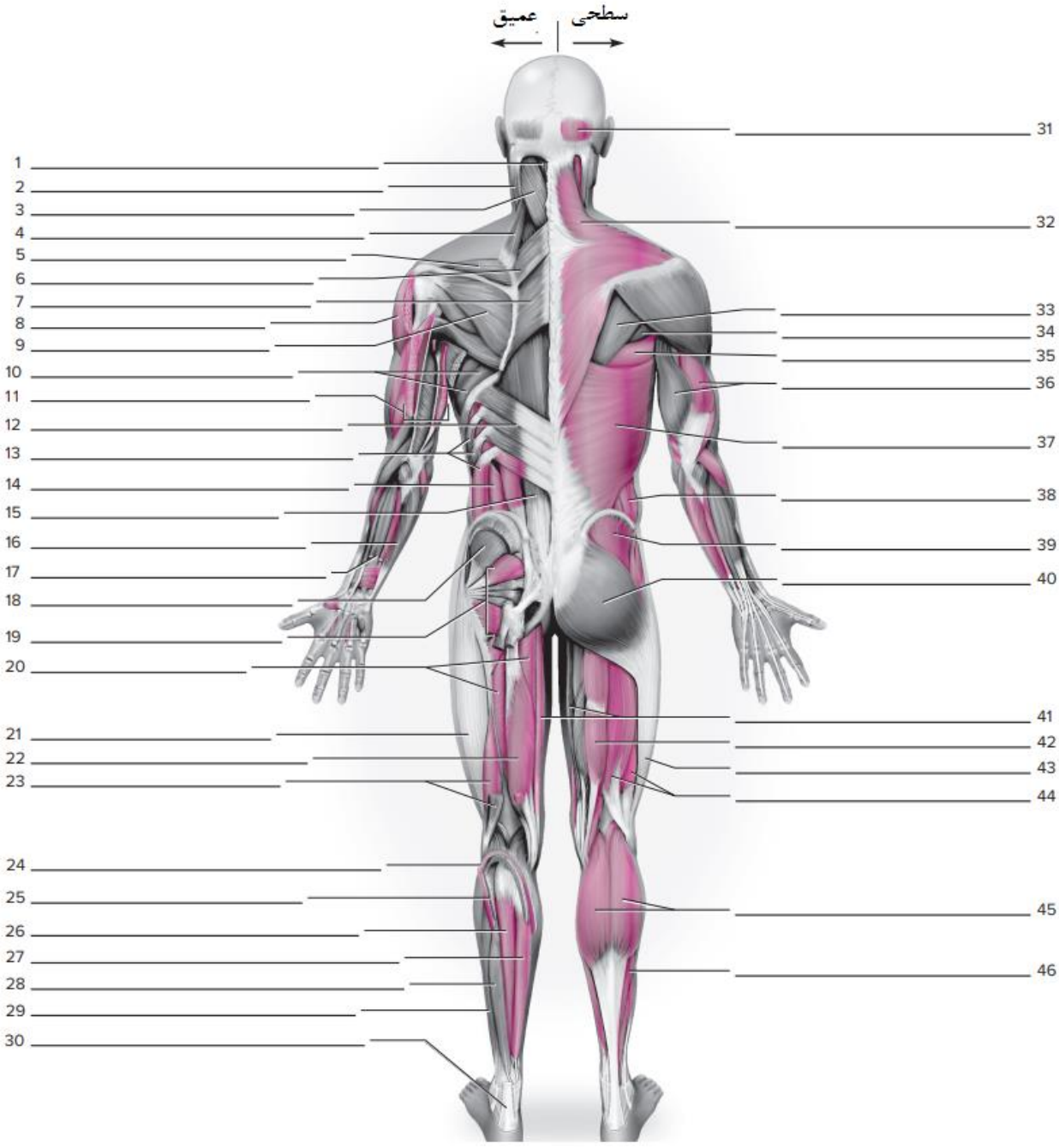



## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ سیستم عضلانی خلفی

در کاربرگ سیستم عضلانی خلفی، ماهیچه های سطحی اصلی را در سمت راست و ماهیچه های عمیق تر را در سمت چپ برچسب بزنید.


سطحی
عمیق
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

# فصل 3

# عوامل و مفاهیم اولیه بیومکانیکی

## اهداف

- **دانستن و درک اینکه چگونه استفاده صحیح از اهرم ها می‌تواند به بهبود عملکرد فیزیکی کمک کند**
- **دانستن و درک نحوه عملکرد سیستم اسکلتی عضلانی به عنوان یک سری ماشین های ساده**
- **دانستن و درک اینکه چگونه دانش گشتاور و طول بازوی اهرم می‌تواند به بهبود عملکرد فیزیکی کمک کند**
- **دانستن و درک اینکه چگونه استفاده صحیح از قوانین حرکت نیوتن می‌تواند به بهبود عملکرد فیزیکی کمک کند**
- **دانستن و درک اینکه چگونه دانش تعادل، تعادل و ثبات می‌تواند به بهبود عملکرد فیزیکی کمک کند**
- **دانستن و درک اینکه چگونه دانش نیرو و حرکت می‌تواند به بهبود عملکرد فیزیکی کمک کند**
- **شناخت و درک اثرات اساسی بارگذاری مکانیکی بر بافت های بدن**

در فصل 1 ما حرکت شناسی را خیلی ساده به عنوان مطالعه ماهیچه ها، استخوان ها و مفاصل تعریف کردیم زیرا در علم حرکت نقش دارند. از این تعریف کلی می‌توان به کاوش در علم حرکت بدن که عمدتاً شامل آناتومی، فیزیولوژی و مکانیک است، عمیق‌تر رفت. برای درک واقعی حرکت، دانش زیادی در هر سه زمینه مورد نیاز است. تمرکز این متن در درجه اول آناتومی ساختاری و عملکردی است. ما در دو فصل اول فقط به اندکی به برخی از فیزیولوژی پرداختیم. یک مطالعه بسیار

بیشتر از فیزیولوژی که به حرکت مربوط می‌شود باید در یک دوره فیزیولوژی ورزشی مورد توجه قرار گیرد، که متون و منابع بسیار خوبی برای آن وجود دارد. به همین ترتیB، مطالعه مکانیک از آنجایی که به تجزیه و تحلیل عملکردی و تشریحی سیستم‌های بیولوژیکی، معروف به بیومکانیک مربوط می‌شود، باید در یک دوره جداگانه به درجه بیشتری پرداخته شود. حرکت انسان بسیار پیچیده است. به منظور ارائه توصیه هایی برای بهبود آن، باید حرکات را از منظر بیومکانیکی، هم از نظر کیفی و هم از نظر کمی مطالعه کنیم. این فصل برخی از عوامل و مفاهیم اولیه بیومکانیکی را معرفی می‌کند، با این درک که بسیاری از خوانندگان متعاقباً اینها را در یک دوره اختصاصی با استفاده از منابع بسیار دقیق‌تر به طور عمیق‌تر مطالعه خواهند کرد.

بسیاری از دانش‌آموزان در کلاس‌های حرکت شناسی، از یک دوره فیزیک کالج یا دبیرستان، از قوانینی که بر حرکت تأثیر می‌گذارند، آگاهی دارند. این اصول و سایر اصول به اختصار در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرند، که باید هنگام شروع به کار بردن آنها برای حرکت در بدن انسان، شما را آماده کند. هرچه بیشتر بتوانید این اصول و مفاهیم را در کاربرد عملی قرار دهید، درک آنها آسان تر خواهد بود.

مکانیک، مطالعه اعمال فیزیکی نیروها، را می‌توان به استاتیک و دینامیک تقسیم کرد. استاتیک شامل مطالعه سیستم هایی است که در حالت حرکت ثابت هستند، چه در حالت سکون و بدون حرکت یا با سرعت ثابت بدون شتاب حرکت کنند. در استاتیک تمام نیروهای وارد بر جسم در تعادل هستند و در نتیجه بدن در تعادل است. دینامیک شامل مطالعه سیستم های در حال حرکت با شتاب است. یک سیستم در شتاب به دلیل نیروهای نابرابر وارد بر بدن نامتعادل است. اجزای اضافی مطالعه بیومکانیکی شامل سینماتیک و سینتیک است. سینماتیک با توصیف حرکت سروکار دارد و شامل در نظر گرفتن عوامل زمان، جابجایی، سرعت، شتاب و مکان حرکت یک سیستم است. سینتیک مطالعه نیروهای مرتبط با حرکت یک جسم است.

## انواع ماشین های موجود در تنه

همانطور که در فصل 2 بحث شد، ما از ماهیچه ها برای اعمال نیرو به استخوان هایی که به آنها متصل می شوند استفاده می‌کنیم تا باعث ایجاد، کنترل یا جلوگیری از حرکت در مفاصلی شود که از آنها عبور می‌کنند. همانطور که اغلب اتفاق می افتد، ما از استخوان هایی مانند آنهایی که در دست هستند برای نگه داشتن، فشار دادن یا کشیدن یک شی استفاده می‌کنیم در حالی که همزمان از یک سری استخوان و مفاصل در سراسر بدن استفاده می‌کنیم تا از طریق عضلات نیرو اعمال کنیم تا بر موقعیت آن تأثیر بگذارد. هدف - شی. در انجام این کار ما از یک سری ماشین های ساده برای انجام وظایف استفاده می‌کنیم. ماشین‌ها برای افزایش یا ضرب نیروی اعمالی در انجام یک کار یا ایجاد مزیت مکانیکی استفاده می‌شوند. مزیت مکانیکی ارائه شده توسط ماشین‌ها ما را قادر می‌سازد تا نیروی نسبتاً کوچک یا تلاشی را اعمال کنیم تا مقاومت بسیار بیشتری را به حرکت درآوریم یا یک نقطه از یک جسم را در فاصله نسبتاً کمی جابجا کنیم تا منجر به حرکت نسبتاً زیادی در نقطه دیگر شود. همان شی ما می‌توانیم مزیت مکانیکی را با تقسیم بار بر تلاش تعیین کنیم. جنبه مکانیکی هر جزء باید با توجه به عملکرد ماشین مانند قطعه در نظر گرفته شود.

روش دیگر در مورد ماشین ها این است که توجه داشته باشید که آنها مقادیر کمتری از نیروی اعمال شده در مسافت طولانی تر را به مقادیر بزرگتر نیروی اعمال شده در فاصله کوتاه تر تبدیل می‌کنند. این ممکن است به دور خود چرخانده شود تا مقدار بیشتری از نیروی اعمال شده در فاصله کوتاهتر به مقدار نیروی کمتری در فاصله بیشتر تبدیل شود. ماشین ها به چهار صورت عمل می‌کنند:

1. برای ایجاد تعادل بین نیروهای متعدد

2. افزایش نیرو در تلاش برای کاهش کل نیروی مورد نیاز برای غلبه بر مقاومت

3. برای افزایش دامنه حرکت و سرعت حرکت به طوری که مقاومت می‌تواند دورتر یا سریعتر از نیروی اعمال شده حرکت کند.

4. برای تغییر جهت حاصل از نیروی اعمالی

ماشین های ساده عبارتند از: اهرم، چرخ و محور، قرقره، صفحه شیبدار، پیچ و گوه. آرایش سیستم اسکلتی عضلانی سه نوع ماشین را برای تولید حرکت فراهم می‌کند: اهرم، چرخ/محور و قرقره. هر یک از اینها شامل متعادل کردن نیروهای دورانی حول یک محور است. اهرم رایج ترین شکل ماشین ساده ای است که در بدن انسان یافت می‌شود.

## اهرم ها

ممکن است برای یک فرد سخت باشد که بدن خود را به عنوان یک سیستم اهرمی تجسم کند، اما در واقع اینطور است. حرکت انسان از طریق استفاده سازمان یافته از یک سیستم اهرمی رخ می دهد. در حالی که اهرم های آناتومیکی بدن را نمی‌توان تغییر داد، زمانی که سیستم به درستی درک شود، می‌توان از آنها برای به حداکثر رساندن تلاش های عضلانی بدن به طور موثرتری استفاده کرد.

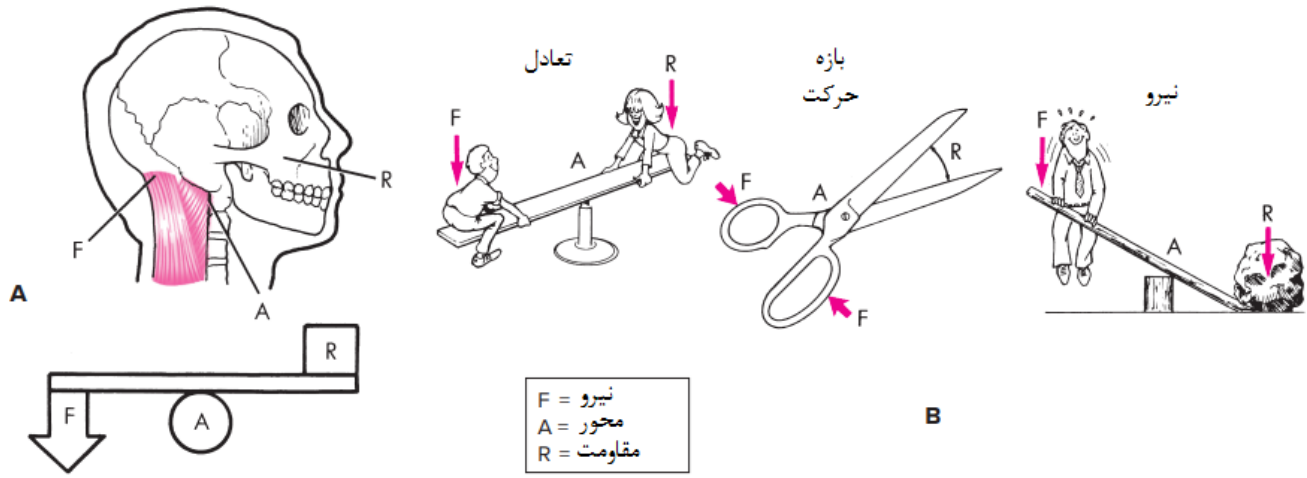
اهرم به عنوان یک میله صلب تعریف می‌شود که حول محور چرخش یا تکیه گاه می چرخد. محور نقطه چرخشی است که اهرم حول آن حرکت می‌کند. اهرم حول محور در نتیجه نیرویی که به آن اعمال می‌شود (که گاهی به آن تلاش می‌گویند E) می‌چرخد تا باعث حرکت آن در برابر مقاومت شود (که گاهی به عنوان بار یا وزن نامیده می‌شود). در بدن، استخوان ها نشان دهنده میله ها، مفاصل محور هستند، و عضلات برای اعمال نیرو منقبض می شوند. جدول 3.1 جزئیات بیشتری در مورد اصطلاحات و کاربردهای مختلف در کاربرد اهرم ها ارائه می دهد. مقدار مقاومت می‌تواند از حداکثر تا حداقل متفاوت باشد. در واقع، خود استخوان ها یا وزن بخش بدن ممکن است تنها مقاومت اعمال شده باشد. همه سیستم های اهرمی هر یک از این سه جزء را در یکی از سه ترتیب ممکن دارند.

چیدمان یا مکان سه نقطه نسبت به یکدیگر، نوع اهرم و کاربرد مناسب را تعیین می‌کند. این نقاط عبارتند از: محور، نقطه اعمال نیرو (معمولاً محل وارد کردن ماهیچه) و نقطه اعمال مقاومت (گاهی مرکز ثقل اهرم و گاهی محل مقاومت خارجی). هنگامی که محور (A) در جایی بین نیرو (F) و مقاومت (R) قرار می گیرد، یک اهرم درجه یک تولید می‌شود (شکل 3.1). در اهرم های درجه دو، مقاومت جایی بین محور و نیرو است (شکل 3.2). هنگامی که نیرو در جایی بین محور و مقاومت

قرار می گیرد، یک اهرم درجه سه ایجاد می‌شود (شکل 3.3). جدول 3.2 خلاصه ای از سه دسته اهرم ها و ویژگی های هر کدام را ارائه می دهد.

جدول 3.1 • اصطلاحات اهرمی

| اصطلاحات (کاربردهای مترادف) | تعریف یا کاربرد |
|---|---|
| محور، محور چرخش، تکیه گاه، محور | نقطه چرخشی که اهرم در اطراف آن حرکت می‌کند |
| زور، تلاش، نیروی تلاش | انرژی اعمال شده برای حرکت اهرم؛ نیروی ورودی |
| مقاومت، بار، وزن، نیروی مقاومت | جسمی که توسط اهرم حرکت می‌کند. جسمی که نیروی خروجی روی آن اعمال می‌شود. نیروی خروجی |
| بازوی تلاش، بازوی نیرو | فاصله از نقطه اعمال نیرو تا محور؛ بخشی از اهرم که نیرو به آن وارد می‌شود. بازوی لحظه ای داخلی؛ بازوی ورودی |
| بازوی مقاومتی، بازوی بار | فاصله از نقطه اعمال مقاومت تا محور؛ بخشی از اهرم که مقاومت به آن اعمال می‌شود. بازوی لحظه ای خارجی؛ بازوی خروجی |
| مزیت مکانیکی، MA | نسبت مقاومت به نیرو؛ نسبت نیروی خروجی به نیروی ورودی؛ نسبت بازوی نیرو به بازوی مقاومتی |
| لحظه، گشتاور، لحظه نیرو، اثر چرخشی | حاصل ضرب نیرو و فاصله از محور؛ حاصل ضرب بزرگی نیرو و فاصله عمود بر خط عمل نیرو از محور چرخش (بازوی نیرو) |



شکل. 3.1 • A و B، اهرم های درجه یک.

مزیت مکانیکی اهرم ها را می‌توان با استفاده از معادلات زیر تعیین کرد:

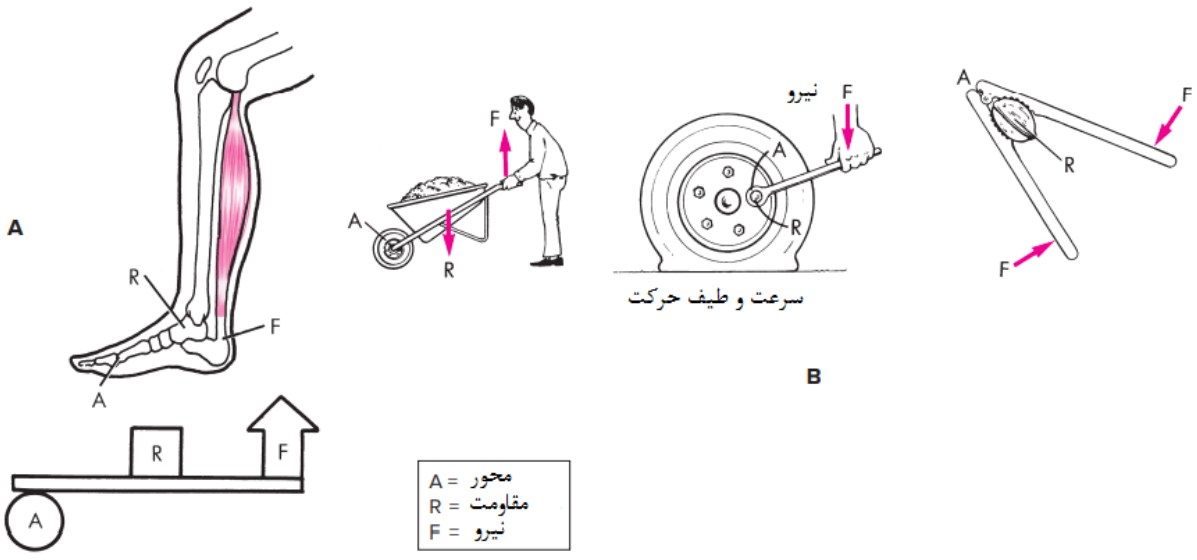
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{مقاومت}}{\text{نیرو}}$$

یا

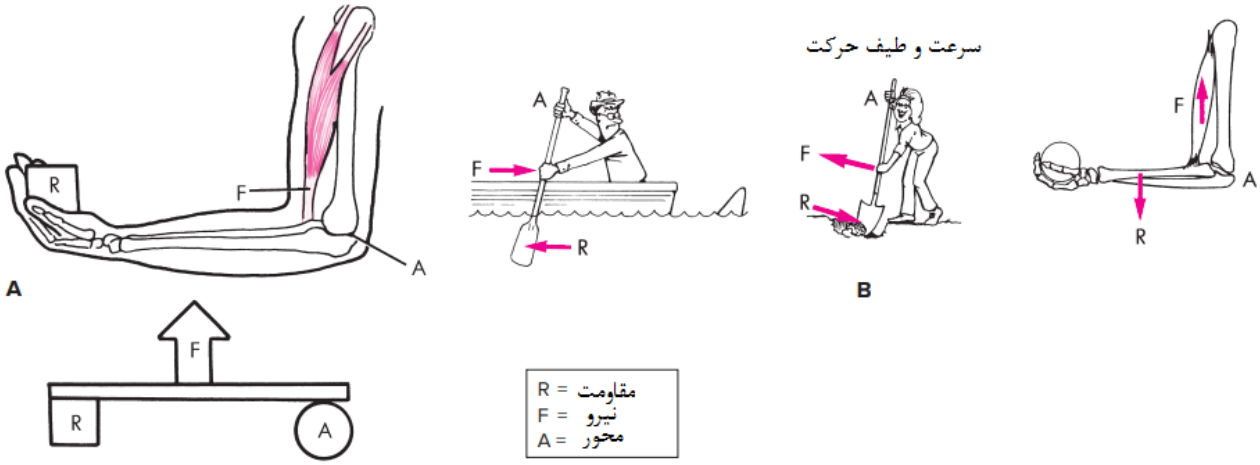
$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول بازوی نیرو}}{\text{طول بازوی مقاومت}}$$

## اهرم های درجه یک

نمونه‌های معمولی از اهرم‌های درجه یک عبارتند از: الاکلنگ، الاکلنگ، انبردست، پارو و عضلات سه سر در اکستنشن آرنج بالای سر. در بدن یک مثال زمانی است که عضله سه سر در باز کردن ساعد بدون حمایت (R) در آرنج (A) به اولکرانون (F) نیرو وارد می‌کند. مثال‌های دیگر زمانی است که گروه‌های عضلانی آگونیست و آنتاگونیست در دو طرف یک محور مفصلی به طور همزمان منقبض می‌شوند و آگونیست نیرو تولید می‌کند و آنتاگونیست مقاومت را تامین می‌کند. یک اهرم درجه یک (نگاه کنید به شکل 3.1) اساساً برای ایجاد حرکات متعادل در زمانی که محور در میانه راه بین نیرو و مقاومت است (به عنوان مثال، الاکلنگ) طراحی شده است. هنگامی که محور به نیرو نزدیک است، اهرم سرعت و دامنه حرکت یا فاصله را تولید یا چند برابر می‌کند (مثلاً عضلات سه سر در کشش آرنج). هنگامی که محور به مقاومت نزدیک است، اهرم حرکت نیرو را تولید یا چند برابر می‌کند (به عنوان مثال، یک میله خمپاره).




شکل. 3.2 • A و B، اهرم های درجه دوم.




شکل. 3.3 • A و B، اهرم های درجه سوم. توجه داشته باشید که پارو و بیل تنها زمانی به عنوان اهرم های درجه سه عمل می‌کنند که دست بالایی نیرو اعمال نمی‌کند بلکه به عنوان یک محور چرخش ثابت عمل می‌کند. اگر دست بالا نیروی اعمال کند و عقربه پایین به عنوان محور عمل کند، اینها نشان دهنده اهرم های درجه یک خواهند بود.

در اعمال اصل اهرم ها در بدن، مهم است که به یاد داشته باشید که نیرو در جایی اعمال می‌شود که ماهیچه در استخوان وارد می‌شود، نه در شکم عضله. به عنوان مثال، در اکستنشن آرنج که شانه کاملاً خم شده و بازو در کنار گوش قرار دارد، عضله سه سر به استخوان اولکرانون اولنا در پشت محور مفصل آرنج نیرو وارد می‌کند. همانطور که نیروی اعمال شده از مقدار مقاومت ساعد بیشتر می‌شود، آرنج کشیده می‌شود.

بسته به اینکه بخش بدن در تماس با سطحی مانند کف یا دیوار باشد، ممکن است نوع اهرم برای یک مفصل و عضله معین تغییر کند. به عنوان مثال، شکل 3.2 استفاده از گاستروکنمیوس را در بالا بردن پاشنه ایستاده (پلانتار فلکشن) در برابر مقاومت بدن نشان می دهد، که یک اهرم درجه دوم با محور در قسمت توپی پا است. اگر پا در وضعیت غیر تحمل وزن قرار گیرد و عمل خم شدن کف پا را در فضای باز انجام دهد، اهرم اکنون در درجه اول قرار دارد که محور آن در مفصل مچ پا و مقاومت آن پا است.

## اهرم های درجه دو

یک اهرم درجه دوم (نگاه کنید به شکل 3.2) برای تولید یا ضرب کردن حرکات نیرو طراحی شده است، زیرا یک مقاومت بزرگ را می‌توان با نیروی نسبتاً کوچکی حرکت داد. نمونه هایی از اهرم های درجه دو عبارتند از درب بازکن بطری، چرخ دستی و فندق شکن. ما به‌تازگی به مثالی اشاره کردیم که عضله سه سر، آرنج را در یک فشار بالا باز می‌کند. نمونه مشابهی از یک اهرم درجه دوم در بدن، خم شدن کف پا در مچ پا برای بالا بردن بدن روی انگشتان پا است. توپ (A) پا به عنوان محور چرخش عمل می‌کند زیرا خم کننده های کف پا مچ پا نیرویی را به استخوان پاشنه (F) وارد می‌کنند تا مقاومت بدن را در مفصل تیبیوفیبولار (R) با تالوس بالا ببرند. باز کردن دهان در برابر مقاومت نمونه دیگری از یک اهرم درجه دو است. نمونه های نسبتا کمی دیگر از اهرم های درجه دو در بدنه وجود دارد.

## اهرم های درجه سه

اهرم های دسته سوم (نگاه کنید به شکل 3.3)، با نیروی اعمال شده بین محور و مقاومت، برای تولید یا ضرب سرعت و دامنه حرکت یا فاصله طراحی شده اند. اکثر اهرم های بدن انسان از این نوع هستند که برای حرکت دادن یک مقاومت کوچک هم به نیروی زیادی نیاز دارد. مثال‌ها عبارتند از منجنیق، درب صفحه‌ای که توسط فنر کوتاه کار می‌کند، و اعمال نیروی بالابر روی دسته بیل با دست پایین در حالی که دست بالایی روی دسته بیل به عنوان محور چرخش عمل می‌کند. عضله دوسر بازویی یک نمونه بارز در بدن است. با استفاده از مفصل آرنج (A) به عنوان محور، عضله دوسر بازویی نیرویی را در محل قرار دادن خود بر روی توبروزیته شعاعی (F) اعمال می‌کند تا ساعد را به سمت بالا بچرخاند و مرکز ثقل آن (R) به عنوان نقطه اعمال مقاومت عمل می‌کند.

براکیالیس نمونه ای از اهرم کلاس سوم واقعی است. استخوان زند زیر آرنج را می‌کشد و چون استخوان زند نمی‌تواند بچرخد، کشش مستقیم و واقعی است. از طرف دیگر، عضله دوسر بازویی، ساعد را به پشت می‌کشد (با اعمال نیروی چرخشی یک اهرم درجه یک مانند چرخ و محور به شعاع) در حالی که خم می‌شود، بنابراین اهرم کلاس سوم فقط برای خم شدن اعمال می‌شود.

نمونه‌های دیگر عبارتند از انقباض همسترینگ برای خم کردن ساق در زانو در حالت ایستاده و استفاده از تهیگاهی‌مازویی برای خم کردن ران در لگن.

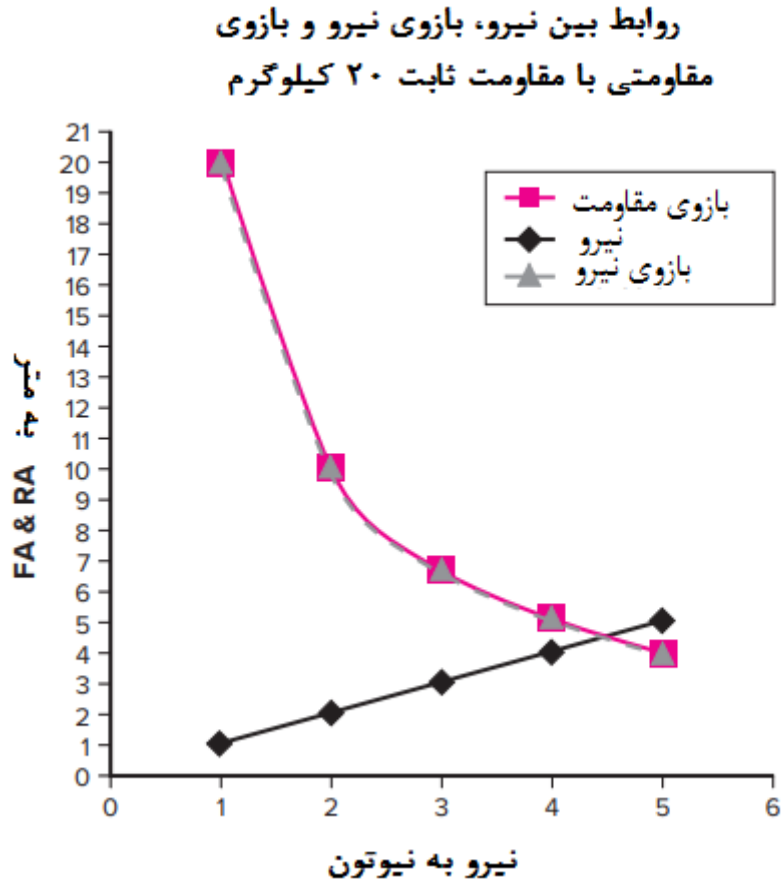
## عوامل موثر در استفاده از اهرم های تشریحی

سیستم اهرم تشریحی ما می‌تواند برای به دست آوردن مزیت مکانیکی استفاده شود که حرکات فیزیکی ساده یا پیچیده را بهبود می بخشد. برخی افراد به طور ناخودآگاه عادت به استفاده صحیح از اهرم های انسانی پیدا می‌کنند، اما اغلب اینطور نیست.

## گشتاور و طول بازوهای اهرمی

برای درک سیستم اهرمی، مفهوم گشتاور باید درک شود. گشتاور یا گشتاور نیرو، اثر چرخشی یک نیروی خارج از مرکز است. نیروی خارج از مرکز نیرویی است که در خارج از مرکز یا در جهتی اعمال می‌شود که با مرکز چرخش جسمی با محور ثابت همخوانی ندارد. در اجسام بدون محور ثابت، نیروی اعمالی است که با مرکز ثقل جسم همخوانی ندارد. برای اینکه چرخش اتفاق بیفتد، باید یک نیروی خارج از مرکز اعمال شود. در بدن انسان، عضله در حال انقباض یک نیروی خارج از مرکز (با انقباض خارج از مرکز اشتباه نشود) به استخوانی که به آن متصل می‌شود اعمال می‌کند و باعث می‌شود استخوان حول یک محور در مفصل بچرخد. مقدار گشتاور را می‌توان با ضرب بزرگی نیرو (مقدار نیرو) در بازوی نیرو تعیین کرد. فاصله عمود بین محل اعمال نیرو و محور به عنوان بازوی نیرو، بازوی لحظه ای یا بازوی گشتاور شناخته می‌شود. بازوی نیرو را می‌توان به عنوان کوتاه‌ترین فاصله از محور چرخش تا خط عمل نیرو درک کرد. هر چه فاصله بازوی نیرو بیشتر باشد، گشتاور بیشتری توسط نیرو تولید می‌شود. کاربرد عملی مکرر گشتاور و اهرم زمانی اتفاق می‌افتد که عمدا طول بازوی نیرو را افزایش دهیم تا گشتاور را افزایش دهیم تا بتوانیم مقاومت نسبتاً بزرگی را راحت‌تر حرکت دهیم. این معمولاً به عنوان افزایش اهرم ما شناخته می‌شود.

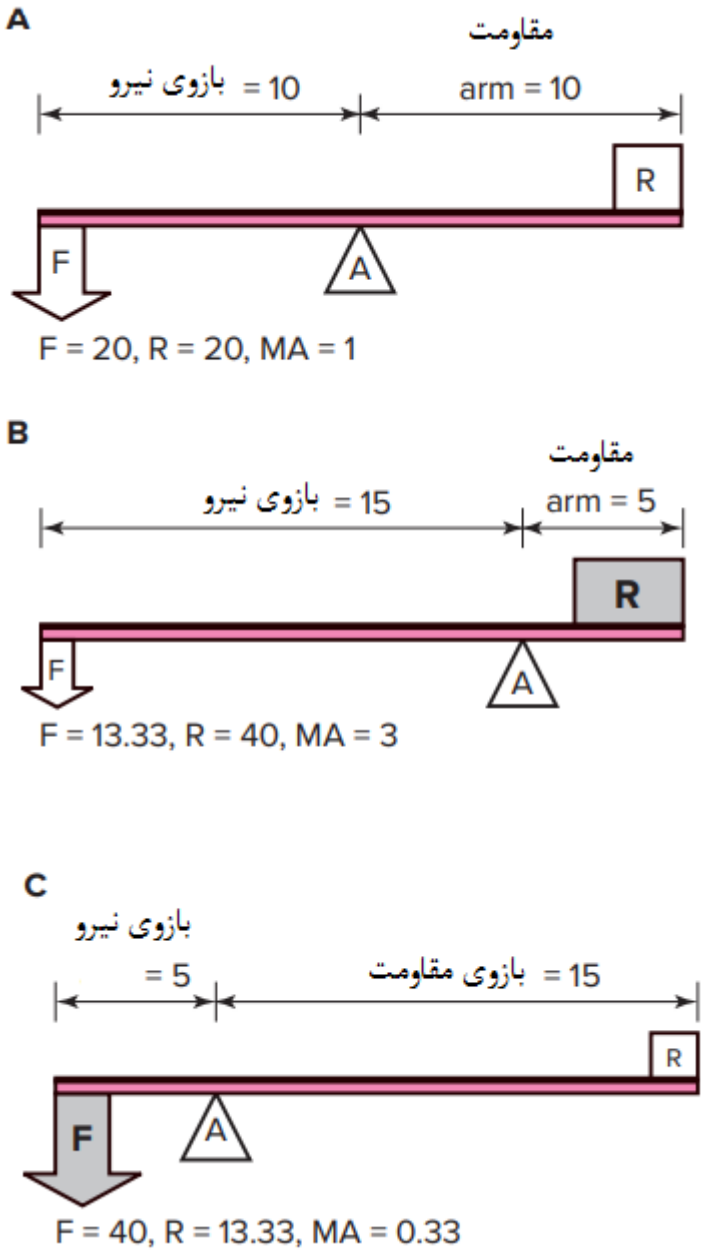
توجه به بازوی مقاومت نیز مهم است که ممکن است به عنوان فاصله بین محور و نقطه اعمال مقاومت تعریف شود. در بحث کاربرد اهرم ها، درک رابطه طول بین دو بازوی اهرمی ضروری است. یک رابطه معکوس بین نیرو و بازوی نیرو وجود دارد، همانطور که بین مقاومت و بازوی مقاومتی وجود دارد. همانطور که در شکل 3.4 نشان داده شده است، اگر بازوی مقاومت و مقاومت ثابت بماند، هرچه بازوی نیرو طولانی تر باشد، نیروی کمتری برای حرکت دادن اهرم لازم است. علاوه بر این، اگر بازوی نیرو و نیرو ثابت بماند، ممکن است با کوتاه کردن بازوی مقاومت، مقاومت بیشتری ایجاد شود. از آنجا که نیروی عضلانی در داخل اعمال می‌شود، در بحث های اسکلتی عضلانی، بازوی نیرو ممکن است به عنوان بازوی لحظه ای داخلی نیز نامیده شود. و از آنجایی که بار به صورت خارجی اعمال می‌شود، بازوی مقاومتی ممکن است به عنوان بازوی لنگر خارجی نامیده شود.



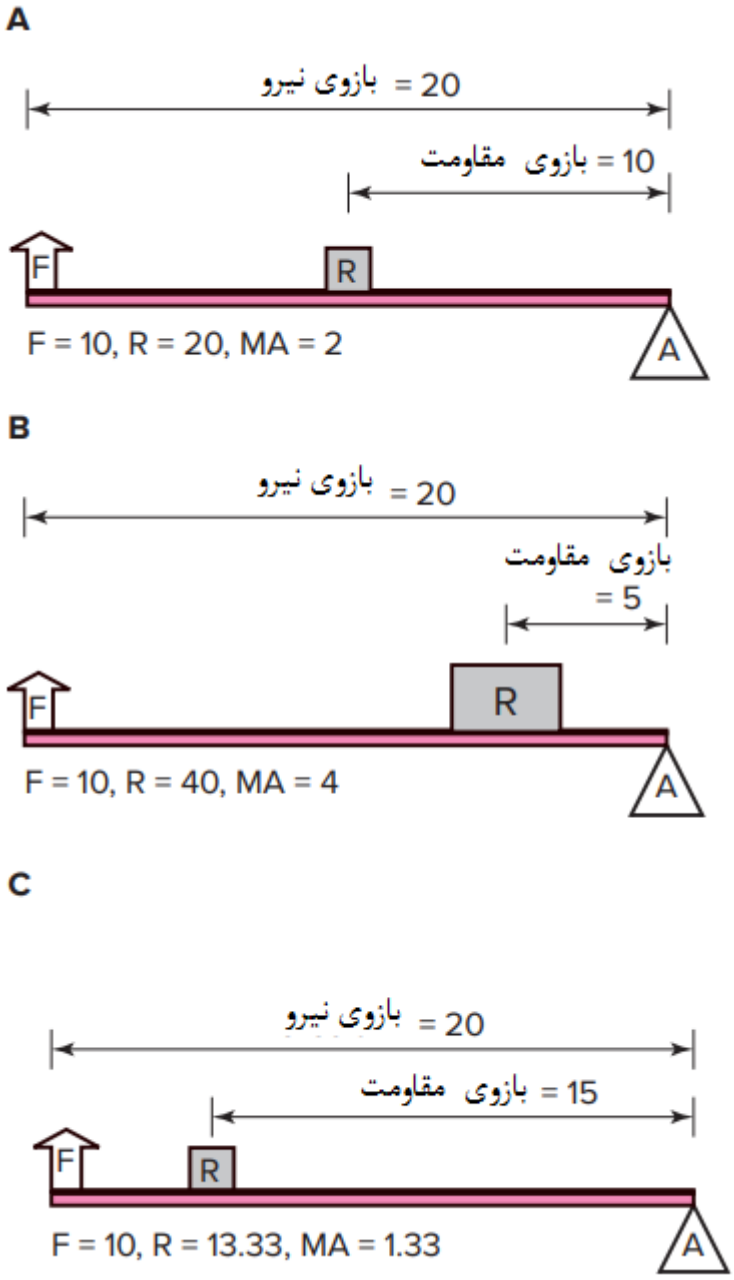

شکل. 3.4 • روابط بین نیروها، تبرجستگییحات نیرو، و بازوهای مقاومت. (گراف مقاومت ثابت 20 کیلوگرم را فرض می‌کند و در نتیجه نمایش های گرافیکی بازوی مقاومت و بازوی نیرو مستقیماً روی یکدیگر قرار می گیرند.) با ثابت نگه داشتن مقاومت در 20 کیلوگرم و بازوی مقاومتی 1 متر، محصول

حاصل می‌شود. از (نیرو) × (بازوی نیرو) باید برابر با 20 نیوتن باشد. بنابراین یک رابطه معکوس بین نیرو و بازوی نیرو وجود دارد. با افزایش نیرو بر حسب نیوتن، طول بازوی نیرو بر حسب متر کاهش می یابد و بالعکس.

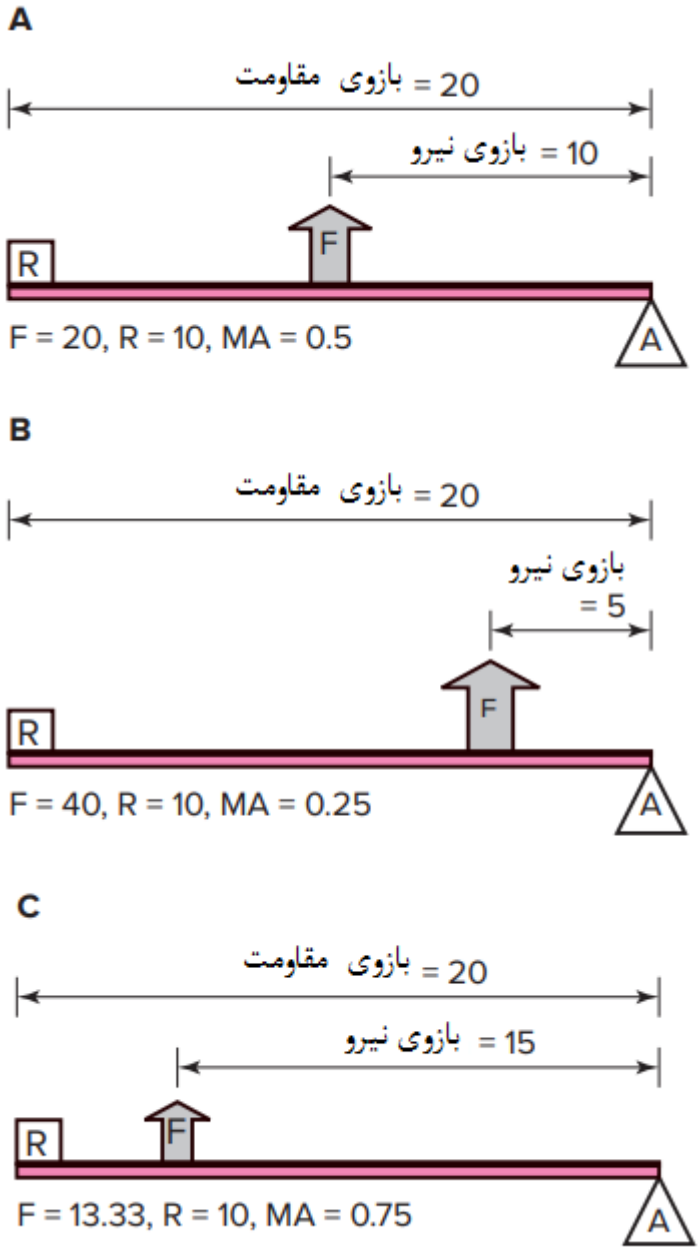
همچنین بین مولفه های نیرو و مولفه های مقاومت رابطه متناسبی وجود دارد. یعنی برای اینکه حرکت با افزایش هر یک از مولفه های مقاومت اتفاق بیفتد، باید یک یا هر دو مولفه نیرو افزایش یابد. رجوع به تصاویر شود. 3.5، 3.6 و 3.7 را ببینید که چگونه این روابط به ترتیب برای اهرم های کلاس اول، دوم و سوم اعمال می‌شود. حتی تغییرات جزئی در محل نیرو و مقاومت در تعیین مزیت مکانیکی (MA) و نیروی مؤثر عضله مهم است. این نکته را می‌توان با فرمول ساده نشان داده شده در شکل 3.8، با استفاده از عضله دوسر بازویی در هر مثال نشان داد.




شکل. 3.5 • اهرم های درجه یک. الف، اگر بازوی نیرو و بازوی مقاومتی از نظر طول برابر باشند، نیرویی برابر با مقاومت برای متعادل کردن آن لازم است. B، با بلندتر شدن بازوی نیرو، برای حرکت دادن یک مقاومت نسبتاً بزرگ‌تر، به نیروی کاهشی نیاز است. ج، با کوتاه‌تر شدن بازوی نیرو، نیروی فزاینده‌ای برای حرکت مقاومت نسبتاً کوچک‌تر مورد نیاز است، اما سرعت و دامنه حرکتی که مقاومت می‌تواند حرکت کند افزایش می‌یابد. نیروها (لحظه ها) برای تعادل سیستم اهرمی محاسبه می شوند. مجموع نیروهای تلاش و مقاومت صفر است. اگر هر یک از اجزاء نسبت به یکدیگر جابجا شوند، به نیروی بیشتر یا مقاومت بیشتری نیاز است.




شکل. 3.6 • اهرم های درجه دوم به دلیل طولانی تر بودن بازوی نیرو از بازوی مقاومتی، مزیت مکانیکی مثبتی دارند و برای جابجایی مقاومت های بزرگتر با نیروهای کوچکتر مناسب هستند. A، قرار دادن مقاومت در نیمه راه بین محور و نقطه اعمال نیرو، مزیت مکانیکی 2 را فراهم می‌کند. B، نزدیک‌تر کردن مقاومت به محور، مزیت مکانیکی را افزایش می‌دهد اما فاصله حرکت مقاومت را کاهش می‌دهد. ج، هر چه مقاومت به نقطه اعمال نیرو نزدیک‌تر باشد، مزیت مکانیکی کمتر می‌شود اما فاصله مقاومت بیشتر می‌شود. نیروها (لحظه ها) برای تعادل سیستم اهرمی محاسبه می شوند. مجموع نیروهای تلاش و مقاومت صفر است. اگر هر یک از اجزاء نسبت به یکدیگر جابجا شوند، به نیروی بیشتر یا مقاومت بیشتری نیاز است.




شکل. 3.7 • اهرم های درجه سوم. A، نیرویی بیشتر از مقاومت، صرف نظر از نقطه اعمال نیرو، به دلیل طولانی بودن بازوی مقاومتی مورد نیاز است. B، نزدیکتر کردن نقطه اعمال نیرو به محور، دامنه حرکت و سرعت را افزایش می دهد، اما به نیروی بیشتری نیاز دارد. ج، نزدیک‌تر کردن نقطه اعمال نیرو به مقاومت، نیروی مورد نیاز را کاهش می‌دهد، اما سرعت و دامنه حرکت را نیز کاهش می‌دهد. نیروها (لحظه ها) برای تعادل سیستم اهرمی محاسبه می شوند. مجموع نیروهای تلاش و مقاومت صفر است. اگر هر یک از اجزاء نسبت به یکدیگر جابجا شوند، به نیروی بیشتر یا مقاومت بیشتری نیاز است.

در مثال الف، تنها راه برای جابجایی عضله دوسر بازویی جراحی است، بنابراین عملی نیست. در برخی از شرایط ارتوپدی، اتصالات تاندون‌ها با جراحی جابه‌جا می‌شوند تا نیروهای دینامیکی که ماهیچه‌ها بر روی مفاصل وارد می‌کنند، تغییر دهند. در مثال B، ما می‌توانیم و اغلب انجام می‌دهیم بازوی مقاومت را کوتاه کنیم تا توانایی خود را برای حرکت دادن یک جسم افزایش دهیم. هنگام تلاش برای حداکثر وزنه در تمرین کرل عضله دوسر، ممکن است مچ دست خود را خم کنیم تا وزنه را کمی نزدیک‌تر کنیم، که بازوی مقاومتی را کوتاه می‌کند. مثال C از این نظر ساده است که ما آشکارا می‌توانیم با کاهش مقاومت نیروی مورد نیاز را کاهش دهیم.

سیستم اهرم در بدن انسان برای سرعت و دامنه حرکت به قیمت زور ساخته شده است. بازوهای نیروی کوتاه و بازوهای مقاومتی بلند به قدرت عضلانی زیادی برای ایجاد حرکت نیاز دارند. در ساعد، اتصالات عضلات دوسر بازویی و سه سر بازویی به وضوح این نکته را نشان می دهد، زیرا بازوی نیروی دوسر بازویی 1 تا 2 اینچ و بازوی سه سر بازویی کمتر از 1 اینچ است. نمونه های مشابه بسیاری در سراسر بدن یافت می‌شود. از نقطه نظر عملی، این بدان معنی است که سیستم عضلانی باید قوی باشد تا نیروی لازم برای حرکات بدن، به ویژه در فعالیت های ورزشی شدید را تامین کند.

وقتی از اهرم انسانی در رابطه با مهارت های ورزشی صحبت می‌کنیم، به طور کلی به چندین اهرم اشاره می‌کنیم. به عنوان مثال، پرتاب توپ شامل اهرم هایی در مفاصل شانه، آرنج و مچ دست و همچنین از زمین به بالا از طریق اندام تحتانی و تنه است. در واقع می‌توان گفت که یک اهرم بلند از پا تا دست وجود دارد.

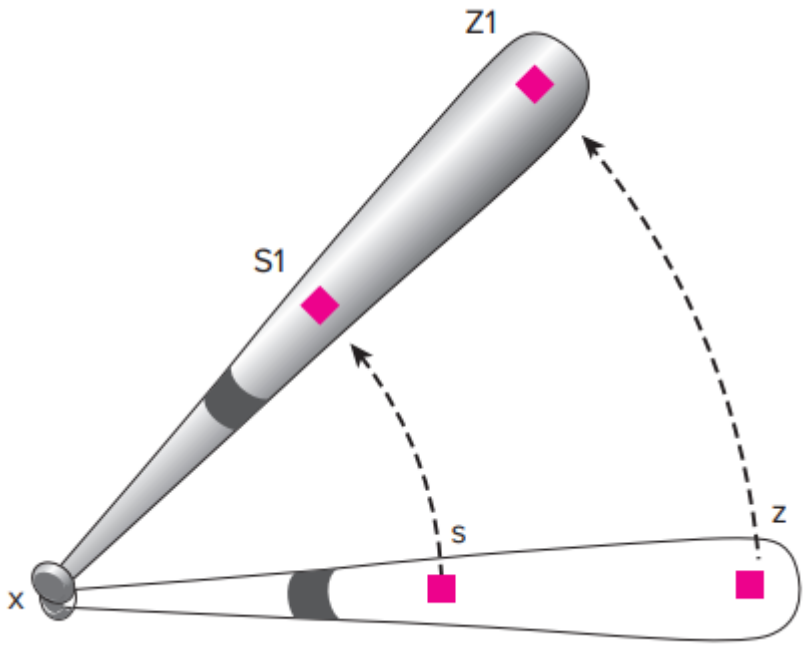
هر چه اهرم طولانی تر باشد، در انتقال سرعت موثرتر است. یک تنیس‌باز می‌تواند با ضربه مستقیم به توپ تنیس (نیروی بیشتری به آن وارد کند) نسبت به آرنج خم شده، ضربه بیشتری بزند، زیرا اهرم (از جمله راکت) بلندتر است و سریع‌تر حرکت می‌کند.

شکل 3.9 نشان می‌دهد که یک اهرم بلندتر (Z1) سریع‌تر از یک اهرم کوتاه‌تر (S1) در حرکت به همان تعداد درجه حرکت می‌کند. در فعالیت های ورزشی که امکان افزایش طول اهرم با راکت یا خفاش وجود دارد، همین اصل صادق است.

در بیسبال، هاکی، گلف، هاکی روی چمن و سایر ورزش ها، اهرم های بلند نیروی خطی بیشتری تولید می‌کنند و در نتیجه عملکرد بهتری دارند. با این حال، برای اینکه بتوانیم حرکت را در کوتاه ترین زمان ممکن به طور کامل اجرا کنیم، گاهی اوقات داشتن یک بازوی اهرمی کوتاه مطلوب است. به عنوان مثال، شکار بیسبالی که قصد دارد یک رانر را در پایه دوم به بیرون پرتاب کند، مجبور نیست توپ را طوری پرتاب کند که به همان سرعتی حرکت کند که پرتاب کننده در حال تلاش برای پرتاب ضربه است. در مورد شکارچی، شروع و تکمیل پرتاب در اسرع وقت مهمتر از رساندن سرعت هر چه بیشتر به توپ است. پرتاب کننده، زمانی که سعی می‌کند توپ را با سرعت بیش از 90 مایل در ساعت پرتاب کند، از بدن خود به عنوان یک سیستم اهرمی بسیار طولانی تر در دامنه حرکتی بیشتر برای انتقال سرعت به توپ استفاده می‌کند.

## چرخ و محور

چرخ ها و محورها عمدتاً برای افزایش دامنه حرکت و سرعت حرکت در سیستم اسکلتی عضلانی استفاده می شوند. یک چرخ و یک محور اساساً به عنوان شکلی از یک اهرم درجه یک عمل می‌کنند. هنگامی که چرخ یا محور می چرخد، دیگری نیز باید بچرخد. هر دو به طور همزمان یک چرخش را کامل می‌کنند. مرکز چرخ و محور هر دو با تکیه گاه مطابقت دارند. هم شعاع چرخ و هم شعاع محور با بازوهای نیرو مطابقت دارد. اگر شعاع چرخ از شعاع محور بیشتر باشد، به دلیل بازوی نیروی طولانی تر، چرخ نسبت به محور برتری مکانیکی دارد. یعنی نیروی نسبتاً کمتری ممکن است به چرخ اعمال شود تا مقاومت نسبتاً بیشتری را به محور منتقل کند. خیلی ساده، اگر شعاع چرخ پنج برابر شعاع محور باشد، همانطور که در شکل 3.10 نشان داده شده است، چرخ 5 به 1 برتری مکانیکی نسبت به محور دارد. مزیت مکانیکی یک چرخ و یک محور برای این سناریو ممکن است با در نظر گرفتن شعاع چرخ روی شعاع محور محاسبه شود. این نرم افزار چرخ و محور را قادر می سازد تا به عنوان یک اهرم درجه دوم برای به دست آوردن حرکت نیرو عمل کنند.




شکل. 3.9 • طول اهرم هالف انتهای یک اهرم طولانی‌تر (Z1) سریع‌تر از یک اهرم کوتاه‌تر (S1) حرکت می‌کند که در مدت زمان یکسان روی همان تعداد درجه حرکت کند. هر چه مقاومت از محور دورتر باشد، دورتر حرکت می‌کند و نیروی بیشتری به آن وارد می‌شود و در نتیجه مقاومت با سرعت بیشتری حرکت می‌کند. همین اصل در ورزش هایی که امکان افزایش طول اهرم با راکت یا خفاش وجود دارد نیز صدق می‌کند.

در این مورد مزیت مکانیکی همیشه بیش از 1 است. کاربرد این مثال استفاده از قسمت بیرونی فرمان خودرو برای چرخاندن مکانیزم فرمان است. قبل از توسعه فرمان برقی، چرخ‌های فرمان قطر بسیار بیشتری نسبت به امروز داشتند تا مزیت مکانیکی بیشتری به راننده بدهند. یک مثال در بدنه اعمال نیرو به چرخ زمانی رخ می دهد که ما سعی می‌کنیم به صورت دستی شانه فرد را به چرخش داخلی وادار کنیم در حالی که او آن را در چرخش خارجی به صورت ایزومتریک نگه می دارد. استخوان بازو به عنوان محور عمل می‌کند و دست و مچ فرد در نزدیکی قسمت بیرونی چرخ قرار می گیرند که آرنج تقریباً 90 درجه خم شود. اگر تلاش ناموفقی برای شکستن نیروی انقباض چرخاننده های خارجی با فشار دادن داخلی در قسمت میانی ساعد داشته باشیم، می‌توانیم اهرم یا مزیت مکانیکی و احتمال موفقیت خود را با اعمال نیروی نزدیک به دست و مچ افزایش دهیم.

اگر اعمال نیرو معکوس شود به طوری که به محور اعمال شود، مزیت مکانیکی ناشی از چرخش چرخ در فاصله بیشتر با سرعت بیشتر است. با استفاده از همین مثال، اگر شعاع چرخ پنج برابر بیشتر از شعاع محور باشد، بیرون چرخ با سرعتی پنج برابر محور می‌چرخد. علاوه بر این، فاصله چرخش بیرونی چرخ پنج برابر خارج از محور خواهد بود. این نرم افزار چرخ و محور را قادر می سازد تا به عنوان یک اهرم درجه سه برای به دست آوردن سرعت و دامنه حرکت عمل کنند. مزیت مکانیکی چرخ و محور برای این سناریو ممکن است با در نظر گرفتن شعاع محور بر شعاع چرخ محاسبه شود.

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{شعاع چرخ}}{\text{شعاع محور}}$$

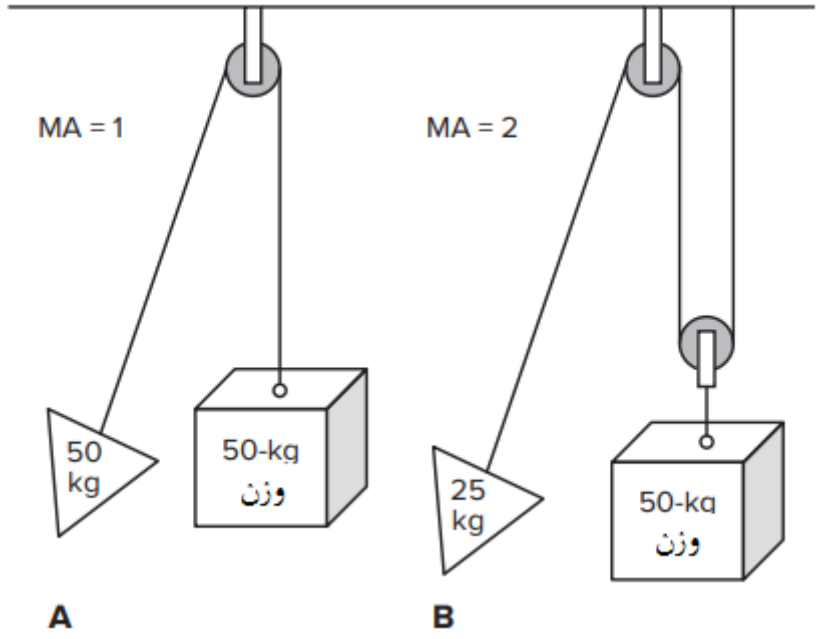
در این مورد مزیت مکانیکی همیشه کمتر از 1 است. این اصلی است که در پیشرانه یک خودرو برای چرخاندن اکبرجستگی استفاده می‌شود، که متعاقباً تایر را به ازای هر چرخش محور یک دور می‌چرخاند. ما از حرکتی قدرتمند خودرو برای تامین نیروی افزایش سرعت لاستیک استفاده می‌کنیم و متعاقباً مسافت های زیادی را برای ما حمل می‌کنیم. نمونه‌ای از عضلات اعمال نیرو به محور برای ایجاد دامنه حرکت و سرعت بیشتر ممکن است دوباره در اندام فوقانی، در مورد چرخاننده‌های داخلی که به استخوان بازو متصل می‌شوند، دیده شود. در حالی که استخوان بازو به عنوان محور عمل می‌کند و دست و مچ در قسمت بیرونی چرخ قرار دارند (زمانی که آرنج تقریباً 90 درجه خم می‌شود)، چرخاننده های داخلی به استخوان بازو نیرو وارد می‌کنند. با چرخاننده های داخلی که به طور متحدالمرکز استخوان بازو را به مقدار نسبتا کمی می چرخانند، دست و مچ مسافت زیادی را طی می‌کنند. استفاده از چرخ و محور به این شکل ما را قادر می سازد تا سرعت پرتاب اجسام را به میزان قابل توجهی افزایش دهیم.

## قرقره ها

تک قرقره ها دارای یک محور ثابت و عملکردی برای تغییر جهت موثر اعمال نیرو هستند. همانطور که در شکل 3.11، الف نشان داده شده است، قرقره های تک مزیت مکانیکی 1 دارند. قرقره ها ممکن است متحرک باشند و می‌توانند برای

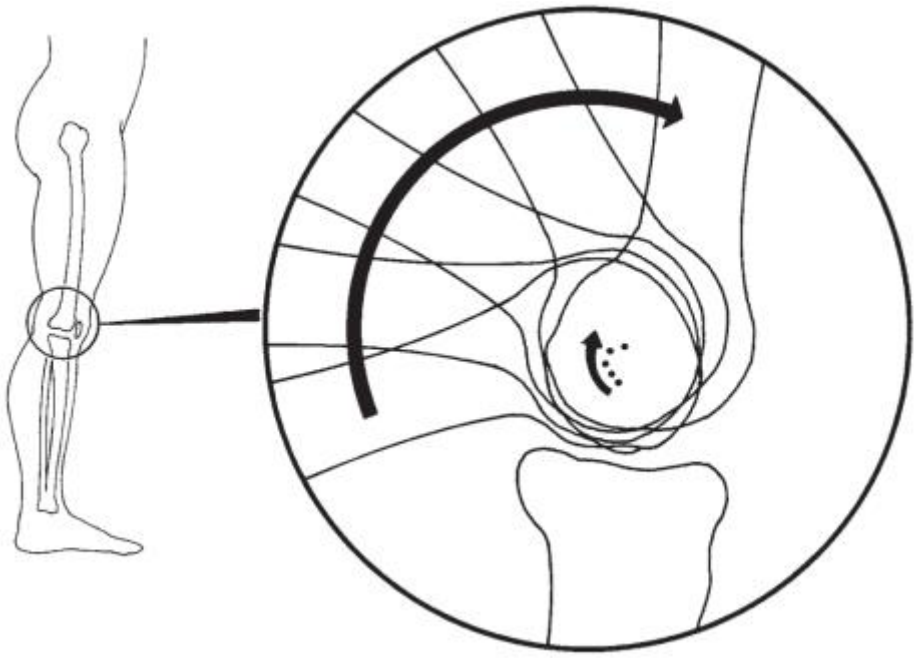
ایجاد قرقره های مرکب ترکیب شوند تا مزیت مکانیکی را بیشتر کنند. همانطور که در شکل 3.11، B نشان داده شده است، هر طناب اضافی متصل به قرقره های متحرک مزیت مکانیکی را 1 افزایش می دهد.

در بدن انسان، یک مثال عالی توسط مالئول جانبی ارائه شده است که به عنوان قرقره ای عمل می‌کند که تاندون پرونئوس لانگوس در اطراف آن قرار دارد. با انقباض این عضله به سمت شکم خود که به سمت زانو است می کشد. به دلیل استفاده از مالئول جانبی به عنوان قرقره (شکل 3.12)، نیرو به قسمت کف پا منتقل می‌شود و در نتیجه پا به سمت پایین و خارج حرکت می‌کند. نمونه‌های دیگر در بدن انسان شامل قرقره‌هایی در قسمت ولار فالانژها برای تغییر جهت نیروی تاندون‌های فلکسور است.




شکل. 3.11 • A، تک قرقره؛ B، قرقره متحرک مرکب.

شکل. 3.12 • قرقره. مالئول جانبی به عنوان قرقره برای تاندون پرونئوس لونگوس عمل می‌کند.



شکل. 3.13 • مسیر مرکز چرخش آنی زانو در حین اکستنشن.

## قوانین حرکت و فعالیت های بدنی

حرکت در تربیت بدنی و فعالیت ورزشی اساسی است. حرکت بدن به طور کلی توسط برخی از عملکردهای سیستم عضلانی ایجاد می‌شود، یا حداقل شروع می‌شود. حرکت بدون نیرو امکان پذیر نیست و سیستم عضلانی منبع نیرو در بدن انسان است. بنابراین، توسعه سیستم عضلانی برای حرکت ضروری است.

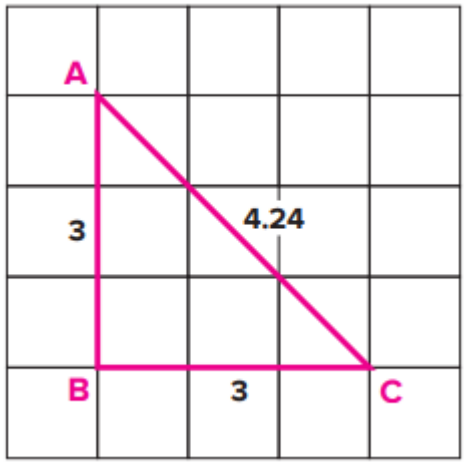
اساساً دو نوع حرکت وجود دارد: حرکت خطی و حرکت زاویه ای. حرکت خطی که به آن حرکت انتقالی نیز گفته می‌شود، حرکت در امتداد یک خط است. اگر حرکت در امتداد یک خط مستقیم باشد، حرکت مستقیم است، در حالی که حرکت در امتداد یک خط منحنی به عنوان حرکت منحنی شناخته می‌شود. حرکت زاویه ای که به عنوان حرکت چرخشی نیز شناخته می‌شود، شامل چرخش حول یک محور است. در بدن انسان، محور چرخش توسط مفاصل مختلف تامین می‌شود. به یک معنا، این دو نوع حرکت به هم مرتبط هستند، زیرا حرکت زاویه ای مفاصل می‌تواند حرکت خطی راه رفتن را ایجاد کند. در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی، حرکت زاویه‌ای تجمعی مفاصل بدن، حرکت خطی را به یک جسم پرتاب شده (توپ، شوت) یا به جسمی که با ابزار زده شده است (خفاش، راکت) منتقل می‌کند. همچنین مهم است که مرکز چرخش را در نظر بگیرید، که نقطه یا خطی است که تمام نقاط دیگر بدن در اطراف آن حرکت می‌کنند. در لولای در، محور چرخش ثابت است و تمام نقاط در دارای قوس های چرخش مساوی در اطراف مرکز لولا هستند. اما در مفاصل بدن به دلیل حرکت جانبی آنها همانطور که در فصل 1 بحث شد، محور معمولاً ثابت نیست. در نتیجه، مکان مرکز دقیق چرخش با تغییر زاویه مفصل تغییر می‌کند. بنابراین باید مرکز چرخش لحظه ای را در نظر بگیریم که مرکز چرخش در یک لحظه خاص از زمان در حین حرکت است. شکل 3.13 را ببینید.

## اندازه‌گیری‌های کمیت – اسکالرها در مقابل بردارها

برای بحث در مورد معیارهای حرکت، مقداری از اندازه گیری را به آنها اختصاص می دهیم. این کمیت‌های ریاضی که برای توصیف حرکت استفاده می‌شوند را می‌توان به اسکالر یا بردار تقسیم کرد. کمیت های اسکالر به تنهایی با یک مقدار (یا مقدار عددی) توصیف می شوند، مانند سرعت بر حسب مایل در ساعت یا متر در ثانیه. سایر کمیت های اسکالر عبارتند از: طول، مساحت، حجم، جرم، زمان، چگالی، دما، فشار، انرژی، کار و توان. کمیت های برداری با قدر و جهت توصیف می

شوند، مانند سرعت بر حسب مایل در ساعت در جهت شرق. سایر کمیت های برداری عبارتند از: شتاB، جهت، جابجایی، نیرو، کشش، تکانه، بالابر، وزن و رانش.

جابجایی تغییر در موقعیت یا مکان یک جسم از نقطه مرجع اصلی آن است، در حالی که مسافت یا مسیر حرکت، مجموع طول واقعی اندازه گیری شده است که طی کرده است. بنابراین یک جسم ممکن است مسافت 10 متری را در امتداد یک مسیر خطی در دو یا چند جهت طی کرده باشد اما تنها 6 متر از نقطه مرجع اصلی خود جابجا شده باشد. شکل 3.14 مثالی را ارائه می دهد. جابجایی زاویه ای تغییر مکان یک جسم دوار است. جابجایی خطی فاصله ای است که یک سیستم در یک خط مستقیم حرکت می‌کند.




شکل. 3.14 • جابجایی. اگر مسیر حرکت از A به B و سپس از B به C باشد، فاصله طی شده AB + BC است، اما جابجایی فاصله A تا C یا AC است. اگر هر برجستگیول 1 متر مربع باشد، AB 3 متر و BC 3 متر است، بنابراین مسافت طی شده 6 متر خواهد بود. با استفاده از قضیه فیثاغورث (در مثلث قائم الزاویه، مربع اندازه رانوتانوس برابر است با مجموع مجذورات اندازه های پاها، یا a2 + b2 = c 2)، سپس می‌توانیم جابجایی (AC) را تعیین کنیم. 4.24 متر با AB2 + BC2 = AC2 باشد

ما گاهی اوقات نگران زمان وقوع جابجایی هستیم. سرعت سرعت حرکت یک جسم یا مسافتی است که یک جسم در یک زمان مشخص طی می‌کند. سرعت، سرعتی که یک جسم با آن موقعیت خود را تغییر می دهد، جهت را شامل می‌شود و میزان جابجایی را توصیف می‌کند.

مروری کوتاه بر قوانین حرکت نیوتن، کاربردهای فراوان این قوانین را در فعالیت‌های تربیت بدنی و ورزش نشان می‌دهد. قوانین نیوتن همه ویژگی های حرکت را توضیح می دهند و برای درک حرکت انسان اساسی هستند.

## قانون اینرسی

جسم در حال حرکت تمایل دارد با همان سرعت در یک خط مستقیم در حرکت بماند مگر اینکه نیرویی بر آن وارد شود. جسمی که در حال سکون است تمایل دارد در حالت سکون بماند مگر اینکه نیرویی به آن وارد شود.

اینرسی را می‌توان به عنوان مقاومت در برابر عمل یا تغییر توصیف کرد. از نظر حرکت انسان، اینرسی به مقاومت در برابر شتاب یا کاهش سرعت اشاره دارد. اینرسی تمایل به حفظ وضعیت فعلی حرکت است، خواه قطعه بدن با سرعت خاصی حرکت کند یا بی حرکت باشد.

عضلات نیروی لازم برای شروع حرکت، توقف حرکت، تسریع حرکت، کاهش سرعت حرکت یا تغییر جهت حرکت را تولید می‌کنند. به عبارت دیگر، اینرسی عدم تمایل به تغییر وضعیت است. تنها زور می‌تواند این کار را انجام دهد. هر چه جرم یک جسم بیشتر باشد، اینرسی آن بیشتر است. بنابراین، هر چه جرم بیشتر باشد، نیروی بیشتری برای تغییر قابل توجه اینرسی جسم مورد نیاز است. نمونه های متعددی از این قانون در فعالیت های تربیت بدنی یافت می‌شود. یک دونده سرعت در بلوک های شروع باید نیروی قابل توجهی برای غلبه بر اینرسی در حال استراحت اعمال کند. یک دونده در یک مسیر سرپوشیده باید نیروی قابل توجهی اعمال کند تا بر اینرسی متحرک غلبه کند و قبل از برخورد با دیوار متوقف شود. شکل 3.15 مثالی از نحوه حرکت یک اسکی باز در حال حرکت را ارائه می دهد، حتی اگر در هوا پس از اسکی روی تپه حرکت کند. ما به طور معمول نیروهای اینرسی را تجربه می‌کنیم، زمانی که بالاتنه ما تمایل به حرکت به سمت جلو دارد، اگر ماشینی را با حداکثر سرعت رانندگی می‌کنیم و سپس ناگهان مجبور به کاهش سرعت می شویم. توپ ها و سایر اشیایی که پرتاب می شوند یا ضربه می خورند، برای متوقف کردن آنها نیاز به نیرو دارند. شروع، توقف و تغییر جهت - بخشی از بسیاری از فعالیت های بدنی - مثال های زیادی از قانون اینرسی اعمال شده در حرکت بدن را ارائه می دهد.

شکل. 3.15 • مثالی از قانون اول حرکت نیوتن. اسکی باز به دلیل اینرسی که قبلاً ایجاد شده بود به پرواز در فضا ادامه می دهد.

از آنجایی که نیرو برای تغییر اینرسی مورد نیاز است، بدیهی است که هر فعالیتی که با سرعت ثابت در جهتی ثابت انجام شود، انرژی را حفظ خواهد کرد و هر فعالیتی که با سرعت نامنظم یا هدایت شده باشد، برای ذخایر انرژی بسیار پرهزینه خواهد بود. این تا حدودی توضیح می دهد که چرا فعالیت هایی مانند هندبال و بسکتبال بسیار خسته کننده تر از دویدن و رقصیدن هستند.

## قانون شتاب

تغییر در شتاب جسم در همان جهتی اتفاق می افتد که نیرویی که باعث آن شده است. تغییر در شتاب با نیروی ایجاد کننده آن نسبت مستقیم و با جرم بدن نسبت معکوس دارد.

شتاب ممکن است به عنوان نرخ تغییر در سرعت تعریف شود. برای دستیابی به سرعت در حرکت بدن، به طور کلی یک نیروی عضلانی قوی لازم است. جرم، مقدار ماده در یک جسم، بر سرعت و شتاب در حرکات فیزیکی تأثیر می گذارد. نیروی بسیار بیشتری از عضلات برای شتاب دادن به یک مرد 80 کیلوگرمی نسبت به شتاب دادن یک مرد 58 کیلوگرمی به همان سرعت دویدن نیاز است. همچنین، به دلیل تفاوت در جرم، می‌توان به یک توپ بیسبال سریعتر از یک ضربه شتاب داد. نیروی مورد نیاز برای دویدن در نیم سرعت کمتر از نیروی لازم برای دویدن در حداکثر سرعت است. برای انتقال

سرعت به یک توپ یا یک جسم، لازم است به بخشی از بدن که جسم را نگه می دارد، به سرعت شتاب دهید. فوتبال، بسکتبال، هاکی دو و میدانی چند ورزش هستند که سرعت و شتاب را می طلبند.

## قانون واکنش

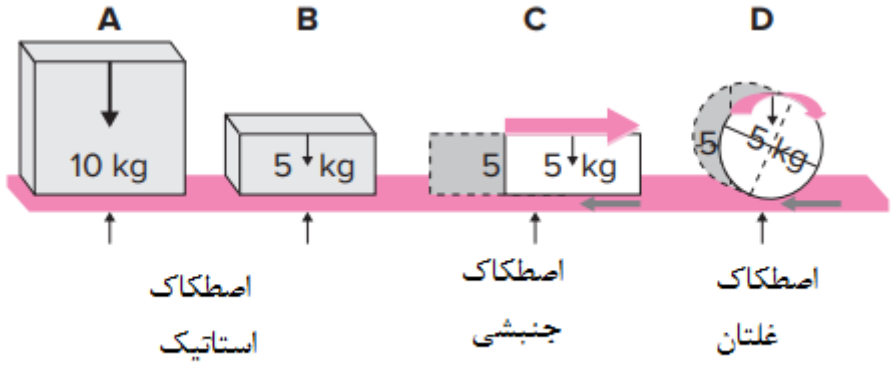
**برای هر عملی یک عکس العمل متضاد و برابر وجود دارد.** همانطور که با راه رفتن روی یک سطح نگهدارنده نیرو وارد می‌کنیم، سطح مقاومتی برابر در جهت مخالف کف پای ما ایجاد می‌کند. پاهای ما به سمت پایین و عقب فشار می آورند، در حالی که سطح به بالا و جلو فشار می آورد. نیروی واکنش سطح به نیرویی که ما به آن وارد می‌کنیم، نیروی واکنش زمین نامیده می‌شود. ما نیروی عمل را فراهم می‌کنیم، در حالی که سطح نیروی واکنش را فراهم می‌کند. بدلیل تفاوت نیروهای واکنش زمینی دو سطح، دویدن در یک مسیر سخت آسان‌تر از یک ساحل شنی است. مسیر در برابر نیروی محرکه دونده مقاومت می‌کند و واکنش دونده را به جلو می راند. شن و ماسه نیروی دونده را از بین می برد، و نیروی واکنش به ترتیب کاهش می یابد، با کاهش ظاهری در نیروی رو به جلو و سرعت (شکل 3.16). یک اسپرینتر نیرویی بیش از 1335 نیوتن بر روی بلوک های شروع اعمال می‌کند که با نیرویی برابر مقاومت می‌کنند. هنگامی که یک جسم در حال پرواز است، مانند پریدن، حرکت یک قسمت از بدن باعث ایجاد واکنش در قسمت دیگر می‌شود، زیرا هیچ سطح مقاومتی برای تامین نیروی واکنش وجود ندارد.

## اصطکاک

اصطکاک نیرویی است که از مقاومت بین سطوح دو جسم در حال حرکت بر روی یکدیگر حاصل می‌شود. بسته به فعالیت درگیر، ممکن است مایل به افزایش یا کاهش اصطکاک باشیم. در دویدن، ما به نیروهای اصطکاک بین پاها و زمین وابسته هستیم تا بتوانیم به زمین نیرو وارد کنیم و خود را به جلو برانیم. هنگامی که اصطکاک به دلیل صاف بودن زمین یا سطح کفش کاهش می یابد، احتمال لغزش ما بیشتر است. در اسکیت، ما می خواهیم اصطکاک کمتری داشته باشیم تا بتوانیم با مقاومت کمتری روی یخ بلغزیم. اصطکاک را می‌توان بیشتر به عنوان استاتیک یا جنبشی مشخص کرد. به شکل 3.17، A، B و C مراجعه کنید. اصطکاک استاتیک مقدار اصطکاک بین دو جسمی است که هنوز شروع به حرکت نکرده اند، در

حالی که اصطکاک جنبشی اصطکاک بین دو جسم است که در امتداد یکدیگر می لغزند. اصطکاک استاتیک همیشه بیشتر از اصطکاک جنبشی است. در نتیجه، همیشه شروع کشیدن یک شی در سطح یک سطح دشوارتر از ادامه کشیدن آن است. اصطکاک استاتیک ممکن است با افزایش نیروهای عادی یا عمود بر فشار دادن دو جسم به هم افزایش یابد، مانند اضافه کردن وزن بیشتر به جسمی که روی جسم دیگری نشسته است. برای تعیین میزان نیروهای اصطکاک باید هم نیروهای وارد بر دو جسم را در نظر بگیریم و هم ضریب اصطکاک را که به سختی و زبری بافت های سطح بستگی دارد. ضریب اصطکاک نسبت نیروی مورد نیاز برای غلبه بر اصطکاک به نیرویی است که سطوح را در کنار هم نگه می دارد. اصطکاک غلتشی (شکل 3.17، D) مقاومت در برابر جسمی است که روی یک سطح غلت می‌زند، مانند توپی که در زمین می‌غلتد یا لاستیکی که روی زمین می‌غلتد. اصطکاک غلتشی همیشه بسیار کمتر از اصطکاک استاتیک یا جنبشی است.

شکل. 3.16 • مثالی از قانون سوم حرکت نیوتن. برای شتاب دادن به جلو، واکر باید به سمت عقب هل دهد. توجه داشته باشید که قسمت جلوی ردپا در ماسه عمیق تر از قسمت عقب است.




شکل 3.17 • اصطکاک. A، اصطکاک استاتیک. B، اصطکاک استاتیک نیز، اما کمتر از A زیرا جرم (وزن) کمتری وجود دارد. ج، اصطکاک جنبشی همیشه کمتر از اصطکاک استاتیک است. D، اصطکاک غلتشی همیشه کمتر از اصطکاک جنبشی است.

## تعادل، تعادل و ثبات

تعادل توانایی کنترل تعادل، اعم از ایستا یا پویا است. در رابطه با حرکت انسان، تعادل به حالت شتاب صفر اطلاق می‌شود که در آن هیچ تغییری در سرعت یا جهت بدن وجود ندارد. تعادل ممکن است ایستا یا پویا باشد. اگر بدن در حالت استراحت یا کاملاً بی حرکت باشد، در تعادل ایستا قرار دارد. تعادل دینامیکی زمانی اتفاق می‌افتد که تمام نیروهای وارده و اینرسی که بر جسم متحرک وارد می‌شوند در تعادل باشند و در نتیجه حرکتی با سرعت یا جهت تغییرناپذیر انجام شود. برای اینکه بتوانیم تعادل را کنترل کنیم و از این رو به تعادل برسیم، باید ثبات را به حداکثر برسانیم. پایداری عبارت است از مقاومت در برابر تغییر در شتاب بدن یا به عبارت مناسب تر، مقاومت در برابر اختلال در تعادل بدن. ثبات را می‌توان با تعیین مرکز ثقل بدن و تغییر مناسب آن افزایش داد. مرکز ثقل نقطه ای است که در آن تمام جرم و وزن بدن به طور مساوی در تمام جهات متعادل یا به طور مساوی توزیع می‌شود. به طور کلی، مرکز ثقل انسان در مجاورت ناف قرار دارد، اما قطعاً با موقعیت های مختلف بدن تغییر می‌کند.

تعادل برای بدن در حال استراحت و همچنین برای بدن در حال حرکت مهم است. به طور کلی، تعادل مطلوب است، اما شرایطی وجود دارد که در آن زمانی که بدن تمایل به عدم تعادل دارد، حرکت بهبود می‌یابد. در زیر برخی از عوامل کلی وجود دارد که برای افزایش تعادل، به حداکثر رساندن ثبات و در نهایت دستیابی به تعادل کاربرد دارند.

1. زمانی که مرکز ثقل در پایه تکیه گاه قرار می گیرد، فرد تعادل دارد (شکل 3.18).

2. فرد تعادل مستقیمی با اندازه پایه دارد. هرچه پایه تکیه گاه بزرگتر باشد، تعادل بیشتر است.

3. انسان بسته به وزن (جرم) تعادل دارد. هر چه وزن بیشتر باشد، تعادل بیشتر است.

4. فرد بسته به ارتفاع مرکز ثقل تعادل دارد. هر چه مرکز ثقل کمتر باشد، تعادل بیشتر است.

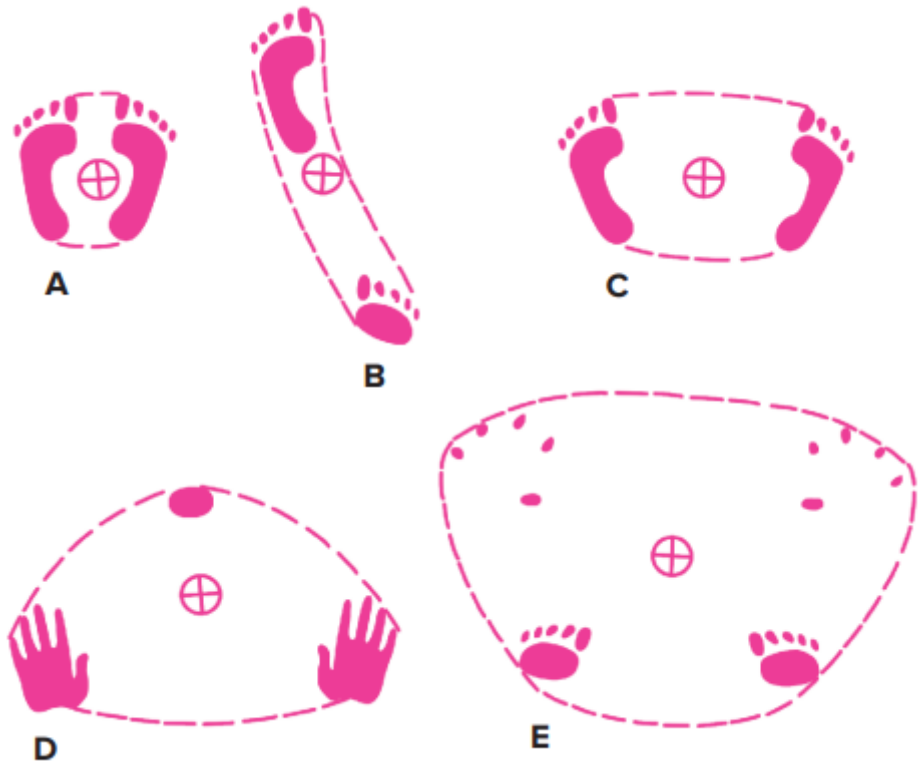
5. فرد بسته به اینکه مرکز ثقل نسبت به پایه تکیه گاه کجاست تعادل دارد. اگر مرکز ثقل نزدیک به لبه پایه باشد، تعادل کمتر است. با این حال، هنگام پیش‌بینی یک نیروی روبرو، پایداری ممکن است با قرار دادن مرکز ثقل نزدیک‌تر به سمت پایه تکیه‌گاهی که انتظار می‌رود نیرو را دریافت کند، بهبود یابد.

6. در پیش بینی یک نیروی مقابل، پایداری ممکن است با بزرگ کردن اندازه پایه تکیه گاه در جهت نیروی مورد انتظار افزایش یابد.

7. تعادل را می‌توان با افزایش اصطکاک بین بدن و سطوحی که با آن تماس می گیرد افزایش داد.

8. چرخش حول محور به تعادل کمک می‌کند. تعادل دوچرخه متحرک آسان تر از دوچرخه ثابت است.

9. عملکردهای فیزیولوژیکی حرکتی به تعادل کمک می‌کند. کانال های نیم دایره ای گوش داخلی، بینایی، لمس (فشار) و حس حرکتی همگی اطلاعات تعادلی را در اختیار اجراکننده قرار می دهند. تعادل و اجزای تعادل و پایداری آن در همه حرکات ضروری است. همه تحت تأثیر نیروی ثابت گرانش و همچنین اینرسی هستند. پیاده روی به عنوان فعالیتی توصیف شده است که در آن فرد با هر قدم بدن خود را به داخل و خارج از تعادل می اندازد. در حرکات دویدن سریع که اینرسی حرکتی زیاد است، فرد باید مرکز ثقل را پایین بیاورد تا هنگام توقف یا تغییر جهت تعادل را حفظ کند. برعکس، در فعالیت های پرش، فرد تلاش می‌کند تا مرکز ثقل را تا جایی که ممکن است بالا ببرد.




شکل. 3.18 • پایه پشتیبانی. پایه تکیه گاه شامل قسمت(های) بدن در تماس با سطح نگهدارنده و ناحیه میانی است. A، B و C، وزن توسط پاها پشتیبانی می‌شود. D، وزن توسط پیشانی و دست ها در هنگام سرپا نگه داشته می‌شود. E، وزن توسط دست ها و پاها در حالی که بدن در وضعیت اسکوات قرار دارد تحمل می‌شود. صلیب های دایره ای نشان دهنده نقطه تلاقی خط ثقل با پایه تکیه گاه است.

## نیرو

ماهیچه ها منبع اصلی نیرویی هستند که حرکت بخشی از بدن، کل بدن یا یک جسم پرتاب شده، ضربه خورده یا متوقف شده را ایجاد یا تغییر می دهند. همانطور که قبلاً گفته شد، عوامل مختلفی بر توانایی عضله برای اعمال نیرو تأثیر می گذارد. بدیهی است که ما باید این عوامل مختلف را درک کنیم. و ما باید از این دانش در مدیریت صحیح عوامل استفاده کنیم تا ماهیچه های خود را به طور مناسب آماده کنیم تا در برخورد با نیروهای داخلی و خارجی به پاسخ مطلوب برسیم. در نتیجه، ما معمولاً ماهیچه‌های قوی‌تری می‌خواهیم تا بتوانیم نیروی بیشتری را برای هر دو فعالیت حداکثر و پایدار تولید کنیم.

در تلاش برای تأثیرگذاری بر حرکت یا شکل، جسم را فشار می‌دهد یا می‌کشد. بدون نیروهای وارد بر جسم، حرکتی وجود ندارد. نیرو حاصل ضرب شتاب جرم است. جرم یک قطعه بدن یا کل بدن ضربدر سرعت شتاب نیرو را تعیین می‌کند. بدیهی است که در فوتبال این بسیار مهم است، اما در سایر فعالیت هایی که فقط از بخشی از بدن انسان استفاده می‌کنند، به همان اندازه مهم است. در پرتاب توپ، نیروی وارد شده به توپ برابر است با جرم بازو ضربدر سرعت شتاب بازو. همچنین، همانطور که قبلاً بحث شد، اهرم مهم است.

کیفیت حرکت، یا به بیان علمی تر، تکانه، که برابر با جرم ضربدر سرعت است، در فعالیت های مهارتی مهم است. هر چه تکانه بیشتر باشد، مقاومت در برابر تغییر در اینرسی یا حالت حرکت بیشتر است. به عبارت دیگر، یک فرد بزرگتر با جرم بزرگتر که با سرعت یک فرد کوچکتر حرکت می‌کند، تکانه بیشتری خواهد داشت. از سوی دیگر، فردی با جرم کمتر که با سرعت بالاتر حرکت می‌کند، ممکن است حرکت بیشتری نسبت به فردی با جرم بیشتر داشته باشد که با سرعت کمتری حرکت می‌کند. تکانه ممکن است توسط تکانه تغییر کند که حاصل زور و زمان است.

نیازی به اعمال حداکثر نیرو و در نتیجه افزایش تکانه توپ یا جسم در حال اصابت در همه شرایط نیست. در اجرای ماهرانه، تنظیم مقدار نیرو ضروری است. قضاوت در مورد میزان نیروی لازم برای پرتاب سافت‌بال در فاصله معین، ضربه زدن به توپ گلف به فاصله 200 یارد یا ضربه زدن به توپ تنیس در عرض تور و داخل زمین بسیار مهم است.

در فعالیت‌هایی که شامل حرکت مفاصل مختلف است، مانند پرتاب توپ یا شلیک کردن، باید مجموع نیروها از ابتدای حرکت در قسمت پایینی بدن تا چرخش تنه و حرکت در شانه، آرنج وجود داشته باشد. و مفاصل مچ دست سرعت ضربه زدن چوب گلف به توپ حاصل مجموع نیروهای اندام تحتانی، تنه، شانه ها، بازوها و مچ دست است. تیراندازی و پرتاب دیسک و نیزه نمونه های خوبی هستند که نشان می دهند جمع نیروها ضروری است.

## اصول بارگذاری مکانیکی

همانطور که ما از سیستم اسکلتی عضلانی برای اعمال نیرو بر روی بدن برای حرکت و تعامل با زمین و سایر اشیاء یا افراد استفاده می‌کنیم، بارهای مکانیکی قابل توجهی تولید شده و توسط بافت های بدن جذب می‌شود. نیروهای ایجاد کننده

این بارها ممکن است داخلی یا خارجی باشند. فقط ماهیچه ها می‌توانند به طور فعال نیروی داخلی ایجاد کنند، اما تنش در تاندون ها، بافت های همبند، رباط ها و کپسول های مفصلی ممکن است به طور غیر فعال نیروهای داخلی ایجاد کند. نیروهای خارجی از خارج بدن تولید می شوند و از گرانش، اینرسی یا تماس مستقیم منشأ می گیرند. همه بافت ها در اتصالات مختلف در برابر تغییر شکل خود مقاومت می‌کنند. بدیهی است که تغییر شکل بافت ممکن است ناشی از نیروهای خارجی باشد، اما ما همچنین توانایی ایجاد نیروهای داخلی به اندازه کافی بزرگ برای شکستن استخوان ها، دررفتگی مفاصل و اختلال در عضلات و بافت های همبند را داریم. برای جلوگیری از آسیب یا آسیب ناشی از تغییر شکل بافت، باید از بدن برای جذب انرژی از نیروهای داخلی و خارجی استفاده کنیم. در امتداد این خط، جذب چنین نیرویی در بخش‌های بزرگ‌تر بدن به جای بخش‌های کوچک‌تر به نفع ماست و نرخ جذب را در مدت زمان طولانی‌تری پخش می‌کنیم. علاوه بر این، هرچه قوی تر و سالم تر باشیم، احتمال بیشتری وجود دارد که بتوانیم در برابر بارگذاری مکانیکی بیش از حد و تغییر شکل بیش از حد بافت در نتیجه مقاومت کنیم. کشش (کشش یا کرنش)، فشار، برش، خمش و پیچش (پیچش) همگی نیروهایی هستند که به صورت جداگانه یا ترکیبی برای ایجاد بار مکانیکی عمل می‌کنند که ممکن است منجر به تغییر شکل بیش از حد بافت شود. شکل 3.19 نیروهای مکانیکی را نشان می دهد که بر بافت های بدن اثر می گذارد.

شکل. 3.19 • نیروهای بارگذاری مکانیکی

## کاربرد کاربردی

در اجرای مهارت های مختلف ورزشی یا حرکات کار/زندگی، کاربردهای بسیاری از قوانین اهرم، حرکت و تعادل را می‌توان یافت. یک مهارت مشترک در بسیاری از فعالیت ها پرتاب است. جسم پرتاب شده ممکن است نوعی توپ باشد، اما اغلب جسمی با اندازه یا شکل دیگری است، مانند سنگ، کیسه لوبیا، فریزبی، دیسک یا نیزه. تجزیه و تحلیل مختصری از برخی از اصول اولیه مکانیکی درگیر در مهارت پرتاب به نشان دادن اهمیت درک کاربردهای این اصول کمک خواهد کرد. بسیاری از فعالیت ها شامل این اصول و اغلب دیگر اصول مکانیکی است. زمانی که حرکت زاویه ای (شکل 2.21) اهرم ها (استخوان های) بدن (تنه، شانه، آرنج و مچ) برای ایجاد حرکت خطی به توپ در هنگام رها شدن استفاده می‌شود، برای پرتاب ضروری است.

قوانین حرکت نیوتن در پرتاب اعمال می‌شود زیرا اینرسی فرد و اینرسی توپ (نگاه کنید به صفحه 84) باید با اعمال نیرو غلبه کنند. ماهیچه های بدن نیرویی را برای حرکت اعضای بدن و توپی که در دست گرفته می‌شود، فراهم می‌کند. قانون شتاب (قانون دوم نیوتن) با نیروی عضلانی لازم برای شتاب دادن به بازو، مچ دست و دست وارد عمل می‌شود. هر چه نیرویی (جرم ضربدر شتاب) یک فرد بیشتر باشد، بازو سریعتر حرکت می‌کند و در نتیجه سرعتی که به توپ وارد می‌شود بیشتر می‌شود. واکنش پاها در برابر سطحی که فرد روی آن می ایستد، کاربرد قانون واکنش را نشان می دهد.

ضریب اهرم در پرتاب توپ یا جسم بسیار مهم است. برای تمام اهداف عملی، بدن از پا تا انگشتان را می‌توان یک اهرم بلند در نظر گرفت. هرچه اهرم، چه از طول طبیعی بدن یا از حرکت بدن به سمت عقب کشیده (مانند پرتاب توپ نرم، با امتداد مفاصل شانه و آرنج) طولانی تر باشد، قوس بزرگتری خواهد بود که از طریق آن شتاب می گیرد و بنابراین سرعتی که به جسم پرتاب می‌شود بیشتر خواهد بود.

در شرایط خاص، زمانی که قرار است توپ فقط در فاصله کوتاهی پرتاب شود، مانند بیسبال که توسط شکارچی به سمت پایه ها پرتاب می‌شود، اهرم کوتاه مفید است زیرا زمان کل کمتری برای رها کردن توپ نیاز دارد.

تعادل یا تعادل عاملی برای پرتاب است که بدن در ابتدای پرتاب به سمت عقب چرخانده شود. این حرکت بدن را تقریباً خارج از تعادل به سمت عقب حرکت می دهد و سپس تعادل با حرکت رو به جلو دوباره در بدن تغییر می‌کند. هنگامی که پاها باز می شوند و زانوها و تنه خم می شوند تا مرکز ثقل پایین بیاید، تعادل دوباره برقرار می‌شود.

## خلاصه

بحث قبلی مروری کوتاه بر برخی از عوامل مؤثر بر حرکت بوده است. تجزیه و تحلیل حرکت انسان در پرتو قوانین فیزیک یک مشکل را ایجاد می‌کند: تجزیه و تحلیل چقدر جامع است؟ این می‌تواند بسیار پیچیده شود، به ویژه زمانی که حرکت بدن با دستکاری یک شیء دستی که در پرتاB، لگد، ضربه یا گرفتن همراه است، ترکیب شود.

این عوامل زمانی دخیل می شوند که ما سعی می‌کنیم فعالیت های رایج در برنامه های تربیت بدنی خود را تجزیه و تحلیل کنیم - فوتبال، بیسبال، بسکتبال، دو و میدانی، هاکی روی چمن و شنا، به ذکر چند مورد. با این حال، برای داشتن یک دید کامل از اینکه کدام عوامل حرکت انسان را کنترل می‌کنند، باید دانش عملی از اصول فیزیولوژیکی و بیومکانیکی حرکت شناسی داشته باشیم.

تحلیل دقیق سایر فعالیت ها از حوصله این کتاب خارج است. برخی از منابعی که این مشکلات را به تفصیل بررسی می‌کنند در مراجع ذکر شده است.

# فصل 4

## کمربند شانه

### اهداف

■ شناسایی ویژگی های استخوانی مهم کمربند شانه‌ای روی اسکلت

■ برچسب زدن بر روی نمودار اسکلتی ویژگی های استخوانی مهم کمربند شانه‌ای

■ کشیدن ماهیچه های کمربند شانه بر روی نمودار اسکلتی و نشان دادن حرکات کمربند شانه با استفاده از فلش

■ برای نشان دادن، با استفاده از یک سوژه انسانی، تمام حرکات کمربند شانه‌ای و فهرست صفحات حرکتی و محورهای چرخش مربوطه آنها

■ برای لمس عضلات کمربند شانه‌ای در یک سوژه انسانی و فهرست کردن آنتاگونیست های آنها

■ لمس مفاصل کمربند شانه‌ای روی سوژه انسان در طول هر حرکت از طریق دامنه کامل حرکت و درک نقش رباط ها در ایجاد ثبات

■ یادگیری و درک عصب دهی عضلات کمربند شانه‌ای

■ از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات کمربند شانه و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده تعیین شود.

کل اندام فوقانی به کمربند شانه‌ای بستگی دارد تا به عنوان پایه ای عمل کند. تنها اتصال اندام فوقانی به اسکلت محوری از طریق کتف و اتصال آن از طریق ترقوه در مفصل استرنوکلاویکولار است. برای افزایش درک چگونگی وابستگی مفصل شانه و بقیه اندام فوقانی به کمربند شانه، به طور جداگانه از سایر ساختارها بحث خواهیم کرد. شرح مختصری از مهمترین استخوان های ناحیه شانه به شما کمک می‌کند تا ساختار اسکلتی و ارتباط آن با سیستم عضلانی را درک کنید.

## استخوان ها

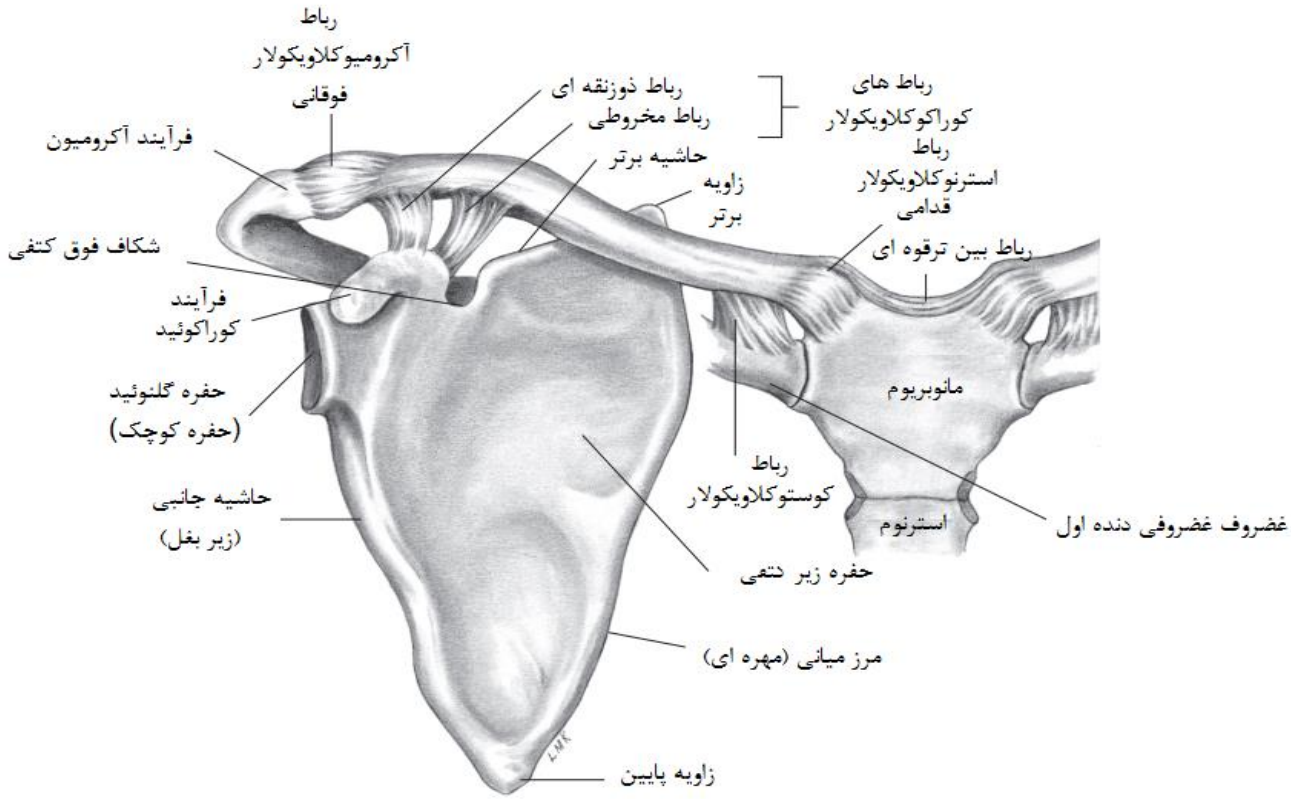
دو استخوان عمدتاً در حرکات کمربند شانه‌ای نقش دارند. آنها کتف (استخوان نامنظم) و ترقوه (استخوان صاف) هستند که به طور کلی به صورت یک واحد حرکت می‌کنند. تنها پیوند استخوانی آنها به اسکلت محوری توسط مفصل ترقوه با جناغ ایجاد می‌شود. نشانه های استخوانی کلیدی برای مطالعه کمربند شانه عبارتند از مانوبریوم، ترقوه، فرآیند کوراکوئید، فرآیند آکرومیون، حفره گلنوئید، مرز جانبی، زاویه تحتانی، مرز داخلی، زاویه فوقانی و ستون فقرات کتف (شکل های 4.1، 4.2، 4.3 و 4.4). .

## مفاصل

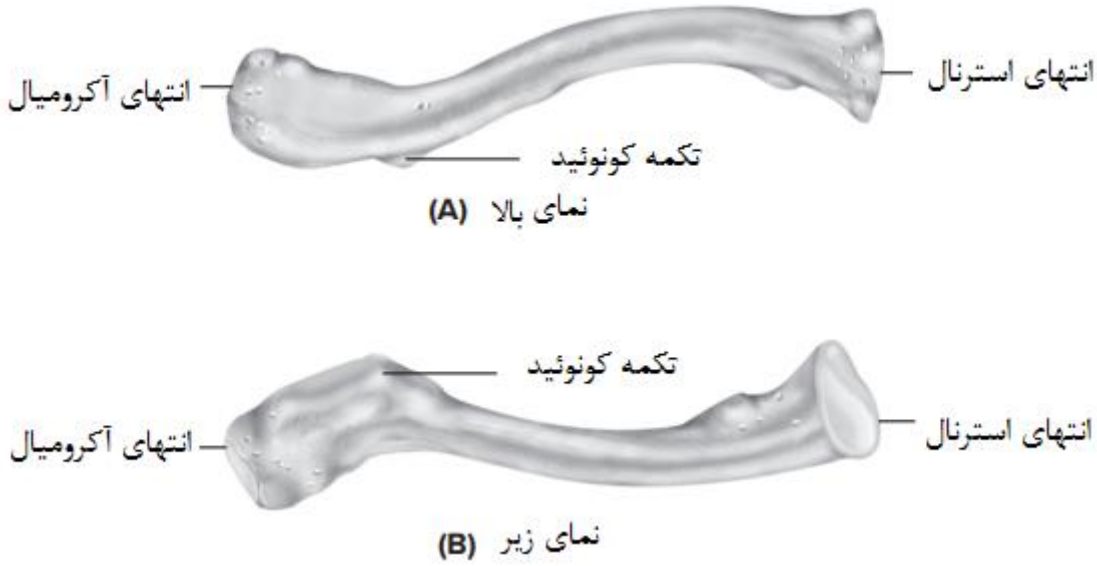
هنگام تجزیه و تحلیل حرکات کمربند شانه (اسکاپولوتوراسیک)، توجه به این نکته مهم است که کتف بر روی قفسه سینه در نتیجه حرکت مفصل در مفصل استرنوکلاویکولار و به میزان بسیار کمتری در مفصل آکرومیوکلاویکولار حرکت می‌کند (شکل 4.1 و را ببینید). 4.3). جدول 4.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل کمربند شانه ببینید.

## استرنوکلاویکولار (SC)

این به عنوان یک مفصل آرترودیال (چند محوری) طبقه بندی می‌شود، اگرچه توجیه آناتومیکی برای طبقه بندی آن به عنوان مفصل برجستگیار وجود دارد. در رابطه با مانوبریوم جناغ، ترقوه 15 درجه به سمت جلو با پرتراکشن حرکت می‌کند و به سمت عقب 15 درجه با پسرفت حرکت می‌کند. مقداری چرخش ترقوه در امتداد محور خود در طی حرکات مختلف کمربند شانه‌ای منجر به حرکت خفیف سر خوردن چرخشی در مفصل استرنوکلاویکولار می‌شود. از قدامی توسط رباط استرنوکلاویکولار قدامی و در خلف توسط رباط استرنوکلاویکولار خلفی حمایت می‌شود. رباط های کوتوکلاویکولار و بین ترقوه ای نیز در برابر جابجایی برتر پایداری می‌کنند.




شکل. 4.1 • کمربند شانه راست، نمای قدامی.




شکل. 4.2 • ترقوه راست. الف، نمای برتر؛ B، دیدگاه فرودست.

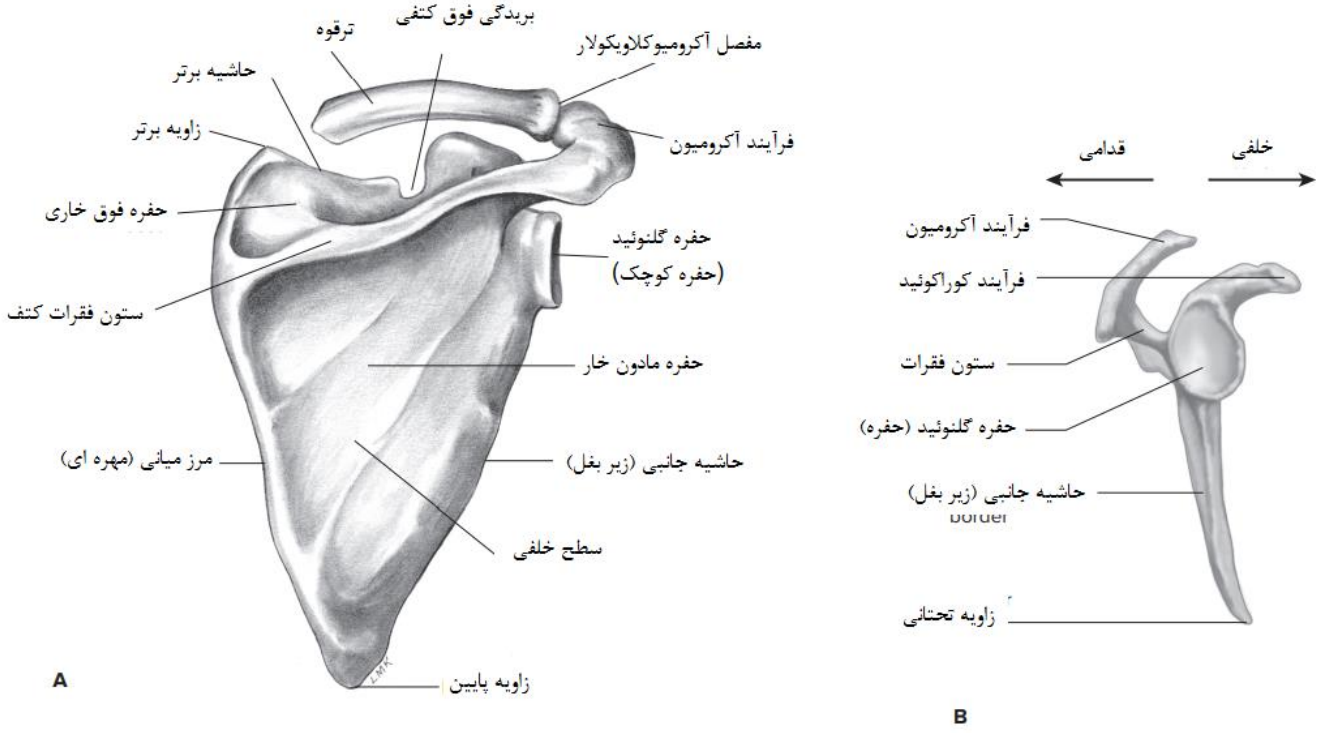
رگ به رگ شدن و دررفتگی استرنوکلاویکولار نسبتا نادر است. بیشتر مواردی که رخ می دهند قدامی هستند. با این حال، دررفتگی خلفی ممکن است و ممکن است به دلیل درگیری ساختارهای عروقی خلفی مفصل، تهدید کننده زندگی باشد.

## آکرومیوکلاویکولار (AC)

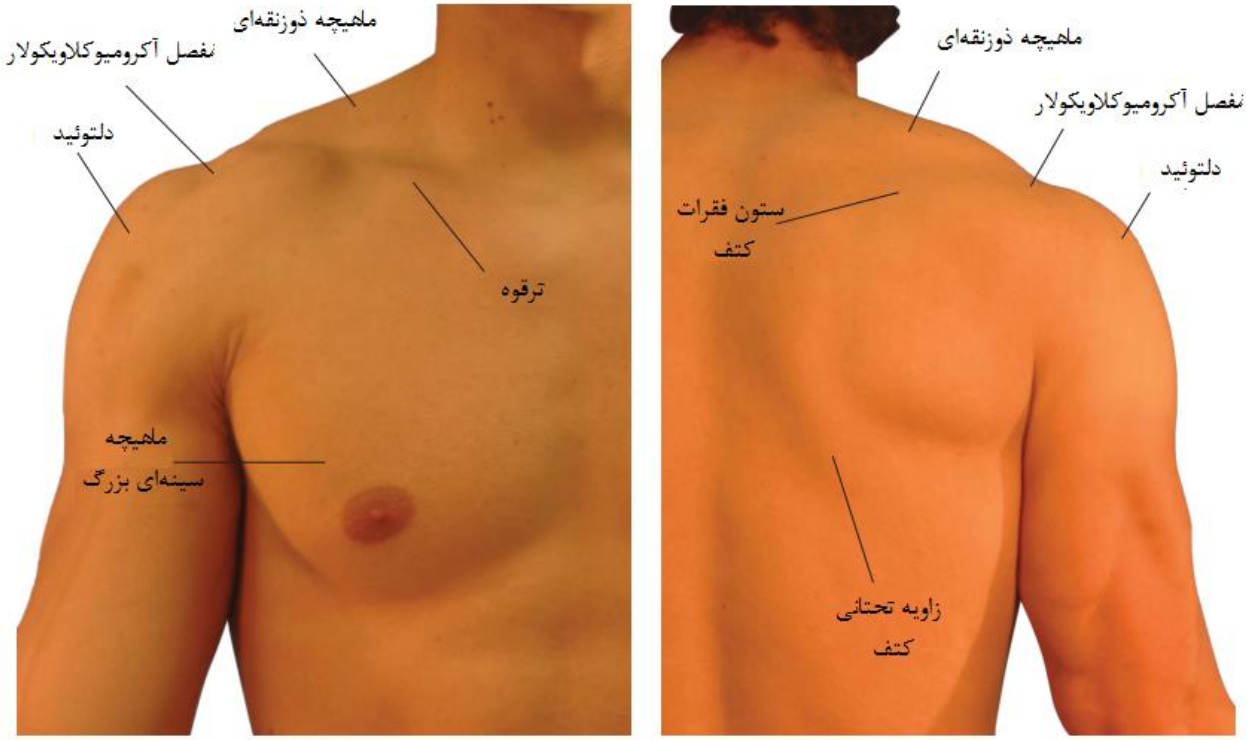
این مفصل به عنوان مفصل آرترودیال طبقه بندی می‌شود. دارای یک حرکت کلی سر خوردن و چرخشی 20 تا 30 درجه است که با سایر حرکات کمربند شانه و مفصل شانه همراه است. رباط‌های آکرومیوکلاویکولار فوقانی و تحتانی، علاوه بر پشتیبانی قوی توسط رباط‌های کوراکوکلوویکولار (مخروطی و ذوزنقه‌ای)، ثبات این مفصل اغلب آسیب دیده را فراهم می‌کنند. مفصل کوراکوکلاویکولار، که به عنوان یک مفصل از نوع سیندسموز طبقه بندی می‌شود، از طریق رباط های خود عمل می‌کند تا ثبات مفصل آکرومیوکلاویکولار را تا حد زیادی افزایش دهد. برای جزئیات بیشتر در مورد رباط های حمایت کننده از کمربند شانه به جدول 4.2 مراجعه کنید.

یکی از شایع ترین مناطق آسیب به کمربند شانه، مفصل آکرومیوکلاویکولار است. این امر به ویژه در ورزشکاران جوانی که هنوز یاد نگرفته اند به درستی زمین بخورند و انرژی را در یک منطقه وسیع توزیع کنند، صادق است. در نتیجه، افتادن

مستقیم روی آکرومیون یا افتادن روی دست کشیده (FOOSH)، ساعد یا آرنج ممکن است منجر به رگ به رگ شدن رباط‌های AC یا در موارد متوسط تا شدیدتر شامل رباط‌های کوراکوکلاویکولار شود که منجر به جدا شدن مفصل می‌شود.




شکل. 4.3 • کتف راست. الف، نمای پسین؛ B، نمای جانبی.




شکل. 4.4 • آناتومی سطح کمربند شانه راست، نمای قدامی و خلفی، به ترتیب.

جدول 4.1• لمس استخوان کمربند شانه و مفصل

| | نقطه عطف تشریحی | موقعیت موضوع | لمس جهت معاینه |
|---|---|---|---|
| جناغ سینه | مانوبریوم | نشسته، دست ها شل شده اند | قسمت مرکزی قفسه سینه فقط پایین تر از شکاف استرنوم زیر گلو است. به فرورفتگی خفیف در اینجا توجه کنید که از هر طرف توسط ترقوه داخلی مرزبندی شده است تا مفاصل SC را تشکیل دهند. |
| ترقوه | انتهای جناغی | نشسته، دست ها شل شده اند | عرض یک انگشت در کنار بریدگی جناغی. جنبه های |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | برتر، قدامی و تحتانی را کاوش کنید. |
| | وسط 3/1 | نشسته، دست ها شل شده اند | از انتهای استرنوم ترقوه شروع کنید و به صورت جانبی با لغزش انگشتان در امتداد قسمت های فوقانی، قدامی و تحتانی ترقوه ادامه دهید. پس از رسیدن به قسمت میانی، به برجسته ترین جنبه ای که ترقوه شروع به خمیدگی می‌کند قبل از ادامه دادن به انتهای آکرومیال به سمت عقب توجه کنید. |
| | انتهای آکرومیال | نشسته، دست ها شل شده اند | انگشتان خود را از وسط سوم حرکت دهید تا به مفصل AC برسید و به سمت وسط یک عرض یاب برگردانید. |
| کتف | فرآیند آکرومیون | نشسته، دست ها شل شده اند | انگشتان را از یک سوم دیستال ترقوه، در عرض مفصل AC حرکت دهید و به سمت عرض یک یاب و بیشتر ادامه دهید تا حاشیه های قدامی، جانبی و خلفی را کشف کنید. |
| | فرآیند کوراکوئید | نشسته، دست ها آرام با حرکت دادن مفصل شانه به سمت چرخش خارجی و/یا اکستنشن تقویت کنید | انگشتان را به سمت وسط از مفصل AC در امتداد ترقوه تقریباً یک اینچ بلغزانید، یک انگشت را روی ترقوه نگه دارید در حالی که از انگشت مجاور برای اندازه |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | گیری عرض تقریباً یک انگشت درست پایین تر از ترقوه استفاده می‌کنید تا برجستگی استخوانی فرآیند کوراکوئید (اغلب حساس به لمس) را پیدا کنید. |
| | لبه گلنوئید قدامی | نشسته، دست ها آرام با حرکت دادن مفصل شانه به چرخش اندک بیرونی، آن را تقویت کنید | از فرآیند کوراکوئید به صورت جانبی با عرض تقریباً یک انگشت لمس عمیق تا لبه قدامی حفره گلنوئید ادامه می‌یابد. |
| | ستون فقرات کتف | نشسته، دست ها شل شده اند | از فرآیند آکرومیون، انگشت را از طرفی به قسمت دیستال بلغزانید و به سمت عقب روی سطح استخوانی (انتهای جانبی ستون فقرات کتف) ادامه دهید. به لغزش انگشت به سمت وسط و کمی پایین تر برای کاوش در تمام طول ستون فقرات تا رسیدن به مرز داخلی کتف ادامه دهید. |
| | زاویه برتر | نشسته، دست ها آرام، با دست در پشت | بالاتر از تقاطع ستون فقرات کتف / مرز میانی در جهت کمی میانی، عمیقاً لمس کنید تا زاویه برتر را درک کنید (اغلب حساس به لمس.( |
| | حاشیه داخلی | نشسته، دست ها آرام، با دست در پشت | به صورت میانی از زاویه برتر به سمت پایین ترین نقطه (زاویه تحتانی( |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | حفره فوق خاری | نشسته، دست ها شل شده اند | از زاویه فوقانی به سمت جانبی در جهت ستون فقرات کتف لمس کنید اما فقط بالاتر از آن برای کشف عمق حفره فوق خاری (پوشیده شده توسط ذوزنقه، پر شده توسط سوپراسپیناتوس.( |
| | حفره مادون خار | نشسته، دست ها شل شده اند | از حفره فوق خاری به سمت پایین تا ستون فقرات کتف حرکت کنید و در امتداد سطح تحتانی آن و زیر آن لمس کنید تا حفره زیر خاری را کشف کنید. |
| | زاویه پایین | نشسته، دست ها آرام، با دست در پشت | پایین ترین نقطه بین مرز میانی و جانبی |
| | حاشیه جانبی | نشستن یا به پشت با مفصل شانه در ابداکشن غیرفعال | انگشت را از زاویه تحتانی به سمت بالا در امتداد مرز جانبی تا درست زیر ستون فقرات کتف بلغزانید. |
| | لبه گلنوئید خلفی | نشسته، مفصل شانه در حدود 90 درجه ابداکشن غیرفعال | انگشت را از لبه جانبی به عرض یک انگشت پایین تر از ستون فقرات کتف بکشید و عمیقاً در جهت قدامی لمس کنید تا لبه خلفی حفره گلنوئید را پیدا کنید. |
| مفاصل | استرنوکلاویکولار | نشسته، دست ها آرام | برای درک حرکات مفصل SC، یک انگشت را روی مانوبریوم فوقانی، یک انگشت را روی مفصل SC و انگشت دیگر را روی انتهای |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | استرنوم ترقوه قرار دهید. موقعیت انگشت خود را حفظ کنید، کمربند شانه را به سمت ارتفاع/دپرشن حرکت دهید، به جلو/عقب به سمت عقب افتادگی/انقباض، ابداکشن مفصل شانه (با کمک چرخش کتف به سمت بالا) و مفصل شانه به سمت اداکشن (با کمک چرخش کتف به سمت پایین) حرکت کنید. |
| | آکرومیوکلاویکولار | نشسته، مفصل شانه در حدود 90 درجه ابداکشن غیرفعال | شکاف جزئی بین انتهای دیستال (ترقوه) و فرآیند آکرومیون را لمس کنید. برای درک حرکت مفصل، یک انگشت را روی مفصل ترقوه دیستال، یکی روی مفصل AC و دیگری را روی آکرومیون نگه دارید در حالی که به صورت غیرفعال مفصل شانه به صورت داخلی/خارجی می چرخد. |

## اسکاپولوتوراسیک

این مفصل به دلیل نداشتن ویژگی های سینوویال منظم و به دلیل اینکه حرکت آن کاملاً به مفاصل استرنوکلاویکولار و آکرومیوکلاویکولار وابسته است، یک مفصل سینوویال واقعی نیست. اگرچه حرکت کتف در نتیجه حرکت در مفاصل SC و AC رخ می‌دهد، کتف را می‌توان به‌عنوان طیفی از حرکت ابداکشن-اداکشن 25 درجه، چرخش 60 درجه به سمت بالا به

پایین و ارتفاع 55 درجه توصیف کرد. دپرشن. مفصل کتف توراسیک به صورت پویا توسط ماهیچه های خود حمایت می‌شود و فاقد حمایت رباطی است، زیرا هیچ ویژگی سینوویال ندارد.

یک مفصل معمولی بین کتف قدامی و قفسه سینه خلفی وجود ندارد. بین این دو ساختار استخوانی، عضله سراتوس قدامی است که از 9 دنده بالایی به صورت جانبی منشأ می گیرد و درست در پشت قفسه سینه به سمت عقب می رود تا در مرز داخلی کتف وارد شود. بلافاصله در خلف سراتوس قدامی عضله زیر کتفی (به فصل 5 مراجعه کنید) روی کتف قدامی قرار دارد.

جدول 4.2• رباط های اصلی کمربند شانه

| مفصل | رباط | | پیوست های پروگزیمال | پیوست های دیستال | کاربرد عملکردی و پایداری مفصل |
|---|---|---|---|---|---|
| مفصل آکرومیوکلاویکولار (AC) | آکرومیوکلاویکولار | رباط آکرومیوکلاویکولار فوقانی | قسمت فوقانی انتهای دیستال ترقوه | سطح برتر فرآیند آکرومیون کتف | به عنوان یک رباط کپسولی که مفصل AC را احاطه کرده است عمل می‌کند و ثبات افقی را برای مفصل آکرومیوکلاویکولار فراهم می‌کند. رباط کوراکوکلوکولار خلفی داخلی، مخروطی شکل، تثبیت کننده اصلی مفصلAC ، محدود کننده جابجایی قدامی کتف از ترقوه |
| | | رباط AC تحتانی | قسمت تحتانی انتهای دیستال ترقوه | سطح تحتانی فرآیند آکرومیون کتف | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| مفصل کوراکوکلاویکولار (CC) | کوراکوکلاویکولار | رباط مخروطی | جنبه برتر پایه فرآیند کوراکوئید | برجستگی مخروطی در سطح تحتانی ترقوه دیستال | رباط کوراکوکلوکولار قدامی جانبی، از نظر ظاهری مانند ورقه، تثبیت کننده اصلی مفصلAC ، محدود کننده جابجایی خلفی کتف از ترقوه |
| | | رباط ذوزنقه ای | جنبه برتر فرآیند کوراکوئید | سطح تحتانی در خط ذوزنقه ای دیستال ترقوه | به عنوان یک رباط کپسولی که مفصل AC را احاطه کرده است عمل می‌کند و ثبات افقی را برای مفصل آکرومیوکلاویکولار فراهم می‌کند. |

## حرکات

در تجزیه و تحلیل حرکات کمربند شانه، تمرکز بر روی یک نقطه عطف استخوان کتف، مانند زاویه تحتانی (خلفی)، حفره گلنوئید (از طرفی)، یا فرآیند آکرومیون (قدام) مفید است. همه این حرکات نقطه محوری خود را دارند که در آن ترقوه در مفصل استرنوکلاویکولار به جناغ می‌پیوندد. حرکات کمربند شانه را می‌توان به عنوان حرکات کتف توصیف کرد، اما مهم است که به خاطر داشته باشید که هر کجا که کتف می رود، ترقوه نیز به دنبال آن می آید. تصاویر. 4.5 و 4.6 حرکات کمربند شانه را نشان می دهد.

ابداکشن (پراکشن): حرکت کتف به صورت جانبی به دور از ستون فقرات، مانند رسیدن به یک شی در جلوی بدن.

اداکشن (بازگشت): حرکت کتف از سمت وسط به سمت ستون فقرات، مانند فشار دادن تیغه های شانه به هم.

ارتفاع: حرکت به سمت بالا یا فوق العاده کتف، مانند بالا انداختن شانه ها

دپرشن: حرکت به سمت پایین یا تحتانی کتف، مانند بازگشت به وضعیت طبیعی از بالا انداختن شانه

چرخش به سمت بالا: چرخاندن حفره گلنوئید به سمت بالا و حرکت زاویه تحتانی به سمت بالا و جانبی از ستون فقرات برای کمک به بالا بردن بازو به سمت بیرون.

چرخش رو به پایین: بازگرداندن زاویه تحتانی به سمت وسط و پایین به سمت ستون فقرات و حفره گلنوئید به موقعیت طبیعی خود، مانند پایین آوردن بازو به پهلو. (زمانی که کتف به موقعیت آناتومیک خود بازگشت، چرخش بیشتر به سمت پایین در واقع منجر به حرکت زاویه فوقانی به سمت بالا و پایین می‌شود.)

برای انجام برخی از حرکات کمربند شانه‌ای که قبلا ذکر شد، کتف باید بر روی محور خود بچرخد یا کج شود. اصطلاحات مختلفی توسط مقامات مختلف برای توصیف این جنبش ها استفاده شده است. ما دو روش متداول را برای کمک به وضوح داریم. شکل 4.7 را ببینید. در حالی که اینها حرکات اولیه کمربند شانه نیستند، اما برای حرکت عادی کتف در سراسر دامنه حرکتی خود در طول حرکات کمربند شانه ضروری هستند.

شیب جانبی یا چرخش داخلی (شیب به بیرون): حرکت متوالی در حین ابداکشن که در آن کتف حول محور عمودی خود می چرخد و در نتیجه حرکت خلفی مرز داخلی و حرکت قدامی مرز جانبی ایجاد می‌شود.

شکل. 4.5 • حرکات کمربند شانه راست. الف، ابداکشن؛ B، اعتیاد؛ ج، ارتفاع؛ د، دپرشن؛ E، چرخش به سمت بالالف F، چرخش رو به پایین.

شیب داخلی یا چرخش خارجی (شیب به داخل): بازگشت از شیب جانبی. حرکت متوالی در حین اداکشن شدید که در آن کتف حول محور عمودی خود می چرخد و منجر به حرکت قدامی مرز داخلی و حرکت خلفی مرز جانبی می‌شود.

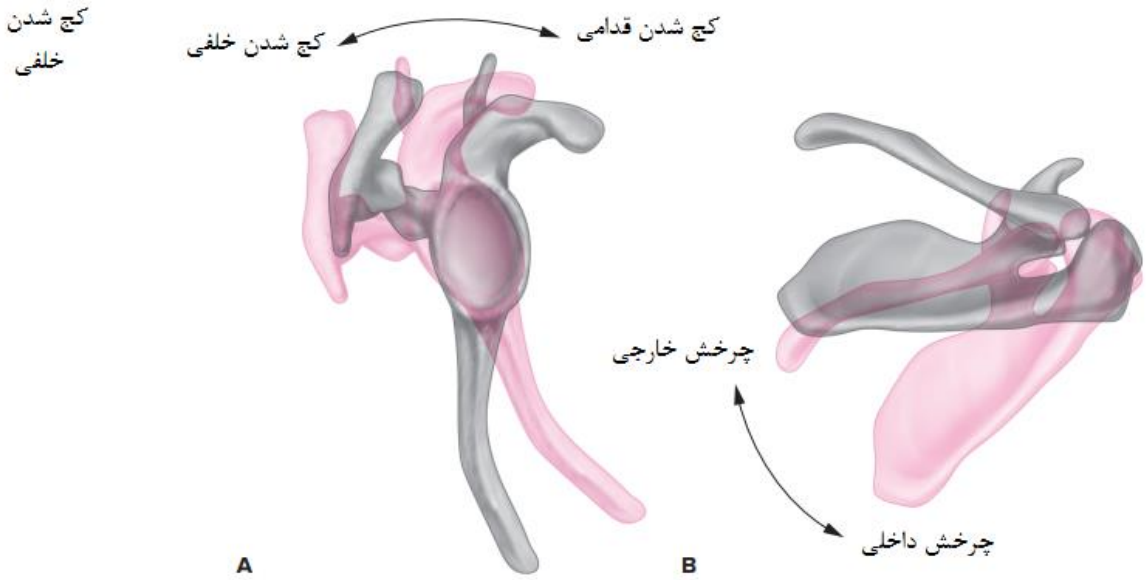
شیب قدامی (شیب به سمت بالا): حرکت چرخشی متعاقب کتف حول محور جلویی که در حین اکستنشن مفصل گلنوهومرال اتفاق می‌افتد، منجر به حرکت مرز فوقانی به سمت قدامی تحتانی و حرکت زاویه تحتانی به سمت خلف فوقانی می‌شود.

شیب خلفی (شیب رو به پایین): حرکت چرخشی متعاقب کتف حول محور جلویی که در حین هایپرفلکسیون مفصل گلنوهومرال اتفاق می‌افتد، باعث می‌شود که مرز فوقانی به سمت پایین و زاویه تحتانی به سمت قدامی فوقانی حرکت کند.

## هم افزایی با عضلات گلنوهومرال

مفصل شانه و کمربند شانه در انجام فعالیت های اندام فوقانی با هم کار می‌کنند. درک این نکته ضروری است که حرکت کمربند شانه به مفصل شانه و عضلات آن بستگی ندارد. با این حال، عضلات کمربند شانه برای ایجاد یک اثر تثبیت کننده کتف ضروری هستند، به طوری که ماهیچه های مفصل شانه دارای یک پایه پایدار برای اعمال نیرو برای حرکت قدرتمند استخوان بازو هستند. در نتیجه، ماهیچه‌های کمربند شانه منقبض می‌شوند تا کتف را در یک موقعیت نسبتاً ثابت در طی بسیاری از اقدامات مفصل شانه حفظ کنند.

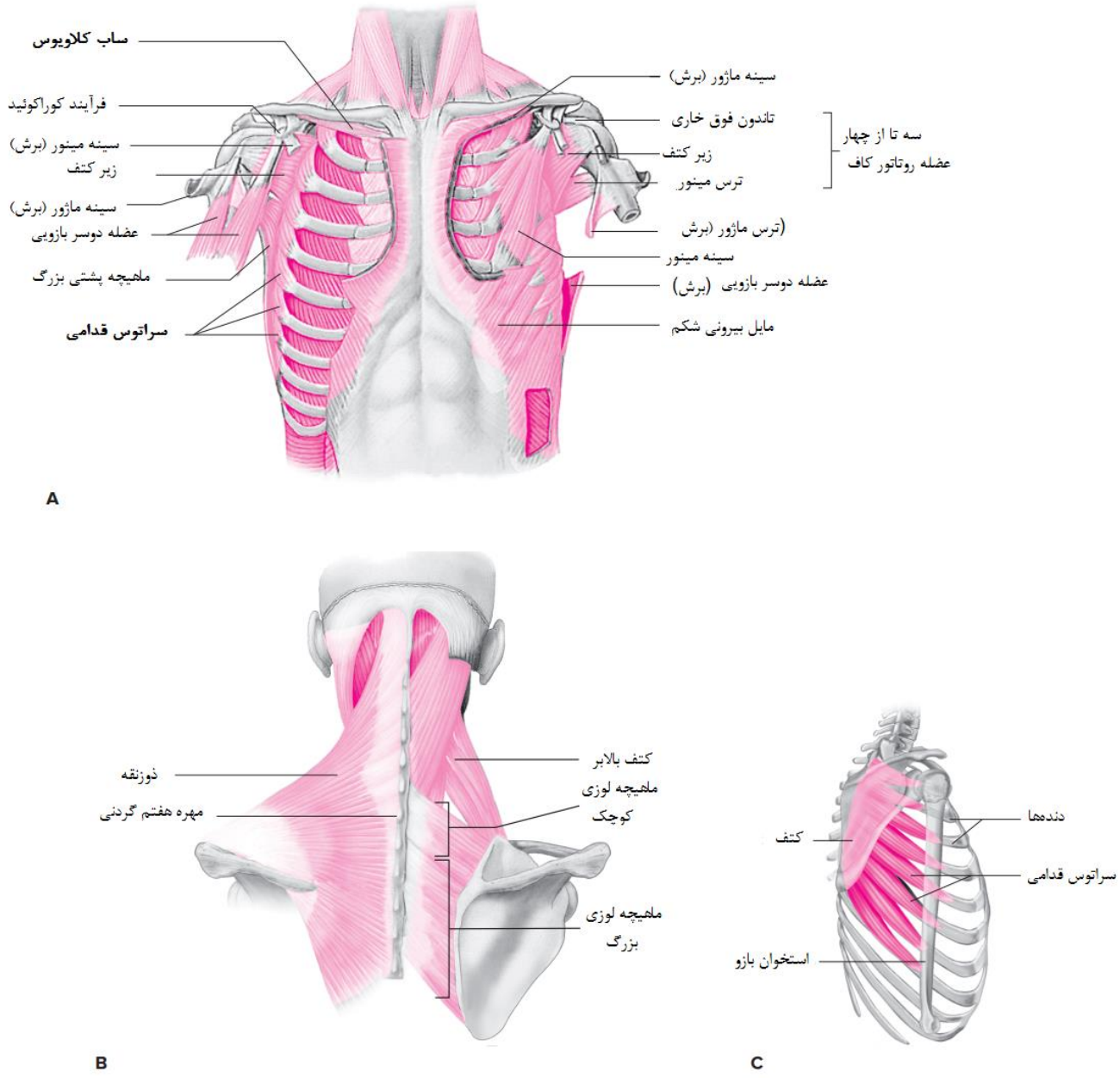
از آنجایی که مفصل شانه دامنه حرکتی شدیدتری را طی می‌کند، عضلات کتف برای حرکت دادن کمربند شانه منقبض می‌شوند تا حفره گلنوئید آن در موقعیت مناسب‌تری قرار گیرد که استخوان بازو از آنجا حرکت کند. بدون حرکت همراه کتف، ما می‌توانیم استخوان بازو را تا حدود 90 تا 120 درجه ابداکشن و خم شدن کامل شانه بالا ببریم. این کار از طریق عمل عضلات مناسب هر دو مفصل که به صورت هم افزایی کار می‌کنند تا عمل مورد نظر کل اندام فوقانی را انجام دهد. به عنوان مثال، اگر بخواهیم دست خود را تا جایی که ممکن است به سمت جانبی به سمت بیرون ببریم، عضلات سراتوس قدامی و ذوزنقه (فیبرهای میانی و تحتانی) کتف را به سمت بالا می‌چرخانند، زیرا سوپراسپیناتوس و دلتوئید شروع به ابداکشن گلنوهومرال می‌کنند. این هم افزایی بین عضلات کتف و مفصل شانه باعث افزایش حرکت کل اندام فوقانی می‌شود. بحث بیشتر در مورد تعامل و کار تیمی بین این مفاصل در ابتدای فصل 5 ارائه شده است، با جدول 5.1 حرکات کمربند شانه که معمولاً با حرکات مفصل شانه همراه هستند، فهرست شده است. بحث اضافی در مورد ریتم استخوان کتف در فصل 5 در قسمت Joint ارائه شده است.




شکل. 4.7 • کج شدن یا چرخش کتف. الف، قدامی/ کج شدن خلفی؛ B، چرخش خارجی/داخلی.

## ماهیچه ها

همانطور که در شکل 4.8 نشان داده شده است، پنج عضله عمدتاً در حرکات کمربند شانه درگیر هستند: سینه مینور، سراتوس قدامی، ذوزنقه، لوزی و کتف بالابرنده. برای جلوگیری از سردرگمی، گروه بندی عضلات کمربند شانه جدا از عضلات مفصل شانه مفید است. عضله ساب ترقوه نیز در این گروه قرار می گیرد، اما به عنوان محرک اصلی در هیچ یک از اقدامات کمربند شانه محسوب نمی‌شود. هر پنج ماهیچه کمربند شانه منشأ خود را در اسکلت محوری دارند و محل قرارگیری آنها روی کتف و/یا ترقوه قرار دارد. ماهیچه های کمربند شانه به استخوان بازو نمی چسبند و باعث اعمال مفصل شانه نمی شوند. سینه مینور و ساب کلاویوس در قسمت قدامی نسبت به تنه قرار دارند. سراتوس قدامی در جلوی کتف اما در خلفی و جانبی تنه قرار دارد. کتف های ذوزنقه ای، لوزی و لواتور در پشت تنه و ستون فقرات گردنی قرار دارند.




شکل. 4.8 •عضلاتی که روی کتف عمل می‌کنند. A، نمای قدامی: سینه ماژور از هر دو طرف برداشته می‌شود. B، نمای خلفی: ذوزنقه در سمت راست برداشته می‌شود تا ماهیچه‌های عمیق‌تر نمایان شود. C، نمای جانبی: دندانه راست قدامی.

ماهیچه های کمربند شانه برای ایجاد ثبات پویای کتف ضروری هستند، به طوری که می‌تواند به عنوان پایه ای نسبی برای حمایت از فعالیت های مفصل شانه مانند پرتاB، ضربه زدن و انسداد عمل کند.

عضلات کتف نیز در وضعیت ستون فقرات نقش دارند. به طور معمول، به دلیل وضعیت نامناسب و نحوه استفاده از ماهیچه های خود در طول زندگی، تمایل به ایجاد حالت شانه رو به جلو داریم که منجر به قوی تر و سفت شدن نقاله های کتف و فشاردهنده ها و ضعیف تر شدن کشنده ها می‌شود. این منجر به دپرشن و عقب افتادگی بیشتر، یا وضعیت شانه رو به جلو می‌شود، که همچنین به افزایش کیفوز (افزایش تحدب خلفی ستون فقرات قفسه سینه) و سر به جلو با افزایش لوردوز (افزایش تقعر خلفی ستون فقرات گردنی) کمک می‌کند. به فصل 12 مراجعه کنید. این به نوبه خود، فشار بیشتری را بر عضلات خلفی ستون فقرات وارد می‌کند و همچنین مفصل گلنوهومرال را در موقعیتی کمتر عملکردی و آسیب‌پذیرتر قرار می‌دهد. برای جلوگیری از این امر، باید به طور معمول وضعیت بدنی خوب را تمرین کنیم، با یک انحنای لوردوز کمری مناسب شروع کنیم و به جای جلو، کمربند شانه‌ای را مستقیماً روی لگن نگه داریم. این کار حفظ سر و ستون فقرات گردنی را روی تنه در یک وضعیت متعادل آسان تر می‌کند.

یک مزیت اضافی از وضعیت خوب کتف و ستون فقرات، دمیدن راحت تر به دلیل وزن و جرم کمتر روی قفسه سینه و حفره سینه است.

بال زدن کتف نسبتاً نادر است اما می‌تواند بر فعالیت عملکردی طبیعی اندام فوقانی تأثیر بگذارد. معمولاً بر روی دندانه قدامی تأثیر می گذارد و در هنگام فشار دادن به جلو یا بالا بردن بازو منجر به بال زدن میانی می‌شود. ضعف یا فلج قدامی سراتوس معمولاً به دلیل آسیب عصب بلند قفسه سینه است که می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. معمولاً ذوزنقه و/یا لوزی ممکن است تحت تأثیر قرار گیرند که منجر به بال‌های جانبی شود.

## عضلات کمربند شانه – مکان و عمل

**قدامی**

سینه کوچک - ابداکشن، چرخش رو به پایین و دپرشن

ساب کلاویوس - دپرشن و ابداکشن

**خلفی و جانبی**

سراتوس قدامی - ابداکشن و چرخش به سمت بالا

**خلفی**

**ذوزنقه**

الیاف بالایی - بالا بردن و گسترش و چرخش سر در گردن

الیاف میانی - ارتفاع، اداکشن و چرخش به سمت بالا

الیاف پایین - اداکشن، فرورفتگی و چرخش به سمت بالا

لوزی - اداکشن، چرخش رو به پایین و ارتفاع

**بالابر کتف - ارتفاع**

درک این نکته مهم است که عضلات ممکن است لزوماً در سراسر دامنه کامل حرکتی که به عنوان آگونیست شناخته می شوند فعال نباشند.

جدول 4.3 تجزیه مفصلی از عضلات مسئول حرکات اولیه کمربند شانه را ارائه می دهد.

## اعصاب

همانطور که در شکل نشان داده شده است، عضلات کمربند شانه‌ای عمدتاً از اعصاب شبکه گردنی و شبکه بازویی عصب دهی می شوند. 4.9 و 4.10. ذوزنقه توسط عصب جانبی نخاعی و از شاخه های C3 و C4 عصب دهی می‌شود. C3 و C4 علاوه بر تامین ذوزنقه، کتف بالابر را نیز عصب دهی می‌کنند. کتف بالابر عصب بیشتری از عصب کتف پشتی دریافت می‌کند که از C5 سرچشمه می گیرد. عصب کتف پشتی نیز لوزی را عصب دهی می‌کند. عصب قفسه سینه بلند از C5، C6 و C7 سرچشمه می گیرد و سراتوس قدامی را عصب می دهد. عصب سینه ای داخلی از C8 و T1 برای عصب دهی سینه مینور به وجود می آید. برای فهرست کامل عصب‌بندی‌های کمربند شانه، شکل 4.11 را ببینید.

## عضله تراپزیوس

### ریشه

الیاف فوقانی: قاعده جمجمه، برآمدگی اکسیپیتال و رباط های خلفی گردن

فیبرهای میانی: فرآیندهای خاردار هفتمین مهره گردنی و سه مهره فوقانی قفسه سینه

الیاف پایین: فرآیندهای خاردار مهره های چهارم تا دوازدهم قفسه سینه

### اتصال

الیاف فوقانی: قسمت خلفی یک سوم جانبی ترقوه

الیاف میانی: مرز داخلی فرآیند آکرومیون و مرز بالایی ستون فقرات کتف

الیاف پایین: فضای مثلثی شکل در پایه ستون فقرات کتف

### عمل

الیاف فوقانی: بالا رفتن کتف، چرخش و امتداد به سمت بالا و چرخش همان طرف سر در گردن.

الیاف میانی: بالا بردن، چرخش به سمت بالا و اداکشن (پسرفت) کتف

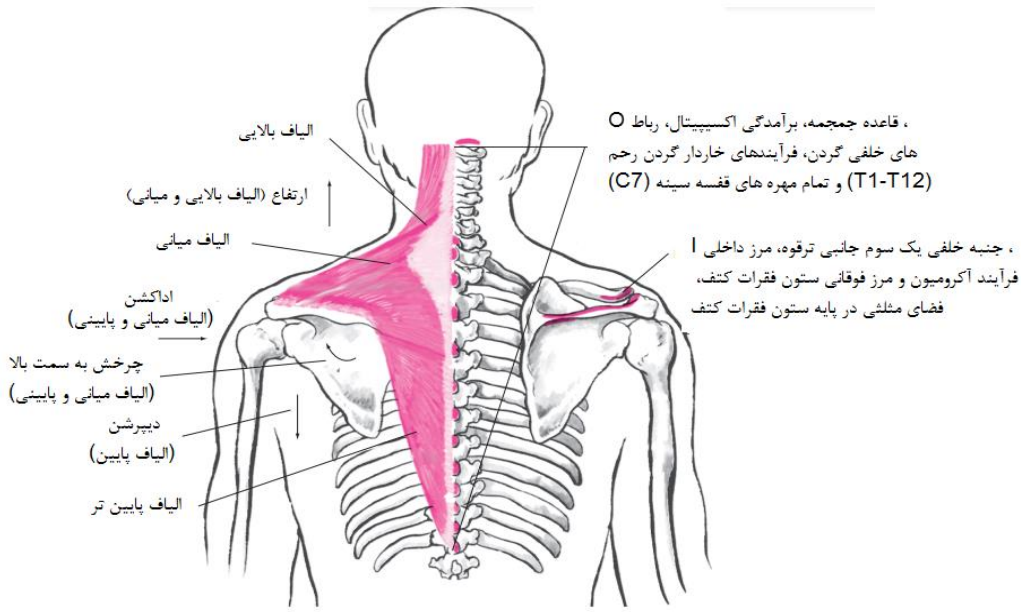
الیاف پایینی: فرورفتگی، اداکشن (پسرفت) و چرخش کتف به سمت بالا

## لمس کردن

الیاف بالایی: بین برآمدگی اکسیپیتال و C6 و از طرفی به آکرومیون، به ویژه در هنگام بالا آمدن و گسترش سر در گردن.

الیاف میانی: از C7 تا T3 و از طرفی تا فرآیند آکرومیون و ستون فقرات کتف، به ویژه در حین اداکشن

فیبرهای پایینی: از T4 تا T12 و جنبه داخلی ستون فقرات کتف، به ویژه در هنگام دپرشن و اداکشن




شکل. 4.12 • عضله تراپزیوس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عصب دهی

**عصب جانبی نخاعی (عصب جمجمه ای XI) و شاخه های C3, C4**

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

الیاف بالایی قسمت نازک و نسبتا ضعیف عضله هستند. آنها مقداری ارتفاع ترقوه را ایجاد می‌کنند. به دلیل منشاء آنها در پایه جمجمه، به امتداد و چرخش همان طرف سر کمک می‌کنند.

الیاف میانی قوی‌تر و ضخیم‌تر هستند و ارتفاع قوی‌تر، چرخش به سمت بالا و اداکشن (پس‌کشیدن) کتف را فراهم می‌کنند. به ندرت این قسمت از عضله ضعیف است، زیرا در قرار دادن شانه برای عملکرد و وضعیت بدن بسیار فعال است. در نتیجه، اغلب منبع حساسیت و ناراحتی ناشی از تنش مزمن است.

الیاف پایینی کتف را فشار می‌دهند، به اداکشن (پس‌کشیدن) کمک می‌کنند و کتف را به سمت بالا می‌چرخانند. این بخش معمولاً ضعیف است، به ویژه در افرادی که فعالیت‌هایشان به مقدار قابل توجهی ابداکشن کتف نیاز دارد.

هنگامی که تمام قسمت‌های ذوزنقه با هم کار می‌کنند، تمایل دارند همزمان به سمت بالا کشیده شوند و اضافه شوند. این را می‌توان در بلند کردن دسته های چرخ دستی مشاهده کرد. عمل معمولی عضله ذوزنقه فیکس کردن کتف برای عمل دلتوئید است. حرکت مداوم در چرخش کتف به سمت بالا به بازوها اجازه می دهد تا بالای سر بلند شوند. عضله همیشه برای جلوگیری از پایین کشیدن حفره گلنوئید در هنگام بلند کردن اجسام با بازوها استفاده می‌شود. همچنین معمولاً در هنگام نگه داشتن یک شی در بالای سر، در عمل دیده می‌شود. نگه داشتن بازو در پهلو به صورت افقی نشان دهنده تثبیت معمولی کتف توسط عضله ذوزنقه است، در حالی که عضله دلتوئید بازو را در آن موقعیت نگه می دارد. عضله هنگام بلند کردن با دست، مانند برداشتن چرخ دستی سنگین، به شدت مورد استفاده قرار می گیرد. ذوزنقه باید از کشیده شدن کتف به سمت پایین جلوگیری کند. حمل اجسام روی نوک شانه نیز این عضله را به بازی فرا می خواند. تقویت الیاف فوقانی و میانی را می‌توان از طریق تمرینات شانه انداختن انجام داد. فیبرهای میانی و پایینی را می‌توان از طریق پارو زدن خمیده و تمرینات ابداکشن افقی مفصل شانه از وضعیت مستعد تقویت کرد. الیاف پایینی را می‌توان با یک تمرین جمع کردن شانه با قفسه سینه که سعی می‌کند آرنج ها را در جیب های پشت شلوار با فرورفتگی قرار دهد، تأکید کرد. شیب موازی یا شیب

بدن نیز برای تأکید بر ذوزنقه تحتانی مفید است. برای تمرین‌های رایج‌تر برای پرداختن به ذوزنقه و سایر عضلات در این فصل، به پیوست 2 مراجعه کنید.

برای کشش ذوزنقه، هر قسمت باید به طور خاص مورد توجه قرار گیرد. الیاف بالایی ممکن است با استفاده از یک دست کشیده شوند تا سر و گردن به سمت جلو به سمت خم شدن یا خم شدن خفیف جانبی به طرف مقابل کشیده شوند در حالی که دست همان طرف زیر لبه میز قلاب شده است تا کتف در فرورفتگی حفظ شود. الیاف میانی تا حدی با روشی که برای الیاف بالایی استفاده می‌شود کشیده می‌شوند، اما ممکن است با استفاده از یک شریک برای کشیدن غیرفعال کتف به سمت کشش کامل، بیشتر کشیده شوند. فیبرهای پایینی شاید بهتر است با سوژه در حالت خوابیده به پهلو کشیده شوند، در حالی که یک شریک لبه جانبی و زاویه تحتانی کتف را می گیرد و آن را به صورت غیرفعال به سمت حداکثر ارتفاع و کشیده شدن حرکت می دهد.

## عضله کتف بالابرنده

## ریشه

فرآیندهای عرضی چهار مهره فوقانی گردنی

## اتصال

حاشیه داخلی کتف از زاویه فوقانی تا ستون فقرات کتف

## عمل

حاشیه داخلی کتف را بالا می برد

چرخش ضعیف به سمت پایین

وابستگی ضعیف

## لمس کردن

به دلیل عمیق بودن تا ذوزنقه، لمس کردن آن دشوار است. به بهترین وجه در هنگام قرار دادن فقط در وسط زاویه فوقانی کتف لمس می‌شود، به ویژه در هنگام ارتفاع جزئی

## عصب دهی

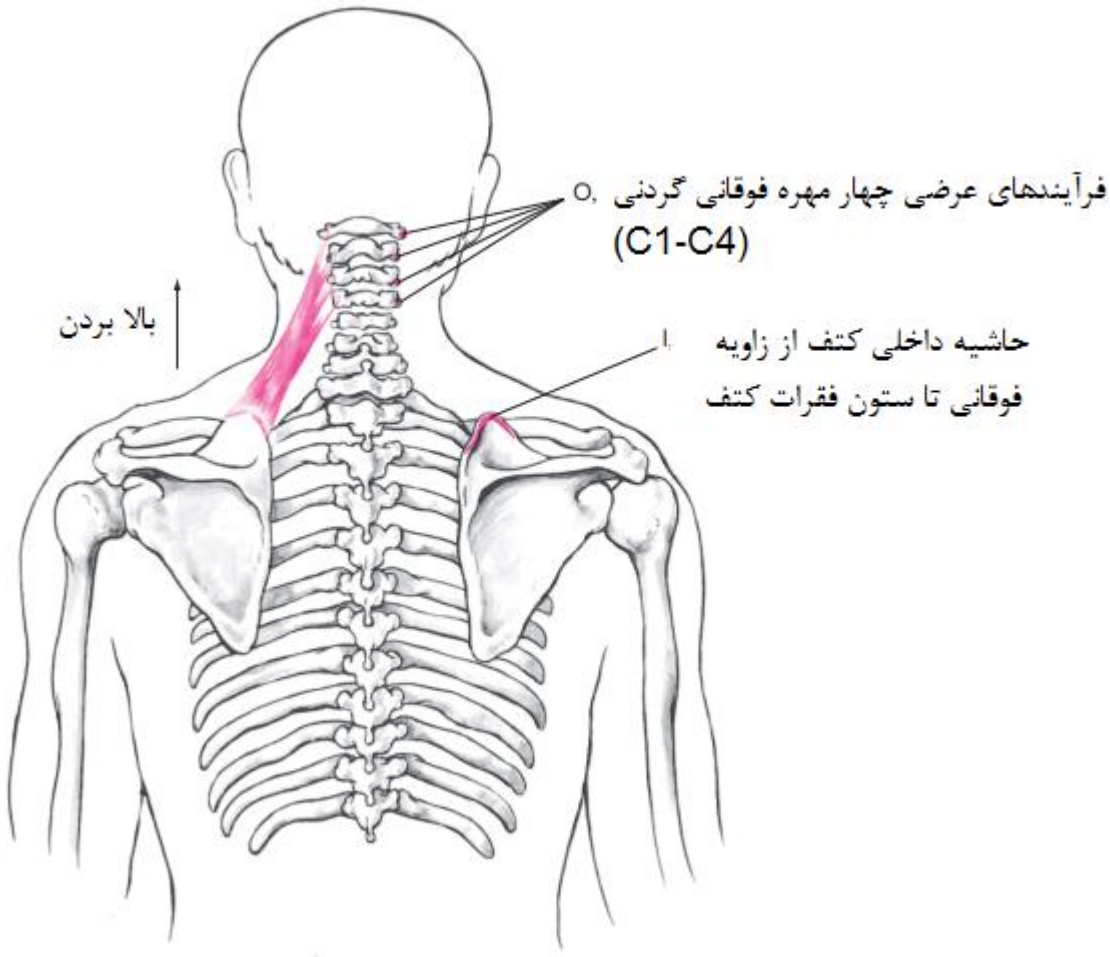
عصب کتف پشتی C5 و شاخه های C3 و C4

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با بالا انداختن شانه ها، عضله بالابرنده کتف همراه با عضله ذوزنقه فوقانی وارد بازی می‌شود. تثبیت کتف توسط عضله کوچک سینه ای به ماهیچه های کتف بالابر در هر دو طرف اجازه می دهد تا گردن را گسترش دهند یا اگر فقط در یک طرف استفاده می‌شود به صورت جانبی خم شوند.

کتف بالابرنده احتمالاً با چرخاندن سر تقریباً 45 درجه در طرف مقابل و خم کردن ستون فقرات گردنی به طور فعال در حالی که کتف را در وضعیتی آرام و افسرده نگه می دارد، بهتر کشیده می‌شود.

مانند ذوزنقه، کتف بالابر یک مکان بسیار رایج برای سفتی، حساسیت و ناراحتی ثانویه به تنش مزمن و حمل وسایل با تسمه روی شانه است.




شکل. 4.13 • عضله کتف بالابرنده، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## ماهیچه های لوزی – بزرگ و کوچک

### ریشه

مینور لوزی: فرآیندهای خاردار هفتمین مهره گردنی و اولین مهره های قفسه سینه

ماژور لوزی: فرآیندهای خاردار مهره های دوم تا پنجم قفسه سینه

### اتصال

مینور لوزی: مرز میانی کتف، بالای ستون فقرات کتف

ماژور لوزی: مرز میانی کتف، زیر ستون فقرات کتف

## عمل

ماهیچه های ماژور و مینور لوزی با هم کار می‌کنند. اداکشن (پس کشیدن): کتف را به سمت ستون فقرات بکشید.

چرخش رو به پایین: از موقعیت چرخشی به سمت بالالف کتف را در چرخش رو به پایین بکشید

ارتفاع: حرکت خفیف به سمت بالا همراه با اداکشن

## لمس کردن

به دلیل عمیق بودن به ذوزنقه، لمس آن دشوار است، اما ممکن است در حین اداکشن از طریق ذوزنقه آرام لمس شود. این کار با قرار دادن دست همان طرف سوژه در پشت به بهترین شکل انجام می‌شود (چرخش داخلی گلنوهومرال و چرخش کتف به سمت پایین)، که ذوزنقه را شل می‌کند و زمانی که سوژه دست را از پشت بلند می‌کند، لوزی را وارد عمل می‌کند.

## عصب دهی

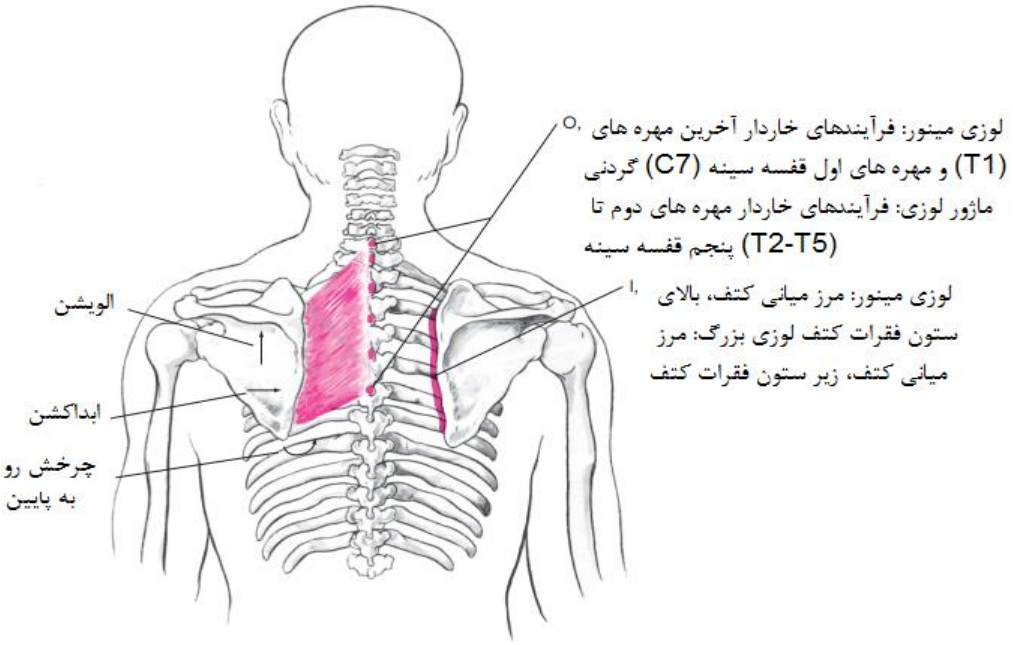
عصب کتف پشتی (C5)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ماهیچه های لوزی کتف را در اداکشن (پسرفت) ثابت می‌کنند، زمانی که عضلات مفصل شانه اداکت یا بازو را دراز می‌کنند. این ماهیچه ها به شدت در چانه زدن استفاده می شوند. هنگامی که فرد از میله افقی آویزان می‌شود و توسط دست ها آویزان می‌شود، کتف تمایل دارد از بالای قفسه سینه دور شود. هنگامی که حرکت چانه شروع می‌شود، این ماهیچه های لوزی هستند که مرز میانی کتف را به سمت پایین و عقب به سمت ستون فقرات می چرخانند. به موقعیت مطلوب آنها برای انجام این کار توجه کنید. در همین رابطه، لوزی‌ها به شیوه‌ای مشابه عمل می‌کنند تا از بال‌شدن کتف جلوگیری کنند.

عضلات ذوزنقه ای و لوزی که با هم کار می‌کنند باعث ایجاد اداکشن با ارتفاع جزئی کتف می شوند. برای جلوگیری از این بالارفتن، عضله لتیسموس دورسی وارد بازی می‌شود.

چانه بالا، شیب و پارو زدن خمیده تمرینات عالی برای رشد قدرت در این عضله هستند. لوزی ها ممکن است با حرکت غیرفعال کتف به حالت کشش کامل و در عین حال حفظ دپرشن کشیده شوند. چرخش به سمت بالا ممکن است در این کشش نیز کمک کند.




شکل. 4.14 • عضلات لوزی (ماژور و مینور)، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله سراتوس قدامی

## ریشه

سطح نه دنده بالایی در کنار قفسه سینه

## اتصال

قسمت قدامی تمام طول مرز داخلی کتف

ابداکشن عمل (پراکشن): مرز میانی کتف را از مهره ها دور می‌کند.

چرخش به سمت بالا: الیاف بلندتر و پایین تر تمایل دارند زاویه تحتانی کتف را دورتر از مهره ها بکشند، بنابراین کتف را کمی به سمت بالا می چرخانند.

## لمس کردن

سمت جلو و جانبی قفسه سینه زیر دنده های پنجم و ششم درست نزدیک به مبدا در حین ابداکشن، که بهتر است از حالت خوابیده به پشت با مفصل گلنوهومرال در 90 درجه خمیدگی انجام شود. الیاف فوقانی ممکن است در همان موقعیت بین مرزهای جانبی سینه بزرگ و لاتیسیموس دورسی در زیر بغل لمس شوند.

## عصب دهی

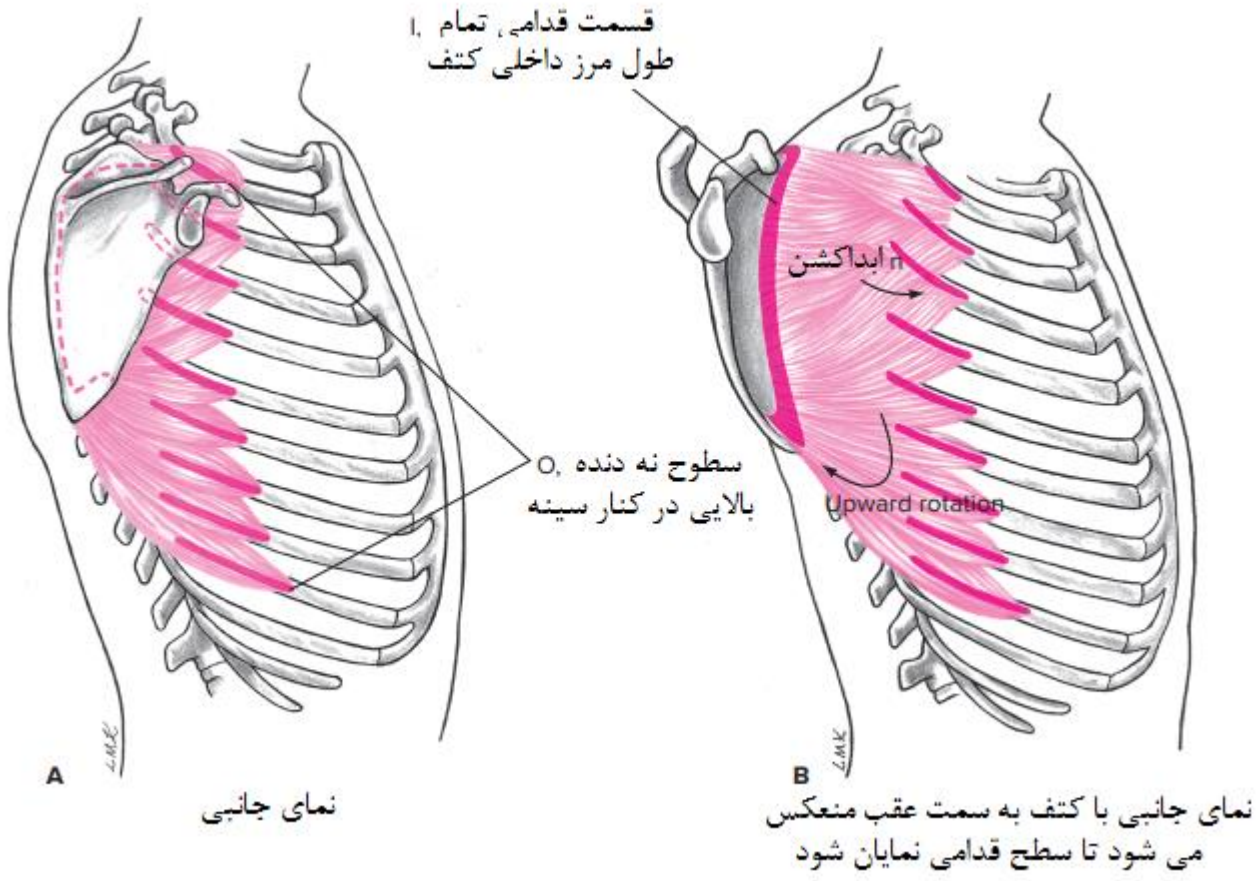
### عصب سینه ای بلند (C5-C7)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله قدامی دندانه دار معمولاً در حرکاتی که کتف را به سمت جلو می کشد با چرخش اندک به سمت بالا، مانند پرتاب توپ بیسبال، مشت زدن در بوکس، شوت زدن و گارد در بسکتبال و تکل زدن در فوتبال استفاده می‌شود. در حرکات معمولی، مانند پرتاب توپ بیسبال، همراه با عضله سینه ای ماژور کار می‌کند.

عضله سراتوس قدامی به شدت در انجام فشارهای فشاری مخصوصاً در 5 تا 10 درجه آخر حرکت استفاده می‌شود. پرس نیمکت و پرس بالای سر تمرینات خوبی برای این عضله هستند. وضعیت کتف بالدار معمولاً ناشی از ضعف لوزی و/یا سراتوس قدامی است. ضعف قدامی سراتوس ممکن است ناشی از آسیب به عصب بلند قفسه سینه باشد.

سراتوس قدامی را می‌توان با ایستادن، رو به یک گوشه و قرار دادن هر دست در سطح شانه روی دو دیوار کشیده شد. همانطور که به سمت داخل خم می شوید و سعی می‌کنید بینی خود را در گوشه قرار دهید، هر دو کتف به حالت اددا‌کشن فشار داده می شوند که باعث کشیده شدن دندانه قدامی می‌شود.




شکل. 4.15 • عضله سراتوس قدامی، نمای جانبی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله کوچک سینه ای

## ریشه

سطوح قدامی دنده های سوم تا پنجم

## اتصال

فرآیند کوراکوئید کتف

## عمل

ابداکشن (پراکشن): کتف را به سمت جلو می کشد و تمایل دارد که لبه پایینی را از دنده ها کج کند.

چرخش رو به پایین: با ربوده شدن، کتف را به سمت پایین می کشد

دپرشن: هنگامی که کتف به سمت بالا می چرخد، به دپرشن کمک می‌کند

## لمس کردن

لمس کردن آن دشوار است، اما می‌توان آن را در زیر عضله سینه ای ماژور لمس کرد و در حین دپرشن مقاوم به فرآیند کوراکوئید پایین تر است. این ممکن است با قرار دادن دست سوژه در پشت و واداشتن او به بلند کردن فعال دست، که باعث چرخش به سمت پایین می‌شود، تقویت شود.

## عصب دهی

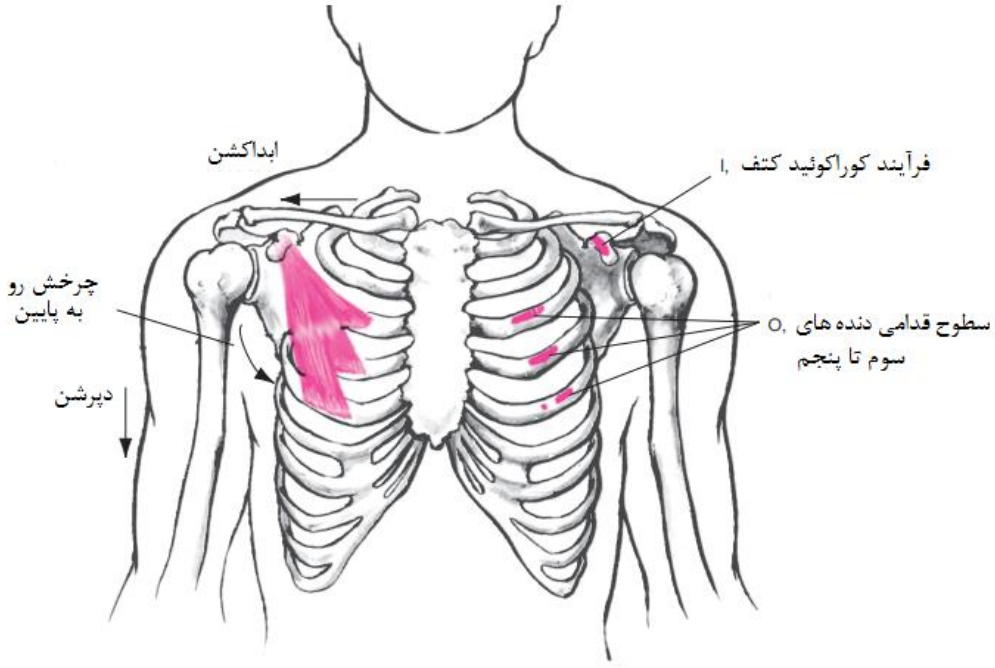
**عصب سینه ای داخلی (C8-T1)**

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله سینه ای مینور به همراه عضله سراتوس قدامی در ابداکشن واقعی (پرتراکشن) بدون چرخش استفاده می‌شود. این امر به ویژه در حرکاتی مانند فشارهای فشاری که در آنها ابداکشن واقعی کتف ضروری است دیده می‌شود. بنابراین دندانه قدامی کتف را با تمایل به چرخش به سمت بالا به سمت جلو می کشد، سینه مینور با تمایل به چرخش رو به پایین به جلو می کشد و این دو کشیدن با هم باعث ابداکشن واقعی می شوند. این عضلات در اکثر حرکات هل دادن با دست ها با هم کار می‌کنند.

سینه مینور بیشتر در فشار دادن و چرخاندن کتف به سمت پایین از یک موقعیت چرخش به سمت بالا استفاده می‌شود، مانند فشار دادن بدن به سمت بالا روی میله های شیب دار یا در فرورفتگی بدن.

سینه مینور اغلب به دلیل استفاده بیش از حد در فعالیت‌هایی که شامل ابداکشن است، سفت می‌شود، که ممکن است منجر به شانه‌های رو به جلو و گرد شود. در نتیجه ممکن است کشش نشان داده شود، که می‌تواند با فشار دادن دیواره در گوشه، همانطور که برای کشش دندانه قدامی استفاده می‌شود، انجام شود. علاوه بر این، دراز کشیدن به پشت با یک حوله چرخ شده مستقیماً زیر ستون فقرات قفسه سینه در حالی که یک شریک هر یک از کتف را به سمت عقب می راند و این عضله را در حالت کشش قرار می دهد.




شکل. 4.16 • عضله مینور سینه ای، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله ساب کلاویوس

### ریشه

جنبه برتر دنده اول در محل اتصال آن به غضروف دنده ای آن

### اتصال

شیار تحتانی در قسمت میانی ترقوه

## عمل

تثبیت و محافظت از مفصل استرنوکلاویکولار

### دپرشن

ابداکشن (طول انداختن)

## لمس کردن

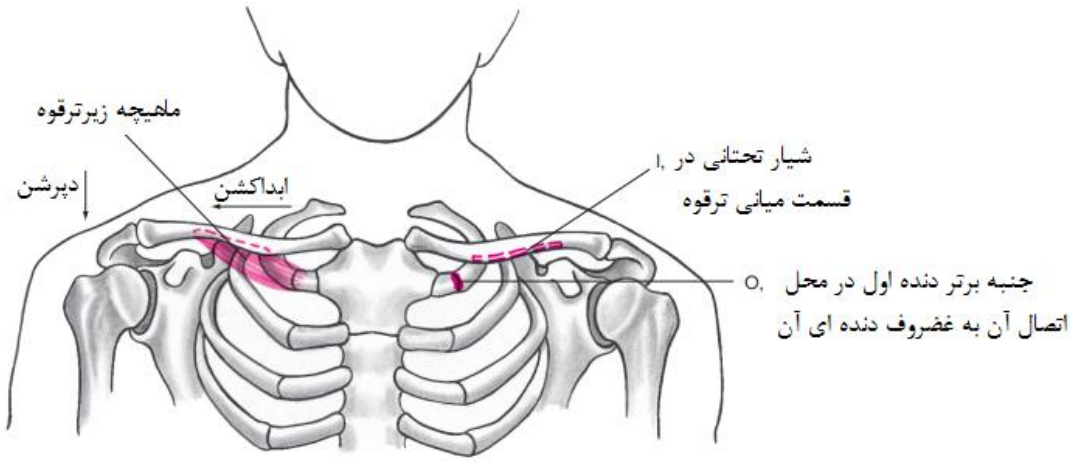
تشخیص آن از سینه ماژور دشوار است، اما ممکن است فقط در پایین ترقوه وسط ترقوه لمس شود، در حالی که سوژه به پهلو خوابیده است و در وضعیت تا حدودی چرخش به سمت بالا قرار دارد و استخوان بازو در یک وضعیت نیمه خمیده غیرفعال حمایت می‌شود. فرورفتگی فعال خفیف و ابداکشن کتف ممکن است باعث افزایش لمس شود.

## عصب دهی

رشته های عصبی از C5 و C6

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ساب ترقوه ترقوه را به سمت قدام و تحتانی به سمت جناغ می کشد. علاوه بر کمک به ابداکشن و فشار دادن ترقوه و کمربند شانه‌ای، نقش بسزایی در محافظت و تثبیت مفصل استرنوکلاویکولار در حین حرکات اندام فوقانی دارد. ممکن است در طول فعالیت هایی که در آن دپرشن فعال وجود دارد، مانند شیB، یا ابداکشن فعال، مانند فشار دادن، تقویت شود. بالارفتن و جمع شدن شدید کمربند شانه‌ای باعث کشش ساب کلاویوس می‌شود.




شکل. 4.17 • عضله ساب کلاویوس، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدأ و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با علامت O و I مشخص کنید و مبدا و اتصال را در سمت مقابل اسکلت بکشید.

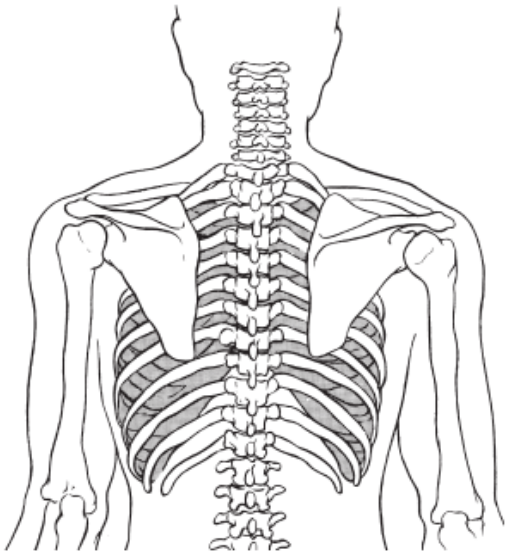
الف. ذوزنقه

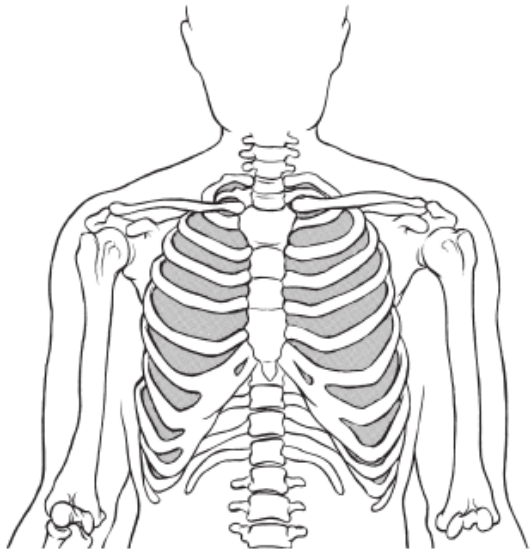
ب. ماژور و مینور لوزی

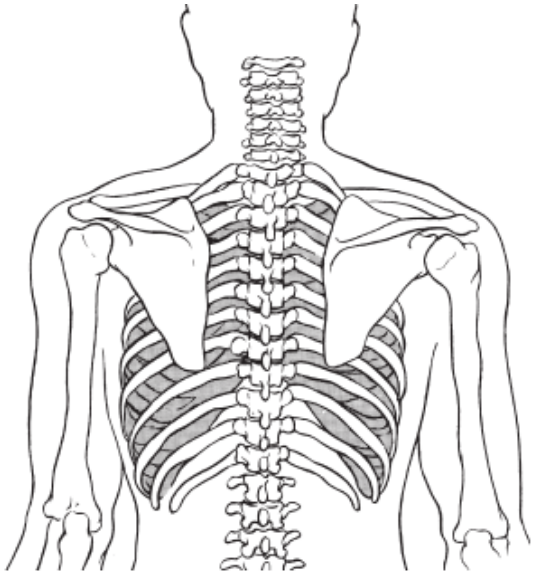
ج. سراتوس قدامی

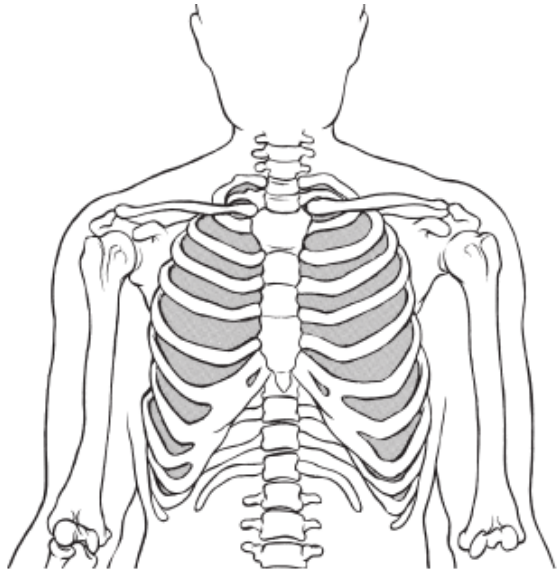
د. کتف بالابر

ه. سینه مینور









## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 2

هر یک از خطوط 1 تا 6 را با حروفی از لیست زیر که مربوط به حرکات کمربند شانه‌ای است که با فلش نشان داده شده است، علامت بزنید.

الف. اداکشن (پس گیری)

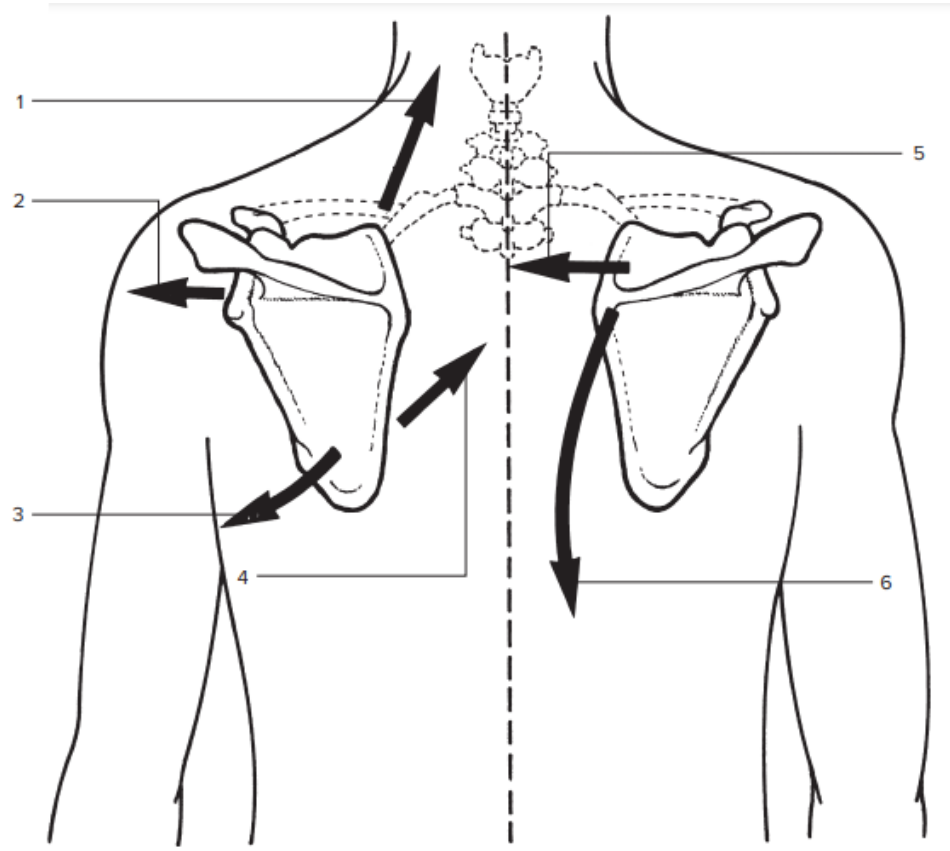
ب. ابداکشن (طول انداختن)

ج. چرخش به سمت بالا

د. چرخش به سمت پایین

ه. ارتفاع

و. دپرشن


1
2
3
4
5
6

**فصل 5**

**مفصل شانه**

**اهداف**

**■ شناسایی ساختارهای استخوانی منتخب مفصل شانه بر روی اسکلت انسان یا سوژه انسانی**

**■ برای برچسب زدن بر روی نمودار اسکلتی ساختارهای استخوانی انتخاب شده مفصل شانه**

**■ کشیدن ماهیچه های مفصل شانه روی نمودار اسکلتی و نشان دادن حرکات مفصل شانه با استفاده از فلش**

**■ برای نشان دادن تمام حرکات مفاصل شانه با یک شریک و فهرست کردن سطوح و محورهای چرخش مربوطه آنها**

**■ برای یادگیری و درک اینکه چگونه حرکات کتف با حرکات استخوان بازو در دستیابی به حرکت کل مجموعه شانه همراه است.**

**■ تعیین، فهرست و لمس عضلات مفصل شانه و آنتاگونیست های آنها و درک نقش رباط ها در ایجاد ثبات**

**■ سازماندهی و فهرست ماهیچه هایی که حرکات کمربند شانه و مفصل شانه را ایجاد می‌کنند**

**■ برای یادگیری و درک عصب دهی عضلات مفصل شانه**

**■ برای تعیین حرکات مفصل شانه و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده از طریق تجزیه و تحلیل**

تنها اتصال مفصل شانه به اسکلت محوری از طریق کتف و اتصال آن از طریق ترقوه در مفصل استرنوکلاویکولار است. حرکات مفصل شانه زیاد و متنوع است. حرکت استخوان بازو بدون حرکت کتف غیرمعمول است. هنگامی که استخوان بازو بالاتر از سطح شانه خم می‌شود، کتف بالا می رود، به سمت بالا می چرخد و ربوده می‌شود. با ابداکشن گلنوهومرال بالاتر از سطح شانه، کتف بالا رفته و به سمت بالا می چرخد. اداکشن استخوان بازو منجر به فرورفتگی و چرخش به سمت پایین می‌شود، در حالی که گسترش استخوان بازو منجر به فرورفتگی، چرخش به سمت پایین و اداکشن کتف می‌شود. کتف با چرخش داخلی استخوان بازو و اداکشن افقی ربوده می‌شود. کتف افزایشی با چرخش خارجی و ابداکشن افقی استخوان بازو. برای خلاصه ای از این حرکات و ماهیچه هایی که مسئول اصلی آنها هستند، به جدول 5.1 مراجعه کنید.

از آنجایی که مفصل شانه دارای دامنه حرکتی بسیار وسیعی در سطوح مختلف است، همچنین دارای مقدار قابل توجهی شلی است که اغلب منجر به مشکلات ناپایداری مانند برخورد روتاتور کاف، سابلوکساسیون و دررفتگی می‌شود. قیمت تحرک باعث کاهش ثبات می‌شود. این مفهوم که هرچه یک مفصل متحرک تر باشد، پایداری آن کمتر است و هرچه پایدارتر باشد، تحرک کمتری دارد، به طور کلی در سراسر بدن، اما به ویژه در مفصل شانه صدق می‌کند. به بخش پایداری و تحرک مفاصل دیارترودیال در فصل 1 مراجعه کنید.

جدول 5.1• جفت شدن حرکات کمربند شانه و مفصل شانه. هنگامی که عضلات مفصل شانه (ستون دوم) اعمال ستون اول را از طریق هر دامنه حرکتی قابل توجهی انجام می دهند، عضلات کمربند شانه (ستون چهارم) با انجام اعمال در ستون سوم هماهنگ عمل می‌کنند.

| تحرکات مفصل شانه | آگونیست های مفصل شانه | اقدامات کمربند شانه‌ای | آگونیست های کمربند شانه‌ای |
|---|---|---|---|
| ابداکشن | فوق خاری، دلتوئید، سینه ماژور فوقانی | چرخش/ارتفاع به سمت بالا | سراتوس قدامی، ذوزنقه میانی و تحتانی، کتف بالابرنده، لوزی |
| اداکشن | دلتوئید قدامی، سینه ماژور فوقانی، کوراکوبراکیالیس | چرخش رو به پایین | سینه مینور، لوزی |
| خم شدن | ماهیچه پشتی بزرگ، ترس ماژور، under pectoralis major، deltoid posterior | چرخش ارتفاع/بالا | بالابر کتف، سراتوس قدامی، ذوزنقه فوقانی و میانی، لوزی |

| | | | |
|---|---|---|---|
| افزونه | ماهیچه پشتی بزرگ، ترس ماژور، pectoralis major، subscapularis | افسردگی / چرخش رو به پایین | سینه مینور، ذوزنقه تحتانی |
| چرخش داخلی | ماهیچه زیرخاری، ترس minor | ابداکشن (طول انداختن) | سراتوس قدامی، سینه مینور |
| چرخش خارجی | دلتوئید میانی و خلفی، ماهیچه زیرخاری، ترس minor | اداکشن (پس گیری) | ذوزنقه میانی و تحتانی، لوزی |
| ابداکشن افقی | سینه ماژور، دلتوئید قدامی، کوراکوبراکیالیس | اداکشن (پس گیری) | ذوزنقه میانی و تحتانی، لوزی |
| جمع افقی | دلتوئید خلفی، اینفراسپیناتوس، ترس مینور | ابداکشن (طول انداختن) | سراتوس قدامی، سینه مینور |
| اداکشن مورب (فعالیت های دستی) | سینه ماژور، دلتوئید قدامی، کوراکوبراکیالیس | اداکشن (پسرفت) / چرخش به سمت بالا / ارتفاع | ذوزنقه، لوزی، سراتوس قدامی، کتف بالابرنده |
| جمع آوری مورب (فعالیت های فرادست) | فوق خاری، دلتوئید، سینه ماژور فوقانی | ابداکشن (پراکشن)/ افسردگی/ چرخش رو به پایین | سراتوس قدامی، سینه مینور |

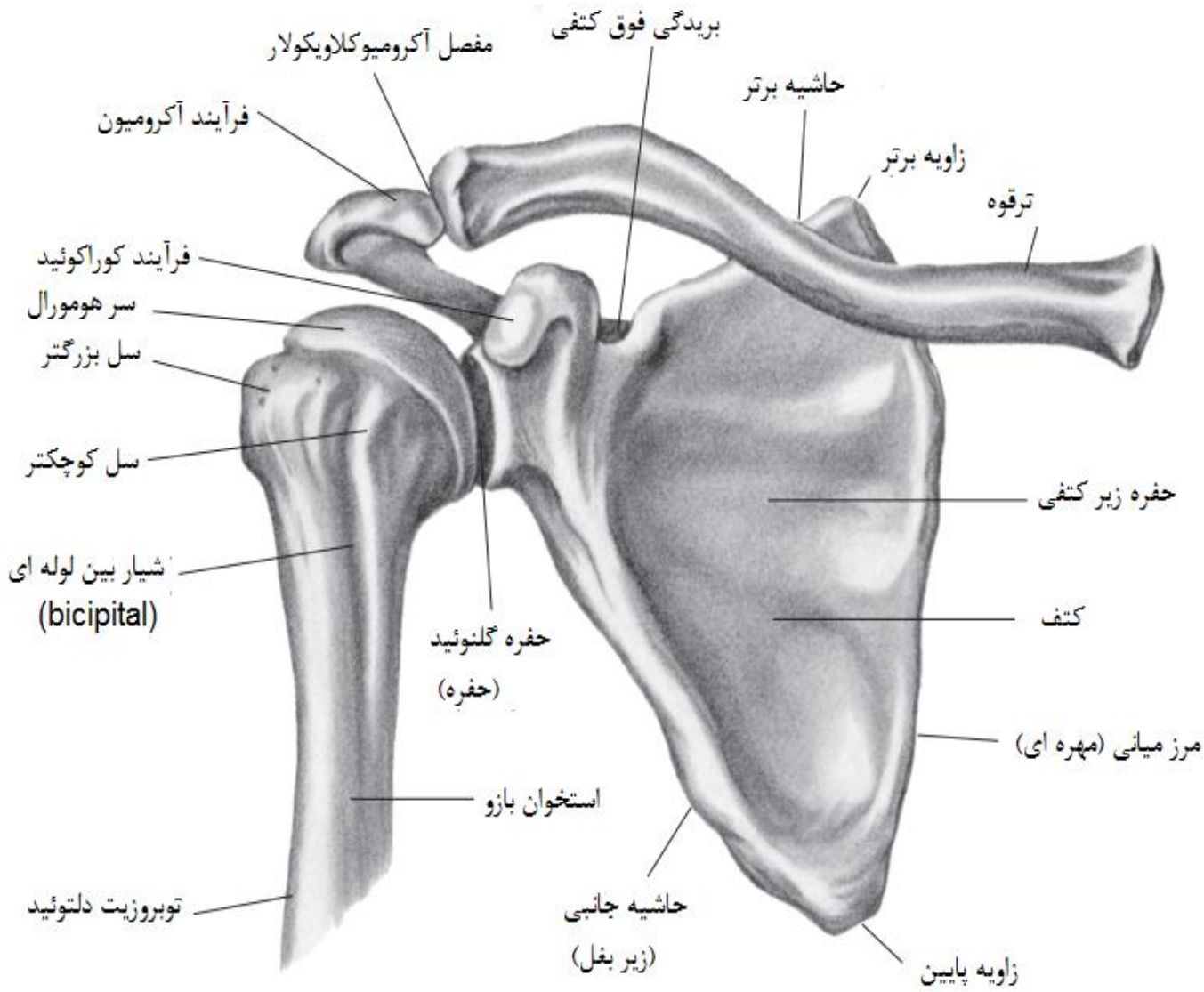
## استخوان ها

کتف، ترقوه و استخوان بازو به عنوان اتصالات برای اکثر عضلات مفصل شانه عمل می‌کنند. یادگیری مکان خاص و اهمیت برخی نشانه های استخوانی برای درک عملکرد کمپلکس شانه بسیار مهم است. برخی از این نشانه های کتف عبارتند از حفره فوق خاری، حفره زیر خاری، حفره زیر کتف، ستون فقرات کتف، حفره گلنوئید، فرآیند کوراکوئید، فرآیند آکرومیون و زاویه تحتانی. نشانه های هومورال عبارتند از: سر، برجستگی بزرگ، برجستگی کوچکتر، شیار بین غده ای و توبروزیته دلتوئید (شکل های 5.1 و 5.2، و بررسی شکل های 4.1 و 4.3). جدول 5.2 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل شانه ببینید.

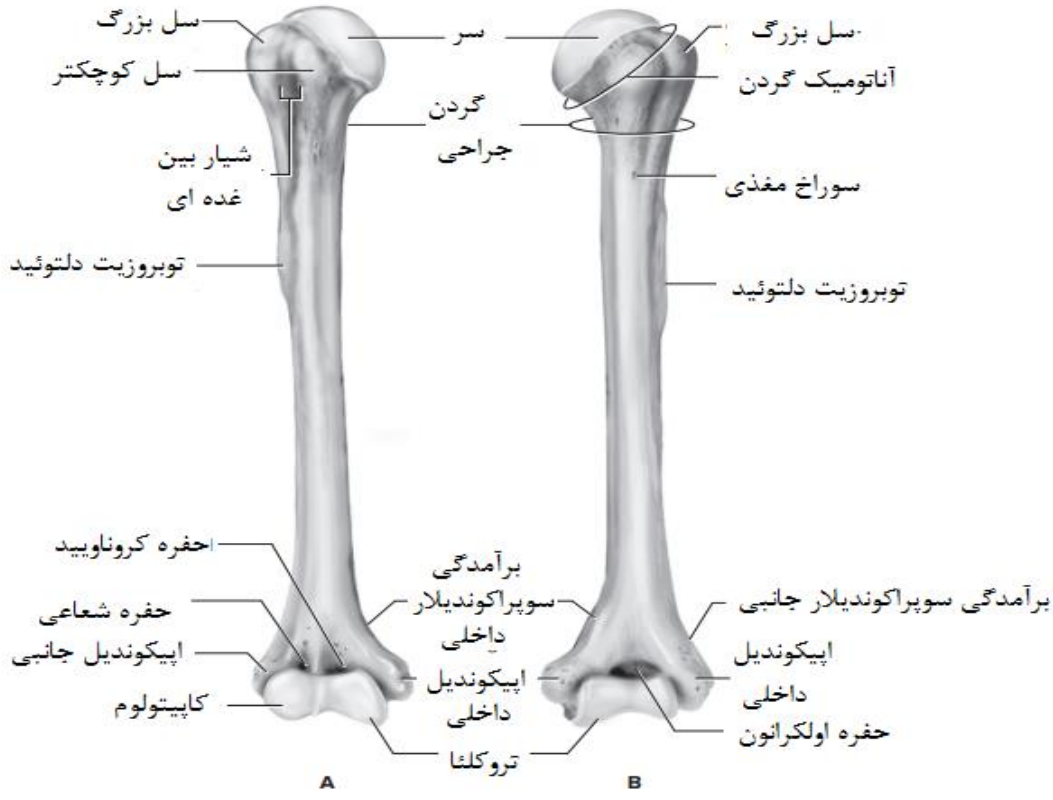
## مشترک

مفصل شانه، که به طور خاص به عنوان مفصل گلنوهومرال شناخته می‌شود، یک مفصل توپ و سوکت چند محوری است که به عنوان انارترودیال طبقه بندی می‌شود (شکل 5.1 را ببینید). به این ترتیB، در تمام سطوح حرکت می‌کند و متحرک ترین مفصل بدن است. از نظر طبقه بندی مفصلی شبیه به لگن است. با این حال، سوکت ارائه شده توسط حفره گلنوئید در مقایسه با سر نسبتا بزرگ بازو بسیار کم عمق تر و نسبتا کوچک است. پایداری آن توسط لابروم گلنوئید کمی افزایش می یابد (شکل های 5.4 و 5.5 را ببینید)، یک حلقه غضروفی که حفره گلنوئید را دقیقاً در داخل محیط آن احاطه کرده است. بیشتر توسط رباط های گلنوهومرال، به ویژه قدامی و تحتانی، تثبیت می‌شود. رباط‌های گلنوهومرال قدامی با ایجاد چرخش خارجی، اکستنشن، ابداکشن و ابداکشن افقی کشیده می‌شوند، در حالی که رباط‌های کپسولی خلفی بسیار نازک در چرخش داخلی، خم شدن و اداکشن افقی کشیده می‌شوند (جدول 5.3 را ببینید). در سال های اخیر اهمیت رباط گلنوهومرال تحتانی در ایجاد ثبات قدامی و خلفی آشکار شده است (شکل های 5.3 و 5.4). با این حال، توجه به این نکته مهم است که، به دلیل دامنه وسیع حرکت درگیر در مفصل گلنوهومرال، رباط‌ها تا زمانی که دامنه حرکتی شدید به دست نیاید، کاملاً سست هستند. این فقدان نسبی پایداری استاتیکی که توسط رباط‌ها ارائه می‌شود، بر نیاز به ثبات دینامیکی

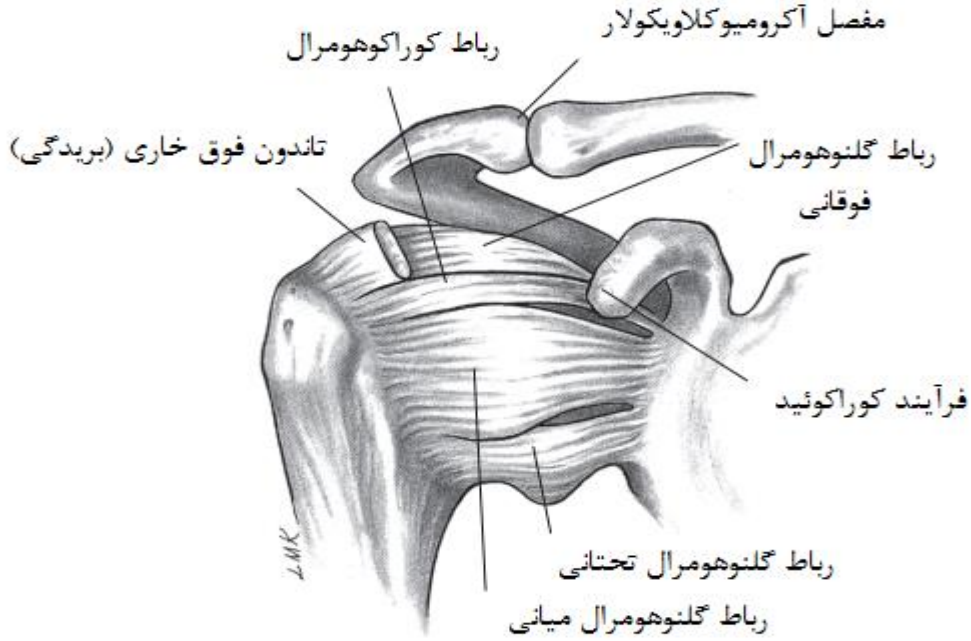
بهینه که باید توسط عضلاتی مانند گروه روتاتور کاف ارائه شود، تأکید می‌کند. ثبات برای به دست آوردن تحرک قربانی می‌شود.




شکل. 5.1 • مفصل گلنوهومرال راست، نمای قدامی.




شکل. 5.2 • هومروس راست. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین.

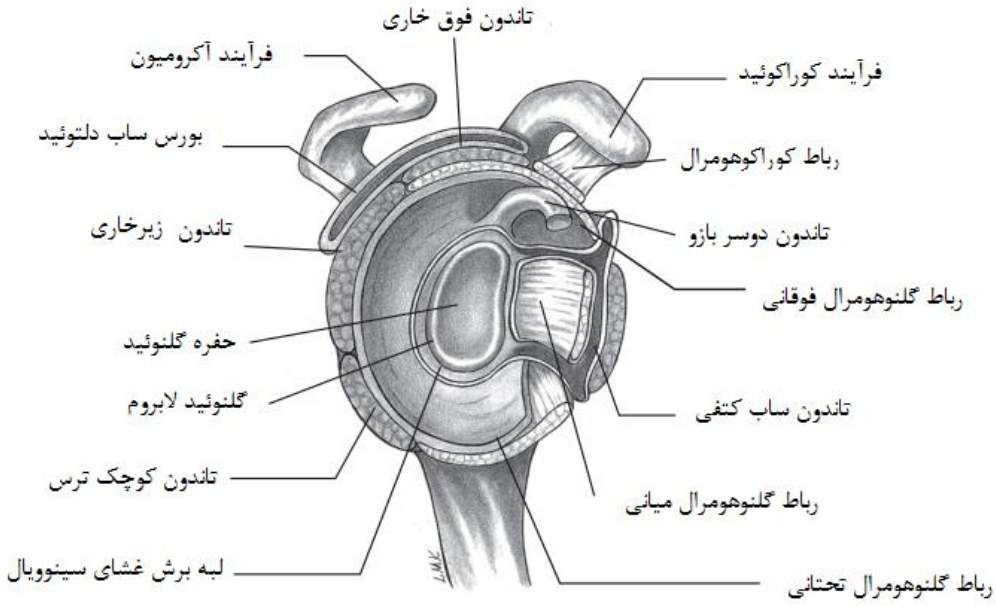


شکل. 5.3 • رباط گلنوهومرال راست، نمای قدامی.

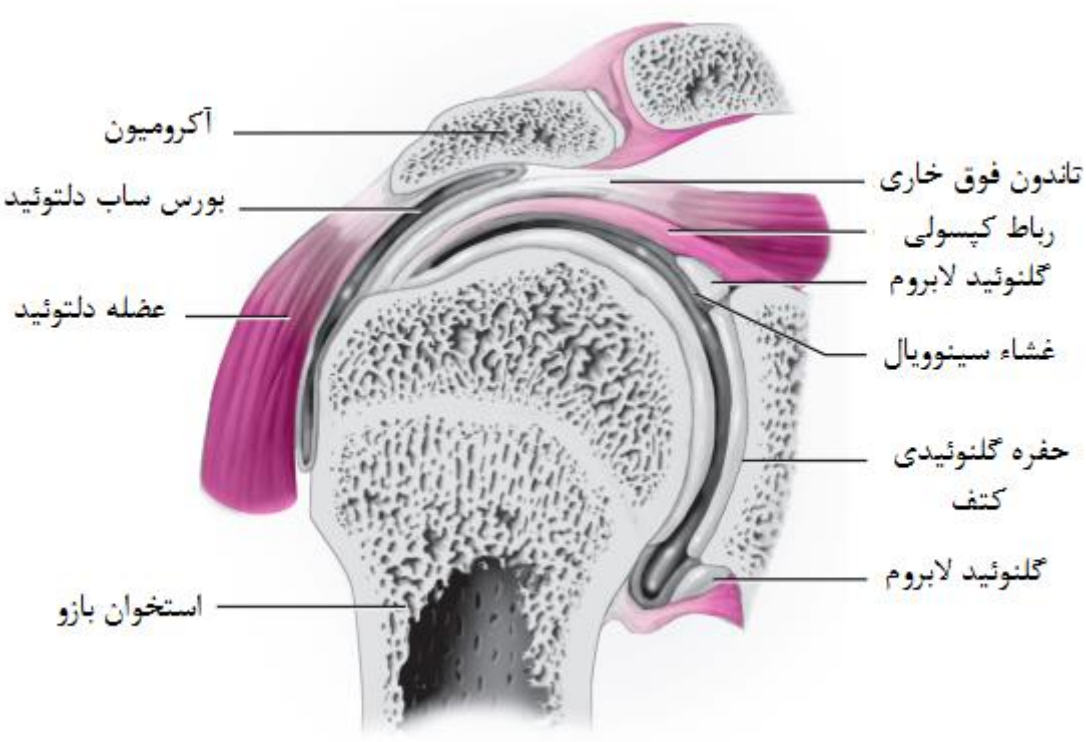
جدول 5.2 • استخوان مفصل شانه و لمس مفصل

| | نقطه عطف تشریحی | موقعیت موضوع | لمس کردن |
|---|---|---|---|
| استخوان بازو | سر | نشسته، دست ها روی ران قرار گرفته اند | فضای وب انگشت شست/نمایش را روی آکرومیون با انگشتان به سمت جلو، انگشت شست در عقب در حالی که به صورت غیر فعال در داخل/خارج می چرخد روی آکرومیون قرار دهید، سپس مفصل شانه را کمی خم کنید/کشیده کنید. |
| | برجستگی بزرگتر | نشسته، دست ها روی ران قرار گرفته اند | عرض پایین تقریباً یک انگشت زیر مرز جانبی آکرومیون. با حرکت غیرفعال مفصل شانه در چرخش داخلی/خارجی تقویت کنید. |
| | (bicipital)شیار بین لوله ای | نشستن، دست‌ها شل یا خوابیده به پشت با بازو 90 درجه ربوده شده | انگشت را به عرض یک تا دو انگشت به صورت آنترومدیال بکشید تا فرورفتگی جزئی شیار را پیدا کنید. انگشتان را داخل شیار در صفحه بازو قرار دهید و مفصل شانه را بطور غیر فعال به صورت داخلی/خارجی بچرخانید تا لغزش انگشتان به |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | داخل/خارج از شیار را احساس کنید. |
| | برجستگی کوچکتر | نشسته، دست ها روی ران قرار گرفته اند | انگشتان را از شیار بین غده ای به عرض ½ انگشت به سمت وسط بکشید. |
| | توبروزیت دلتوئید | نشسته، بازو آویزان در کنار بدن | از مرز جانبی آکرومیون شروع کنید و انگشتان را در حدود 2 تا 3 اینچ پایین تر به سمت دلتوئید حرکت دهید و حجم آن به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. با ابداکشن فعال بسیار جزئی مفصل شانه تقویت شود. |
| مفصل | گلنوهومرال | نشسته، دست ها شل شده اند | قدامی: انگشتان را به سمت وسط از غده کوچکتر اطراف محدب استخوان بازو که به لبه گلنوئید قدامی می رسد بلغزانید و مفصل شانه را بطور غیر فعال به داخل/خارج بچرخانید.<br>عقب: انگشتان را از لبه آکرومیون خلفی به سمت پایین بلغزانید تا به سر عقبی بازو برسید، به سمت وسط تا رسیدن به لبه گلنوئید خلفی ادامه دهید و مفصل شانه را بطور غیر فعال به سمت ابداکشن/اداکشن افقی خفیف حرکت دهید. |




شکل. 5.4 • مفصل گلنوهومرال راست، نمای جانبی با بازو برداشته شده است.




شکل. 5.5 • مفصل گلنوهومرال راست، بخش جلویی.

تعیین محدوده دقیق هر حرکت برای مفصل گلنوهومرال به دلیل حرکت همراه با کمربند شانه دشوار است. با این حال، اگر از حرکت کمربند شانه جلوگیری شود، معمولاً تصور می‌شود که حرکات مفصل گلنوهومرال در محدوده‌های زیر باشد: 90 تا 100 درجه ابداکشن، 0 درجه اداکشن (که توسط تنه جلوگیری می‌شود) یا 75 درجه جلوتر از تنه. 40 تا 60 درجه اکستنشن، 90 تا 100 درجه فلکشن، 70 تا 90 درجه چرخش داخلی و خارجی، 45 درجه ابداکشن افقی و 135 درجه اداکشن افقی. اگر کمربند شانه آزاد باشد، آنگاه محدوده کل مفاصل ترکیبی 170 تا 180 درجه ابداکشن، 170 تا 180 درجه فلکشن و 140 تا 150 درجه اداکشن افقی است.

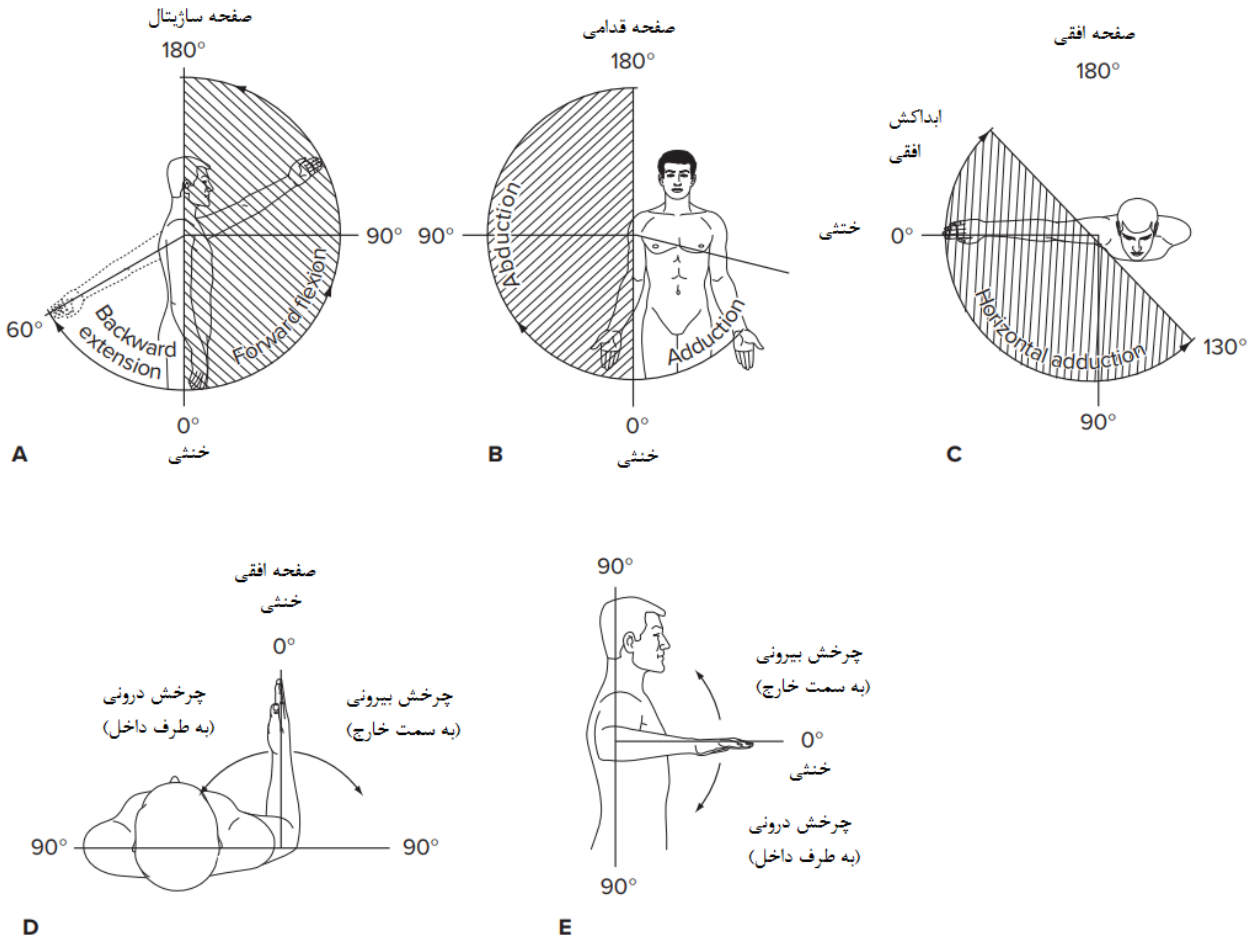
همانطور که در فصل 4 بحث شد و در جدول 5.1 تاکید شد، مفصل گلنوهومرال با کمربند شانه جفت می‌شود تا دامنه حرکتی کل شانه را انجام دهد. به عنوان مثال، 170 تا 180 درجه ابداکشن کلی شامل تقریباً 60 درجه چرخش کتف به سمت بالا، 25 درجه ارتفاع کتف و 95 درجه ابداکشن گلنوهومرال است. این اقدامات مربوطه لزوماً به صورت کاملاً متوالی اتفاق نمی‌افتند، اما این رابطه هم افزایی اغلب به عنوان ریتم کتف-هومرال شناخته می‌شود. در حالی که تعداد دقیق درجه ها در یک بخش در مقایسه با بخش دیگر ممکن است در داخل و بین افراد متفاوت باشد، نسبت پذیرفته شده عمومی 2 به 1 است. یعنی به ازای هر 2 درجه حرکت گلنوهومرال 1 درجه حرکت کتف وجود دارد.

لابروم گلنوئید، یک ساختار غضروفی تخصصی که اطراف حفره گلنوئید را احاطه کرده است، به پایداری گلنوهومرال کمک می‌کند. با تعمیق فرورفتگی حفره و عمل به عنوان تکیه گاه برای انتقال بیش از حد سر بازو، ثبات مفصل را افزایش می دهد. این ساختار ممکن است با حرکات ناگهانی بالای سر مانند بیسبال و والیبال یا آسیب های تروماتیک مانند سابلوکساسیون یا دررفتگی گلنوهومرال آسیب ببیند.

یکی دیگر از آسیب های مکرر، روتاتور کاف است. ماهیچه های زیر کتفی، فوق خاردار، اینفرااسپیناتوس و ماهیچه های کوچک ترس کاف روتاتور کاف را تشکیل می دهند. آنها ماهیچه های کوچکی هستند که تاندون های آنها از جلو، بالا و عقب سر استخوان بازو عبور می‌کند تا به ترتیب روی غده های کوچکتر و بزرگتر بچسبد. نقطه اتصال آنها آنها را قادر می سازد تا استخوان بازو را بچرخانند، حرکتی ضروری در این مفصل آزادانه متحرک. با این حال، مهمترین نقش حیاتی عضلات

روتاتور کاف در حفظ سر استخوان بازو در تقریب صحیح در حفره گلنوئید است در حالی که عضلات قدرتمندتر مفصل استخوان بازو را از طریق دامنه حرکتی وسیع آن حرکت می دهند.

در سال های اخیر پدیده نقص چرخش داخلی گلنوهومرال یا GIRD مورد توجه قرار گرفته است. GIRD نشان دهنده تفاوت در دامنه حرکتی چرخش داخلی بین شانه های پرتابی و غیر پرتابی یک فرد است. مطالعات نشان داده اند که ورزشکاران بالای سر که دارای GIRD بیش از 20 درصد بودند، در مقایسه با آنهایی که نداشتند، در معرض خطر بیشتری برای آسیب بودند. تمرینات کششی مناسب ممکن است برای بازیابی مقدار چرخش داخلی لازم برای بهبود عملکرد و کاهش احتمال آسیب استفاده شود.



شکل. 5.6 • محدوده حرکتی شانه. الف، فلکشن و اکستنشن. B، ابداکشن و ارتکاب؛ ج، ابداکشن افقی و اددا‌کشن؛ د، چرخش داخلی و خارجی با بازو در کنار بدن. E، چرخش داخلی و خارجی با بازو ربوده شده تا 90 درجه.

## حرکات

خم شدن: حرکت استخوان بازو به سمت جلو از هر نقطه در صفحه ساژیتال

امتداد: حرکت استخوان بازو به صورت مستقیم به سمت عقب از هر نقطه در صفحه ساژیتال، که گاهی اوقات به عنوان هایپراکستنشن شناخته می‌شود.

ابداکشن: حرکت جانبی استخوان بازو به سمت بالا در صفحه فرونتال به سمت کنار، دور از بدن.

اداکشن: حرکت رو به پایین استخوان بازو در صفحه فرونتال به سمت بدن در اثر ابداکشن

چرخش خارجی: حرکت استخوان بازو به صورت جانبی در صفحه عرضی حول محور بلند خود به دور از خط وسط.

چرخش داخلی: حرکت استخوان بازو در صفحه عرضی وسطی حول محور طولانی خود به سمت خط وسط.

ابداکشن افقی (امتداد): حرکت استخوان بازو در یک صفحه افقی یا عرضی به دور از قفسه سینه.

اداکشن افقی (فلکسیون): حرکت استخوان بازو در یک صفحه افقی یا عرضی به سمت و در سراسر قفسه سینه

ابداکشن مورب: حرکت استخوان بازو در یک صفحه مورب به دور از خط وسط بدن.

اداکشن مورب: حرکت استخوان بازو در یک صفحه مورب به سمت خط وسط بدن

فلکشن

A

اکستنشن

B

ابداکشن

C

اداکشن

D

شکل. 5.7 • حرکات مفصل شانه راست. A، فلکشن؛ B، پسوند؛ C، ابداکشن؛ D، اعتیاد؛ E، چرخش داخلی؛ F، چرخش خارجی. G، ابداکشن افقی. H، ربوده شدن افقی. I، ابداکشن مورب؛ J، ابداکشن مورب.

## ماهیچه ها

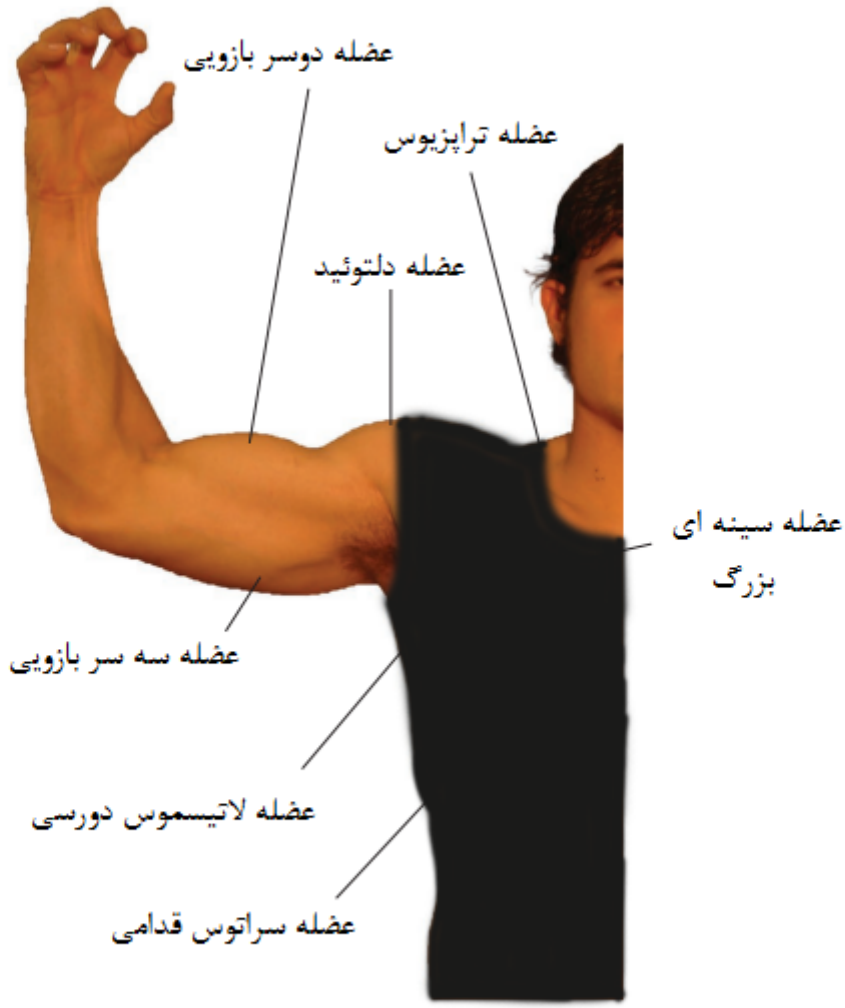
در تلاش برای یادگیری و درک عضلات مفصل گلنوهومرال، گروه بندی آنها بر اساس مکان و عملکردشان ممکن است مفید باشد. ماهیچه هایی که از کتف و ترقوه منشا می گیرند و روی استخوان بازو قرار می گیرند، ممکن است به عنوان ماهیچه

های ذاتی مفصل گلنوهومرال در نظر گرفته شوند، در حالی که ماهیچه هایی که از تنه منشا می گیرند و روی استخوان بازو وارد می شوند، به عنوان ماهیچه های بیرونی مفصل در نظر گرفته می شوند. ماهیچه های درونی شامل دلتوئید، کوراکوباکیالیس، ترز ماژور و گروه روتاتور کاف است که از زیر کتفی، فوق خاری، اینفراسپیناتوس و ترز مینور تشکیل شده است. ماهیچه های گلنوهومرال بیرونی عبارتند از لاتیسیموس پشتی و سینه ای ماژور. همچنین سازماندهی ماهیچه ها بر اساس موقعیت عمومی آنها ممکن است مفید باشد. ماهیچه های سینه ای ماژور، کوراکوباکیالیس و ساب کتف ماهیچه های قدامی هستند. دلتوئید و فوق خاری در قسمت فوقانی قرار دارند. لتیسیموس پشتی، ترس ماژور، زیر خاردار و ریز ریز در عقب قرار دارند. جدول 5.1 (ص. 120) حرکات مفصل گلنوهومرال و ماهیچه های مسئول اصلی آنها را فهرست می‌کند و جدول 5.4 عملکرد هر عضله را ارائه می دهد.

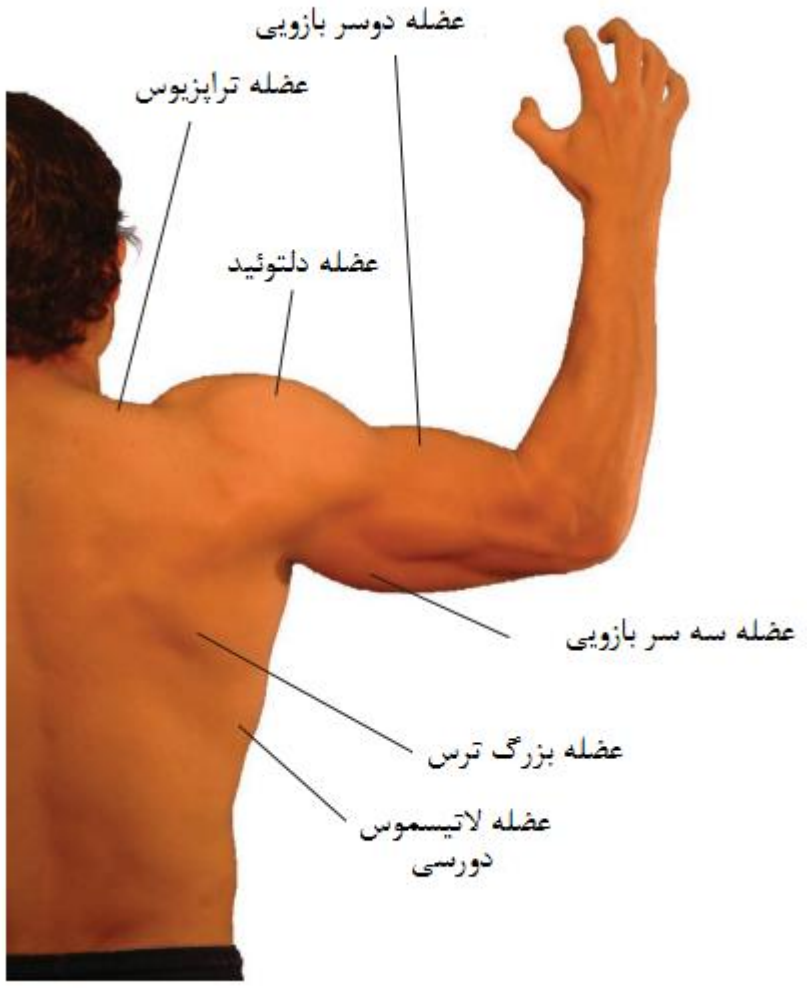
دو سر بازویی و سه سر بازویی (سر بلند) نیز در حرکات گلنوهومرال نقش دارند. در درجه اول، عضله دوسر بازویی به خم شدن و اداکشن افقی شانه کمک می‌کند، در حالی که سر بلند عضله سه سر بازویی به اکستنشن، اداکشن و ابداکشن افقی کمک می‌کند. بحث بیشتر در مورد این عضلات در فصل 6 ظاهر می‌شود.

| **ماهیچه های مفصل شانه – مکان** | **قدامی** |
|---|---|
| **پکتورال** | کوراکوماهیچه بازویی |
| **زیر کتف** | برتر |
| دلتوئید | فوق خاری |
| خلفی | ماهیچه پشتی بزرگ |
| ترس ماژور | ماهیچه زیرخاری |
| ترس مینور | **شناسایی عضله** |

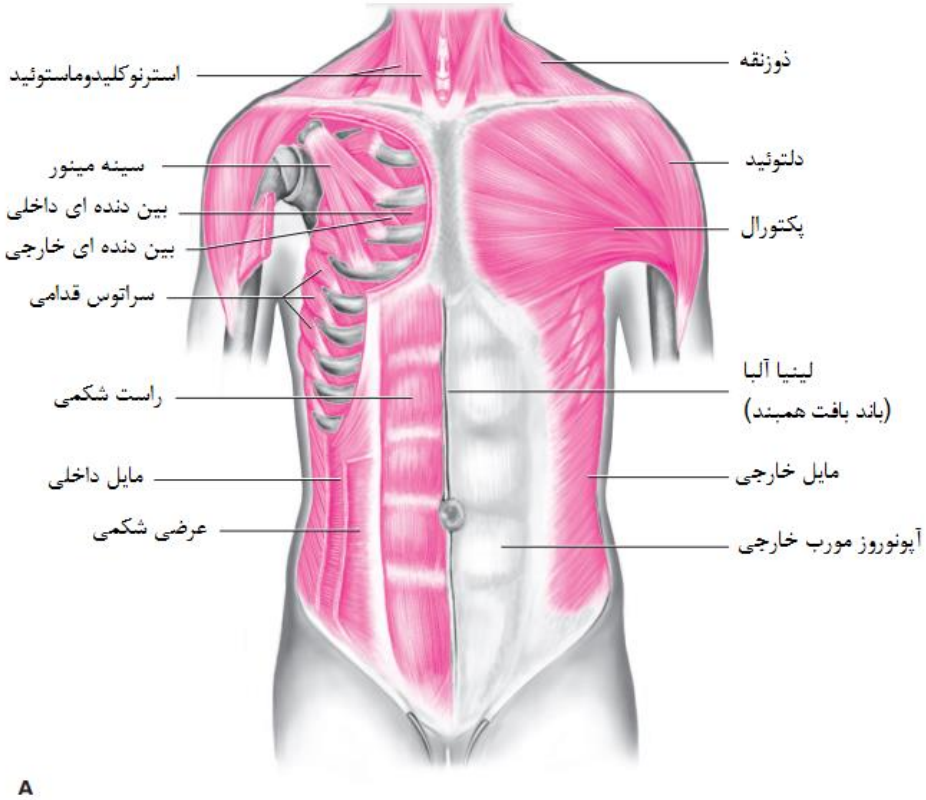
تصاویر. 5.8 و 5.9 ماهیچه های قدامی و خلفی مفصل شانه و کمربند شانه را مشخص می‌کند. شکل 5.8 را با شکل 5.10 و شکل 5.9 را با شکل 5.11 مقایسه کنید و برای تجزیه دقیق عضلات آگونیست مفصل گلنوهومرال به جدول 5.4 مراجعه کنید.

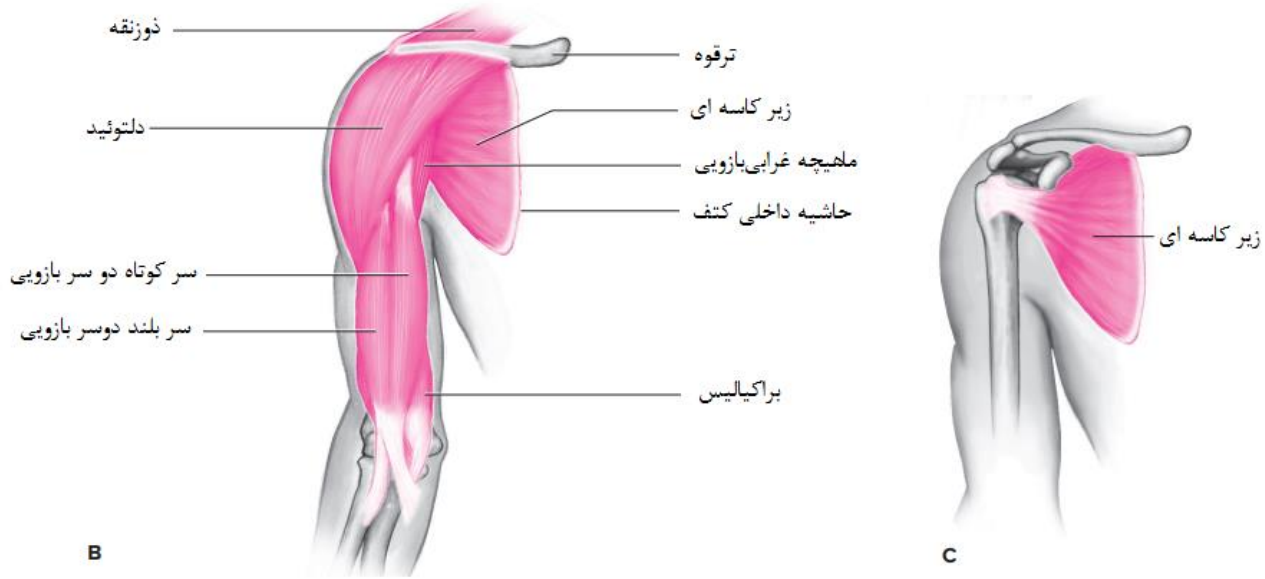



شکل. 5.8 • قدام مفصل شانه راست و عضلات کمربند شانه.

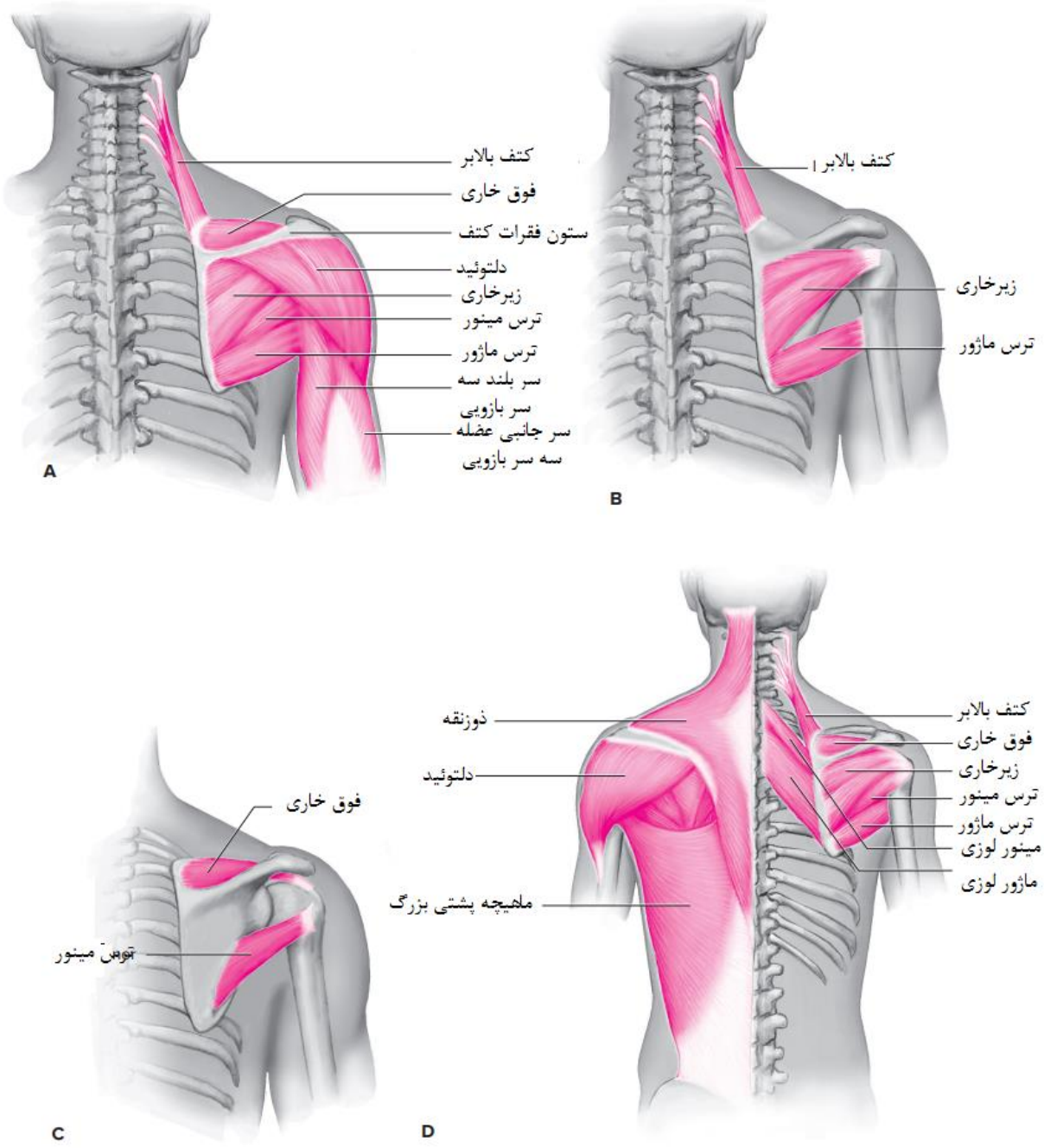



شکل. 5.9 • عضلات مفصل شانه راست خلفی و کمربند شانه.




شکل. 5.10 • عضلات قدامی شانه. A، سینه ماژور سمت راست برداشته می‌شود تا سینه مینور و سراتوس قدامی را نشان دهد. B، عضلات قدامی شانه راست و بازو، با برداشتن قفسه سینه. C، زیر کتفی راست.

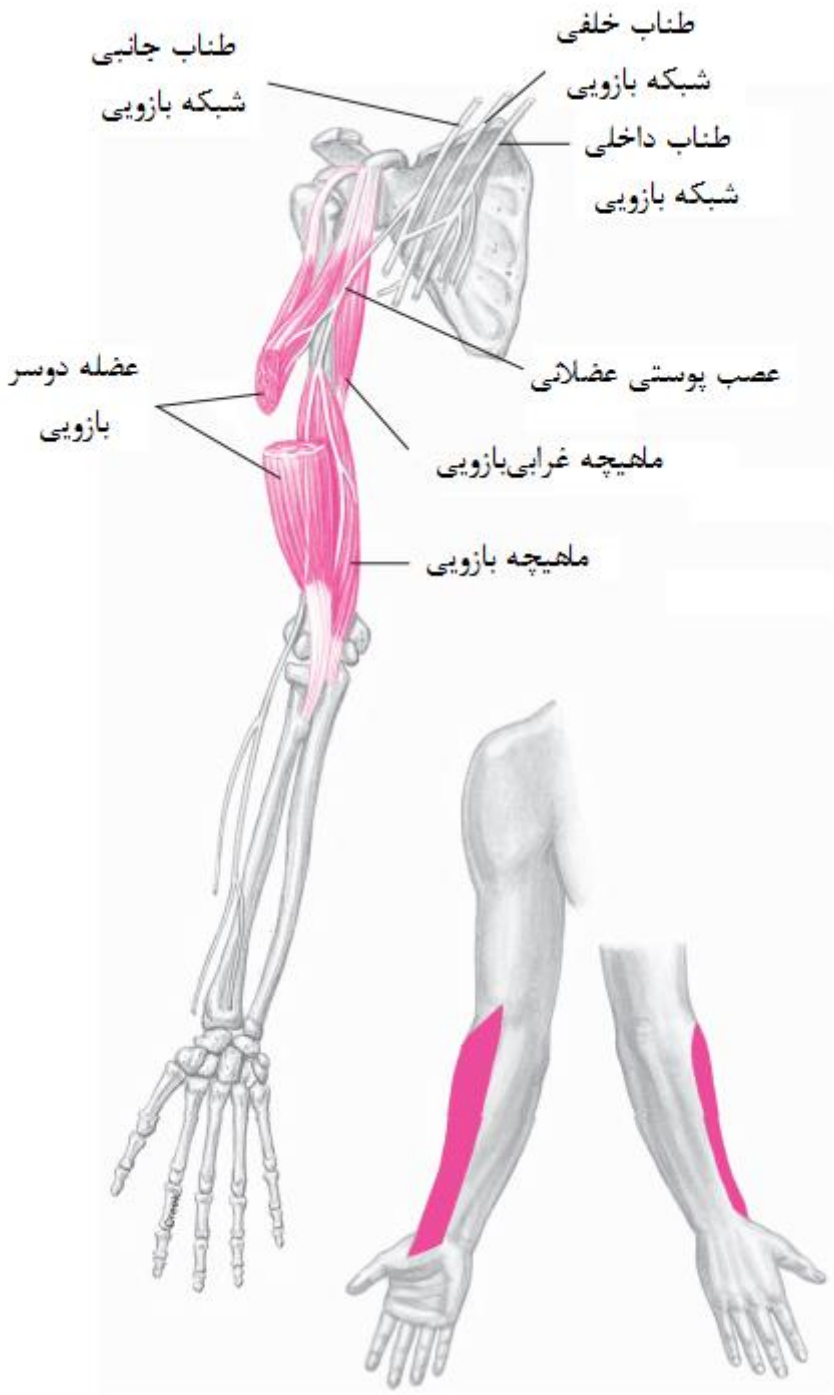



شکل. 5.11 • عضلات خلفی شانه. A، ذوزنقه و دلتوئید سمت راست برای نشان دادن عضلات زیرین برداشته می شوند. B، کتف بالابر راست، اینفراسپیناتوس و ترز ماژور. ج، سوپراسپیناتوسی سمت راست و ترز مینور. د، عضلات سطح خلفی کتف و بازو.

## اعصاب

عضلات مفصل شانه همگی توسط اعصاب شبکه بازویی عصب دهی می شوند. سینه ماژور توسط اعصاب سینه ای عصب دهی می‌شود. به طور خاص، عصب سینه ای جانبی ناشی از C5، C6 و C7 سر ترقوه را عصب دهی می‌کند، در حالی که عصب سینه ای داخلی ناشی از C8 و T1 سر استرنوم را عصب دهی می‌کند. عصب قفسه سینه ای که از C6، C7 و C8 ناشی می‌شود، لتیسیموس دورسی را تامین می‌کند. عصب زیر بغل (شکل 5.12) که از C5 و C6 منشعب می‌شود، دلتوئید و تری مینور را عصب دهی می‌کند. یک لکه جانبی پوست روی ناحیه دلتوئید بازو توسط عصب زیر بغل احساس می‌شود. هر دو اعصاب زیر کتفی فوقانی و تحتانی که از C5 و C6 ناشی می شوند، ساب کتفی را عصب دهی می‌کنند، در حالی که تنها عصب زیر کتفی تحتانی، ترز ماژور را تامین می‌کند. عصب فوق خار و زیر خاری توسط عصب فوق کتفی که از C5 و C6 سرچشمه می گیرد عصب دهی می‌شود. عصب پوستی عضلانی، همانطور که در شکل 5.13 مشاهده می‌شود، از C5، C6 و C7 منشعب می‌شود و کوراکوبراکیالیس را عصب می‌کند. این حس را در قسمت شعاعی ساعد ایجاد می‌کند. برای فهرست کامل عصب‌های گلنوهومرال به شکل 5.14 مراجعه کنید.

شکل. 5.12 • توزیع عضلانی و پوستی عصب زیر بغل راست.




شکل. 5.13 • توزیع عضلانی و پوستی عصب عضلانی-جلدی راست.

## عضله دلتوئید

## ریشه

فیبرهای قدامی: یک سوم جانبی قدامی ترقوه

الیاف میانی: جنبه جانبی آکرومیون

فیبرهای خلفی: لبه تحتانی ستون فقرات اتصال کتف

توبروزیت دلتوئید در ناحیه کناری بازو

## عمل

الیاف قدامی: ابداکشن، فلکشن، اداکشن افقی، چرخش داخلی و اداکشن مورب مفصل گلنوهومرال

فیبرهای میانی: ابداکشن و ابداکشن افقی مفصل گلنوهومرال

فیبرهای خلفی: ابداکشن، اکستنشن، ابداکشن افقی، چرخش خارجی و ابداکشن مورب مفصل گلنوهومرال

## لمس کردن

فیبرهای قدامی: از ترقوه به سمت استخوان بازو قدامی در طول خم شدن مقاوم یا اداکشن افقی

فیبرهای میانی: از مرز جانبی آکرومیون به سمت پایین به سمت توبروزیته دلتوئید در حین ابداکشن مقاوم

الیاف خلفی: از لب پایینی ستون فقرات کتف به سمت بازو خلفی در حین اکستنشن مقاوم یا ابداکشن افقی

## عصب دهی

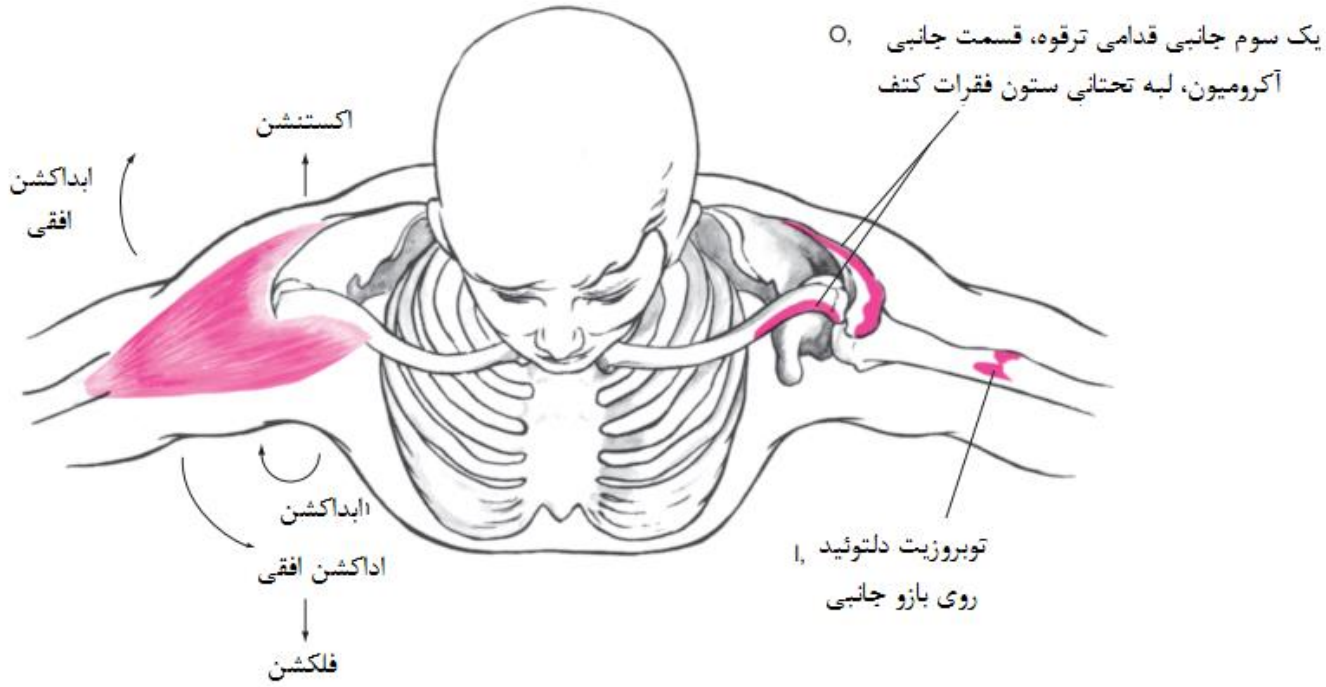
عصب زیر بغل (C5, C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله دلتوئید در هر حرکت بلند کردنی استفاده می‌شود. عضله ذوزنقه کتف را در حالی که دلتوئید روی استخوان بازو می کشد تثبیت می‌کند. فیبرهای قدامی عضله دلتوئید خم می شوند و استخوان بازو را به صورت داخلی می چرخانند. الیاف خلفی استخوان بازو را گسترش می دهند و به سمت خارج می چرخند. فیبرهای قدامی نیز به صورت افقی استخوان بازو را جذب می‌کنند، در حالی که الیاف خلفی به صورت افقی آن را می ربایند. هر حرکت استخوان بازو روی کتف بخشی یا تمام عضله دلتوئید را درگیر می‌کند.

بلند کردن استخوان بازو از پهلو به سمت موقعیت ابداکشن یک عمل معمولی دلتوئید است. بلند کردن دمبل بازو برای تقویت دلتوئید، به خصوص الیاف میانی بسیار عالی است. با ابداکشن بازو در وضعیت کمی افقی (30 درجه) می‌توان بر رشته های دلتوئید قدامی تأکید کرد. الیاف خلفی را می‌توان با ابداکشن بازو در وضعیت کمی ابداکشن افقی (30 درجه) بهتر تقویت کرد. برای تمرینات رایج تر برای دلتوئید و سایر عضلات در این فصل به پیوست 2 مراجعه کنید.

کشش دلتوئید بسته به الیافی که باید کشیده شوند، به موقعیت های متفاوتی نیاز دارد. دلتوئید قدامی با وارد کردن استخوان بازو به سمت ابداکشن افقی شدید یا با اکستنشن و اداکشن شدید کشیده می‌شود. دلتوئید میانی با وارد کردن استخوان بازو به سمت اداداکشن شدید پشت کمر کشیده می‌شود. اداکشن افقی شدید دلتوئید خلفی را کش می دهد.




شکل. 5.15 • عضله دلتوئید، نمای برتر. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله سینه ای بزرگ

## ریشه

الیاف فوقانی (سر ترقوه): نیمه داخلی سطح قدامی ترقوه

الیاف پایینی (سر جناغی): سطح قدامی غضروف های دنده ای شش دنده اول و قسمت مجاور جناغ جناغی

## اتصال

تاندون صاف به عرض ۲ یا ۳ اینچ تا لب جانبی شیار بین غده ای استخوان بازو

عمل فیبرهای بالایی (سر ترقوه): چرخش داخلی، اداکشن افقی، خم شدن تا حدود 60 درجه، ابداکشن (زمانی که بازو 90 درجه ربوده شد، الیاف بالایی به ابداکشن بیشتر کمک می‌کند)، اداکشن (با بازو زیر 90 درجه ابداکشن). ) و اداکشن مورب

**مفصل گلنوهومرال**

الیاف پایینی (سر استرنوم): چرخش داخلی، اداکشن افقی، اداکشن مورب و اداکشن و امتداد مفصل گلنوهومرال از حالت خمیده به موقعیت آناتومیک

## لمس کردن

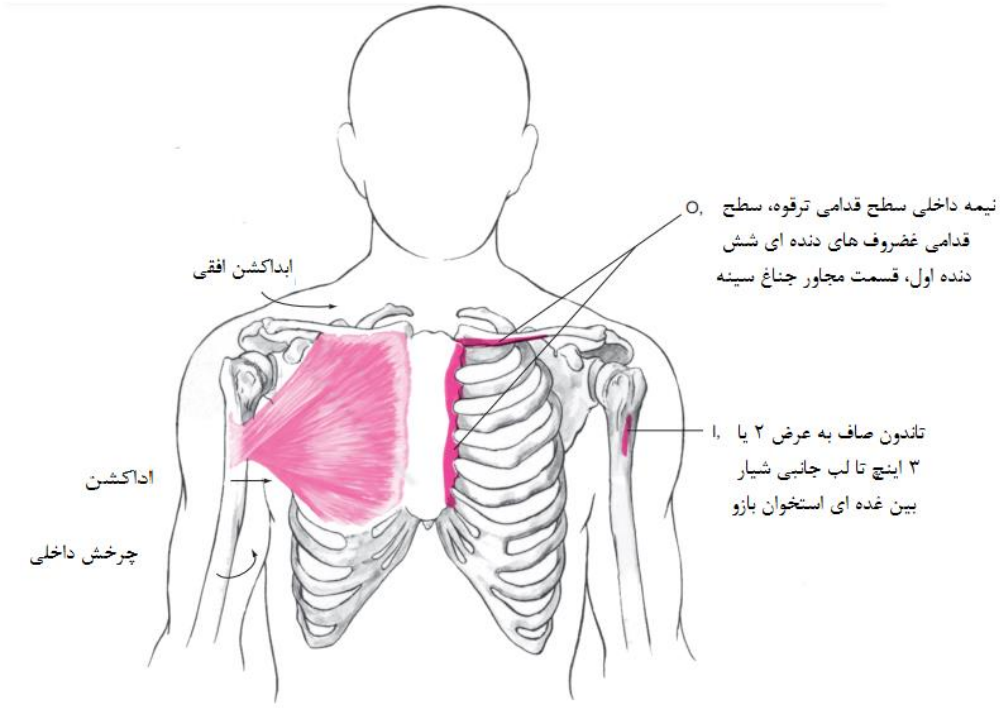
الیاف فوقانی: از انتهای داخلی ترقوه تا شیار بین غده ای استخوان بازو، در حین خم شدن و خارج شدن از وضعیت آناتومیک.

الیاف تحتانی: از دنده ها و جناغ جناغی تا شیار بین غده ای استخوان بازو، در حین اکستنشن مقاوم از حالت خمیده و اداکشن مقاوم از موقعیت آناتومیک.

## عصب دهی

رشته های فوقانی: عصب سینه ای جانبی (C5-C7)

فیبرهای پایینی: عصب سینه ای داخلی (C8, T1)




شکل. 5.16 • عضله سینه ای ماژور، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

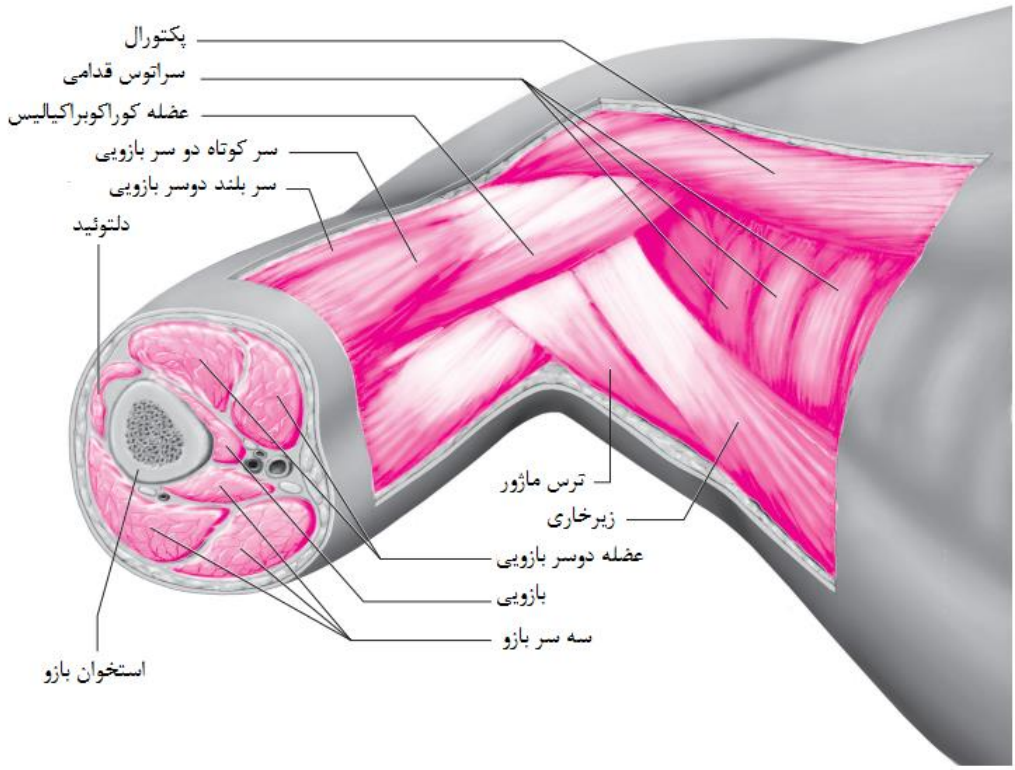
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

چین زیر بغل قدامی عمدتا توسط سینه ماژور تشکیل می‌شود (شکل 5.17). این به عضله سراتوس قدامی کمک می‌کند تا استخوان کتف را به سمت جلو بکشد زیرا استخوان بازو را در خم شدن و چرخش داخلی حرکت می دهد. اگرچه سینه ماژور به کتف متصل نیست، اما به دلیل کشش قدامی روی استخوان بازو که در مفصل گلنوهومرال به کتف می‌پیوندد، در این کشش کتف مؤثر است. اقدام معمولی در پرتاب توپ بیسبال نشان داده شده است. همانطور که مفصل گلنوهومرال خم می‌شود، استخوان بازو به صورت داخلی می چرخد و کتف با چرخش به سمت بالا به سمت جلو کشیده می‌شود. همچنین به عنوان کمک کننده عضله لاتیسیموس پشتی در هنگام امتداد و ادداکشن استخوان بازو از حالت برآمده عمل می‌کند.

سینه ماژور و دلتوئید قدامی نزدیک به هم کار می‌کنند. سینه ماژور به شدت در فشارهای فشاری، کشش، پرتاب و تنیس استفاده می‌شود. با هالتر، آزمودنی روی یک نیمکت به پشت دراز کشیده و بازوها را در پهلو قرار می دهد و بازوها را به

حالت افقی می برد. این تمرین که به پرس روی نیمکت معروف است، به طور گسترده برای رشد سینه ای ماژور استفاده می‌شود.

به دلیل محبوبیت پرس روی نیمکت و سایر تمرینات وزنه برداری که بر روی سینه ماژور و استفاده از آن در بیشتر فعالیت های ورزشی تاکید دارند، اغلب در مقایسه با آنتاگونیست های خود بیش از حد توسعه یافته است. در نتیجه، کشش اغلب مورد نیاز است و می‌توان آن را با چرخش خارجی غیرفعال انجام داد. همچنین زمانی که شانه به صورت افقی ربوده می‌شود، کشیده می‌شود. دراز کردن شانه به طور کامل کشش را به قسمت فوقانی سینه ماژور می دهد، در حالی که ابداکشن کامل باعث کشش سینه ماژور تحتانی می‌شود.




شکل. 5.17 • برش عرضی بازوی راست و رابطه عضلات گلنوهومرال در زیر بغل.

## عضله لاتیسموس دورسی

## ریشه

تاج خلفی ایلیوم، پشت ساکروم و فرآیندهای خاردار کمر و شش مهره پایینی سینه (T6-T12). از سه دنده پایینی می لغزد

## اتصال

لب داخلی شیار بین غده ای استخوان بازو، درست جلوتر از وارد شدن ترز ماژور

## عمل

اداکشن مفصل گلنوهومرال

گسترش مفصل گلنوهومرال

چرخش داخلی مفصل گلنوهومرال

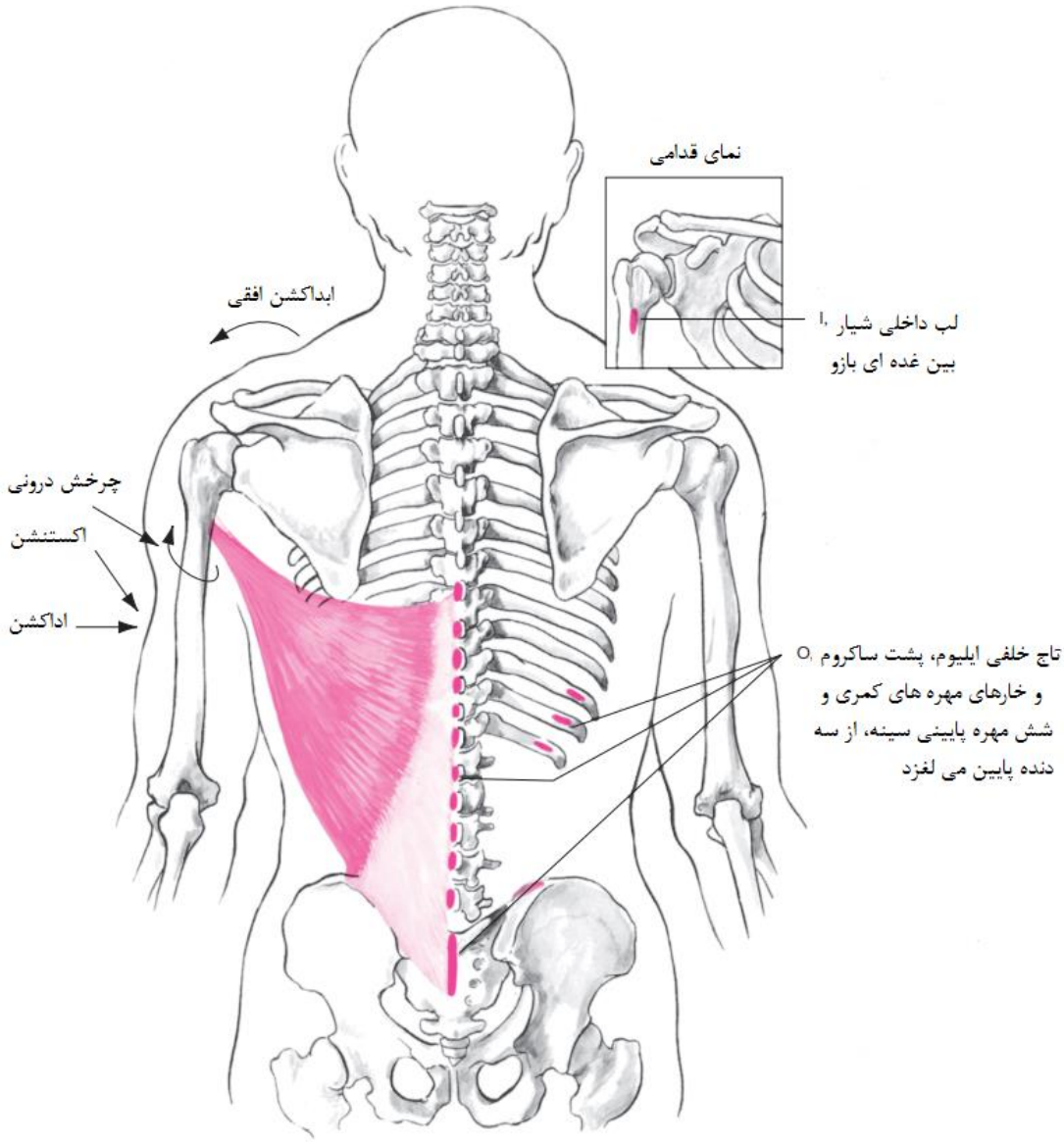
ابداکشن افقی مفصل گلنوهومرال

## لمس کردن

تاندون ممکن است هنگام عبور از زیر ترز ماژور در دیواره خلفی زیر بغل لمس شود، به ویژه در هنگام اکستنشن مقاوم و چرخش داخلی. عضله را می‌توان در ناحیه فوقانی کمر/قفسه سینه تحتانی در حین اکستنشن از حالت خمیده لمس کرد. عضله ممکن است در تمام طول خود در طول اداکشن مقاومت شده از یک موقعیت کمی ربوده شده لمس شود.

## عصب دهی

**عصب قفسه سینه (C6-C8)**




شکل. 5.18 • عضله لاتیسموس دورسی، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ماهیچه پشتی بزرگ به معنی پهن ترین ماهیچه پشت است. این عضله، همراه با عضله ماژور، چین زیر بغل خلفی را تشکیل می دهد (شکل 5.17 را ببینید). عمل قوی در اداکشن، اکستنشن و چرخش داخلی استخوان بازو دارد. با توجه به چرخش رو به بالا کتف که همراه با ابداکشن گلنوهومرال است، لاتیسیموس به طور موثری کتف را از طریق عمل خود در کشیدن کل کمربند شانه به سمت پایین در اداکشن فعال گلنوهومرال به سمت پایین می چرخاند. این یکی از مهم ترین عضلات بازکننده استخوان بازو است و به شدت در چانه منقبض می‌شود. لتیسیموس پشتی در تمام اعمالش توسط عضله ترز ماژور کمک می‌شود و گاهی اوقات به دلیل عملکرد آن در کشیدن بدن به جلو در آب در حین چرخش داخلی، اداکشن و اکستنشن به عنوان عضله شناگر نیز شناخته می‌شود. رشد این عضله کمک قابل توجهی به آنچه که به عنوان "ساخت شناگر" شناخته می‌شود، کمک می‌کند.

تمریناتی که در آن بازوها به سمت پایین کشیده می شوند، عضله لاتیسیموس پشتی را وارد انقباض قدرتمندی می‌کند. چانه زدن، طناب نوردی و سایر حرکات خیز بر روی میله افقی نمونه های خوبی هستند. در تمرینات هالتر، تمرینات پایه پارویی و پولاور برای رشد "لات" خوب است. کشیدن میله یک سیستم قرقره بالای سر به سمت پایین به سمت شانه ها، که به عنوان "کشش لات" شناخته می‌شود، یک تمرین رایج برای این عضله است.

هنگامی که شانه در حالت ابداکشنی 90 درجه قرار دارد، شانه به سمت بیرون چرخانده می‌شود. این کشش ممکن است با ابداکشن کامل شانه و حفظ چرخش خارجی و سپس خم شدن جانبی و چرخش تنه به سمت مخالف بیشتر شود.

## عضله بزرگ ترس

## ریشه

در عقب در یک سوم تحتانی مرز جانبی کتف و درست بالاتر از زاویه تحتانی

## اتصال

لب میانی شیار بین غده ای استخوان بازو درست در خلف محل قرارگیری لتیسیموس دورسی

## عمل

امتداد مفصل گلنوهومرال، به ویژه از حالت خمیده به حالت کشیده شده خلفی

## چرخش داخلی مفصل گلنوهومرال

اداکشن مفصل گلنوهومرال، به ویژه از وضعیت ابداکشن به سمت پایین و به سمت خط وسط بدن

## لمس کردن

درست بالای لتیسیموس دورسی و زیر تراسه مینور در سطح خلفی کتف، حرکت مورب به سمت بالا و جانبی از زاویه تحتانی کتف در طول چرخش داخلی مقاومت شده

## عصب دهی

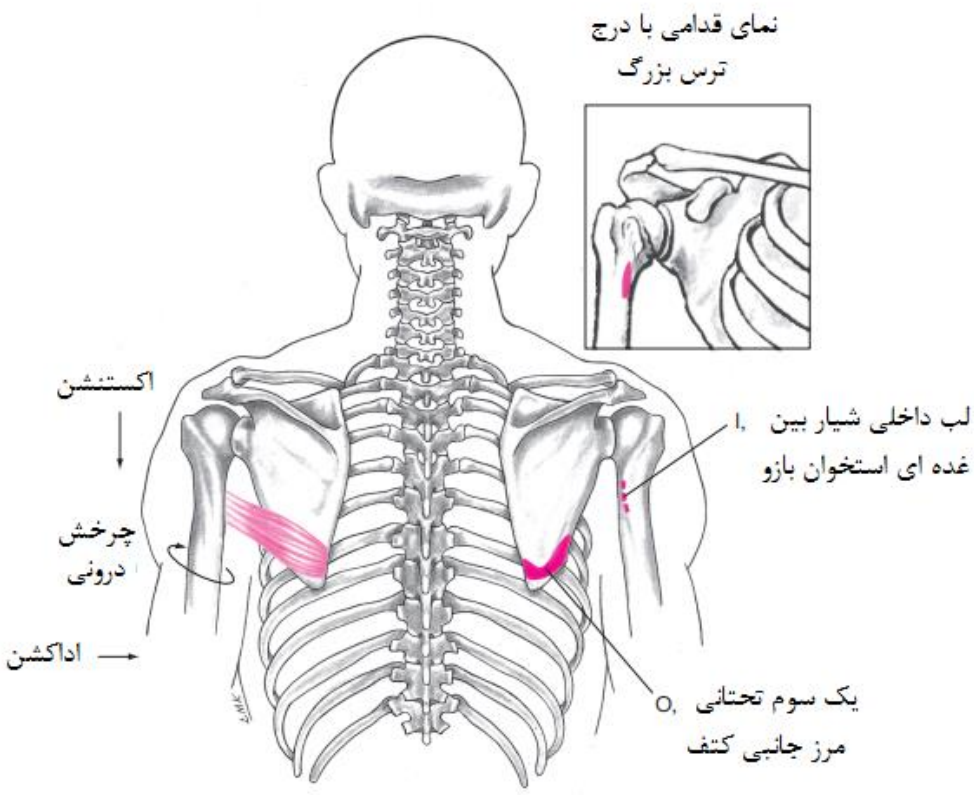
**عصب زیر کتف تحتانی (C5, C6)**

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله ترس ماژور تنها زمانی مؤثر است که عضلات لوزی کتف را تثبیت کنند یا کتف را در چرخش رو به پایین حرکت دهند. در غیر این صورت، کتف به سمت جلو حرکت می‌کند تا به بازو برسد.

این عضله به طور موثر با لتیسیموس پشتی کار می‌کند. این به لتیسیموس پشتی، سینه بزرگ و زیر کتفی در اددا‌کشن، چرخش داخلی و گسترش بازو کمک می‌کند. گفته می‌شود که این "کمک کننده کوچک" لاتیسیموس دورسی است. ممکن است با کشش لات، طناب نوردی و تمرینات چرخشی داخلی در برابر مقاومت تقویت شود.

چرخش بیرونی شانه در حالت ابداکشنی 90 درجه باعث کشیده شدن ترا ماژور می‌شود.




شکل. 5.19 • عضله ترس بزرگ، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله کوراکوبراکیالیس

## ریشه

فرآیند کوراکوئید کتف

## اتصال

وسط مرز داخلی شفت بازو

## عمل

خم شدن مفصل گلنوهومرال

اداکشن مفصل گلنوهومرال

اداکشن افقی مفصل گلنوهومرال

اداکشن مورب مفصل گلنوهومرال

## لمس کردن

شکم ممکن است در بالای بازوی داخلی، درست در خلف سر کوتاه عضله دوسر بازویی و به سمت فرآیند کوراکوئید لمس شود، به ویژه با اداکشن مقاوم.

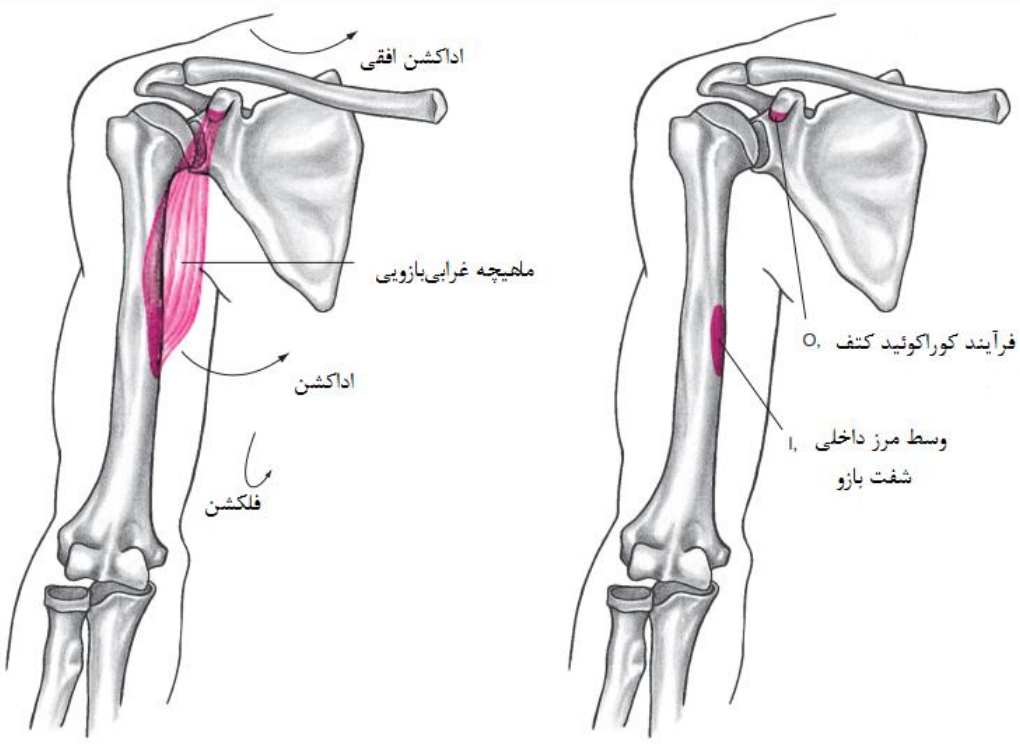
## عصب دهی

عصب جلدی عضلانی (C5-C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ماهیچه کوراکوبراکیالیس یک عضله قدرتمند نیست، اما به خم شدن و اداکشن کمک می‌کند و در حرکت دادن بازو به صورت افقی به سمت قفسه سینه و در عرض سینه بیشترین عملکرد را دارد. بهتر است با افزودن افقی بازو در برابر مقاومت، مانند پرس روی نیمکت، تقویت شود. همچنین ممکن است با انجام کشش لت (تعریف شده در ص 134) تقویت شود.

کوراکوبراکیالیس در ابداکشن افقی شدید بهتر است کشیده شود، اگرچه اکستنشن شدید نیز این عضله را کشیده می‌شود.

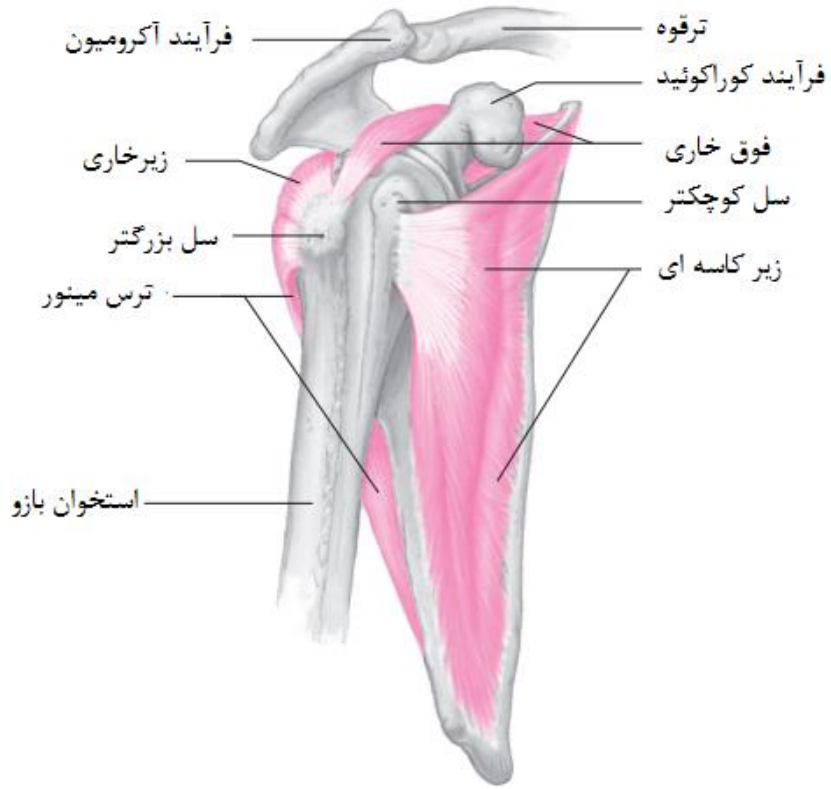



شکل. 5.20 • عضله کوراکوبراکیالیس راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

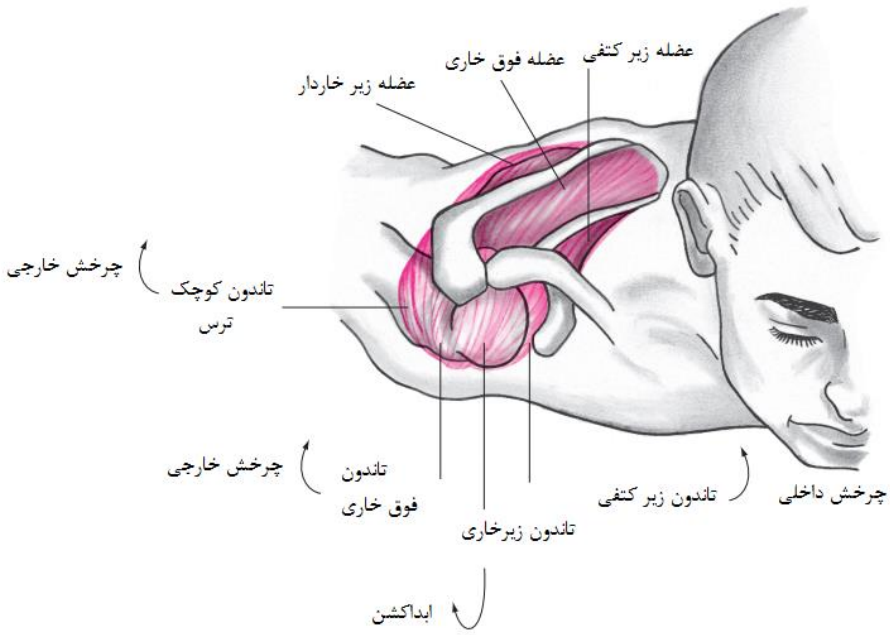
## عضلات روتاتور کاف

تصاویر. 5.21 و 5.22 گروه عضلانی روتاتور کاف (کلاهک گرداننده) را نشان می دهد، که همانطور که قبلا ذکر شد، در حفظ سر استخوان بازو در محل مناسب خود در حفره گلنوئید بسیار مهم است. مخفف SITS ممکن است در یادگیری نام های فوق خاردار، زیر خاری، ترس مینور و زیر کتفی استفاده شود. این ماهیچه ها که در مقایسه با دلتوئید و سینه ماژور خیلی بزرگ نیستند، باید نه تنها از قدرت کافی برخوردار باشند، بلکه باید مقدار قابل توجهی از استقامت عضلانی را نیز برای اطمینان از عملکرد صحیح آنها، به ویژه در فعالیت های مکرر بالای سر مانند پرتاب کردن، شنا کردن و دویدن، داشته باشند. اغلب زمانی که این نوع فعالیت ها با تکنیک ضعیف، خستگی عضلانی، یا گرم کردن و آماده سازی ناکافی انجام می‌شود، گروه عضلانی روتاتور کاف - به ویژه سوپراسپیناتوس - به طور پویا سر بازو را در حفره گلنوئید تثبیت نمی‌کند و منجر به چرخش بیشتر می‌شود. مشکلات کاف مانند تاندونیت و برخورد روتاتور کاف در فضای ساب آکرومیال.

سندرم برخورد روتاتور کاف زمانی اتفاق می‌افتد که تاندون‌های این ماهیچه‌ها، به‌ویژه ماهیچه‌های فوق خاری و زیر خاری، هنگام عبور از فضای ساب آکرومیال بین فرآیند آکرومیون کتف و سر استخوان بازو، تحریک و ملتهب می‌شوند. درد، ضعف و از دست دادن حرکت در شانه می‌تواند منجر شود. از دست دادن عملکرد عضلات روتاتور کاف، به دلیل آسیب یا از دست دادن قدرت و استقامت، ممکن است باعث حرکت فوق‌العاده استخوان بازو شود که منجر به این برخورد و در صورت اهمیت به استئوآرتریت گلنوهومرال می‌شود.




شکل. 5.21 • عضلات روتاتور کاف راست، نمای قدامی، شانه راست.




شکل. 5.22 • عضلات روتاتور کاف، نمای برتر، شانه راست.

## عضله زیر کتفی

### ریشه

تمام سطح قدامی حفره زیر کتفی

### اتصال

برجستگی کوچکتر استخوان بازو

### عمل

چرخش داخلی مفصل گلنوهومرال

اداکشن مفصل گلنوهومرال

گسترش مفصل گلنوهومرال

تثبیت سر استخوان بازو در حفره گلنوئید

### لمس کردن

زیر کتفی، ماهیچه پشتی بزرگ و ترس ماژور به صورت پیوسته چین زیر بغل را تشکیل می دهند. بیشتر ساب کتف در کتف قدامی پشت قفسه سینه قابل دسترسی نیست. قسمت جانبی ممکن است در حالت خوابیده به پشت و بازو در خمیدگی و اداکشن خفیف لمس شود به طوری که آرنج در سراسر شکم قرار گیرد. از یک دست به سمت عقب استفاده کنید تا لبه میانی را بگیرید و آن را به سمت جانبی بکشید، در حالی که بین کتف و قفسه سینه لمس کنید و با دست دیگر و با فشار دادن ساعد روی قفسه سینه، سوژه به طور فعال در داخل چرخانده شود.

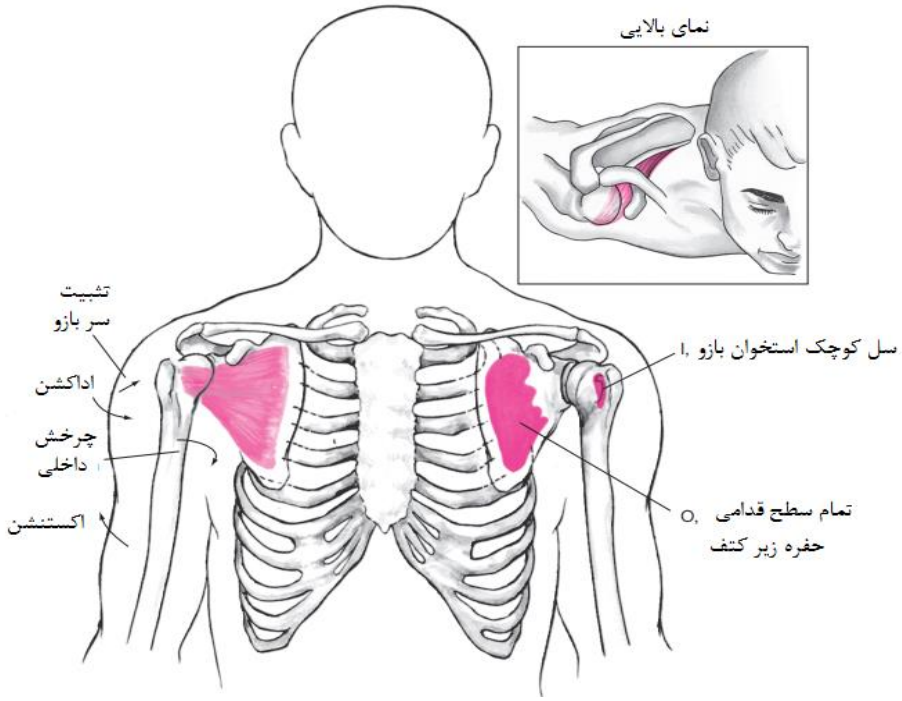
### عصب دهی

عصب زیر کتف فوقانی و تحتانی (C5, C6)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله زیر کتفی، یکی دیگر از عضلات چرخاننده کاف، سر استخوان بازو را در حفره گلنوئید از جلو و پایین نگه می دارد. در حرکات معمولی خود با لتیسیموس پشتی عمل می‌کند و ماهیچه های اصلی را می کشد اما به دلیل نزدیکی به مفصل از قدرت کمتری برخوردار است. عضله همچنین به کمک لوزی در تثبیت کتف نیاز دارد تا در حرکات توصیف شده موثر باشد. ساب کتف در محل خود در قسمت قدامی کتف در حفره زیر کتف به طور نسبی در پشت قفسه سینه پنهان است. ممکن است با تمریناتی مشابه تمریناتی که برای لتیسیموس پشتی و ترز ماژور استفاده می‌شود، مانند طناب نوردی و کشش لت تقویت شود. یک تمرین خاص برای رشد آن با چرخش داخلی بازو در برابر مقاومت در موقعیت کنار بدن در 0 درجه ابداکشن گلنوهومرال انجام می‌شود.

چرخش بیرونی با بازو اضافه شده توسط پهلو باعث کشیده شدن ساب کتف می‌شود.




شکل. 5.23 • عضله زیر کتفی، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله فوق خاری(شکل. 5.24)

## ریشه

دو سوم داخلی حفره فوق خاری

## اتصال

در قسمت فوقانی توبرکل بزرگ استخوان بازو

## عمل

ابداکشن مفصل گلنوهومرال

تثبیت سر استخوان بازو در حفره گلنوئید

## لمس کردن

قدامی و فوقانی ستون فقرات کتف در حفره فوق خاری در حین ابداکشن اولیه در صفحه کتف. همچنین، تاندون ممکن است در حالت نشسته و درست خارج از آکرومیون روی توبرکل بزرگ لمس شود.

## عصب دهی

عصب سوپراسکاپولار (C5)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله فوق خاری سر استخوان بازو را در حفره گلنوئید نگه می دارد. در حرکات پرتابی، با حفظ رابطه مناسب بین سر بازو و حفره گلنوئید، ثبات دینامیکی مهمی را فراهم می‌کند. در مرحله خم شدن پرتاB، تمایل به سابلوکساسیون سر استخوان بازو به سمت قدام وجود دارد. در مرحله پیگیری، سر بازو تمایل دارد به سمت عقب حرکت کند.

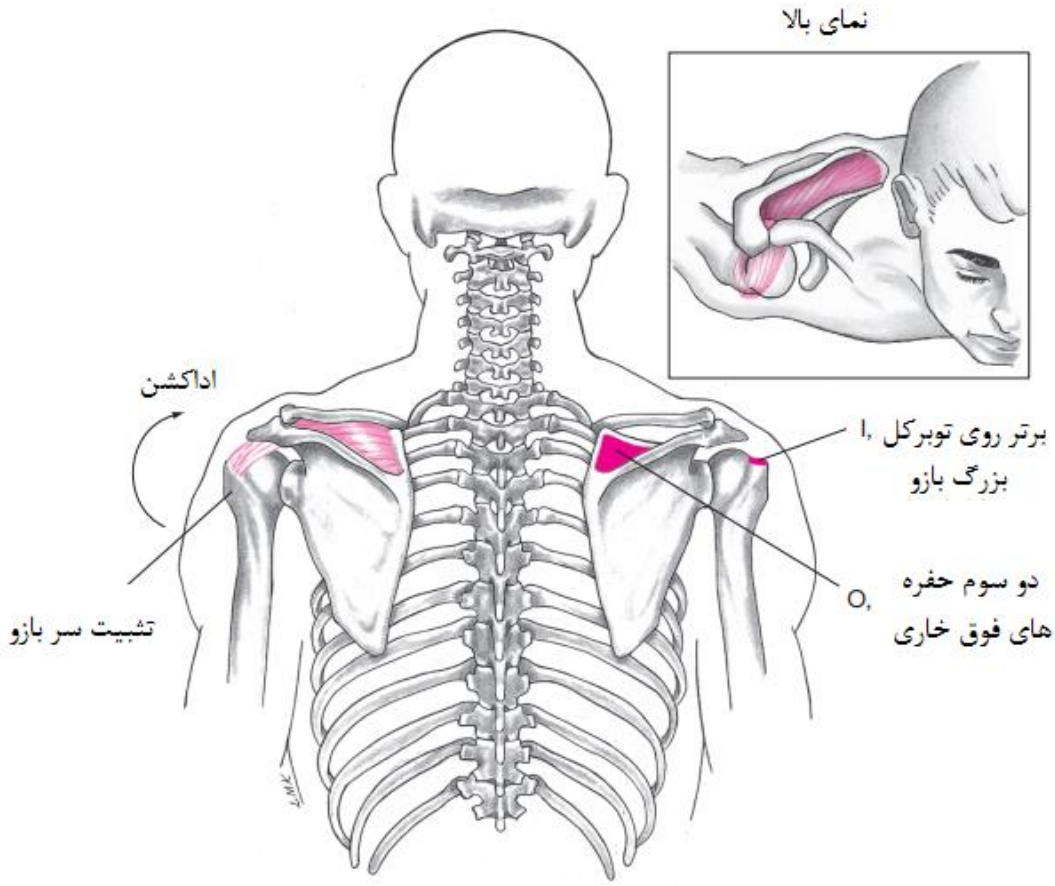
ماهیچه فوق خاری به همراه سایر عضلات روتاتور کاف باید دارای قدرت و استقامت عالی باشد تا از حرکت غیر طبیعی و بیش از حد سر بازو در حفره جلوگیری کند.

عضله سوپرا خاری اغلب آسیب دیده ترین عضله روتاتور کاف است. صدمات حاد شدید ممکن است با ضربه به شانه رخ دهد. با این حال، کشش‌ها یا پارگی‌های خفیف تا متوسط اغلب با فعالیت ورزشی اتفاق می‌افتد، به‌ویژه اگر این فعالیت شامل حرکات مکرر بالای سر باشد، مانند پرتاب کردن یا شنا کردن.

هنگامی که ورزشکار سعی می‌کند آسانسورهای کتف و چرخاننده رو به بالا را برای ابداکشن استخوان بازو جایگزین کند، آسیب یا ضعف در ناحیه فوق نخاعی ممکن است تشخیص داده شود. ناتوانی در ابداکشن صاف بازو در برابر مقاومت، نشان دهنده آسیب احتمالی روتاتور کاف است.

هر زمان که از رشته های میانی عضله دلتوئید استفاده می‌شود، ممکن است عضله فوق خاری وارد بازی شود. ممکن است برای تاکید بر عملکرد فوق خاری از "تمرین کامل قوطی" استفاده شود. این کار با قرار دادن بازو در وضعیت شست بالا انجام می‌شود و سپس بازو را تا 90 درجه در یک موقعیت 30 تا 45 درجه افقی اددا‌کشن (اسکپشن) می کند، گویی که یک قوطی پر را در دست گرفته اید.

اضافه کردن بازو به پشت در حالی که شانه به صورت داخلی چرخیده و کشیده است، فوق خاری را کشیده می‌شود.




شکل. 5.24 عضله فوق خاری، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله زیر خاردار(شکل. 5.25)

## ریشه

سطح خلفی کتف زیر ستون فقرات

## اتصال

برجستگی بزرگتر در سمت خلفی استخوان بازو

## عمل

چرخش خارجی مفصل گلنوهومرال

ابداکشن افقی مفصل گلنوهومرال

گسترش مفصل گلنوهومرال

ابداکشن مورب مفصل گلنوهومرال

تثبیت سر استخوان بازو در حفره گلنوئید

## لمس کردن

درست در زیر ستون فقرات کتف که به سمت بالا و جانبی به استخوان بازو در طول چرخش خارجی مقاومت شده عبور می‌کند.

## عصب دهی

عصب سوپراسکاپولار (C5, C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

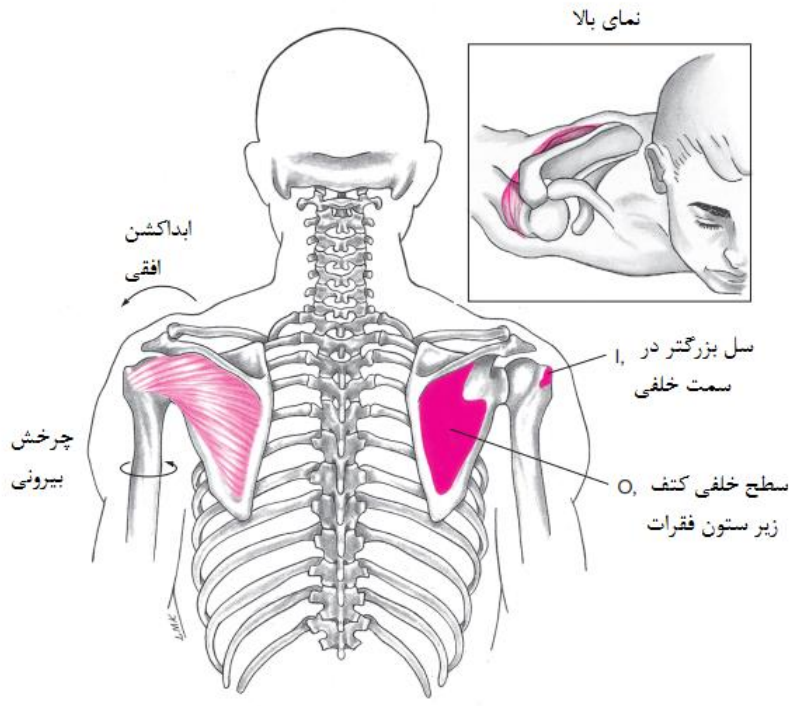
ماهیچه های زیر خاردار و ترز مینور زمانی موثر هستند که عضلات لوزی کتف را تثبیت کنند. هنگامی که استخوان بازو به سمت بیرون می چرخد، ماهیچه های لوزی کتف را به پشت صاف می‌کنند و آن را ثابت می‌کنند تا استخوان بازو بچرخد.

مقدار مناسبی از قدرت و استقامت هم در اینفراسپیناتوس و هم در ترز مینور بسیار مهم است، زیرا به طور غیرعادی برای کاهش سرعت بازو از فعالیت‌های چرخش داخلی با سرعت بالا مانند بازی بیسبال و سرویس در تنیس فراخوانی می‌شوند.

ماهیچه زیرخاری برای حفظ ثبات خلفی مفصل گلنوهومرال حیاتی است. این عضله قوی ترین در بین روتاتورهای خارجی است و دومین عضله روتاتور کاف آسیب دیده است.

هر دو عضله اینفراسپیناتوس و ترز مینور را می‌توان با چرخش خارجی بازو در برابر مقاومت در موقعیت ابداکشن 15 تا 20 درجه و وضعیت ابداکشنی 90 درجه به بهترین وجه تقویت کرد.

کشش ماهیچه زیرخاری با چرخش داخلی و اداکشن افقی شدید انجام می‌شود.




شکل. 5.25 • عضله ماهیچه زیرخاری، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله کوچک ترس** (شکل. 5.26)

## ریشه

در قسمت خلفی در قسمت فوقانی و میانی مرز جانبی کتف

## اتصال

در عقب بر روی توبرکل بزرگ استخوان بازو

## عمل

چرخش خارجی مفصل گلنوهومرال

ابداکشن افقی مفصل گلنوهومرال

گسترش مفصل گلنوهومرال

ابداکشن مورب مفصل گلنوهومرال

تثبیت سر استخوان بازو در حفره گلنوئید

## لمس کردن

درست بالای ترز ماژور در سطح خلفی کتف، حرکت مورب به سمت بالا و جانبی از زاویه تحتانی کتف در طول چرخش خارجی مقاومت شده

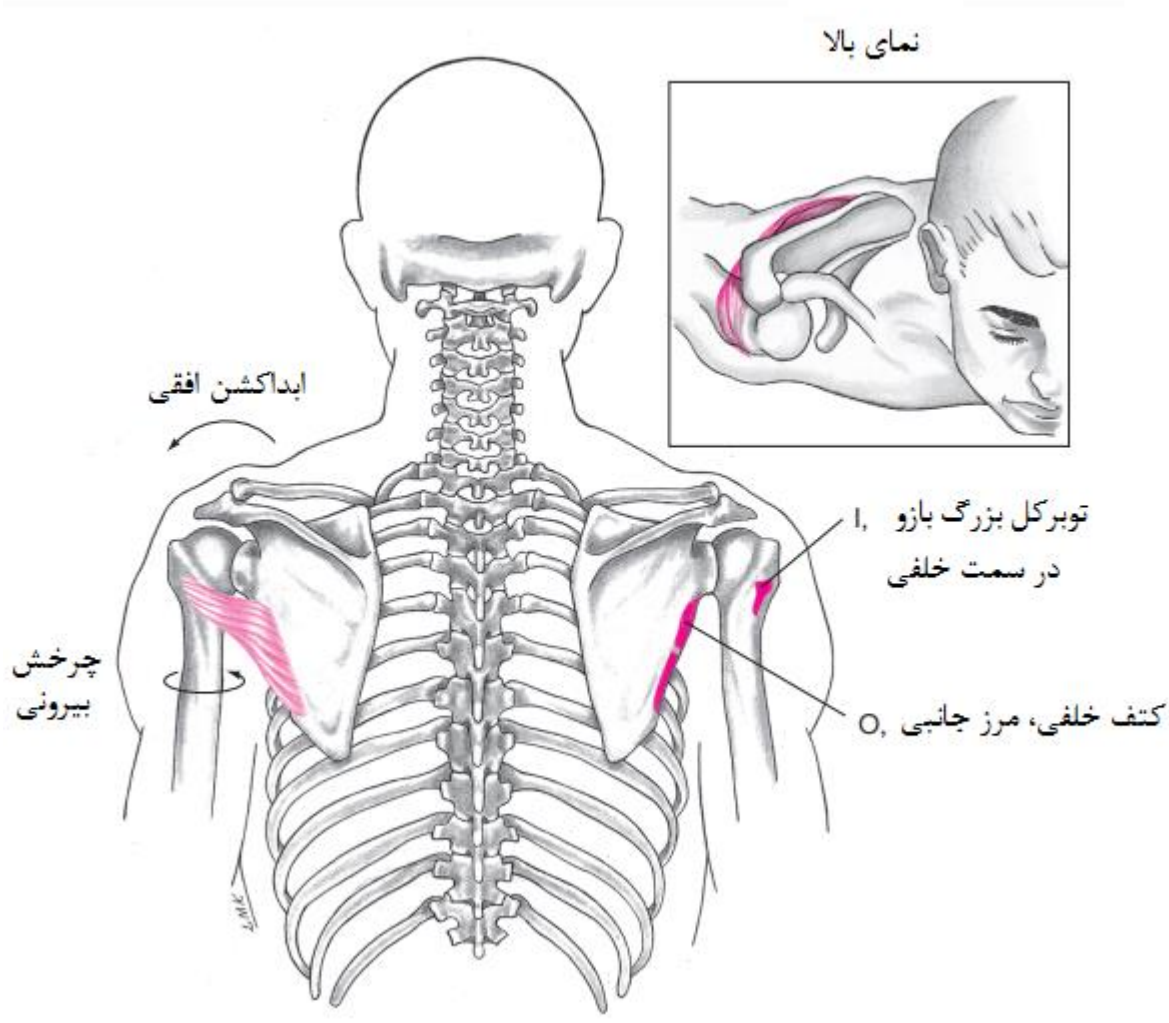
## عصب دهی

عصب زیر بغل (C5, C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ترز مینور بسیار شبیه به ماهیچه زیرخاری در ایجاد ثبات خلفی پویا برای مفصل گلنوهومرال عمل می‌کند. هر دوی این ماهیچه ها اعمال مشابهی را با هم انجام می دهند. ترز مینور با همان تمریناتی که در تقویت عضله زیر خار استفاده می‌شود تقویت می‌شود.

تراس مینور با چرخش داخلی شانه در حالی که به سمت اداکشن افقی شدید حرکت می‌کند، به طور مشابه با اینفرااسپیناتوس کشیده می‌شود.




شکل. 5.26 • عضله کوچک ترز، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدأ و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با علامت O و I مشخص کنید و مبدا و اتصال را در سمت مقابل اسکلت بکشید.

الف. دلتوئید

ب فوق خاری

ج زیر کتف

د ترس ماژور

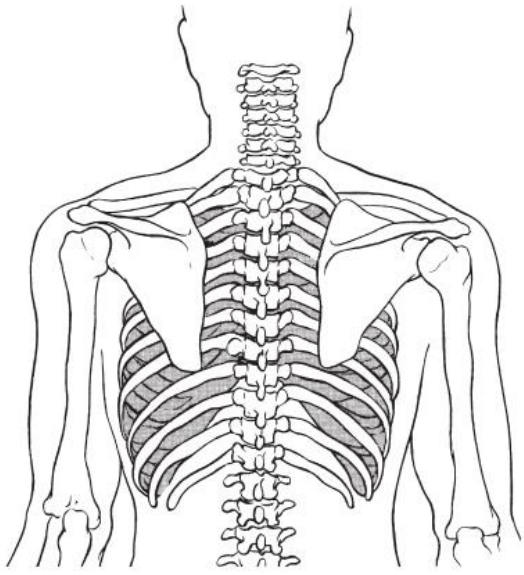
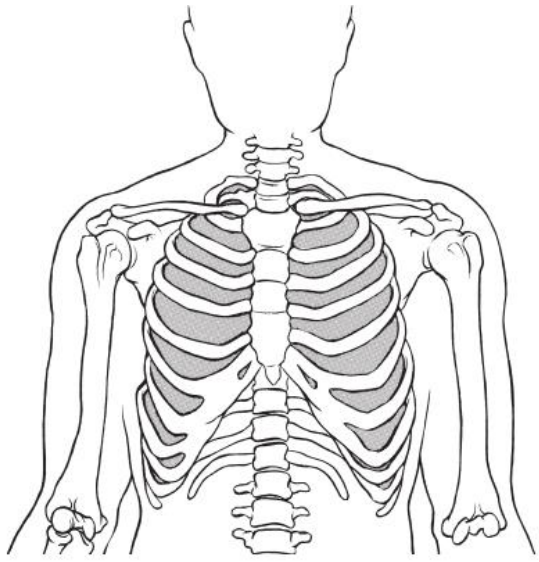
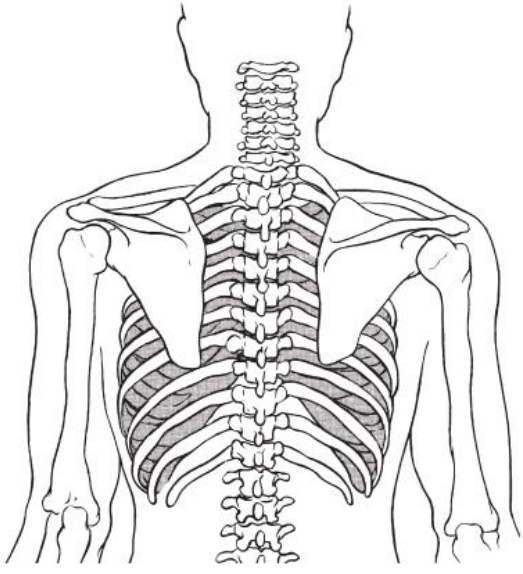
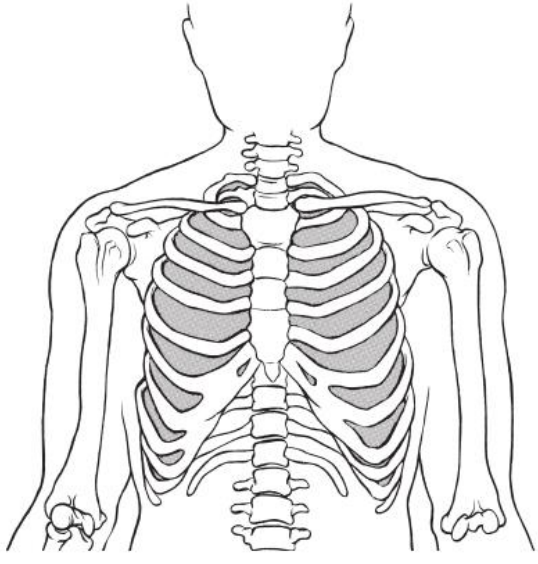
ه. ماهیچه زیرخاری

و. ترس مینور

ز. ماهیچه پشتی بزرگ

ح. ساعت پکتورال

ت. کوراکوماهیچه بازویی

## تمرین های کاربرگ

برای انجام تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این برگه پارگی استفاده کنید.

## کاربرگ 2

الف. ابداکشن در هواپیما حول محور اتفاق می افتد.

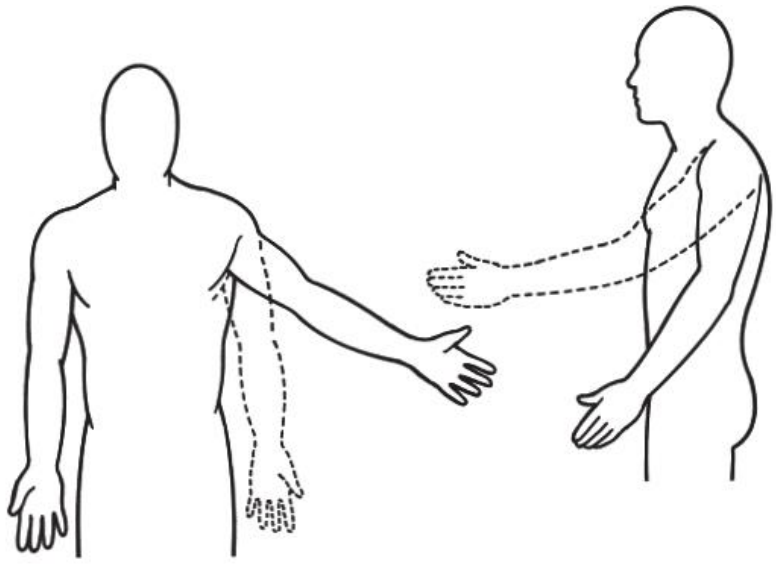
ب اداکشن در صفحه حول محور اتفاق می افتد.

ج خمش در صفحه حول محور اتفاق می افتد.

د امتداد در صفحه حول محور رخ می دهد.

ه. جمع افقی در صفحه حول محور اتفاق می افتد.

و. ابداکشن افقی در صفحه حول محور اتفاق می افتد.



## فصل 6

## مفاصل آرنج و رادیولنار

### اهداف

■ برای شناسایی ویژگی های استخوانی انتخاب شده آرنج و مفاصل رادیوولنار روی اسکلت انسان

■ برای برچسب زدن ویژگی های استخوانی انتخاب شده بر روی نمودار اسکلتی

■ کشیدن و علامت گذاری ماهیچه ها روی نمودار اسکلتی

■ تعیین، فهرست و لمس عضلات آرنج و مفاصل رادیوئولنار و آنتاگونیست های آنها و درک نقش رباط ها در ایجاد ثبات

■ برای لمس ماهیچه های یک سوژه انسانی و فهرست کردن آنتاگونیست های آنها

■ فهرست صفحات حرکت و محورهای چرخش مربوط به آنها

■ سازماندهی و فهرست ماهیچه هایی که حرکات اولیه مفصل آرنج و مفصل رادیوولنار را ایجاد می‌کنند.

■ یادگیری و درک عصب دهی عضلات آرنج و مفصل رادیوولنار

■ برای تعیین، از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات آرنج و مفصل رادیوئولنار و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده

تقریباً هر حرکتی در اندام فوقانی، آرنج و مفاصل رادیو اولنار را درگیر می‌کند. اغلB، این مفاصل به دلیل ارتباط نزدیک آناتومیکی آنها در کنار هم قرار می گیرند. مفصل آرنج ارتباط نزدیکی با مفصل رادیوولنار دارد، زیرا هر دو استخوان مفصل رادیوسولنار، رادیوس و اولنا، با استخوان بازو مفصلی مشترک دارند تا مفصل آرنج را تشکیل دهند. به همین دلیل، برخی ممکن است حرکات آرنج را با حرکات مفصل رادیوولنار اشتباه بگیرند. علاوه بر این، حرکت مفصل رادیوولنار ممکن است به اشتباه به مفصل مچ نسبت داده شود زیرا به نظر می رسد در آنجا رخ می دهد. با این حال، با بررسی دقیق، حرکات مفصل آرنج را می‌توان به وضوح از حرکات مفاصل رادیولنار تشخیص داد، همانطور که حرکات رادیوئولنار را می‌توان از مچ دست تشخیص داد. حتی اگر رادیوس و اولنا هر دو بخشی از مفصل مچ دست هستند، رابطه بین آنها به اندازه مفصل آرنج و رادیو اولنار صمیمی نیست.

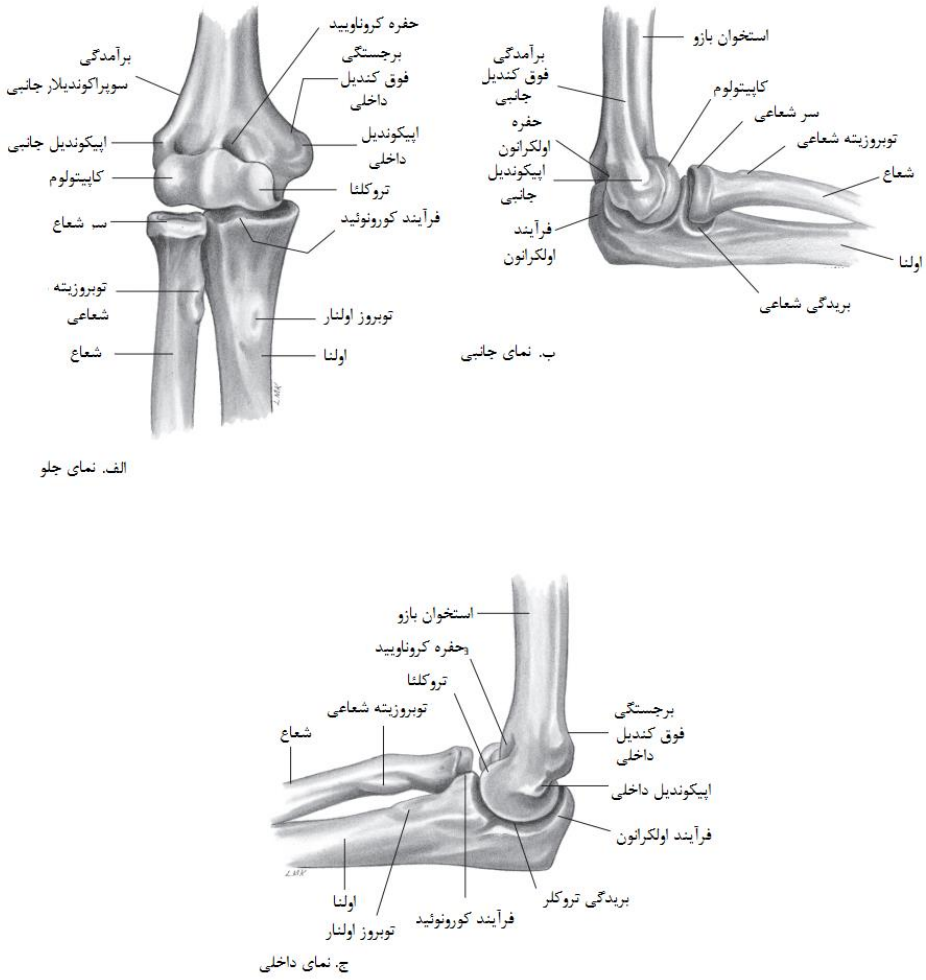
## استخوان ها

استخوان زند در نزدیکی شعاع بسیار بزرگتر است (شکل 6.1)، اما در قسمت دیستال شعاع از استخوان زند بسیار بزرگتر است (شکل 7.1 را در صفحه 170 ببینید). کتف و استخوان بازو به عنوان اتصالات پروگزیمال برای عضلاتی که آرنج را خم می‌کنند و گسترش می دهند، عمل می‌کنند. اولنا و رادیوس به عنوان اتصالات دیستال برای همان عضلات عمل می‌کنند. استخوان کتف، استخوان بازو و اولنا به عنوان اتصالات پروگزیمال برای عضلاتی که مفاصل رادیوئولنار را به سمت بالا قرار می‌دهند و به سمت بالا قرار می‌گیرند، عمل می‌کنند. اتصالات دیستال عضلات مفصل رادیوولنار روی رادیوس قرار دارند.

برجستگی سوپراکوندیل داخلی، فرآیند اولکرانون، فرآیند تاج‌گونی و توبروزیته شعاعی، نشانه‌های مهم استخوانی برای این عضلات هستند. علاوه بر این، اپی کندیل داخلی، اپی کندیل جانبی و برآمدگی فوق کندیل جانبی نشانه های استخوانی کلیدی برای عضلات مچ دست و دست هستند که در فصل 7 مورد بحث قرار گرفته است.

## مفاصل

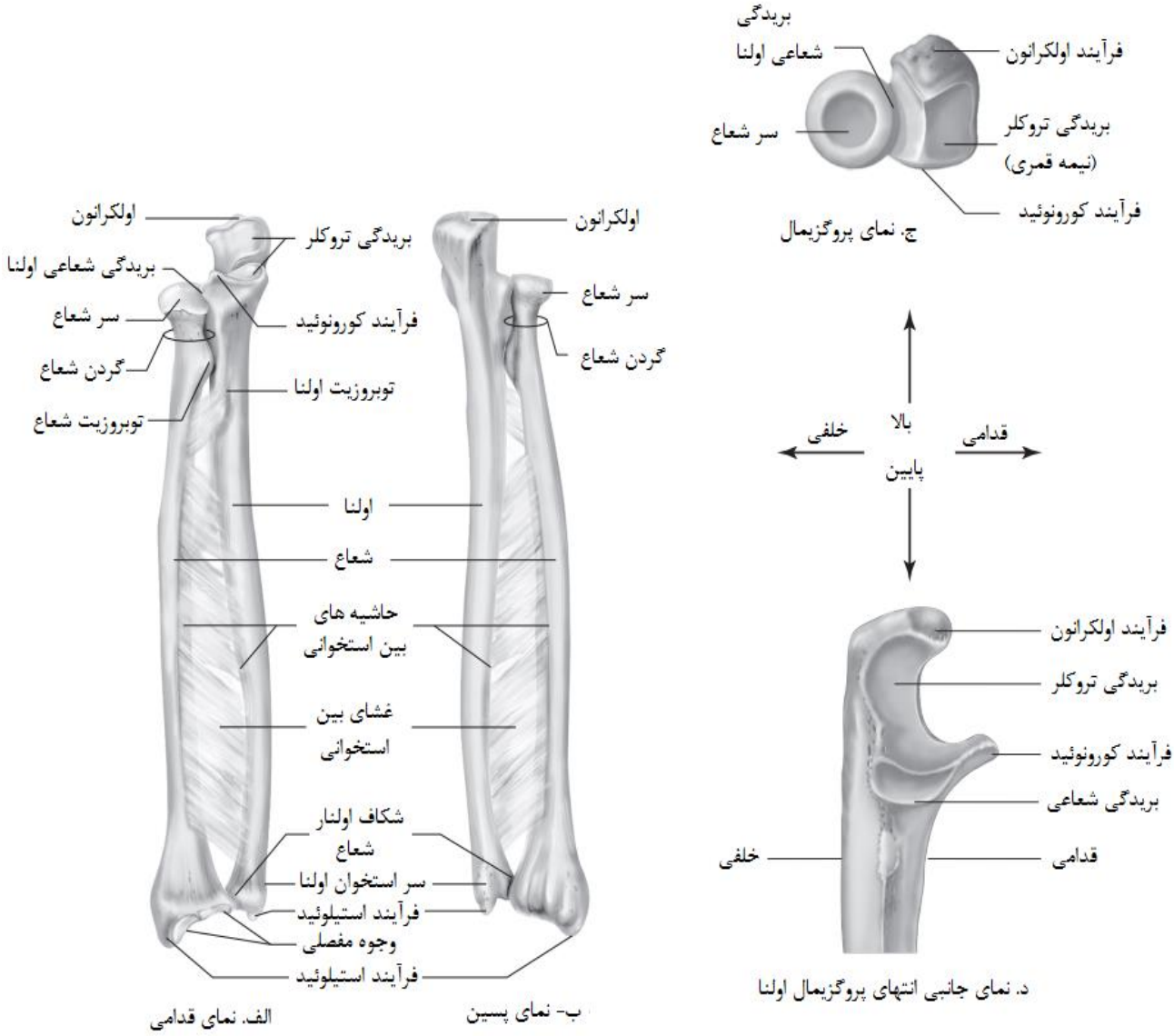
مفصل آرنج به عنوان یک مفصل گینگلیموس یا مفصل لولا طبقه بندی می‌شود که فقط اجازه خم شدن و اکستنشن را می دهد (شکل 6.1). آرنج ممکن است در واقع به عنوان دو مفصل مرتبط در نظر گرفته شود: مفاصل استخوان بازو و مفاصل رادیوهومرال (شکل 6.2). حرکات آرنج در درجه اول شامل حرکت بین سطوح مفصلی استخوان بازو و اولنا می‌شود – به‌ویژه، تروکلئار استخوان بازو در شکاف تروکلئر استخوان اولنا قرار می‌گیرد. سر رادیوس تماس نسبتا کمی با کاپیتولوم استخوان بازو در مفصل رادیوکاپیتلار دارد. هنگامی که آرنج به امتداد کامل می رسد، حفره اولکرانون استخوان بازو توسط فرآیند اولکرانون استخوان اولنا دریافت می‌شود. این آرایش باعث افزایش ثبات مفصل در زمانی که آرنج به طور کامل کشیده می‌شود، فراهم می‌کند. به طور مشابه، هنگامی که آرنج مجبور به خم شدن کامل می‌شود، حفره کورانوئید فرآیند کورانوئید را دریافت می‌کند، مگر اینکه توده بافت نرم در قسمت قدامی بازو و ساعد مانع از خم شدن کامل شود. جدول 6.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل آرنج و مفاصل رادیوولنار ببینید.




شکل. 6.1 • مفصل آرنج راست. الف، نمای قدامی؛ B، نمای جانبی؛ ج، نمای داخلی.

از آنجایی که آرنج تقریباً 20 درجه یا بیشتر خم می‌شود، ثبات استخوانی آن تا حدودی باز می‌شود و باعث شلی بیشتر از پهلو به پهلو می‌شود. ثبات آرنج در خم شدن بیشتر به رباط های جانبی مانند رباط جانبی جانبی یا شعاعی و به ویژه رباط جانبی داخلی یا اولنار بستگی دارد (شکل 6.3). رباط جانبی اولنار برای ایجاد حمایت داخلی برای جلوگیری از ابداکشن آرنج (نه حرکت طبیعی آرنج) در هنگام استرس در فعالیت بدنی بسیار مهم است. بسیاری از ورزش‌های تماسی، به‌ویژه ورزش‌های همراه با فعالیت‌های پرتابی، روی قسمت داخلی مفصل فشار وارد می‌کنند و در نتیجه آسیب می‌بینند. اغلب این آسیب شامل استرس حاد یا مزمن به نوار قدامی رباط جانبی اولنار یا UCL می‌شود که منجر به پارگی جزئی تا کامل آن می‌شود. UCL به ویژه برای آن دسته از فعالیت‌های ورزشی با سرعت بالا، مانند بازی بیسبال، که به ثبات بهینه آرنج

داخلی نیاز دارد، بسیار مهم است. حتی آسیب متوسط به این ساختار می‌تواند به طور جدی بر توانایی ورزشکار در پرتاب در بالاترین سطوح تأثیر بگذارد.  به خطر افتادن این ساختار اغلب نیاز به جراحی با استفاده از پیوند تاندون مانند تاندون پالماریس لانگوس برای بازسازی این رباط دارد. این جراحی که اغلب به عنوان "روش تامی جان" نامیده می‌شود، به ویژه در میان پارچ های دبیرستانی، دانشگاهی و حرفه ای رایج است. رباط های جانبی رادیال و رباط های جانبی اولنار در طرف مقابل، ثبات جانبی را فراهم می‌کنند و به ندرت آسیب می بینند. علاوه بر این، رباط حلقوی به صورت جانبی قرار گرفته است و یک اثر زنجیر در اطراف سر شعاعی ایجاد می‌کند تا ثبات آن را تضمین کند. جدول 6.2 را برای جزئیات بیشتر در مورد رباط های حمایت کننده از آرنج و مفاصل رادیو اولنار ببینید.




شکل. 6.2• مفصل رادیواولنار راست در سوپیناسیون. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین؛ ج، نمای پروگزیمال مفصل رادیوولنار راست. د، نمای جانبی انتهای پروگزیمال اولنای راست.

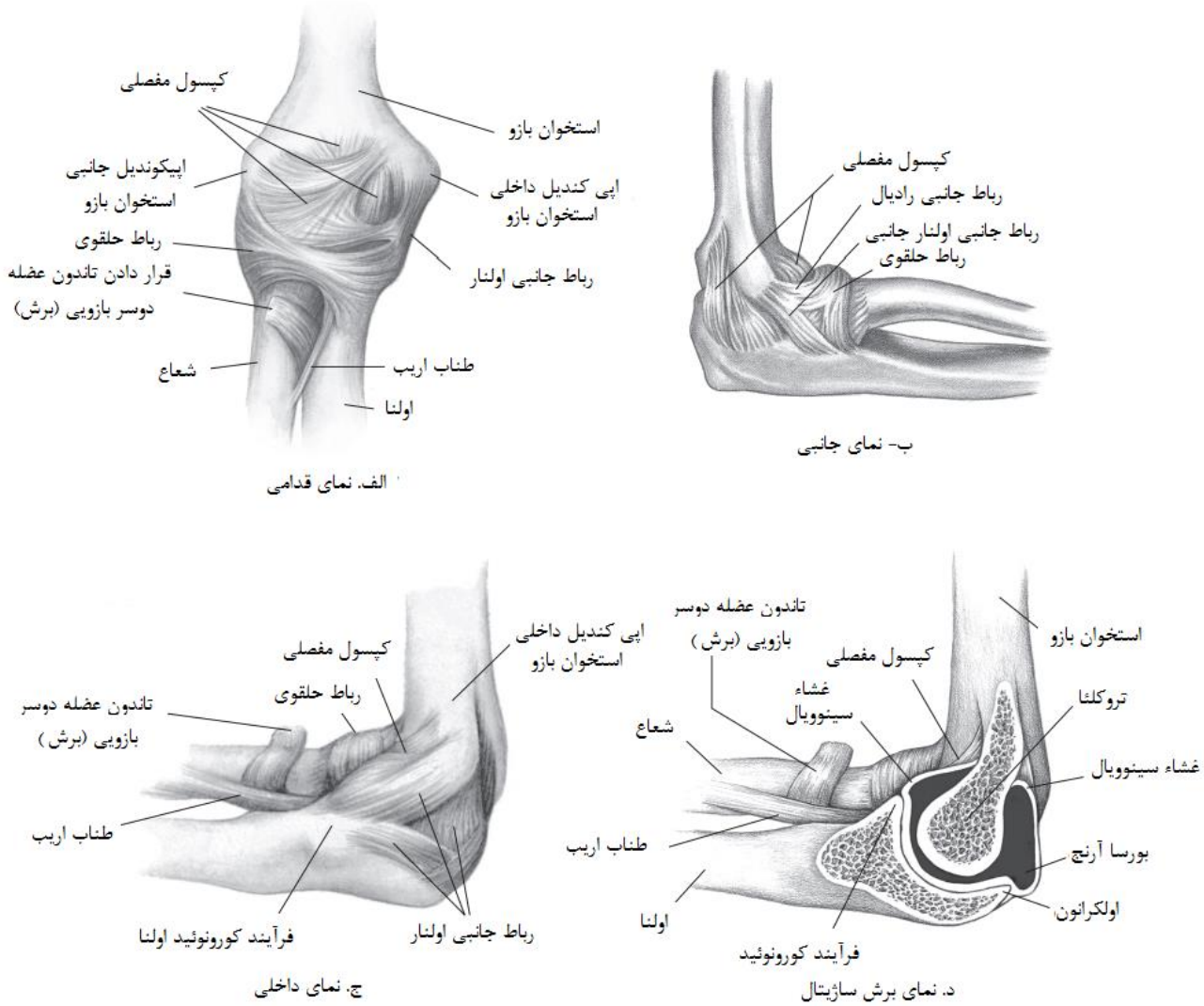
در وضعیت آناتومیک معمولاً ساعد بین 5 تا 15 درجه از بازو منحرف می‌شود. این به عنوان زاویه حمل نامیده می‌شود و به ساعدها اجازه می دهد تا باسن را در حرکات چرخشی در حین راه رفتن پاک کنند. هنگام حمل اشیا نیز مهم است. به طور معمول، به دلیل تغییرات تطبیقی ناشی از نیروهای والگوس مکرر در طول رشد، به ویژه در انواع فعالیت‌های پرتاB،

زاویه در اندام غالب کمی بیشتر از اندام غیر غالب است. همچنین معمولاً برای زنان زاویه حمل کمی بیشتر از مردان است (شکل 6.4).

همانطور که در شکل 6.5 به تفصیل شرح داده شده است، آرنج قادر است از 0 درجه اکستنشن تا تقریباً 145 تا 150 درجه خمیدگی حرکت کند. برخی از افراد، معمولاً زنان، ممکن است آرنج را تا حدود 15 درجه بیش از حد دراز کنند.

مفصل رادیوولنار به عنوان مفصل تروکوئید یا از نوع پیوت طبقه بندی می‌شود. سر شعاعی در محل خود در ناحیه اولنا پروگزیمال می چرخد. این حرکت چرخشی با چرخش شعاع دیستال در اطراف استخوان زند دیستال همراه است. سر رادیال توسط رباط حلقوی در مفصل خود نگه داشته می‌شود. مفصل رادیوولنار می‌تواند تقریباً 80 تا 90 درجه از موقعیت خنثی به خواب رود. پرونیشن از 70 تا 90 درجه متغیر است (شکل 6.6).

به دلیل محکم نگه داشتن شعاع و اولنا بین مفصل های پروگزیمال و دیستال توسط یک غشای بین استخوانی، مفصل بین شفت این استخوان ها اغلب به عنوان یک نوع مفصل سندزموز شناخته می‌شود. این غشای بین استخوانی در جذب و انتقال نیروهای دریافتی توسط دست، به ویژه در هنگام تحمل وزن اندام فوقانی مفید است. با وجود این طبقه بندی، حرکت چرخشی قابل توجهی بین استخوان ها وجود دارد.




شکل. 6.3 • آرنج راست با رباط های دقیق. الف، نمای قدامی؛ B، نمای جانبی؛ ج، نمای داخلی؛ د، نمای برش ساژیتال.

جدول 6.2 • رباط های اصلی آرنج و مفاصل رادیوولنار

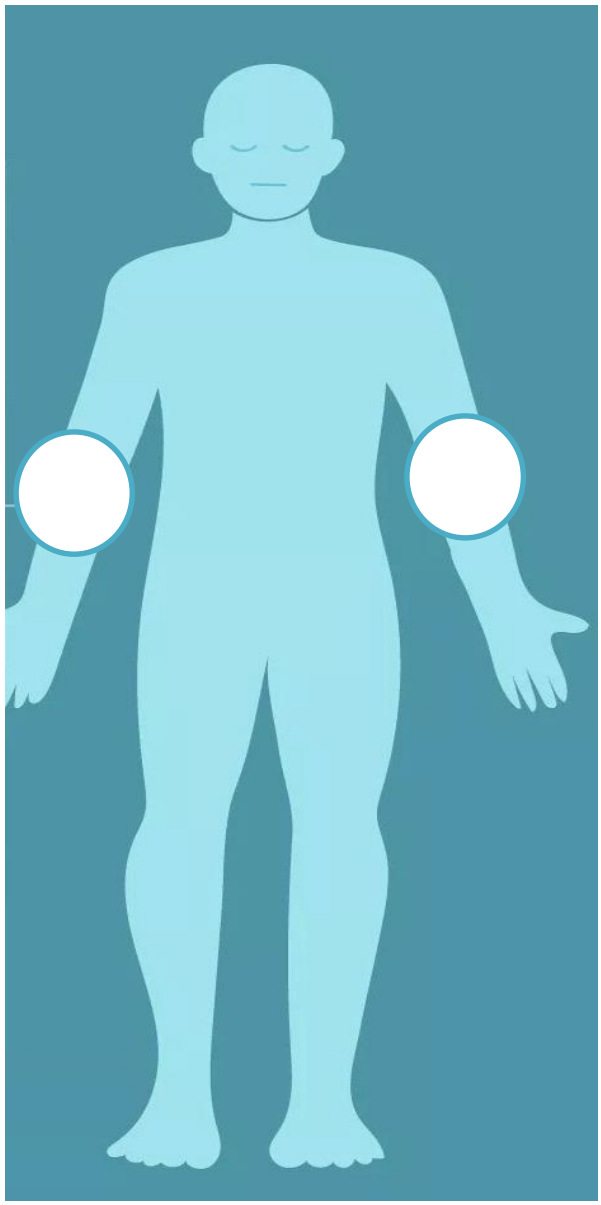
| مفصل/ساختار | رباط | | پیوست های پروگزیمال | پیوست های دیستال | کاربرد عملکردی و پایداری مفصل |
|---|---|---|---|---|---|
| آرنج | رباط جانبی اولنار | بسته قدامی | سطح قدامی تحتانی اپی کندیل داخلی | برجستگی سابلیم در حاشیه داخلی فرآیند کورانوئید اولنا | عامل اصلی پایداری والگوس، در حالت کشش کامل و با استرس والگوس سفت می‌شود |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | بسته پشتی | جنبه خلفی اپی کندیل داخلی | حاشیه داخلی فرآیند کورانوئید اولنا | کمک به ثبات والگوس در خم شدن، تقویت سمت داخلی کپسول مفصلی آرنج، کشیده شدن در خم شدن کامل |
| | | دسته مورب (عرضی) | جنبه داخلی فرآیند اولکرانون | جنبه خلفی فرآیند کورانوئید | اساساً هیچ عملکردی در پایداری مفصل وجود ندارد و به عمیق شدن شکاف تروکلر کمک می‌کند |
| | رباط جانبی رادیال | | اپی کندیل جانبی قدامی استخوان بازو | رباط حلقوی رادیوس | دهانه جانبی مفصل آرنج. اپی کندیل جانبی استخوان بازو را با رادیوس و رباط حلقوی متصل می‌کند و طرف جانبی کپسول مفصلی آرنج را تقویت می‌کند. |
| | رباط جانبی اولنار جانبی | | اپیکوندیل جانبی استخوان بازو | تاج سوپیناتور اولنا جانبی | عامل اصلی ثبات واروس، به ویژه به عنوان خم شدن آرنج، ثبات خلفی جانبی را فراهم می‌کند. |
| مفصل رادیوولنار (پرگزیمال) | رباط چهارگانه (رباط چهارگوش) | | مرز تحتانی شکاف شعاعی اولنا پروگزیمال | گردن شعاع پروگزیمال | قسمت تحتانی کپسول مفصل آرنج را تقویت می‌کند، شعاع پروگزیمال را در برابر بریدگی شعاعی با محدود کردن سوپیناسیون بیش از حد و پروناسیون به |

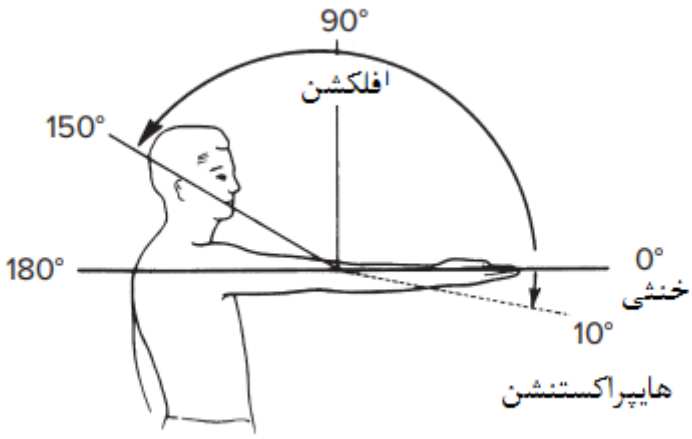
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | میزان کمتری حفظ می‌کند. |
| | رباط حلقوی رادیوس | حاشیه قدامی بریدگی شعاعی (سیگموئید کوچکتر) استخوان اولنا | حاشیه خلفی بریدگی شعاعی (سیگموئید کوچکتر) استخوان زند | 5/4 یک دایره را تشکیل می دهد، 5/1 دیگر شکاف شعاعی استخوان زند اولنا است. سر رادیوس را احاطه می‌کند و آن را در شکاف شعاعی اولنا نگه می دارد، سر رادیال را در مقابل استخوان زند را نگه می دارد و آن را در قسمت دیستال سر قرار می دهد تا مانع دررفتگی انتهایی رادیوس شود. |
| مفصل رادیوولنار | غشای بین استخوانی | حاشیه بین استخوانی روی ساقه اولنا | مرز بین استخوانی در شفت شعاع | الیاف از شعاع به سمت اولنا به صورت مایل به سمت پایین جهت گیری می شوند. سیندموسس؛ نیروهای هدایت شده از دست از شعاع عبور کرده و از طریق این غشاء به اولنا منتقل می شوند |
| مفصل رادیوولنار (دیستال) | رباط رادیوولنار پشتی | حاشیه خلفی شکاف اولنار شعاع دیستال | قسمت خلفی سر استخوان اولنا | کمک به نگه داشتن اولنا در محل در مقابل شعاع، تقویت کپسول مفصلی، ایجاد ثبات پشتی مفصل رادیوئولنار دیستال |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | رباط رادیوولنار ولار | حاشیه قدامی شکاف اولنار شعاع دیستال | قسمت قدامی سر استخوان اولنا | کمک به حفظ اولنا در جای خود در برابر شعاع، تقویت کپسول مفصلی، ایجاد ثبات واری برای مفصل رادیوئولنار دیستال |

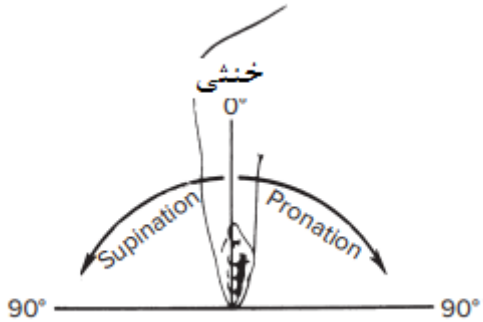
حتی اگر مفاصل آرنج و رادیوولنار مستقل از یکدیگر عمل کنند و انجام می‌دهند، ماهیچه‌های کنترل‌کننده هر یک با هم همکاری می‌کنند تا در هر دو عمل کنند تا به عملکرد کلی اندام فوقانی کمک کنند. به همین دلیل، اختلال در عملکرد یک مفصل ممکن است بر عملکرد طبیعی مفصل دیگر تأثیر بگذارد.



شکل. 6.4 • زاویه حمل آرنج.




شکل. 6.5 • ROM آرنج: فلکشن، اکستنشن و هایپراکستنشن. خمش: صفر تا 150 درجه. پسوند: 150 درجه تا صفر. هایپراکستنشن: در درجه هایی فراتر از نقطه شروع صفر اندازه گیری می‌شود. این حرکت در همه افراد وجود ندارد. در صورت وجود، ممکن است از 5 تا 15 درجه متغیر باشد.




شکل. 6.6 • ROM ساعد: پرونیشن و سوپینیشن. پروناسیون: صفر تا 80 یا 90 درجه. سوپیناسیون: صفر تا 80 یا 90 درجه. حرکت کل ساعد: 160 تا 180 درجه. افراد ممکن است در محدوده سوپیناسیون و پروناسیون متفاوت باشند. برخی ممکن است به قوس 90 درجه برسند و برخی دیگر فقط 70 درجه مثبت داشته باشند.

## هم افزایی بین عضلات گلنوهومرال، آرنج و مفصل رادیوولنار

همانطور که بین کمربند شانه و مفصل شانه در انجام فعالیت های اندام فوقانی هم افزایی وجود دارد، بین مفصل گلنوهومرال و مفصل آرنج و همچنین مفاصل رادیوولنار هم افزایی وجود دارد.

همانطور که مفصل رادیوولنار دامنه حرکتی خود را طی می‌کند، عضلات گلنوهومرال و آرنج منقبض می شوند تا تثبیت شوند یا به اثربخشی حرکت در مفاصل رادیوئولنار کمک کنند. به عنوان مثال، هنگام تلاش برای سفت کردن کامل پیچ (با دست راست) با پیچ گوشتی که شامل سوپینیشن رادیوولنار است، به ترتیب تمایل به چرخش خارجی و خم شدن مفاصل گلنوهومرال و آرنج داریم. برعکس، هنگام تلاش برای باز کردن یک پیچ محکم با پرونیشن، تمایل داریم به ترتیب مفاصل آرنج و گلنوهومرال را به صورت داخلی بچرخانیم و گسترش دهیم. در هر صورت، ما به آگونیست ها و آنتاگونیست ها در مفاصل اطراف وابسته هستیم تا مقدار مناسبی از تثبیت و کمک را برای انجام وظیفه مورد نیاز فراهم کنیم.

## حرکات( تصاویر 6.5، 6.6، 6.7، 6.8، 6.9)

## حرکات آرنج

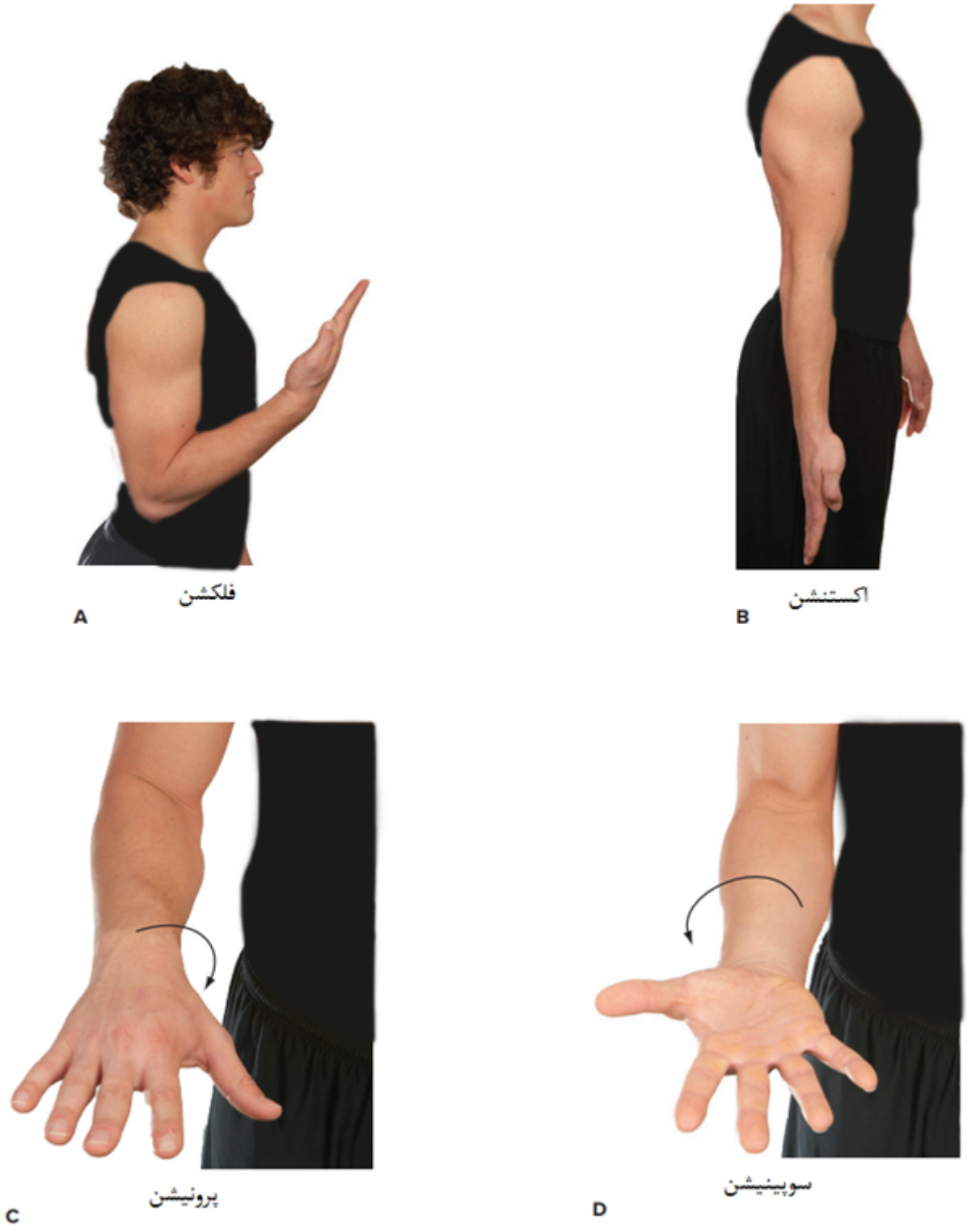
فلکشن: حرکت ساعد به سمت شانه با خم کردن آرنج برای کاهش زاویه آن.

اکستنشن: حرکت ساعد از شانه با صاف کردن آرنج برای افزایش زاویه آن.

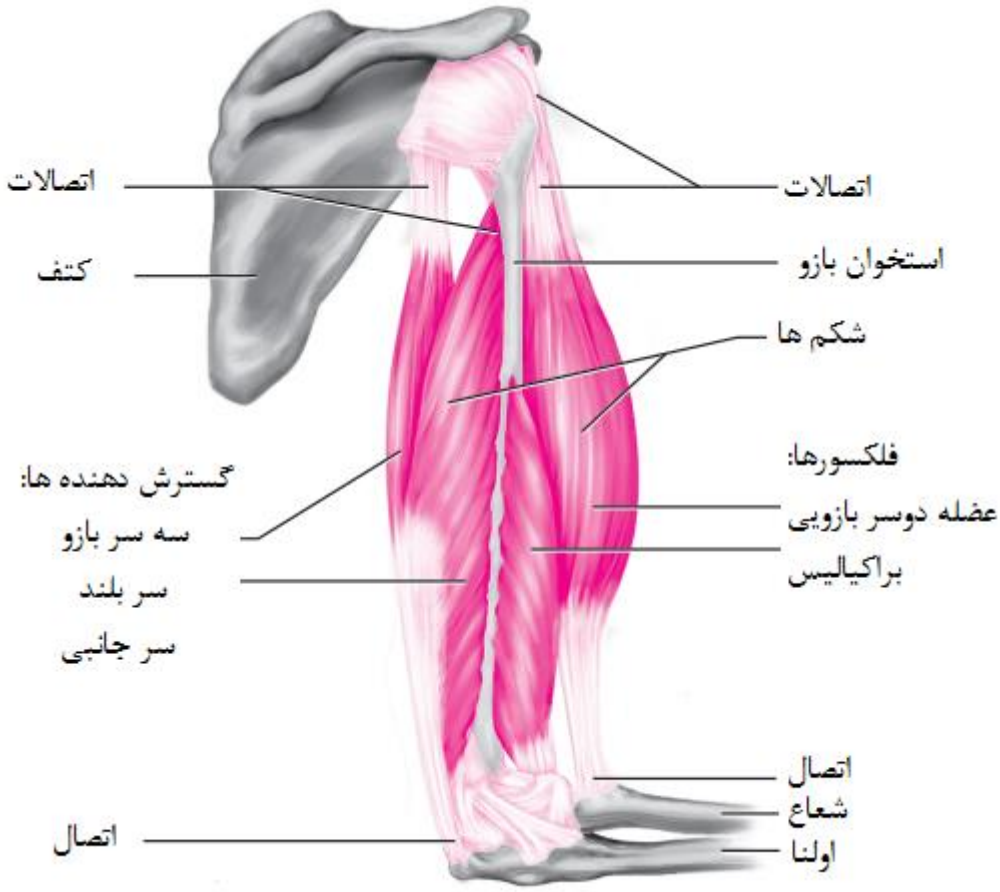
## حرکات مفصل رادیوولنار

پروناسیون: حرکت چرخشی داخلی شعاع روی استخوان زند که منجر به حرکت دست از کف دست به بالا به سمت پایین می‌شود.

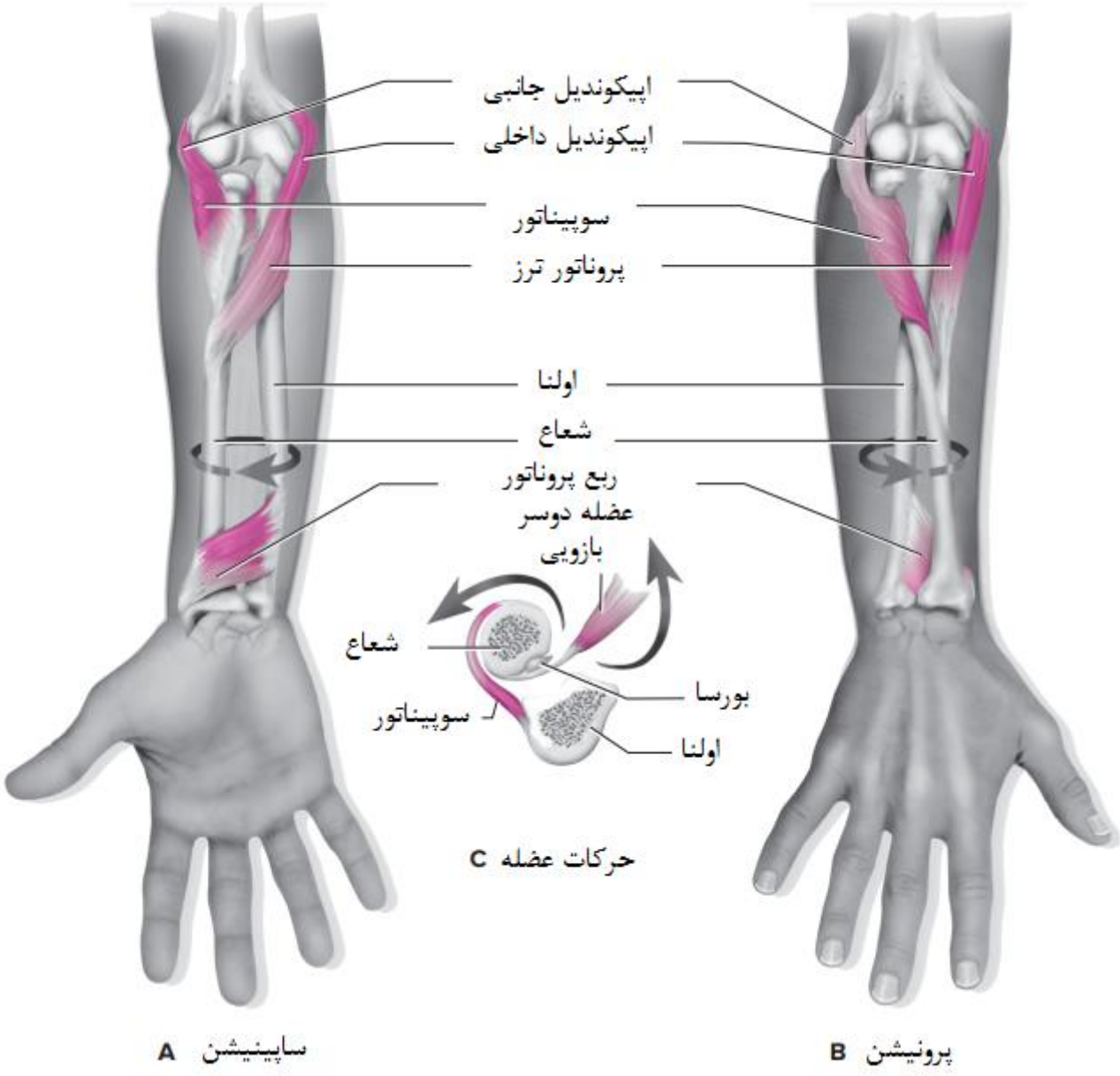
سوپیناسیون: حرکت چرخشی بیرونی رادیوس روی استخوان زند که منجر به حرکت دست از کف دست به پایین به سمت بالا می‌شود.




شکل. 6.7 • حرکات آرنج راست و مفصل رادیوولنار. A، خم شدن آرنج؛ B، اکستنشن آرنج؛ ج، پروناسیون رادیوولنار. D، سوپیناسیون رادیوئولنار.




شکل. 6.8 • آرنج راست، نمای جانبی خم کننده ها و اکستانسورهالف




شکل. 6.9 • عملکرد عضلات چرخاننده ساعد راست. A، سوپیناسیون؛ B، پرونیشن، C، مقطع فقط دیستال به آرنج، نشان می دهد که چگونه عضله دوسر بازویی به سوپیناتور کمک می‌کند.

## ماهیچه ها

ماهیچه های آرنج و مفاصل رادیوئولنار زمانی که بر اساس عملکرد از هم جدا شوند، ممکن است به وضوح درک شوند. فلکسورهای آرنج که در جلو قرار دارند عبارتند از عضله دوسر بازویی، براکیالیس و براکیورادیالیس، با کمک ضعیفی از پروناتور ترز (شکل های 6.10، 6.11 و 6.14).

عضله سه سر بازویی که در عقب قرار دارد، بازکننده اصلی آرنج است که توسط آنکونئوس کمک می‌شود (شکل‌های 6.12، 6.13 و 6.14). گروه پروناتور که در جلو قرار دارد، شامل پروناتور ترس، پروناتور چهارسر و بازویی‌زبرزندی است. براکیورادیالیس همچنین به سوپیناسیون کمک می‌کند که عمدتاً توسط عضله سوپیناتور و عضله دوسر بازویی کنترل می‌شود. عضله سوپیناتور در عقب قرار دارد. جدول 6.3 را ببینید.

یک مشکل رایج مرتبط با عضلات آرنج "آرنج تنیس بازان" است که معمولاً عضله بازکننده انگشتان را در نزدیکی منشاء خود در اپیکوندیل جانبی درگیر می‌کند. این وضعیت که از نظر فنی به عنوان اپی کندیلیت جانبی شناخته می‌شود، اغلب با فعالیت های چنگ زدن و بلند کردن بدن همراه است. اخیراً، بسته به آسیب شناسی خاص، این وضعیت ممکن است اپی کندیلاژی جانبی یا اپی کندیلوز جانبی نامیده شود. اپی کندیلیت داخلی، یک مشکل کمتر شایع که اغلب به عنوان "آرنج گلف باز" نامیده می‌شود، با گروه خم کننده مچ و پروناتور نزدیک به منشا آنها در اپی کندیل داخلی مرتبط است. هر دوی این شرایط شامل ماهیچه هایی می‌شود که از آرنج عبور می‌کنند اما عمدتاً روی مچ دست و دست عمل می‌کنند. این عضلات در فصل 7 مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

| عضلات آرنج و مفصل رادیوولنار – مکان | قدامی |
|---|---|
| در درجه اول خم شدن و پرونیشن | عضله دوسر بازویی |
| براکیالیس | بازویی‌زبرزندی |
| پروناتور ترز | ربع پروناتور |

خلفی در درجه اول اکستنشن و

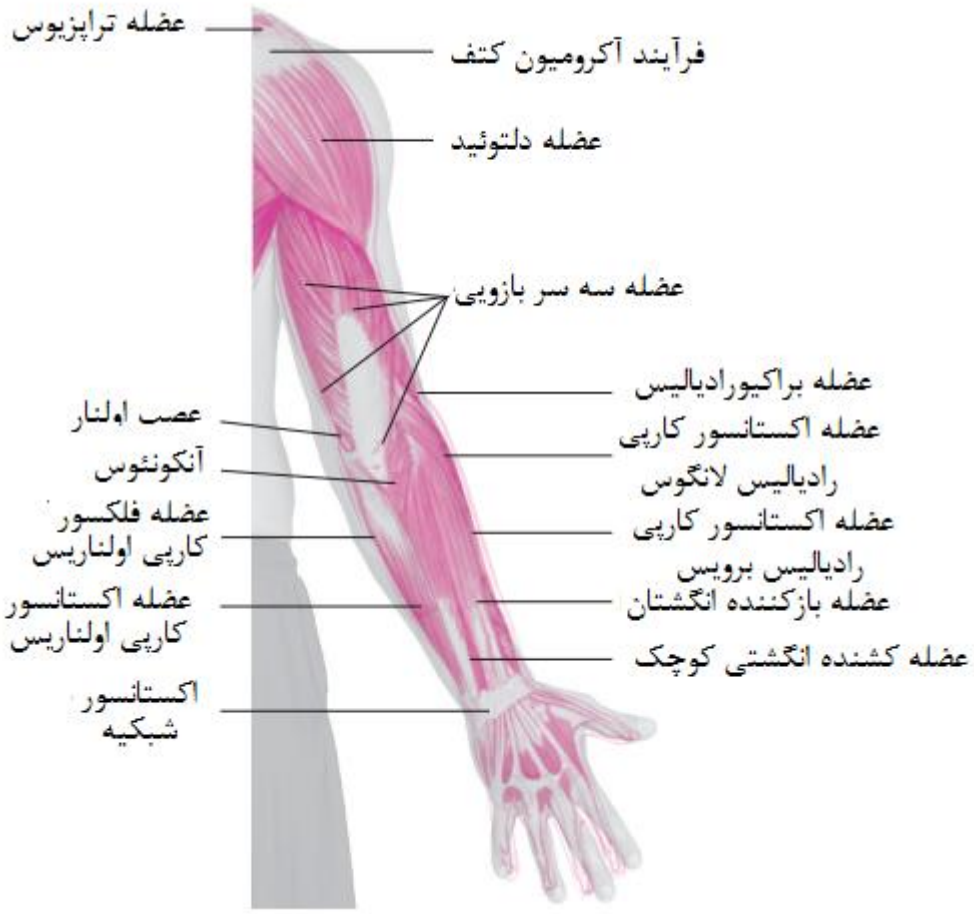
سوپینیشن

سه سر بازو آنکونئوس

سوپیناتور

شکل. 6.10 • عضلات قدامی اندام فوقانی راست.

شکل. 6.12 • عضلات عقبی اندام راست فوقانی

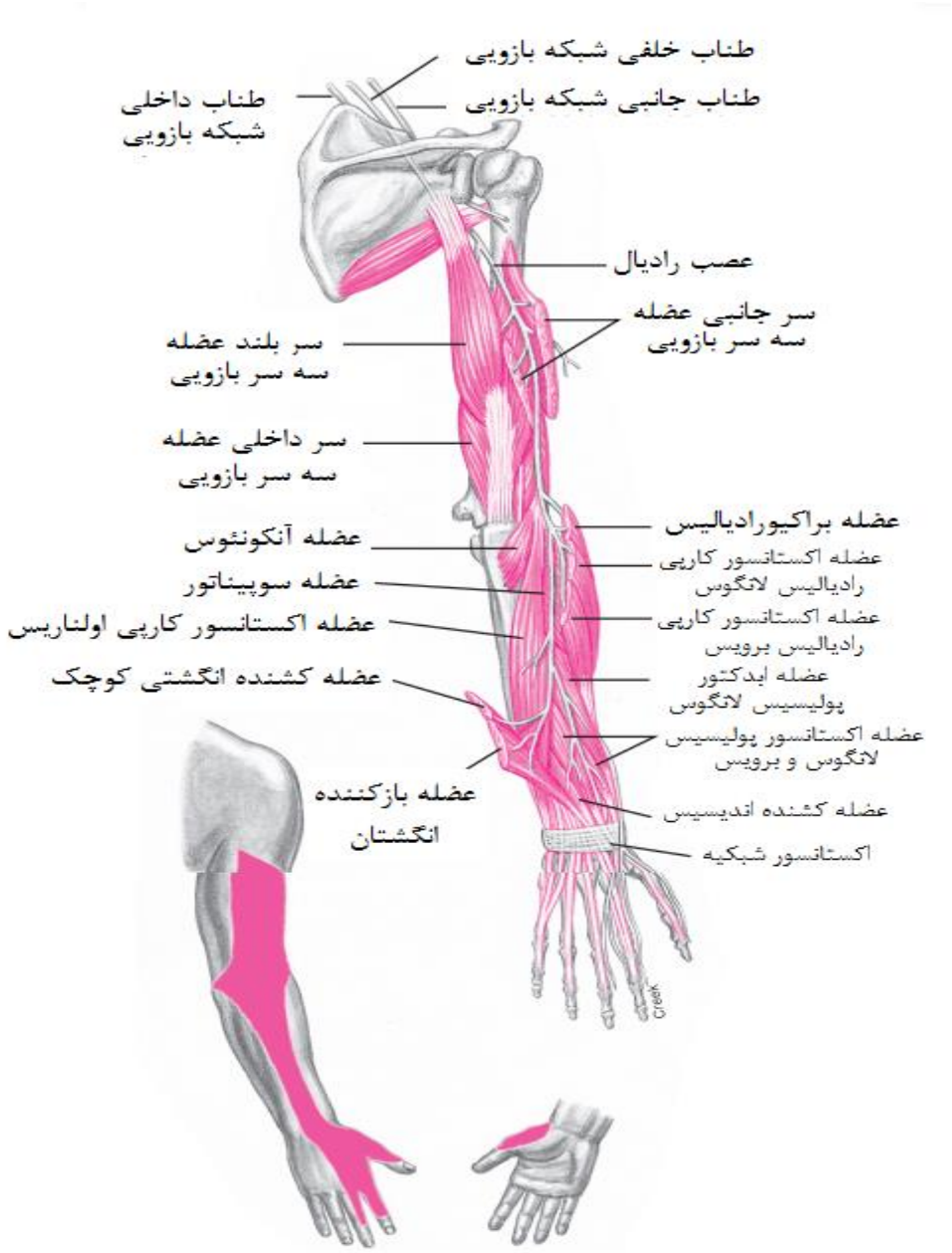



شکل. 6.13 • عضلات عقبی اندام راست فوقانی

## **اعصاب** (تصاویر. **5.13، 6.15، 6.16**)

عضلات آرنج و مفاصل رادیوئولنار همگی از اعصاب مدیان، عضلانی پوستی و شعاعی شبکه بازویی عصب دهی می شوند. عصب شعاعی که از C5، C6، C7، C8 و T1 سرچشمه می گیرد، عصب دهی را برای سه سر بازویی، براکیورادیالیس، سوپیناتور و آنکونئوس فراهم می‌کند (شکل 6.15). به طور خاص، عصب بین استخوانی خلفی که از عصب رادیال مشتق شده است، سوپیناتور را تامین می‌کند. عصب شعاعی همچنین به بازو، ساعد و دست خلفی جانبی حس می‌کند. عصب میانی، که در شکل 6.16 نشان داده شده است، تراشه های پروناتور و شاخه های بعدی را عصب می‌کند تا به عصب بین استخوانی قدامی تبدیل شود، که ربع پروناتور را تامین می‌کند. مهم ترین مشتقات مرتبط عصب مدیان از C6 تا C7 است. این حس در قسمت کف دست و سه فالانژ اول ایجاد می‌کند. قسمت کفی سمت شعاعی انگشت چهارم به همراه قسمت

پشتی انگشت سبابه و بلند احساس می‌شود. عصب پوستی عضلانی، که در شکل 5.13 نشان داده شده است، از C5 به C6 منشعب می‌شود و دو سر بازویی و بازویی را تامین می‌کند. از آنجایی که عصب اولنار به ماهیچه های مورد بحث در این فصل عصب دهی نمی‌شود، در اینجا به آن پرداخته نمی‌شود، اما اغلب به طرق مختلف از ناحیه آرنج آسیب می بیند. برای بحث در مورد این عصب و صدمات وارده به آن به فصل 7 مراجعه کنید. برای فهرست کامل عصب‌های مفصل آرنج و رادیو اولنار به شکل 6.17 مراجعه کنید.



شکل 6.15 • توزیع عضلانی و پوستی عصب رادیال، اندام فوقانی راست

## عضله دوسر بازویی (شکل. 6.18)

### ریشه

سر بلند: توبرکل سوپراگلنوئید بالای لب فوقانی حفره گلنوئید

سر کوتاه: فرآیند کوراکوئید کتف و لب بالایی حفره گلنوئید در ارتباط با چسبندگی پروگزیمال کوراکوبراکیالیس

### اتصال

توبروزیت رادیوس و آپونوروز دوسیپیتال (لاکرتوس فیبروز)

### عمل

خم شدن آرنج

سوپیناسیون ساعد

اداکشن افقی مفصل شانه

خم شدن ضعیف مفصل شانه

ابداکشن ضعیف مفصل شانه زمانی که مفصل شانه در چرخش خارجی قرار دارد

## لمس کردن

به راحتی روی استخوان بازو قدامی لمس می‌شود. تاندون‌های سر بلند و سر کوتاه ممکن است به ترتیب در شیار بین لوله‌ای لمس شوند و نسبت به فرآیند کوراکوئید پایین‌تر باشند. در قسمت دیستال، تاندون عضله دوسر در حین سوپیناسیون و خم شدن، درست در قسمت جلویی مفصل آرنج لمس می‌شود.

## عصب دهی

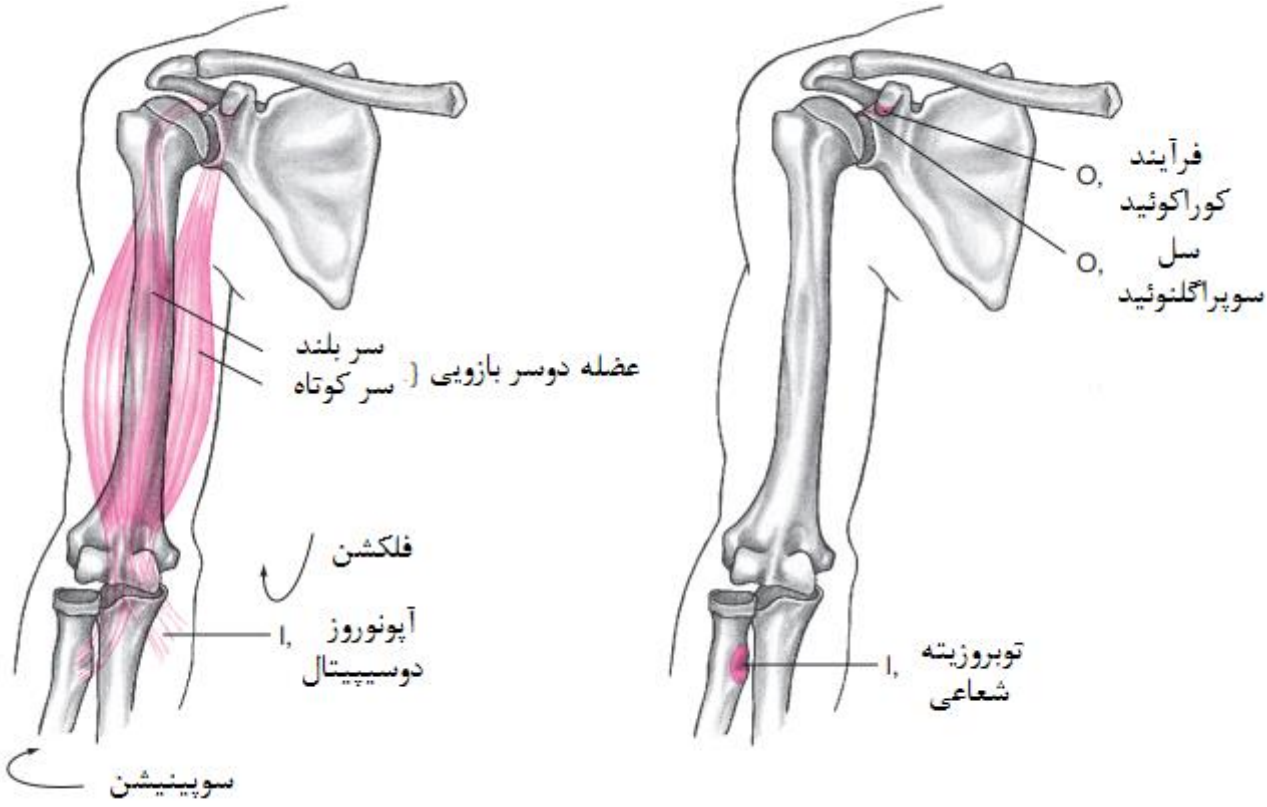
عصب عضلانی جلدی (C5, C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله دوسر بازویی که اغلب به آن عضله دوسر بازویی گفته می‌شود معمولاً به عنوان ماهیچه دو مفصلی (شانه و آرنج) یا دو مفصلی شناخته می‌شود. با این حال، از نظر فنی باید آن را یک عضله سه مفصلی (چند مفصلی) - شانه، آرنج و رادیوولنار در نظر گرفت. در عملکرد مفصل شانه ضعیف است، اگرچه به ایجاد ثبات قدامی پویا برای حفظ سر استخوان بازو در حفره گلنوئید کمک می‌کند که تا حدی به آسیب شناسی مربوط به تاندونیت دوسر سر بلند کمک می‌کند. در خم کردن آرنج زمانی که مفصل رادیو ولنار به پشت است، قوی تر است. همچنین یک سوپیناتور قوی است، به خصوص اگر آرنج خم شده باشد. دور شدن کف دست از صورت (پروناسیون) اثربخشی عضله دوسر را کاهش می دهد، تا حدی در نتیجه کشش نامطلوب عضله در حین چرخش شعاع. در خم شدن مفصل آرنج بدون توجه به پرونیشن یا سوپیناسیون ساعد از همان عضلات استفاده می‌شود.

خم شدن ساعد با هالتر در دست ها، که به عنوان "فرش دادن" شناخته می‌شود، یک تمرین عالی برای رشد عضلات دوسر بازویی است. این حرکت را می‌توان یک دست با دمبل و یا هر دو دست را به طور همزمان با هالتر انجام داد. فعالیت های دیگری که در آنها خم شدن قدرتمند ساعد وجود دارد، چانه زدن و طناب نوردی است. برای تمرینات رایج تر برای عضلات دوسر بازویی و سایر عضلات در این فصل به پیوست 2 مراجعه کنید.

به دلیل جهت گیری چند مفصلی عضله دوسر بازویی، هر سه مفصل باید در موقعیت مناسب قرار گیرند تا کشش مطلوب حاصل شود. آرنج باید حداکثر در حالی که شانه در حالت اکستنشن کامل است کشیده شود. عضله دوسر نیز ممکن است با شروع با کشش کامل آرنج و پیشرفت به ابداکشن کامل افقی در حدود ۷۰ تا ۱۱۰ درجه ابداکشن شانه کشیده شود. در همه موارد، ساعد باید به طور کامل پرون شده باشد تا به حداکثر طول عضله دوسر بازویی برسد.




شکل. 6.18 • عضله دوسر بازوی راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله بازویی (شکل. 6.19)

### ریشه

نیمه دیستال شفت قدامی استخوان بازو

### اتصال

فرآیند کورونوئید استخوان اولنا

### عمل

خم شدن واقعی آرنج

### لمس کردن

در دو طرف تاندون عضله دوسر در هنگام خم شدن/کشش با ساعد در پرونیشن جزئی. لبه جانبی ممکن است بین دو سر بازویی و سه سر بازویی لمس شود، و شکم ممکن است از طریق عضله دوسر بازویی لمس شود، زمانی که ساعد در حین خم شدن سبک در پرونیشن قرار دارد.

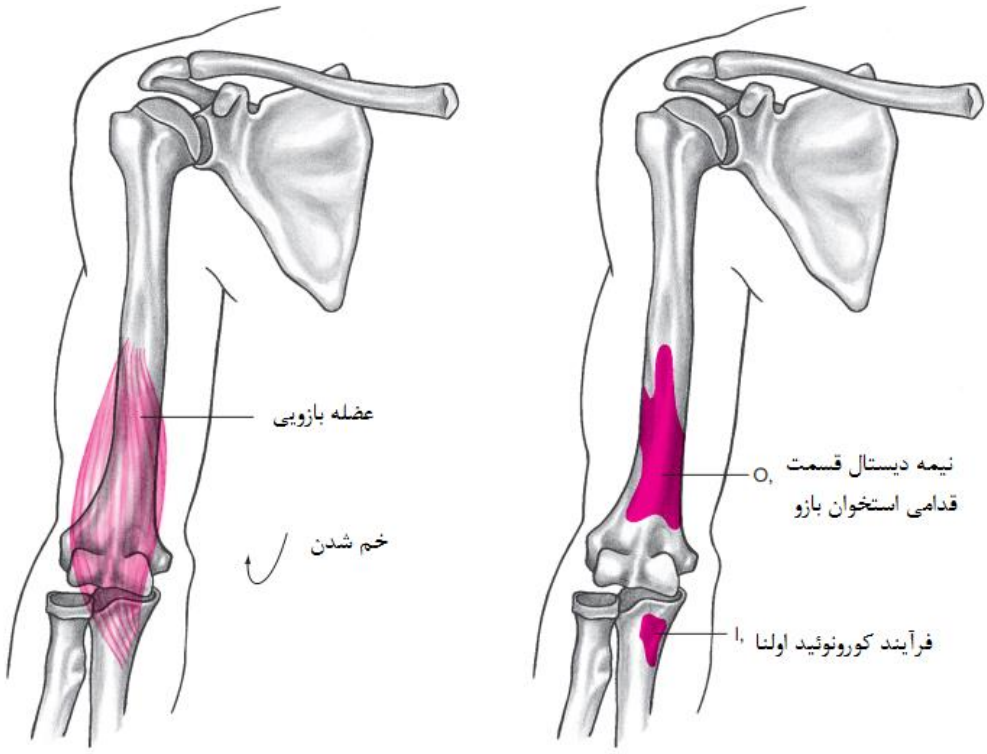
### عصب دهی

عصب پوستی عضلانی و گاهی از اعصاب رادیال و مدین منشعب می‌شود (C5, C6)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله براکیالیس به همراه سایر عضلات فلکسور بدون توجه به پرونیشن یا سوپیناسیون استفاده می‌شود. این عضله استخوان زند را که نمی چرخد می کشد، بنابراین این عضله تنها خم کننده خالص این مفصل است.

هر زمان که آرنج خم شود، عضله براکیالیس وارد عمل می‌شود. همانطور که برای عضلات دوسر بازویی، پروناتور ترز و عضلات براکیورادیالیس توضیح داده شد، همراه با تمرینات پیچش آرنج انجام می‌شود. فعالیت های خم شدن آرنج با ساعد پرون شده با کاهش اثربخشی عضله دوسر بازویی، براکیالیس را تا حدودی ایزوله می‌کند. از آنجایی که براکیالیس یک خم کننده خالص آرنج است، می‌توان آن را تنها با امتداد دادن آرنج در حالی که شانه شل و خم شده باشد، حداکثر کشید. قرار گرفتن ساعد نباید بر کشش براکیالیس تأثیر بگذارد، مگر اینکه عضله ساعد خود امتداد آرنج را محدود کند، در این صورت احتمالاً ساعد به بهترین وجه در حالت خنثی قرار می گیرد.




شکل 6.19 • عضله براکیالیس راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله براکیورادیالیس (شکل. 6.20)

### ریشه

دو سوم قسمت انتهایی برآمدگی فوق کندیل جانبی استخوان بازو

### اتصال

سطح جانبی انتهای دیستال شعاع در فرآیند استیلوئید

### عمل

### خم شدن آرنج

پرون شدن ساعد از حالت خوابیده به حالت خنثی

سوپیناسیون ساعد از حالت پرون شده به حالت خنثی

### لمس کردن

قدامی جانبی روی ساعد پروگزیمال در طول خم شدن آرنج مقاوم در برابر مفصل رادیوولنار در حالت خنثی قرار گرفته است.

### عصب دهی

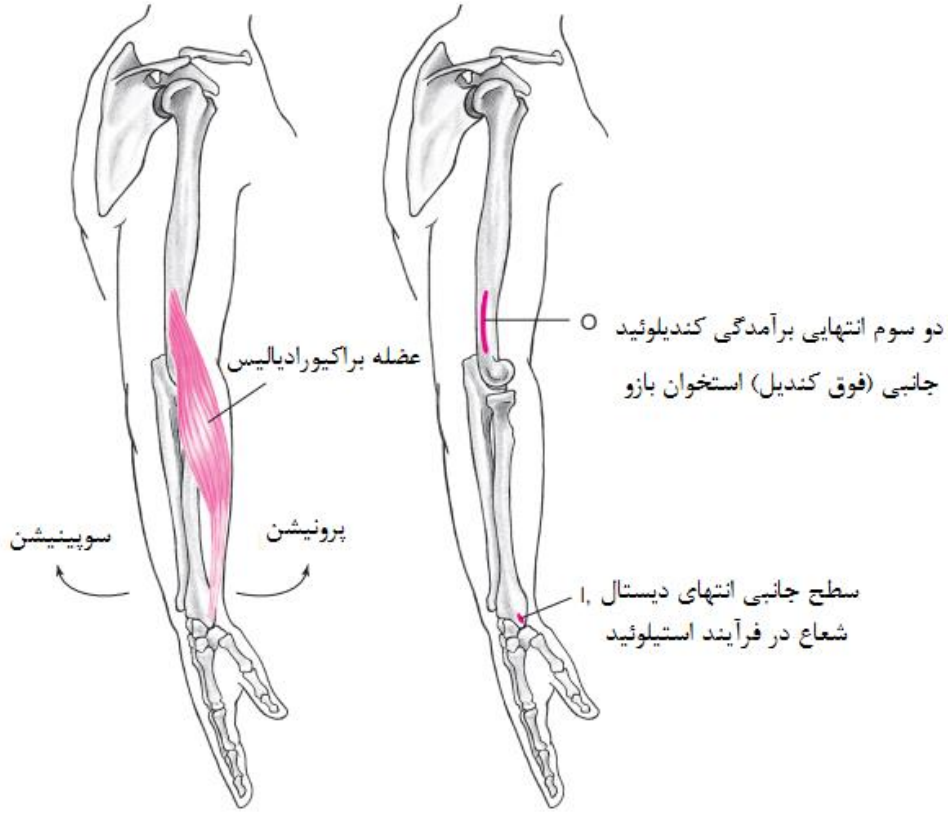
عصب رادیال (C5, C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

بازویی‌زبرزندی یکی از سه عضله است که گاهی اوقات به عنوان دسته متحرک سه در ساعد کناری شناخته می‌شود. دو عضله دیگر عبارتند از ماهیچه کوتاه بازکننده مچ به زند بالایی و اکستانسور کارپی رادیالیس بلند که مستقیماً در جلوی آنها قرار دارد. عضله بازویی‌زبرزندی در موقعیت میانی یا خنثی بین پروناسیون و خوابیدن به بهترین وجه به عنوان یک خم کننده عمل می‌کند. در حالت خوابیده ساعد، در حین خم شدن، تمایل به پرونیت دارد. در حالت پرانتزی، در حین خم شدن تمایل به خوابیدن دارد. همانطور که قبلاً پیشنهاد شد، هنگامی که موقعیت خنثی بین پروناسیون و سوپیناسیون در نظر گرفته شود، این عضله در عمل خمش مورد علاقه است. قرار دادن آن در انتهای شعاع آن را به یک خم کننده قوی آرنج تبدیل می‌کند. توانایی آن به عنوان سوپیناتور با حرکت مفصل رادیوولنار به سمت خنثی کاهش می یابد. به طور مشابه، با رسیدن ساعد به حالت خنثی، توانایی آن برای پرون شدن کاهش می یابد. به دلیل عمل چرخاندن ساعد به حالت خنثی شست به بالا، از آن به عنوان عضله هشیکر یاد می‌شود، اگرچه هیچ حرکتی در انگشت شست ندارد. همانطور که در فصل 7 خواهید دید، تقریباً تمام ماهیچه هایی که از اپی کندیل جانبی منشا می گیرند، به عنوان بازکننده ضعیف آرنج عمل می‌کنند. این مورد در مورد براکیورادیالیس صدق نمی‌کند، زیرا خط کشش آن جلوتر از محور چرخش آرنج است.

براکیورادیالیس را می‌توان با انجام فرهای آرنج در برابر مقاومت، به ویژه با مفصل رادیوولنار در موقعیت خنثی، تقویت کرد. علاوه بر این، براکیورادیالیس ممکن است با انجام حرکات پرونیشن و سوپیناسیون در دامنه کامل حرکت در برابر مقاومت ایجاد شود.

براکیورادیالیس با امتداد حداکثری آرنج با شانه در حالت خم شدن و ساعد در هر دو پرونیشن حداکثر یا سوپیناسیون حداکثر کشیده می‌شود.




شکل. 6.20 • عضله براکیورادیالیس راست، نمای جانبی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله سه سر بازویی (شکل. 6.21)

### ریشه

سر بلند: برجستگی اینفراگلنوئید زیر لب تحتانی حفره گلنوئید کتف

سر جانبی: نیمه بالایی سطح خلفی استخوان بازو

سر میانی: دیستال دو سوم سطح خلفی استخوان بازو

### اتصال

فرآیند اولکرانون استخوان اولنا

## عمل

همه سرها: اکستنشن آرنج

سر بلند: اکستنشن، اداکشن و ابداکشن افقی مفصل شانه

## لمس کردن

بازو خلفی در حین اکستنشن مقاوم از یک موقعیت خمیده و دیستال فقط در نزدیکی قرار دادن آن بر روی فرآیند اولکرانون

سر بلند: به صورت پروگزیمال به صورت تاندون روی بازوی خلفی میانی تا زیر دلتوئید خلفی در حین اکستنشن/اداکشن مقاومت شده شانه

سر جانبی: به راحتی در دو سوم پروگزیمال استخوان بازو خلفی لمس می‌شود

سر میانی (سر عمیق): در قسمت داخلی و جانبی فقط در نزدیکی اپیکوندیل های داخلی و جانبی قرار دارد.

## عصب دهی

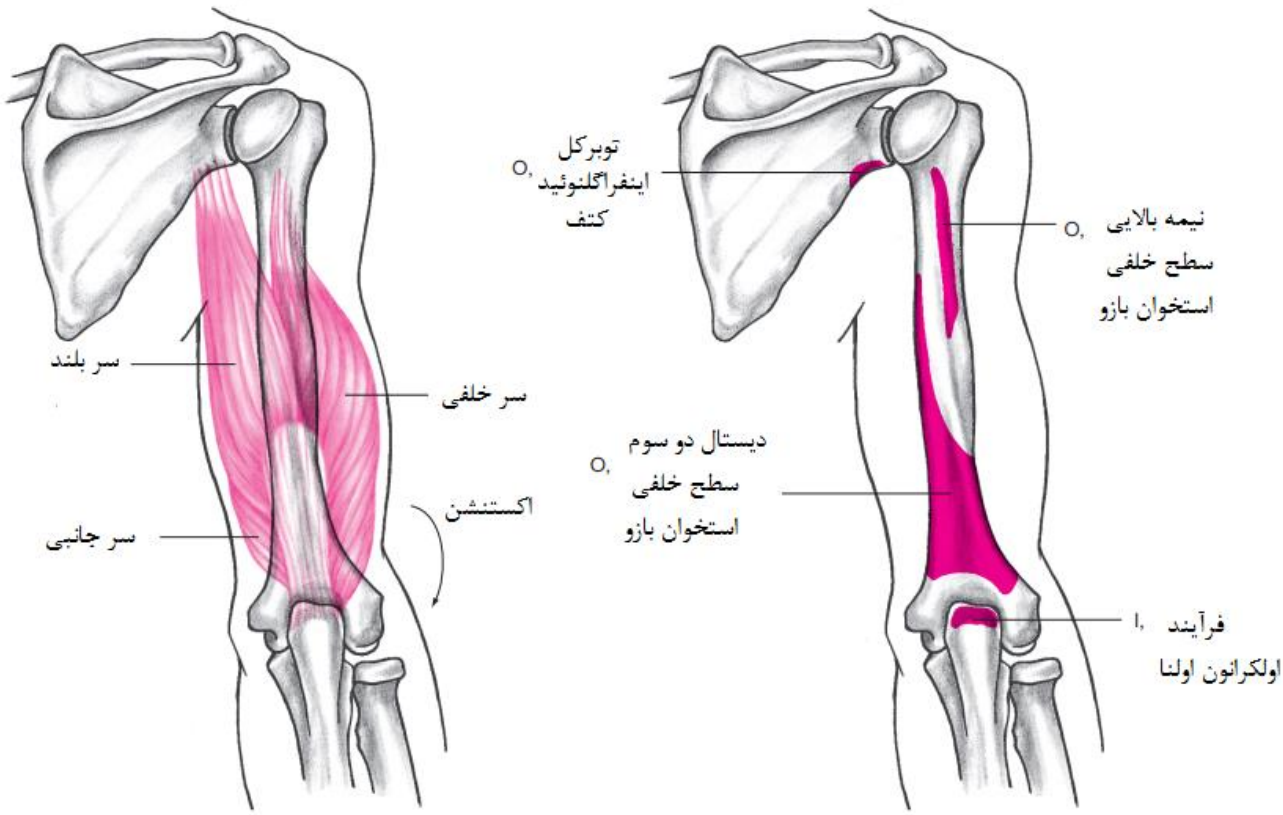
عصب رادیال (C7, C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد معمولی عضله سه سر بازویی که اغلب به آن عضله سه سر بازویی گفته می‌شود، در فشارهای فشاری زمانی که اکستنشن قدرتمند آرنج وجود دارد نشان داده می‌شود. این در تعادل دست و در هر حرکت فشاری که شامل اندام فوقانی است استفاده می‌شود. سر بلند یک بازکننده مهم مفصل شانه است.

دو عضله آرنج را امتداد می دهند - عضله سه سر بازویی و آنکونئوس. پوش آپ نیاز به انقباض شدید این عضلات دارد. انجام شیب بر روی میله های موازی دشوارتر است. فشار دادن روی نیمکت هالتر یا دمبل یک تمرین عالی است. پرس های بالای سر و حلقه های سه سر (اکستنشن آرنج از یک موقعیت بالای سر) بر عضلات سه سر بازو تأکید می‌کنند.

عضلات سه سر بازویی باید هم با شانه و هم با آرنج در حداکثر خم شدن کشیده شوند.




شکل 6.21 • عضله سه سر بازویی راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله آنکونئوس (شکل. 6.22)

### ریشه

سطح خلفی کندیل جانبی استخوان بازو

### اتصال

سطح خلفی پروسه اولکرانون جانبی و پروگزیمال یک چهارم استخوان اولنا جانبی

### عمل

اکستنشن آرنج

### لمس کردن

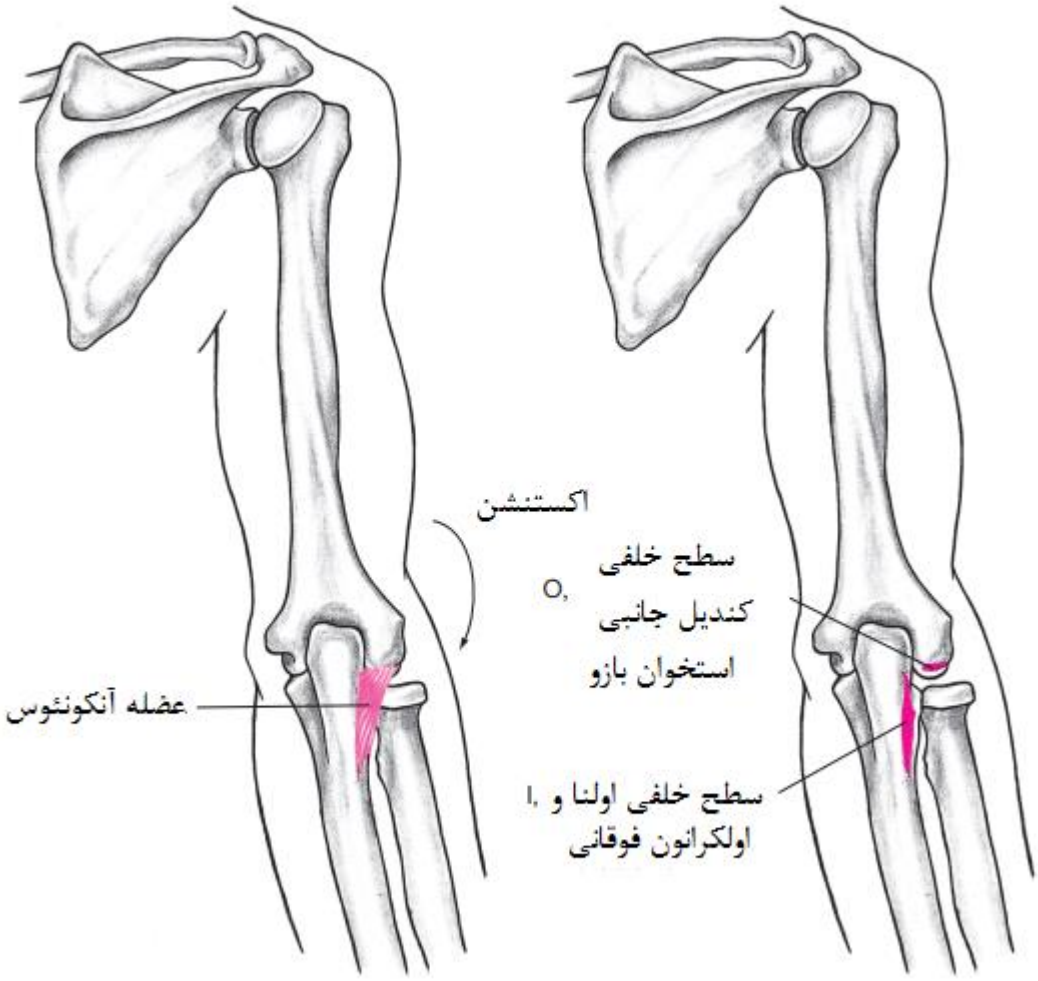
جنبه خلفی جانبی اولنا پروگزیمال به پروسه اولکرانون در طول اکستنشن مقاومت شده آرنج با مچ در حالت خم شدن

### عصب دهی

عصب رادیال (C7, C8)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد اصلی عضله آنکونئوس بیرون کشیدن غشای سینوویال مفصل آرنج از مسیر پیشروی فرآیند اولکرانون در حین اکستنشن آرنج است. همراه با عضله سه سر بازویی منقبض می‌شود. با هر تمرین اکستنشن آرنج در برابر مقاومت تقویت می‌شود. حداکثر خم شدن آرنج باعث کشیدگی آنکونئوس می‌شود.




شکل. 6.22 • عضله آنکونئوس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله پروناتور ترس (شکل. 6.23)

### ریشه

قسمت انتهایی برآمدگی فوق کندیل داخلی استخوان بازو و سمت داخلی استخوان زند پروگزیمال

### اتصال

یک سوم میانی سطح جانبی شعاع

## عمل

پرون شدن ساعد

خم شدن ضعیف آرنج

## لمس کردن

سطح آنترومدیال ساعد پروگزیمال در طول پرونیشن میانی تا کامل مقاوم شده است

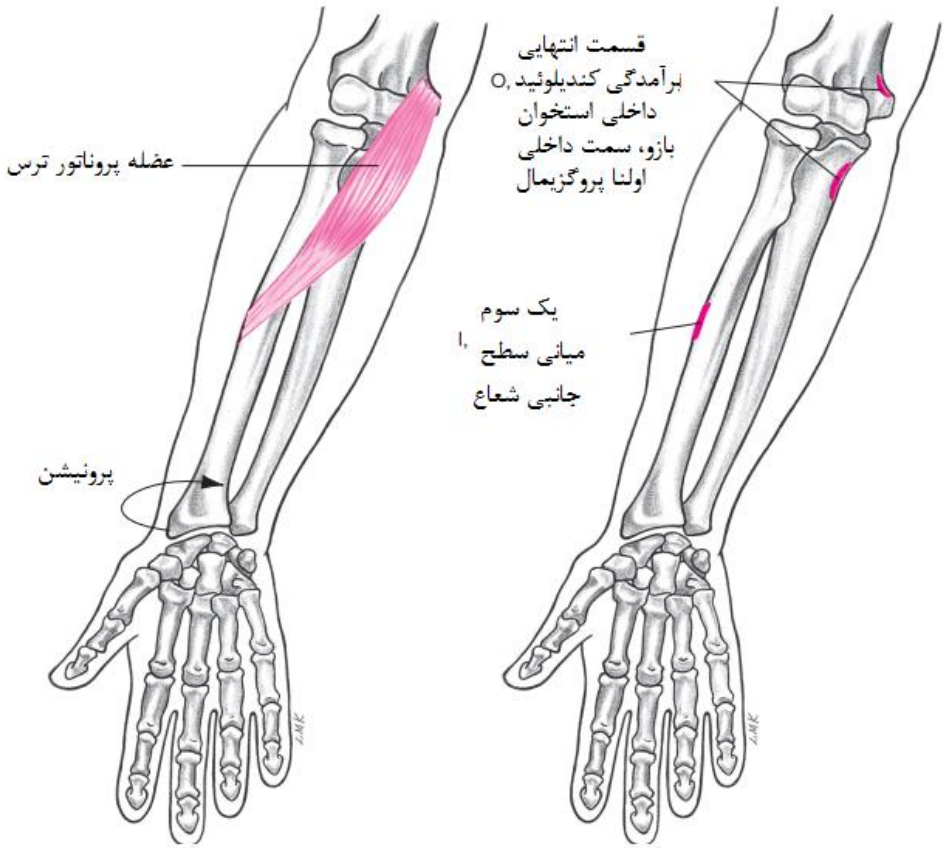
## عصب دهی

عصب مدین (C6, C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

حرکت معمولی عضله پروناتور ترس با پرون شدن ساعد در هنگام خم شدن آرنج است. حرکت در خم شدن با سوپیناسیون ضعیف تر است. استفاده از پروناتور ترس به تنهایی در حرکت باعث می‌شود که پشت دست در هنگام انقباض به صورت برسد. پرون شدن ساعد با یک دمبل در دست، عمل را محلی می‌کند و عضله پروناتور ترز را توسعه می دهد. تقویت این عضله با نگه داشتن یک چکش در دست با سر چکش از سمت اولنار دست در حالی که ساعد بر روی میز یا میز قرار می گیرد، شروع می‌شود. چکش باید به سمت زمین آویزان شود و به دنبال آن به طور کامل به حالت کف دست در برابر مقاومت چکش فرود آید.

آرنج باید به طور کامل کشیده شود در حالی که ساعد را در حالت سوپیناسیون کامل قرار می دهید تا پروناتور ترز کشیده شود.




شکل. 6.23 • عضله پروناتور سمت راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله چهارگوش پروناتور (شکل. 6.24)

## ریشه

چهارم دیستال سمت قدامی اولنا

## اتصال

چهارم دیستال سمت قدامی رادیوس

## عمل

پرون شدن ساعد

## لمس کردن

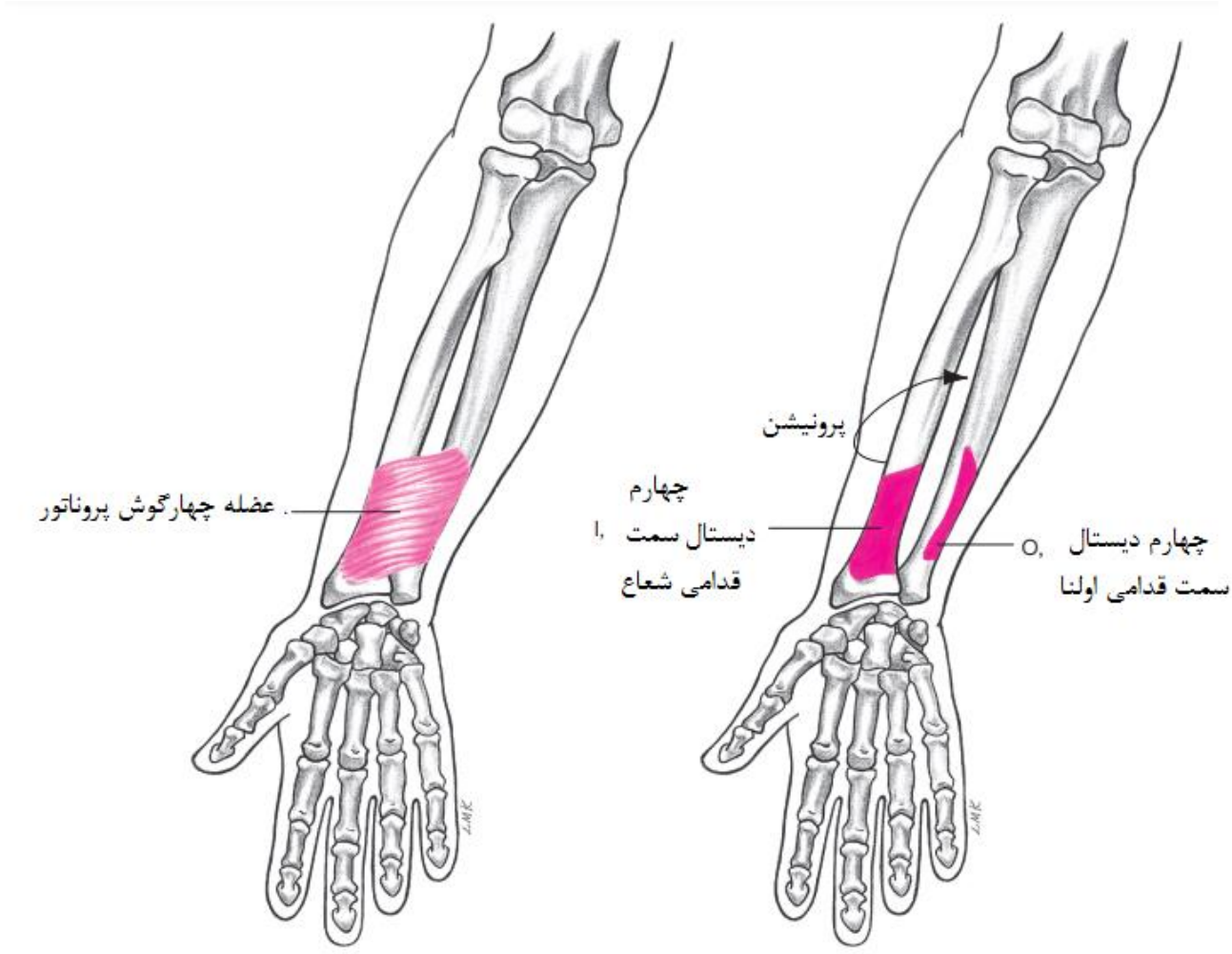
پروناتور چهارگوش به دلیل مجاورت و ظاهر در برخی از نقشه های تشریحی، گاهی اوقات با فلکسور رتیناکولوم اشتباه گرفته می‌شود. شکل 6.16 را ببینید. لمس آن بسیار عمیق و دشوار است، اما در حالت خوابیدن ساعد ممکن است بلافاصله در دو طرف نبض رادیال با پرونیشن مقاوم لمس شود.

## عصب دهی

عصب بین استخوانی قدامی از عصب مدین (C6, C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله پروناتور چهارگوش در پروناسیون ساعد در ترکیب با سه سر بازویی در امتداد آرنج کار می‌کند. معمولاً در چرخاندن پیچ گوشتی، مانند بیرون آوردن پیچ (با دست راست)، زمانی که نیاز به اکستنشن و پرونیشن است، استفاده می‌شود. همچنین در پرتاب گلوله پیچ، زمانی که نیاز به اکستنشن و پرونیشن است، استفاده می‌شود. ممکن است با تمرینات پرونیشن مشابه در برابر مقاومت، همانطور که برای پروناتور ترز توضیح داده شد، ایجاد شود. پروناتور چهارگوش بهتر است با استفاده از یک شریک برای گرفتن مچ دست کشیده شود و ساعد را بطور غیر فعال به سمت سوپیناسیون شدید بکشد.




شکل. 6.24 • عضله کوادراتوس پروناتور راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله سوپیناتور (شکل. 6.25)

### ریشه

اپیکوندیل جانبی استخوان بازو و قسمت خلفی مجاور استخوان اولنا

### اتصال

سطح جانبی شعاع پروگزیمال درست زیر

سر

## عمل

سوپیناسیون ساعد

## لمس کردن

آرنج و ساعد را به ترتیب در حالت فلکشن و پرونیشن آرام قرار دهید و به عمق براکیورادیالیس، اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس، اکستانسور کارپی رادیالیس برویس در قسمت جانبی شعاع پروگزیمال با مقاومت اندکی در برابر سوپیناسیون لمس کنید.

## عصب دهی

عصب بین استخوانی خلفی از عصب رادیال (C6)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله سوپیناتور زمانی که به حرکات اکستنشن و سوپیناسیون نیاز است، مانند چرخاندن پیچ گوشتی، وارد بازی می‌شود. منحنی پرتاب توپ بیسبال این عضله را به بازی فرا می خواند زیرا آرنج درست قبل از رها شدن توپ کشیده می‌شود. بیشتر در فعالیت هایی که نیاز به سوپیناسیون با اکستنشن آرنج دارند، جدا می‌شود، زیرا عضله دوسر بازویی در هنگام خم شدن آرنج بیشتر به سوپیناسیون کمک می‌کند.

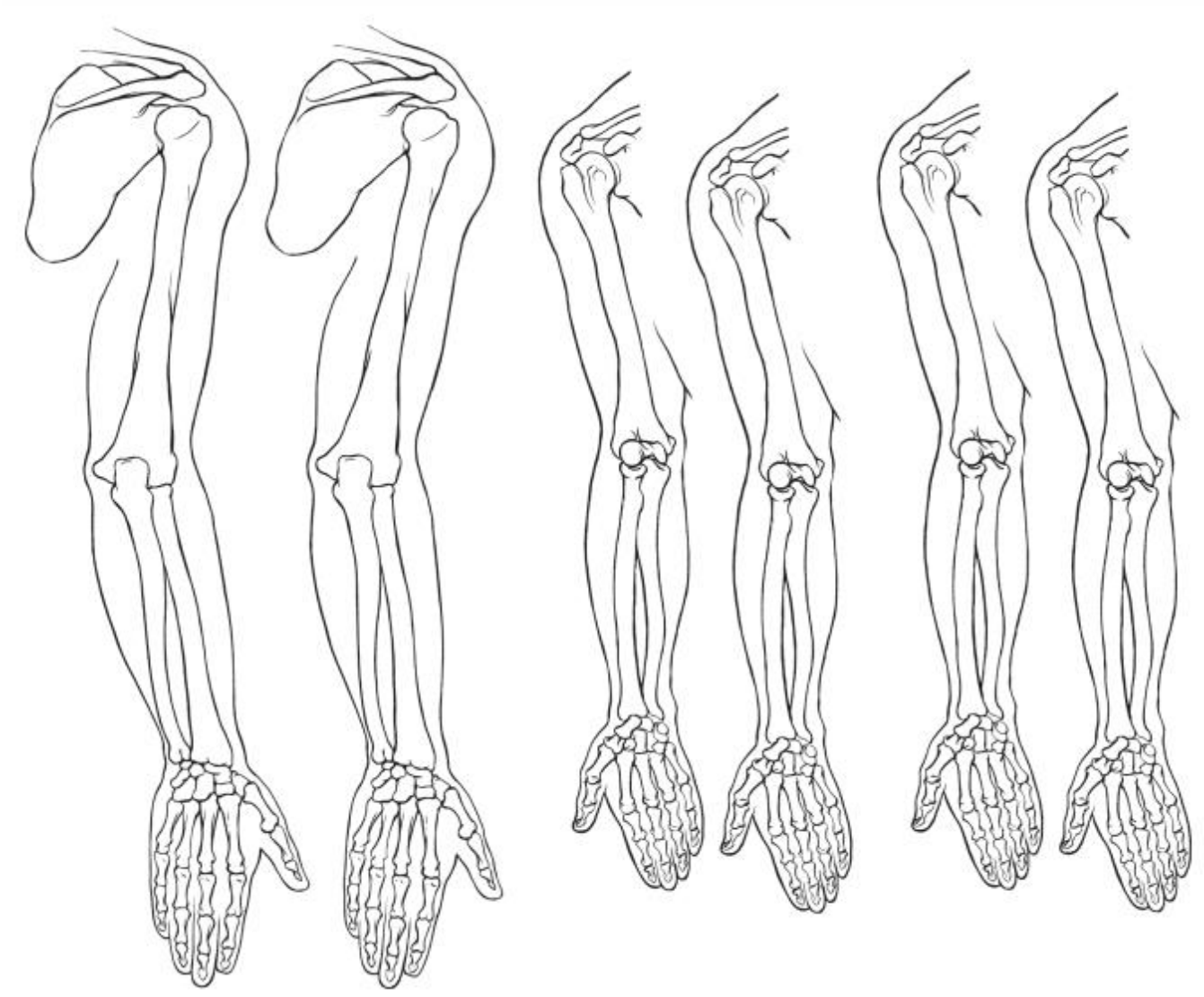
باید دست ها را گرفت و ساعدها را دراز کرد تا ساعدها را در مقابل چنگال دست ها بخوابانند. این عمل تا حدی عمل سوپیناتور را محلی می‌کند.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. منشاء و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با یک "O" و "I" نشان دهید

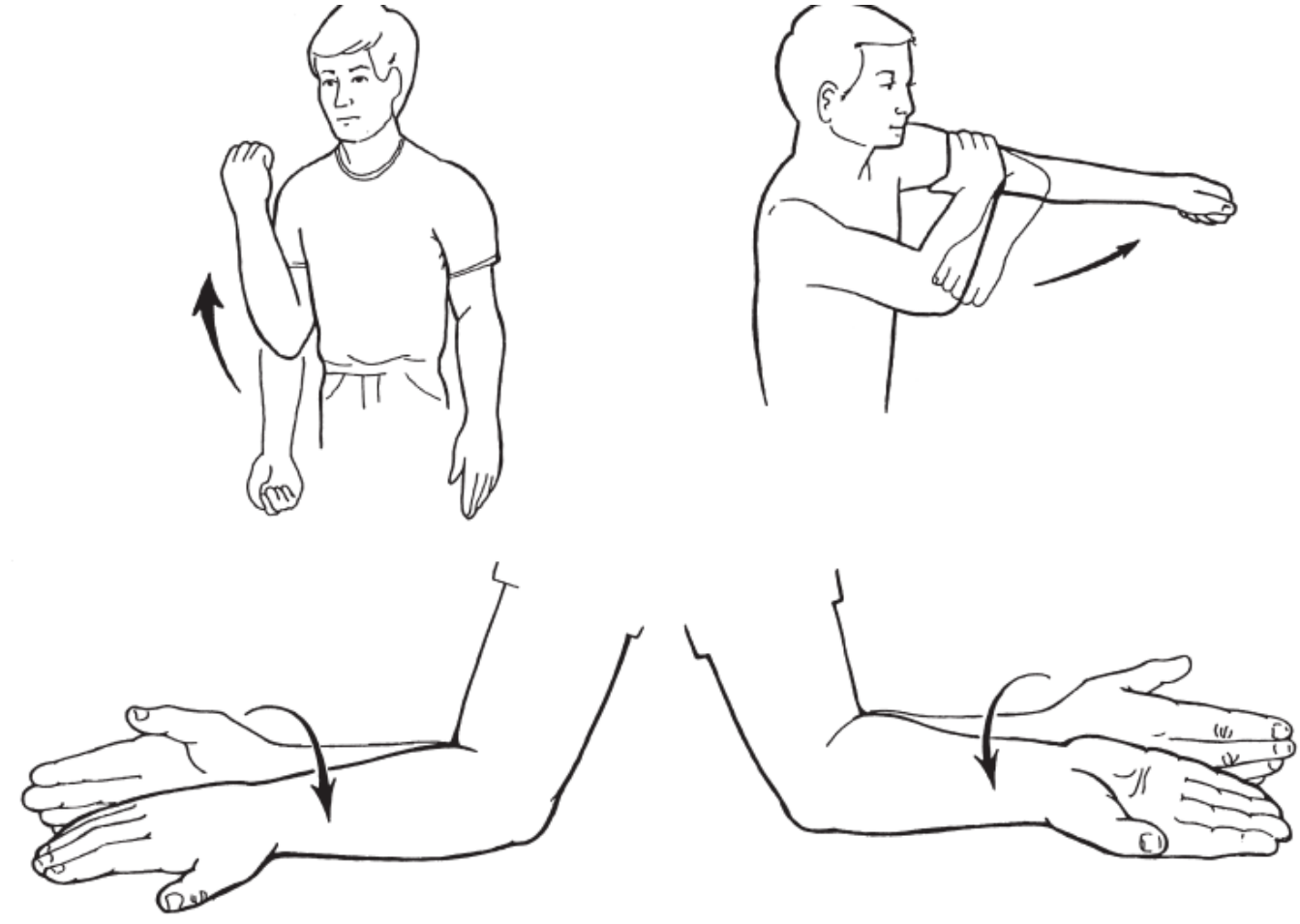


## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 2

حرکات زیر مفصل آرنج و رادیوولنار را علامت بزنید و با فلش نشان دهید. سپس در زیر، برای هر حرکت، عضله(های آگونیست)، صفحه ای که حرکت در آن رخ می دهد و محور چرخش آن را فهرست کنید.



1. مفاصل آرنج

الف خم شدن

ب افزونه

2. مفاصل رادیولنار

الف پرونیشن

ب سوپینیشن

# فصل 7

## مچ دست و مفاصل دست

### اهداف

■ برای شناسایی ویژگی های استخوانی انتخاب شده مچ دست، دست و انگشتان روی اسکلت انسان

■ برای برچسب زدن ویژگی های استخوانی انتخاب شده بر روی نمودار اسکلتی

■ کشیدن و علامت گذاری ماهیچه ها روی نمودار اسکلتی

■ تعیین، فهرست و لمس عضلات مچ دست و مفاصل دست و آنتاگونیست های آنها و درک نقش رباط ها در ایجاد ثبات

■ لمس کردن عضلات روی سوژه انسانی در حین نشان دادن اعمال آنها

■ فهرست صفحات حرکت و محورهای چرخش مربوط به آنها

■ سازماندهی و فهرست ماهیچه هایی که حرکات اولیه مچ، دست و انگشتان را ایجاد می‌کنند

■ یادگیری و درک عصب دهی ماهیچه های مچ دست و مفصل دست

■ برای تعیین، از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات مچ دست و دست و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده

اهمیت مفاصل مچ دست، دست و انگشتان اغلب در مقایسه با مفاصل بزرگتر مورد نیاز برای حرکت نادیده گرفته می‌شود. اگرچه برخی از ورزش‌ها و فعالیت‌ها به مهارت‌های حرکتی ظریف مشخصه این ناحیه نیاز ندارند، بسیاری از فعالیت‌های ورزشی و زندگی نیازمند عملکرد دقیق مچ و دست است. چندین ورزش مانند تیراندازی با کمان، بولینگ، گلف، بیسبال و تنیس نیاز به استفاده ترکیبی از همه این مفاصل دارند. فراتر از این، عملکرد مناسب در مفاصل و ماهیچه های دست ما برای فعالیت های روزانه در طول زندگی حیاتی است.

به دلیل ماهیچه ها، استخوان ها و رباط های متعدد، همراه با اندازه نسبتا کوچک مفصل، آناتومی عملکردی مچ دست و دست برای برخی پیچیده و طاقت فرسا است. این پیچیدگی ممکن است با ارتباط آناتومی عملکردی با اعمال اصلی مفاصل ساده شود: خم شدن، اکستنشن، ابداکشن و اداکشن مچ و دست به طور جداگانه و سپس با هم.

در این حرکات از تعداد زیادی ماهیچه استفاده می‌شود. از نظر آناتومیکی و ساختاری، مچ دست و دست انسان دارای مکانیسم‌های بسیار پیشرفته و پیچیده‌ای هستند که قادر به انجام حرکات مختلف هستند - نتیجه چیدمان 29 استخوان، بیش از 25 مفصل و بیش از 30 عضله، که 18 مورد آن ماهیچه‌های ذاتی هستند (هر دو). مبدا و اتصال در دست یافت می‌شود).

برای اکثر کسانی که از این متن استفاده می‌کنند، دانش گسترده ای از این عضلات ذاتی ضروری نیست. با این حال، مربیان ورزشی، فیزیوتراپیست ها، کاردرمانگران، متخصصان کایروپراکتیک، آناتومیست ها، پزشکان و پرستاران به دانش گسترده تری نیاز دارند. ماهیچه های ذاتی در پایان این فصل فهرست شده، نشان داده شده و به میزان محدودی مورد بحث قرار گرفته است. مراجع در پایان این فصل منابع بیشتری را ارائه می دهد که از آنها می‌توان اطلاعات بیشتری را به دست آورد.

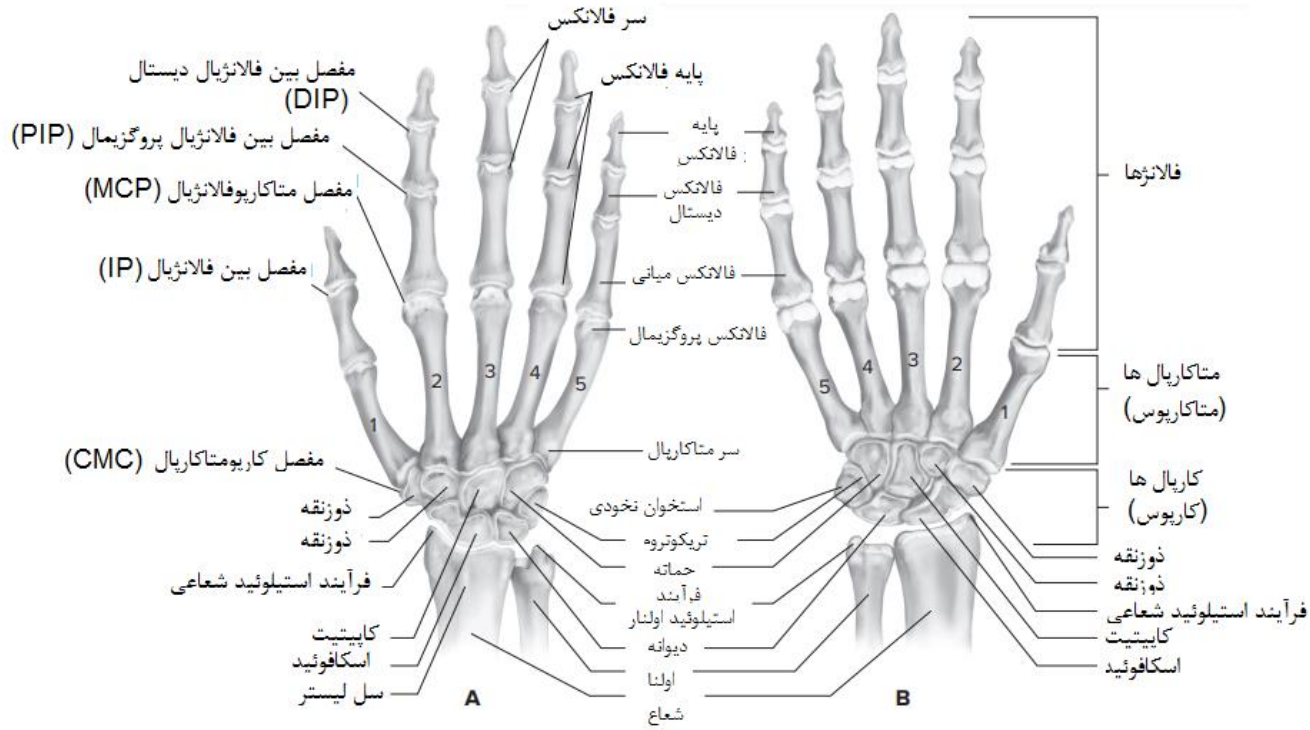
بحث ما محدود به بررسی عضلات، مفاصل، اعصاب و حرکات درگیر در فعالیت های حرکتی درشت است. ماهیچه های مورد بحث عضلات ساعد و ماهیچه های بیرونی مچ دست، دست و انگشتان هستند. ماهیچه های بیرونی بزرگتر و مهمتر هر مفصل گنجانده شده است که دانش اولیه را در این زمینه ارائه می دهد. تجویز تمرینات برای تقویت این عضلات تا

حدودی اضافی خواهد بود، زیرا در درجه اول تنها چهار حرکت با اعمال ترکیبی آنها انجام می‌شود. یکی از تمریناتی که باعث تقویت بسیاری از این عضلات می‌شود، فشار دادن نوک انگشتان است.

## استخوان ها

مچ دست و دست دارای 29 استخوان از جمله رادیوس و اولنا هستند (شکل 7.1). هشت استخوان مچ دست در دو ردیف چهار استخوانی مچ دست را تشکیل می دهند. ردیف پروگزیمال از سمت شعاعی (شست) تا سمت اولنار (انگشت کوچک)، از اسکافوئید (قایق‌شکل) یا ناوچه‌ای که معمولاً به آن گفته می‌شود، لونات (ماه‌شکل)، تریکوتروم (سه گوشه) و استخوان های پیسی شکل (نخودی شکل). ردیف دیستال، از سمت شعاعی به سمت اولنار، از استخوان های ذوزنقه (چند گوشه بزرگتر)، ذوزنقه (چند گوشه کوچکتر)، کاپیتات (سر شکل) و هامات (قلابدار) تشکیل شده است. این استخوان ها یک قوس سه طرفه را تشکیل می دهند که در سمت کف دست مقعر است. این قوس استخوانی توسط رباط‌های مچ دستی و ولار که تونل کارپال را ایجاد می‌کنند، پوشیده شده است، که اغلب منبع مشکلاتی است که به عنوان سندرم تونل کارپ شناخته می‌شود (شکل 7.8 را ببینید). از میان این استخوان‌های کارپ، اسکافوئید شایع‌ترین شکستگی است، که معمولاً به دلیل اکستنشن شدید مچ دست ناشی از افتادن روی دست دراز شده (FOOS) است. متأسفانه، این شکستگی خاص اغلب به عنوان یک رگ به رگ شدن پس از آسیب اولیه نادیده گرفته می‌شود، اما اگر به درستی درمان نشود، در دراز مدت مشکلات قابل توجهی ایجاد می‌کند. درمان اغلب به بی حرکتی دقیق برای دوره های طولانی تر از بسیاری از شکستگی ها و/یا جراحی نیاز دارد. پنج استخوان متاکارپ با شماره یک تا پنج از انگشت شست تا انگشت کوچک به استخوان های مچ دست می پیوندند. 14 فالانکس (رقم) وجود دارد که برای هر فالانژ سه عدد وجود دارد به جز انگشت شست که فقط دو عدد دارد. آنها به صورت پروگزیمال، میانی و دیستال از متاکارپال مشخص می شوند. علاوه بر این، انگشت شست دارای یک استخوان سزاموئید در داخل تاندون خم کننده خود است و سایر سزاموئیدها و/یا استخوان های جانبی ممکن است در انگشتان دست ایجاد شوند.

اپی کندیل داخلی، برجستگی کندیلوئید میانی و روند کرونویید به عنوان نقطه مبدا برای بسیاری از خم کننده های مچ دست و انگشت عمل می‌کنند، در حالی که اپی کندیل جانبی و برجستگی فوق کندیل جانبی به عنوان نقطه مبدا برای بسیاری از بازکننده های مچ دست و انگشتان عمل می‌کنند (شکل 1). 6.1 و 6.3). در قسمت دیستال، نشانه های استخوانی کلیدی برای عضلات درگیر در حرکت مچ دست، قاعده متاکارپ دوم، سوم و پنجم و پیزیفرم و هامات است. ماهیچه های انگشتان که در حرکت مچ نیز نقش دارند، روی پایه فالانکس های پروگزیمال، میانی و دیستال قرار می گیرند (شکل های 7.1 و 7.2). قاعده اولین متاکارپ و فالانکس های پروگزیمال و دیستال انگشت شست به عنوان نقاط کلیدی اتصال برای عضلات درگیر در حرکت شست عمل می‌کنند (شکل 7.1). دست از سه ناحیه مجزا تشکیل شده است: مچ دست، کف دست و انگشتان. کف دست ممکن است بیشتر به نواحی تنار، رانوتنار و میانی کف دست یا نواحی میانی جدا شود. جدول 7.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل مچ دست و دست ببینید.

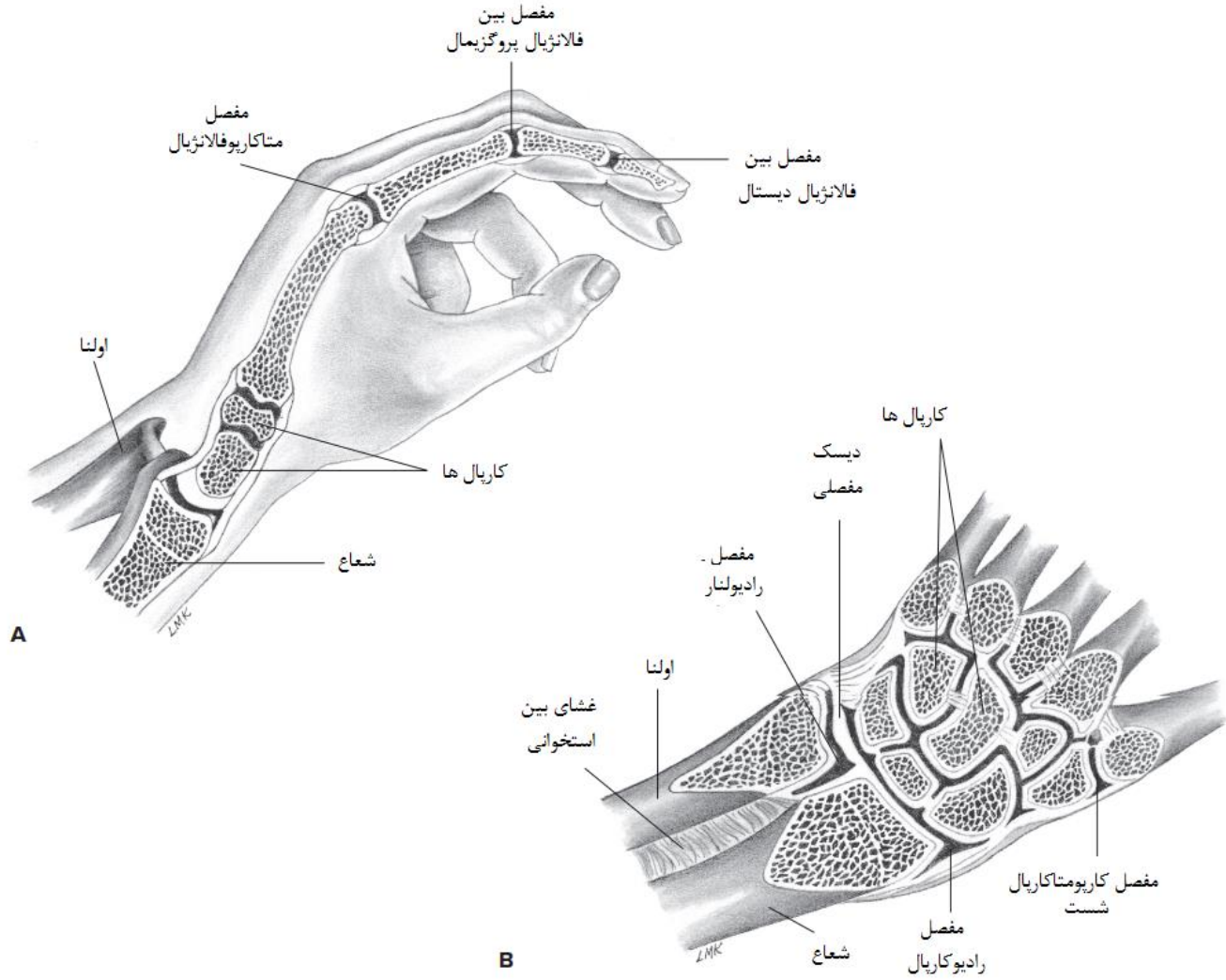



شکل. 7.1 • دست راست. الف، نمای خلفی (پشتی)؛ B، نمای قدامی (کف دست).

## مفاصل

مفصل مچ دست به عنوان یک مفصل از نوع کندیلوئید طبقه بندی می‌شود که اجازه خم شدن، اکستنشن، ابداکشن (انحراف شعاعی) و اداکشن (انحراف اولنار) را می دهد (شکل 7.2). حرکت مچ دست عمدتاً بین شعاع دیستال و ردیف پروگزیمال کارپال، متشکل از اسکافوئید، لونات و تریکوتروم اتفاق می‌افتد. در نتیجه، مچ دست اغلب به عنوان مفصل رادیوکارپال شناخته می‌شود. مفصل اجازه می دهد تا 70 تا 90 درجه خمیدگی و 65 تا 85 درجه اکستنشن داشته باشد. مچ دست می‌تواند 15 تا 25 درجه و 25 تا 40 درجه اداکشن کند (شکل 7.3).

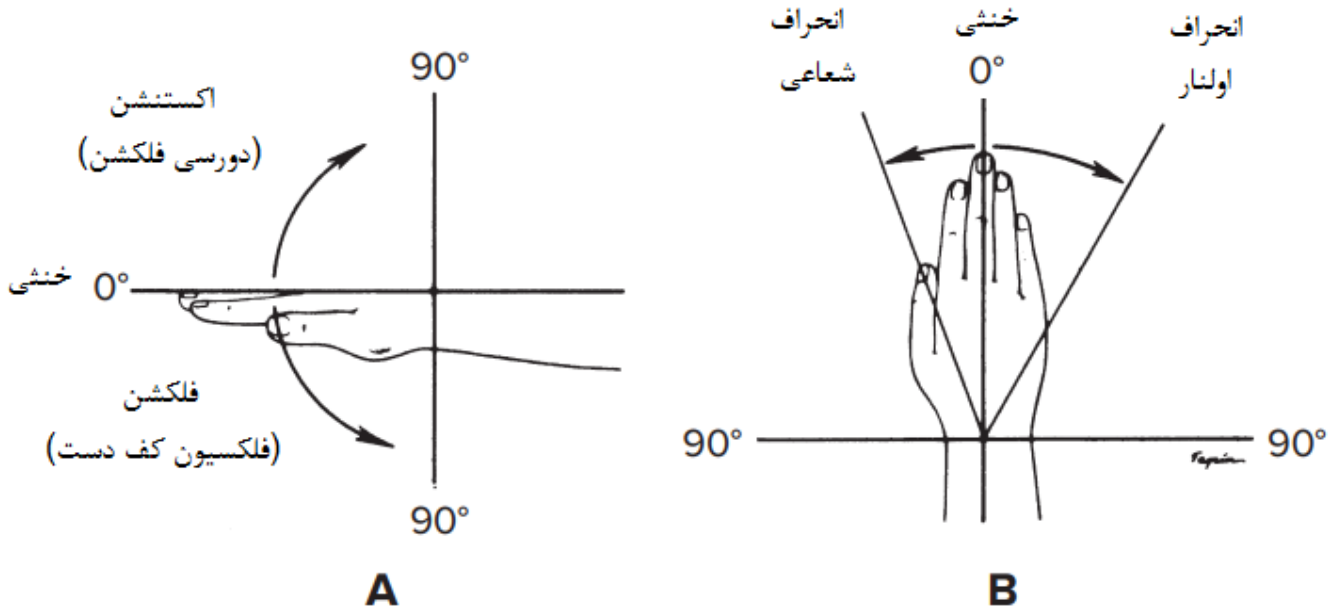
هر انگشت دارای سه مفصل است. مفاصل متاکارپوفالانژیال (MCP) به عنوان کندیلوئید طبقه بندی می شوند. در این مفاصل 0 تا 40 درجه اکستنشن و 85 تا 100 درجه خم شدن امکان پذیر است. مفاصل پروگزیمال اینترفالانژیال (PIP) که به عنوان گینگلیموس طبقه بندی می شوند، می‌توانند از اکستنشن کامل تا حدود 90 تا 120 درجه خم شدن حرکت کنند. مفاصل بین فالانژیال دیستال (DIP) که به عنوان گینگلیموس نیز طبقه بندی می شوند، می‌توانند 80 تا 90 درجه از اکستنشن کامل خم شوند (شکل 7.4).



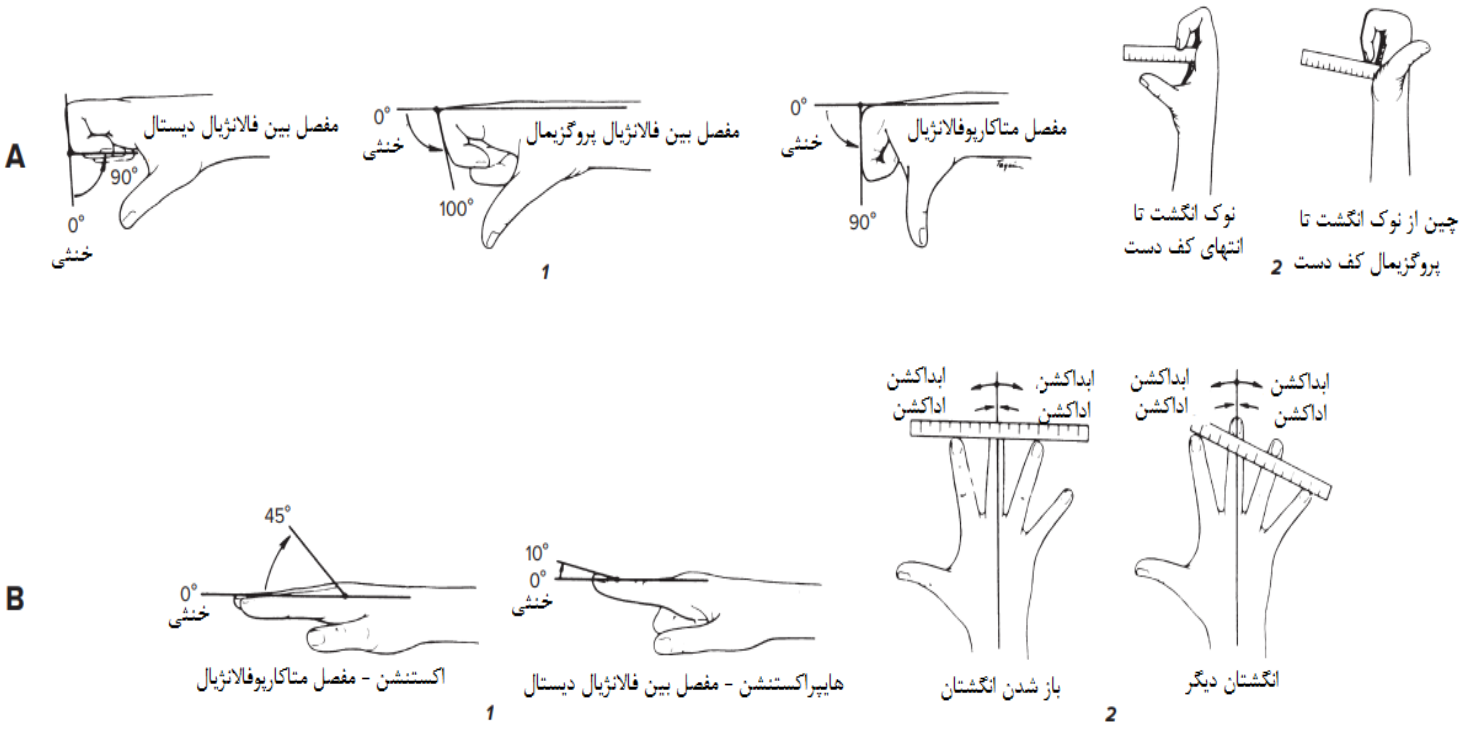

شکل. 7.2 • ساختارهای مچ دست و مفاصل دست چپ. الف، نمای داخلی؛ B، نمای خلفی با قسمت جلویی از طریق مچ دست

انگشت شست تنها دو مفصل دارد که هر دو به عنوان گینگلیموس طبقه بندی می شوند. مفصل MCP از اکستنشن کامل به سمت 40 تا 90 درجه خمیدگی حرکت می‌کند. مفصل بین فالانژیال (IP) می‌تواند 80 تا 90 درجه خم شود. مفصل کارپومتاکارپ (CMC) شست یک مفصل منحصر به فرد از نوع زینی است که بین 50 تا 70 درجه ابداکشن دارد. می‌تواند تقریباً 15 تا 45 درجه خم شود و 0 تا 20 درجه گسترش یابد (شکل 7.5). ساختار آن نیز امکان چرخش اندک داخلی و خارجی را فراهم می‌کند.

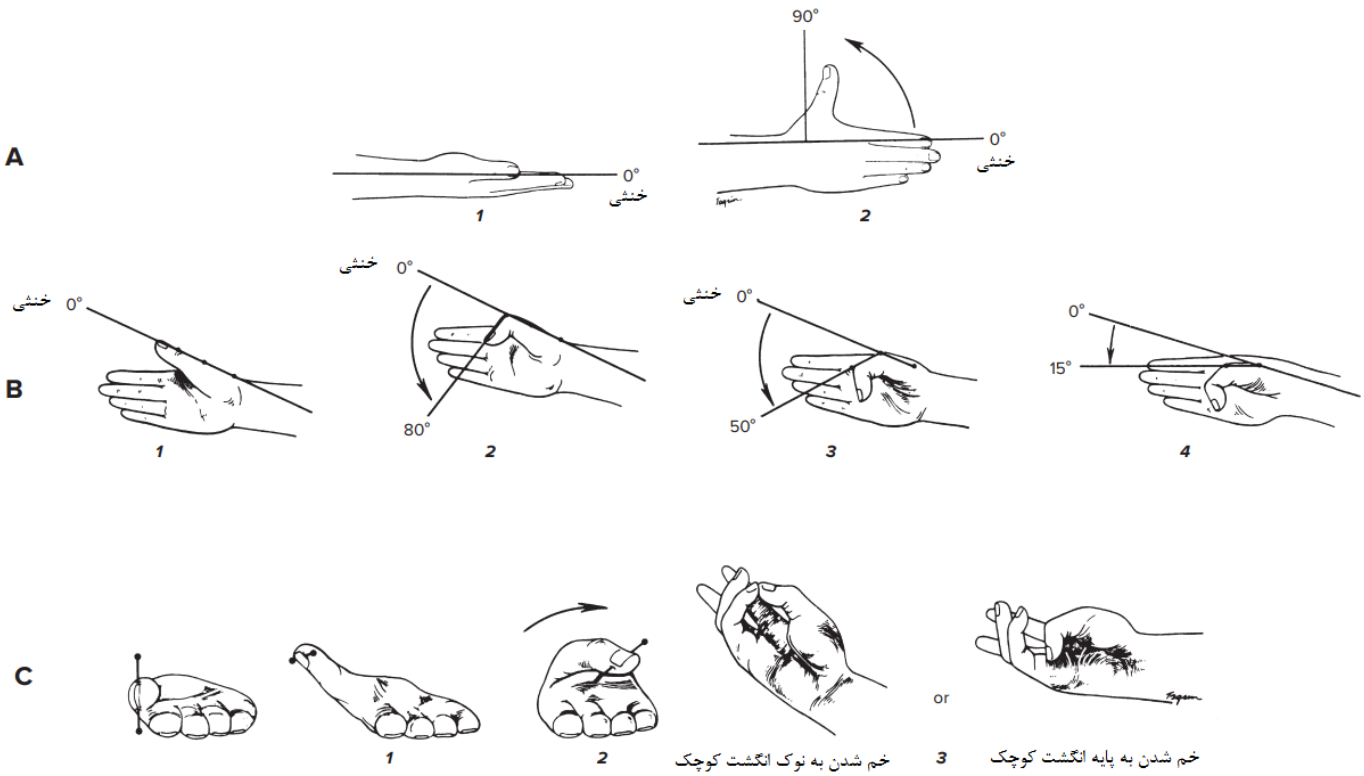
اگرچه رباط‌های زیادی در مچ دست و دست وجود دارد که امکان بحث مفصل را فراهم نمی‌کند، آسیب‌های مربوط به رباط‌های جانبی اولنار و رادیال مفاصل متاکارپوفالانژیال و پروگزیمال اینترفالانژیال به دلیل فشارهای داخلی و جانبی که اغلب با آن‌ها مواجه می‌شوند، بسیار شایع هستند. یکی از آسیب های شایع تر، رگ به رگ شدن رباط جانبی اولنار مفصل متاکارپوفالانژیال شست است. این اغلب به عنوان انگشت شست اسکی باز (حاد) یا نگهبان بازی (مزمن) شناخته می‌شود که ممکن است در صورت رگ به رگ شدن شدید نیاز به جراحی داشته باشد. مچ دست، دست و انگشتان به شدت به رباط‌ها برای ایجاد حمایت و ثبات استاتیک وابسته هستند. جدول 7.2 فهرستی از رباط های اصلی مچ دست و دست و برخی از رباط های انگشت را در شکل 7.6 ارائه می دهد.



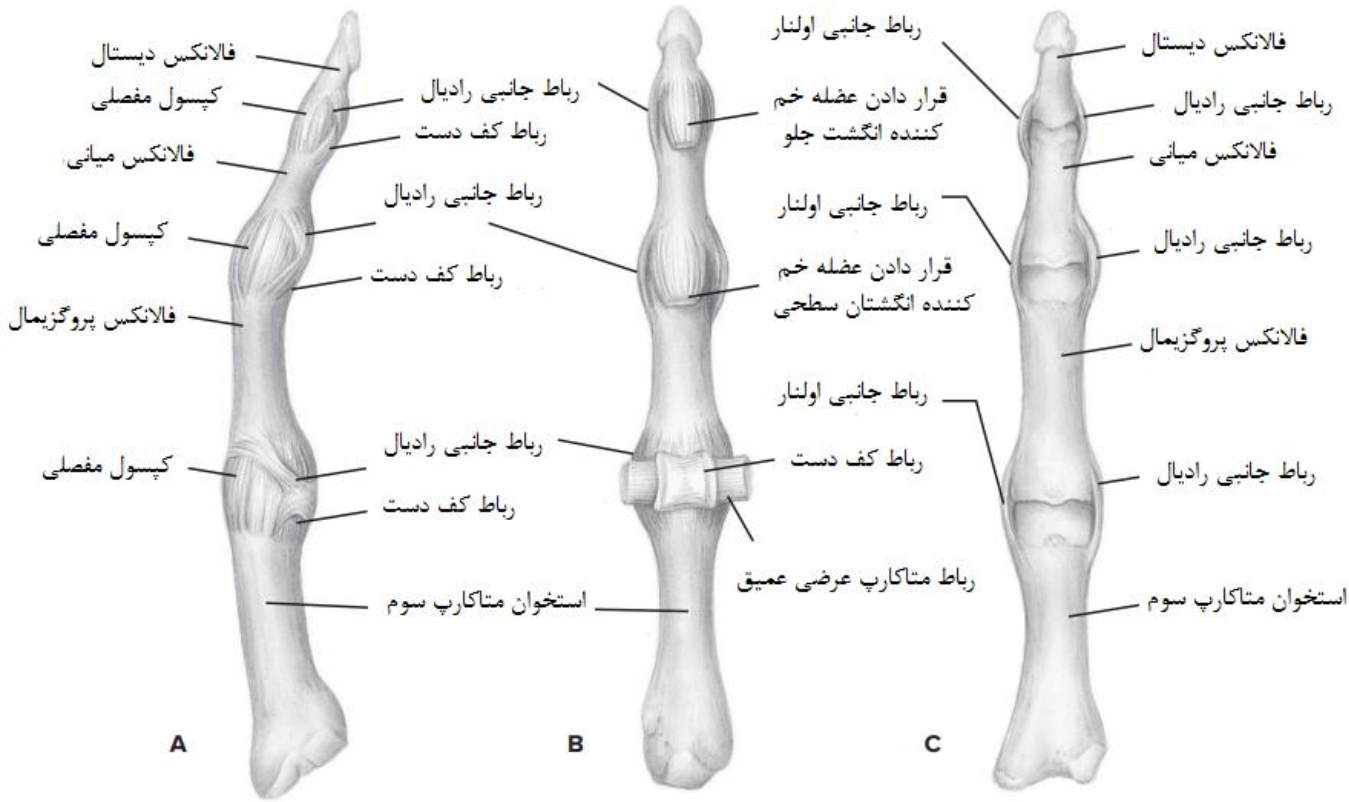

شکل. 7.3 • ROM مچ دست. الف، فلکشن و اکستنشن. فلکشن (فلکسیون کف دست): 0 تا 80 ± درجه. اکستنشن (دورسی فلکشن): 0 تا 70 ± درجه. B، انحراف رادیال و اولنار. انحراف شعاعی 0 تا 20 درجه. انحراف اولنار: 0 تا 30 درجه.




شکل. 7.4 • ROM انگشتان. الف، فلکشن. 1، حرکت را می‌توان بر حسب درجه تخمین زد یا اندازه گیری کرد. 2، حرکت را می‌توان با یک خط کش به صورت فاصله از نوک انگشت تا چین کف دست دیستال (چپ) (اندازه گیری خم شدن مفاصل میانی و دیستال) و تا چین پروگزیمال کف دست (راست) (دیستال را اندازه گیری می‌کند) تخمین زد. مفاصل میانی و پروگزیمال انگشتان)؛ B، تمدید، ابداکشن، و اضافه کردن. 1، اکستنشن و هایپراکستنشن. 2، ابداکشن و اخلال. این حرکات در صفحه کف دست به دور از انگشت بلند یا میانی دست انجام می‌شود. ابداکشن انگشت میانی زمانی اتفاق می‌افتد که به صورت جانبی به سمت انگشت شست حرکت می‌کند و اداکشن زمانی اتفاق می‌افتد که به سمت وسط به سمت انگشت کوچک حرکت کند. گسترش انگشتان را می‌توان از نوک انگشت اشاره تا نوک انگشت کوچک (راست) اندازه گیری کرد. تک تک انگشتان از نوک به نوک انگشتان مشخص شده (چپ) پخش می شوند.




شکل. 7.5 • ROM انگشت شست. الف، ابداکشن. 1، موقعیت شروع صفر: شست کشیده در کنار انگشت اشاره، که در راستای شعاع قرار دارد. ابداکشن زاویه ایجاد شده بین استخوان های متاکارپ شست و انگشت اشاره است. این حرکت ممکن است در دو صفحه انجام شود. 2، ابداکشن شعاعی یا گسترش موازی با صفحه کف دست انجام می‌شود. B، فلکشن. 1، موقعیت شروع صفر: شست باز شده. 2، فلکشن مفصل بین فالانژیال: 0 تا 80 ± درجه. 3، فلکشن مفصل متاکارپوفالانژیال: 0 تا 50± درجه. 4، خم شدن مفصل کارپومتاکارپ: 0 تا 15 ± درجه. ج، حرکت متقابله. موقعیت شروع صفر (در سمت چپ): شست در راستای انگشتان اشاره. تقابل یک حرکت ترکیبی است که از سه عنصر تشکیل شده است: (1) ابداکشن، (2) چرخش و (3) خم شدن. حرکت معمولاً زمانی کامل تلقی می‌شود که نوک انگشت شست نوک انگشت پنجم را لمس کند. برخی قوس تقابل را زمانی کامل می دانند که نوک انگشت شست پایه انگشت پنجم را لمس کند. هر دو روش نشان داده شده است.




شکل. 7.6 • مفاصل متاکارپوفالانژیال و بین فالانژیال انگشت بلند چپ. الف، نمای جانبی؛ B، نمای قدامی (کف دست)؛ ج، نمای پسین.

## حرکات

اعمال رایج مچ دست عبارتند از خم شدن، اکستنشن، ابداکشن و اداکشن (شکل 7.7، A-D). انگشتان فقط می‌توانند خم شوند و امتداد پیدا کنند (شکل 7.7، E و F)، به جز در مفاصل متاکارپوفالانژیال، جایی که ابداکشن و اداکشن (شکل 7.7، G و H) توسط ماهیچه های ذاتی دست کنترل می‌شود. در دست، فالانژ میانی به عنوان نقطه مرجع برای افتراق ابداکشن و اداکشن در نظر گرفته می‌شود. ابداکشن انگشت سبابه و میانی زمانی اتفاق می افتد که آنها به صورت جانبی به سمت شعاعی ساعد حرکت کنند. ابداکشن انگشت حلقه و انگشت کوچک زمانی اتفاق می‌افتد که از سمت داخلی به سمت اولنار دست حرکت کنند. حرکت میانی انگشت سبابه و وسط به سمت اولنار ساعد اداکشن است. اداکشن انگشت حلقه و انگشت کوچک زمانی اتفاق می‌افتد که این انگشتان به صورت جانبی به سمت شعاعی دست حرکت کنند. انگشت شست زمانی که از کف دست دور می‌شود ربوده می‌شود و زمانی که به سمت کف دست متاکارپ دوم حرکت می‌کند، خارج می‌شود. این

حرکات همراه با پروناسیون و سوپیناسیون ساعد، بسیاری از حرکات ظریف و هماهنگ ساعد، مچ و دست را ممکن می سازد.

فلکشن (فلکسیون کف دست): حرکت کف دست و/یا فالانژها به سمت قسمت جلویی یا ولار ساعد

اکستنشن (دورسی فلکشن): حرکت پشت دست و/یا فالانژها به سمت قسمت خلفی یا پشتی ساعد. گاهی اوقات به عنوان هایپراکستنشن نامیده می‌شود.

ابداکشن (انحراف شعاعی، خم شدن شعاعی): حرکت سمت شست دست به سمت جانبی یا سمت شعاعی ساعد. همچنین حرکت انگشتان از انگشت میانی.

اداکشن (انحراف اولنار، خم شدن اولنار): حرکت سمت انگشت کوچک دست به سمت قسمت داخلی یا سمت اولنار ساعد. همچنین، حرکت انگشتان به سمت عقب به سمت انگشت میانی

حرکت متقابله: حرکت انگشت شست در عرض کف دست برای مقابله با یک یا همه فالانژهالف

تغییر موقعیت: حرکت انگشت شست هنگام بازگشت به موقعیت آناتومیک از حرکت متقابله با دست و/یا انگشتان.

شکل. 7.7 • حرکات مچ و دست راست. A، خم شدن مچ دست؛ B، اکستنشن مچ.

## ماهیچه ها (جدول 7.3)

ماهیچه های بیرونی مچ دست و دست را می‌توان بر اساس عملکرد و مکان گروه بندی کرد (جدول 7.3). شش ماهیچه وجود دارد که مچ دست را حرکت می دهد اما برای حرکت دادن انگشتان و شست دست از هم عبور نمی‌کند. سه خم کننده مچ دست در این گروه، از داخلی به جانبی عبارتند از: فلکسور کارپی اولناریس، کف دست بلند و فلکسور کارپی رادیالیس، که منشأ همه آنها در اپی کندیل داخلی استخوان بازو است. اکستانسورهای مچ دست منشأ خود را در اپی کندیل جانبی دارند و شامل، از جانبی به میانی، اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس، اکستانسور کارپی رادیالیس برویس و اکستانسور کارپی اولناریس هستند (شکل های 6.11 و 6.13). این ماهیچه‌ها در تثبیت مچ دست در حالت اکستنشن برای افزایش اثربخشی خم کننده‌های انگشت در گرفتن اهمیت دارند.

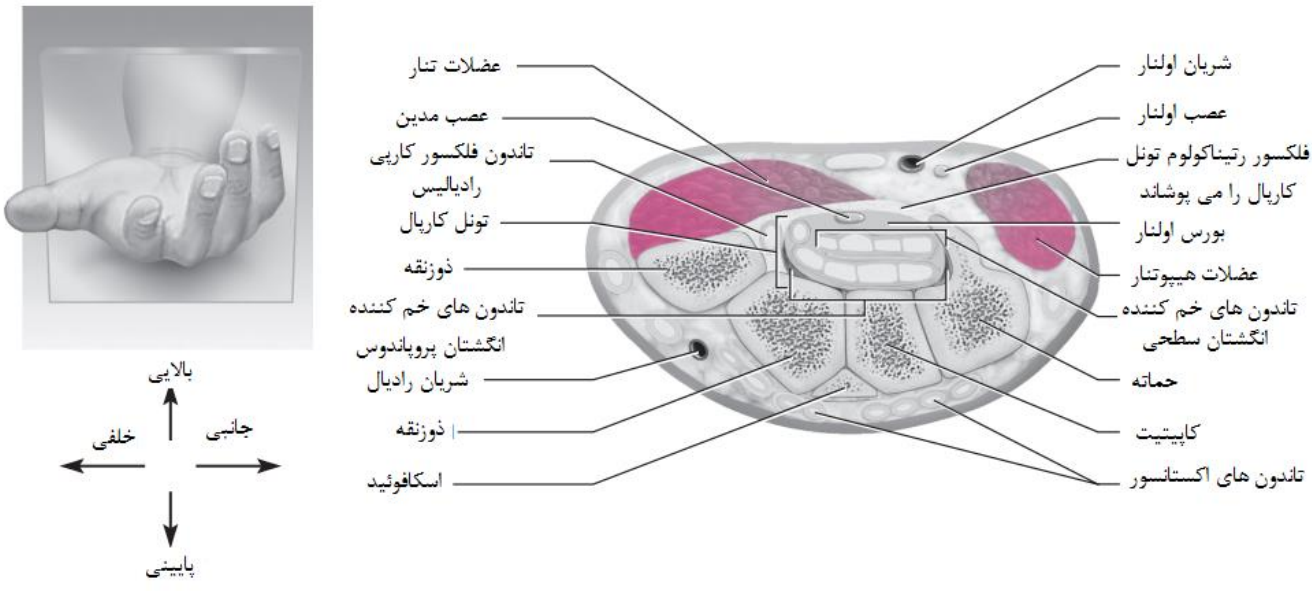
9 عضله دیگر عمدتاً برای حرکت فالانژها عمل می‌کنند، اما در اعمال مفصل مچ دست نیز نقش دارند زیرا از ساعد منشاء می گیرند و از مچ عبور می‌کنند. این ماهیچه ها عموماً در اعمال خود بر روی مچ دست ضعیف تر هستند. خم کننده انگشتان سطحی و فلکسور انگشتان جلو خم کننده انگشت هستند. با این حال، آنها همچنین به خم شدن مچ دست همراه با فلکسور پولیسیس لانگوس، که خم کننده انگشت شست است، کمک می‌کنند. اکستانسور انگشتان، اکستانسور ایندیسیس و اکستانسور انگشتی مینیمی اکستانسور انگشت هستند اما به اکستنسور مچ دست کمک می‌کنند، همراه با اکستانسور پولیسیس بلند و اکستانسور پولیسیس برویس که شست را امتداد می دهند. Abductor pollicis longus انگشت شست را می رباید و به ابداکشن مچ کمک می‌کند.

همه خم‌کننده‌های مچ دست عموماً منشأ خود را از جنبه قدامی میانی ساعد پروگزیمال و اپی کندیل داخلی استخوان بازو منشا می‌گیرند، در حالی که جایگذاری‌های آن‌ها در قسمت قدامی مچ و دست است. تمام تاندون‌های فلکسور به جز فلکسور کارپی اولناریس و پالماریس لانگوس همراه با عصب میانی از تونل کارپال عبور می‌کنند (شکل 7.8). شرایطی که منجر به تورم و التهاب در این ناحیه می‌شود می‌تواند منجر به افزایش فشار در تونل کارپال شود که با عملکرد طبیعی عصب مدیان تداخل می‌کند و منجر به کاهش عملکرد حرکتی و حسی توزیع آن می‌شود. این بیماری که به عنوان سندرم تونل کارپال

شناخته می‌شود، به ویژه با استفاده مکرر از دست و مچ دست در کارهای یدی و کارهای اداری مانند تایپ کردن و کیبورد کردن شایع است. اغلB، تغییرات جزئی در عادات کاری و وضعیت دست و مچ در طول این فعالیت ها می‌تواند پیشگیرانه باشد. علاوه بر این، تمرینات انعطاف پذیری برای مچ دست و خم کننده انگشتان ممکن است مفید باشد.

اکستانسورهای مچ دست عموماً منشأ خود را در قسمت خلفی جانبی ساعد پروگزیمال و اپیکوندیل جانبی هومورال دارند، در حالی که درجهای آن‌ها در قسمت خلفی مچ و دست قرار دارند. تاندون های خم کننده و اکستانسور در دیستال ساعد بلافاصله در نزدیکی مچ دست در قسمت های کف دست و پشتی توسط نوارهای عرضی بافت در جای خود قرار می گیرند. این نوارها که به ترتیب به عنوان خم کننده و اکستانسور رتیناکولوم شناخته می شوند، از زه کشی این تاندون ها در حین خم شدن و اکستنشن جلوگیری می‌کنند.

ابدکتورهای مچ عبارتند از فلکسور کارپی رادیالیس، اکستانسور کارپی رادیالیس بلند، اکستانسور کارپی رادیالیس برویس، ابداکتور پولیسیس بلند، اکستانسور پولیسیس بلند و اکستانسور پولیسیس برویس. این ماهیچه ها معمولاً از مچ دست به صورت قدامی و خلفی جانبی عبور می‌کنند تا در سمت شعاعی دست قرار بگیرند. فلکسور کارپی اولناریس و اکستانسور کارپی اولناریس مچ دست را ادداکت می‌کنند و مفصل مچ را به صورت آنترومدیال و خلفی مدیال عبور می دهند تا در سمت اولنار دست وارد شوند.



شکل. 7.8 • برش عرضی مچ دست راست، به گونه‌ای که از انتهای دیستال ساعد راست فرد که کف دست به سمت شما کشیده شده است، مشاهده می‌شود. توجه داشته باشید که چگونه تاندون‌های فلکسور و عصب مدیان در یک فضای تنگ بین استخوان‌های کارپ و رتیناکولوم خم‌کننده محبوس شده‌اند.

ماهیچه های ذاتی دست (به جدول 7.3 و شکل 7.26 مراجعه کنید) منشأ و اتصال روی استخوان های دست دارند. دسته بندی ماهیچه های درونی به سه گروه بر اساس موقعیت مکانی برای درک و یادگیری این عضلات مفید است. در سمت شعاعی چهار عضله انگشت شست قرار دارند - عضله مخالف پولیسیس، ابدکتور پولیسیس برویس، فلکسور پولیسیس برویس و عضله ادکتور. در سمت اولنار سه عضله انگشت کوچک وجود دارد - عضله مخالف انگشت کوچک، ابدکتور انگشت کوچک و خم کننده انگشت کوچک. در بقیه دست 11 عضله وجود دارد که می‌توان آنها را به عنوان 4 ماهیچه کمری، 3 بین استخوانی کف دست و 4 بین استخوانی پشتی دسته بندی کرد.

## ماهیچه های مچ دست و دست – مکان

آنترومدیال در آرنج و ساعد و قدامی در دست (شکل 7.9، A-C)

در درجه اول خم شدن مچ دست

فلکسور کارپی رادیالیس

فلکسور کارپی اولناریس

پالماریس لونگوس

در درجه اول خم شدن مچ دست و فالانژیال

فلکسور انگشتان سطحی

خم کننده انگشتان جلو

فلکسور پولیسیس بلند

خلفی جانبی در آرنج و ساعد و خلفی در دست (شکل 7.9، D)

در درجه اول اکستنشن مچ دست

اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس

اکستانسور کارپی رادیالیس برویس

اکستانسور کارپی اولناریس

در درجه اول اکستنشن مچ دست و فالانژیال

بازکننده انگشتان

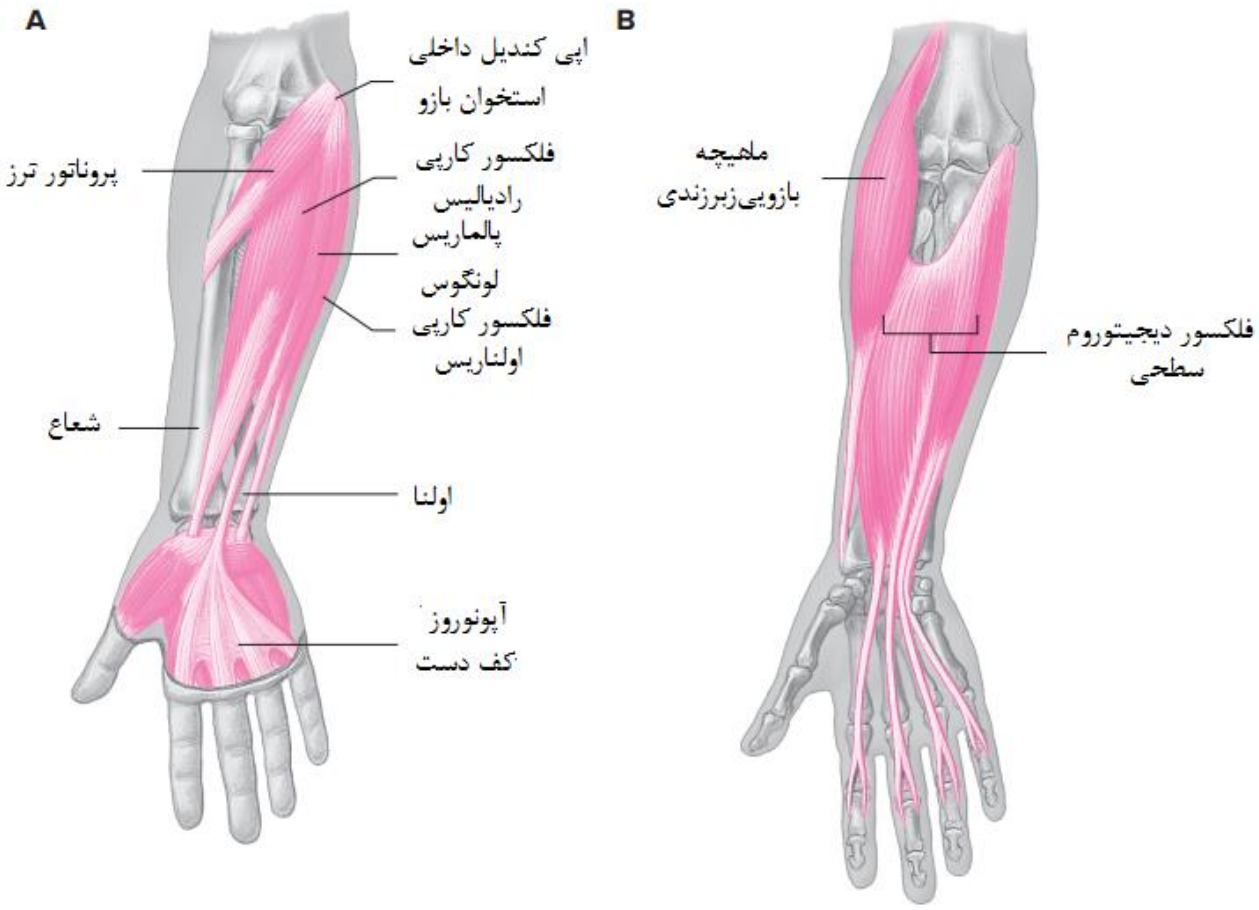
اکستانسور اندیسیس

بازکننده انگشت کوچک دست

اکستانسور پولیسیس بلند

Extensor Pollicis brevis

ابدکتور پولیسیس بلند




شکل. 7.9 • عضلات ساعد راست. الف، نمای قدامی ساعد (سطحی). عضله بازویی‌زبرزندی برداشته می‌شود. B، نمای قدامی ساعد (عمیقتر از A). ماهیچه‌های پروناتور ترز، فلکسور کارپی رادیالیس و اولناریس و ماهیچه‌های کف دست بلند می‌شوند. ج، نمای قدامی ساعد (عمیقتر از A یا B). عضلات براکیورادیالیس، پروناتور ترز، فلکسور کارپی رادیالیس و اولناریس، کف دست بلند و خم کننده انگشتان سطحی برداشته می شوند. D، عضلات عمقی ساعد خلفی، با عضلات بازکننده انگشتان، گشاد کننده انگشتان کوچک، و عضلات بازکننده کارپی اولناریس برش داده شده تا عضلات عمیق‌تر را آشکار کنند.

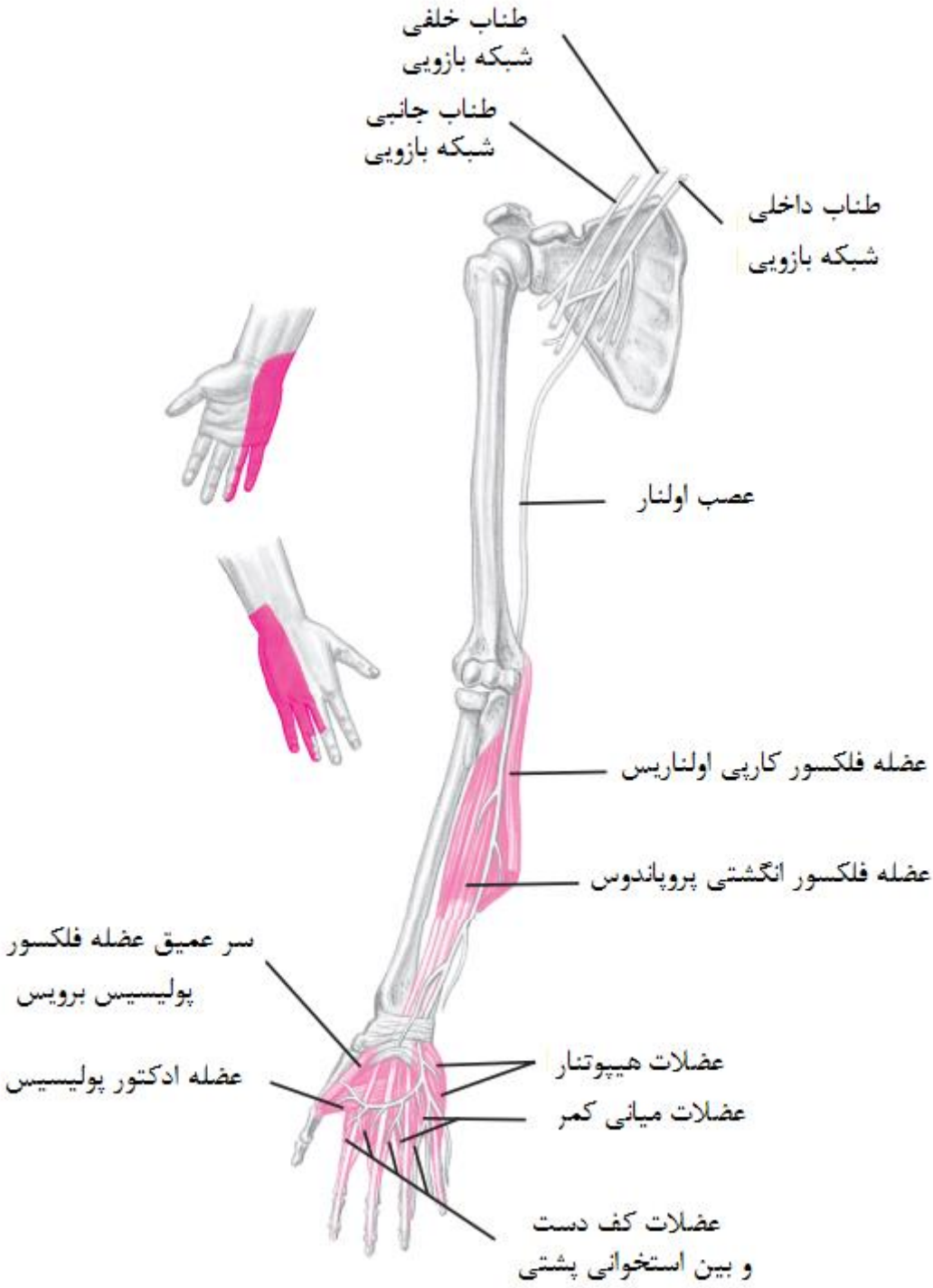
## اعصاب

همانطور که در شکل نشان داده شده است، عضلات مچ دست و دست همگی از اعصاب رادیال، میانی و اولنار شبکه بازویی عصب دهی می شوند. 6.15، 6.16 و 7.10. عصب شعاعی که از C6، C7 و C8 سرچشمه می گیرد، عصب دهی را برای اکستنسور کارپی رادیالیس برویس و اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس فراهم می‌کند. سپس منشعب می‌شود و به عصب

بین استخوانی خلفی تبدیل می‌شود که اکستانسور کارپی اولناریس، گشاد کننده انگشتان، گشاد کننده انگشتان کوچک، ابدکتور پوللیسیس بلند، اکستانسور پولیسیس بلند، اکستانسور پولیسیس برویس و بازکننده اندیسیس را تامین می‌کند. عصب میانی که از C6، C7، C8 و T1 ایجاد می‌شود، فلکسور کارپی رادیالیس، کف دست بلند و فلکسور انگشتی سطحی را عصب دهی می‌کند. سپس منشعب می‌شود و به عصب بین استخوانی قدامی تبدیل می‌شود، که فلکسور انگشتی را برای انگشتان سبابه و بلند و همچنین فلکسور پولیسیس لانگوس را عصب دهی می‌کند. در مورد ماهیچه های درونی دست، عصب میانی عصب ابدکتور پولیسیس برویس، فلکسور پولیسیس برویس (سر سطحی)، مخالف پولیسیس و کمر اول و دوم را عصب می‌کند. عصب اولنار که از C8 و T1 منشعب می‌شود، فلکسور انگشتی را برای انگشتان چهارم و پنجم و فلکسور کارپی اولناریس را تامین می‌کند. علاوه بر این، ماهیچه های ذاتی باقی مانده دست (سر عمقی فلکسور پولیسیس برویس، ادکتور پولیسیس، بین استخوانی کف دست، بین استخوانی پشتی، کمری سوم و چهارم، مخالف انگشتان کوچک، ابدکتور انگشتی کوچک و خم کننده انگشتان کوچک) را عصب دهی می‌کند. احساس سمت اولنار دست، نیمه اولنار انگشت حلقه و کل انگشت کوچک توسط عصب اولنار ایجاد می‌شود. از بین تمام اعصاب اندام فوقانی، عصب اولنار بیشتر آسیب می بیند. اکثر مردم به "استخوان بامزه" خود ضربه زده اند و احساس سوزن سوزن شدن دردناکی را در سمت اولنار ساعد و انگشتان چهارم و پنجم خود تجربه کرده اند. این در واقع کوفتگی عصب اولنار در آرنج داخلی است. معمولاً نسبتاً سریع فروکش می‌کند، اما کوفتگی‌های مزمن یا فشار روی این ناحیه ممکن است منجر به حساسیت بیش از حد این عصب شود و آن را راحت‌تر تحریک کند. علاوه بر این، ورزشکاران پرتاب کننده ممکن است دچار آسیب کششی به این عصب با فشار داخلی وارد شده بر روی آرنج در هنگام پرتاب یا همراه با رگ به رگ شدن رباط جانبی اولنار شوند. عصب اولنار همچنین ممکن است در اثر سابلاکس شدن یا خارج شدن از شیار خود ملتهب شود، به خصوص در موارد مزمن. یکی دیگر از عوامل بالقوه در آسیب شناسی عصب اولنار، آنکونئوس اپی تروکلریس است (نباید با آنکونئوس اشتباه گرفته شود). این یک عضله جانبی است که تقریباً در 28 درصد آرنج ها یافت می‌شود. منشأ آن در اپی کندیل داخلی است و تونل کوبیتال را روی عصب اولنار می‌گذراند تا روی اولکرانون داخلی وارد شود. وجود آن ممکن است به فشار اضافی روی عصب اولنار کمک کند و

ممکن است یکی از چندین عامل مؤثر در سندرم تونل کوبیتال باشد که شامل التهاب عصب اولنار (معمولاً مزمن) است.

شکل 7.11 را برای فهرست کامل عصبات عضلانی مچ دست و دست ببینید.



شکل. 7.10 • توزیع عضلانی و پوستی عصب اولنار، اندام فوقانی راست

**عضله فلکسور کارپی رادیالیس** (شکل. 7.12)

## ریشه

اپیکوندیل داخلی استخوان بازو

## اتصال

قاعده متاکارپ دوم و سوم قدامی (سطح کف دست)

## عمل

خم شدن مچ دست

ابداکشن مچ دست

خم شدن ضعیف آرنج

پرونیشن ضعیف ساعد

## لمس کردن

سطح قدامی دیستال ساعد و مچ دست، کمی جانبی، در راستای متاکارپ دوم و سوم با خم شدن و ابداکشن مقاوم

## عصب دهی

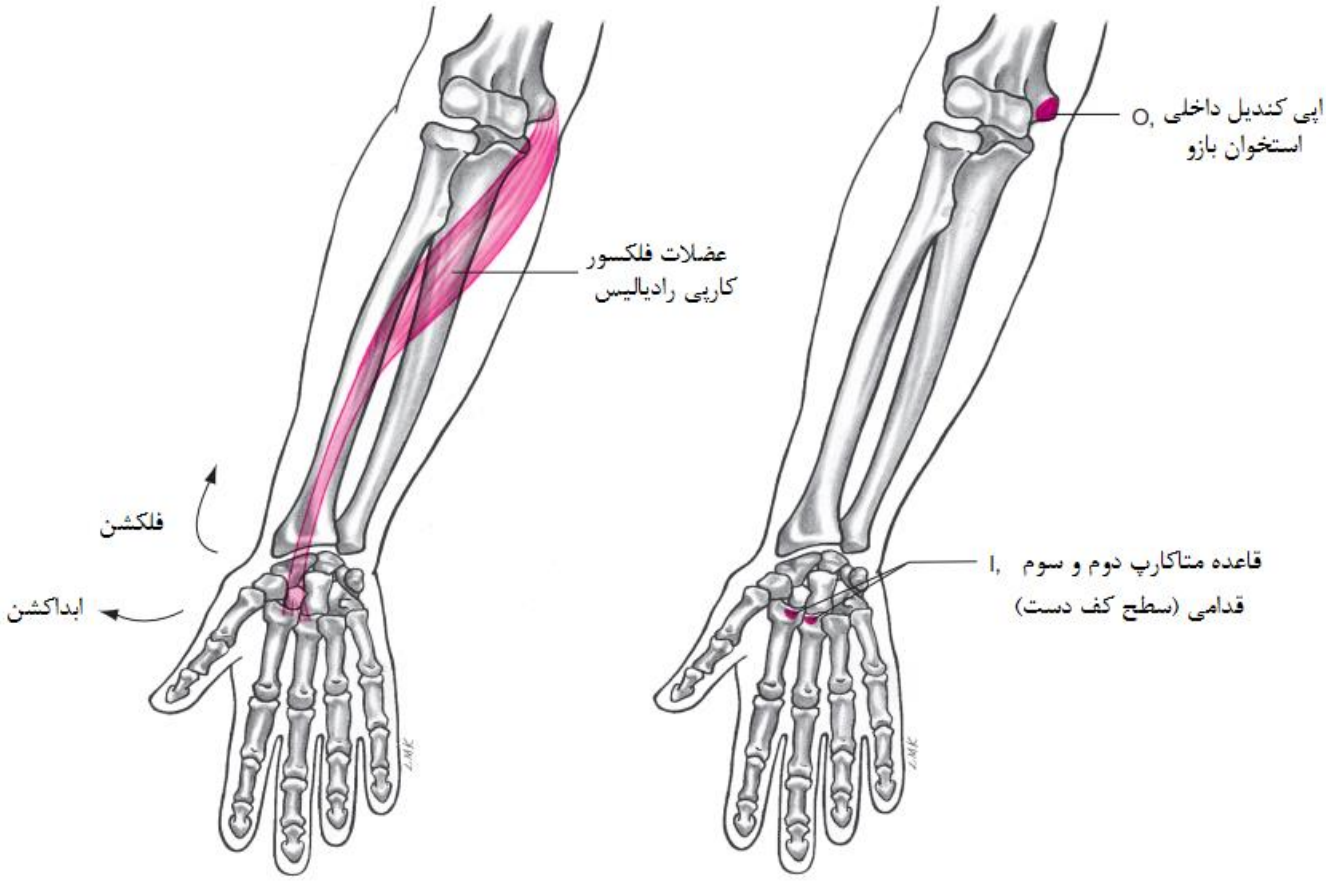
عصب مدین (C6, C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

خم کننده کارپی رادیالیس، فلکسور کارپی اولناریس و کف دست بلندترین خم کننده های مچ دست هستند. آنها در طول هر فعالیتی که نیاز به پیچ‌شدن مچ یا تثبیت مچ در برابر مقاومت دارد، به‌ویژه اگر ساعد در حالت خوابیده قرار گرفته باشد، وارد عمل می‌شوند.

فلکسور کارپی رادیالیس ممکن است با انجام فر کردن مچ دست در برابر مقاومت دستی ایجاد شود. این ممکن است زمانی انجام شود که ساعد پشت بازو توسط یک میز پشتیبانی شود و دست و مچ روی لبه آویزان باشد تا دامنه حرکتی کامل را فراهم کند. سپس مچ دست کشیده شده خم می‌شود یا خم می‌شود تا این عضله تقویت شود. برای تمرینات رایج تر برای عضلات خم کننده کارپی رادیالیس و سایر عضلات در این فصل به پیوست 2 مراجعه کنید.

برای کشش فلکسور کارپی رادیالیس، آرنج باید به طور کامل با ساعد به سمت بالا کشیده شود، در حالی که یک شریک به طور غیر فعال مچ را دراز کرده و اضافه می‌کند.



شکل. 7.12 • راست، عضله فلکسور کارپی رادیالیس، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله پالماریس لونگوس** (شکل. 7.13)

## ریشه

اپیکوندیل داخلی استخوان بازو

## اتصال

آپونوروز کف دست متاکارپ دوم، سوم، چهارم و پنجم

## عمل

خم شدن مچ دست

خم شدن ضعیف آرنج

## لمس کردن

پالماریس لونگوس در یکی یا هر دو ساعد در برخی افراد وجود ندارد. قسمت جلویی و مرکزی ساعد قدامی فقط در نزدیکی مچ قرار دارد، به خصوص با خم شدن خفیف مچ دست و حرکت متقابله شست با انگشت پنجم. این تقابل باعث می‌شود تاندون در صورت وجود به راحتی قابل مشاهده باشد.

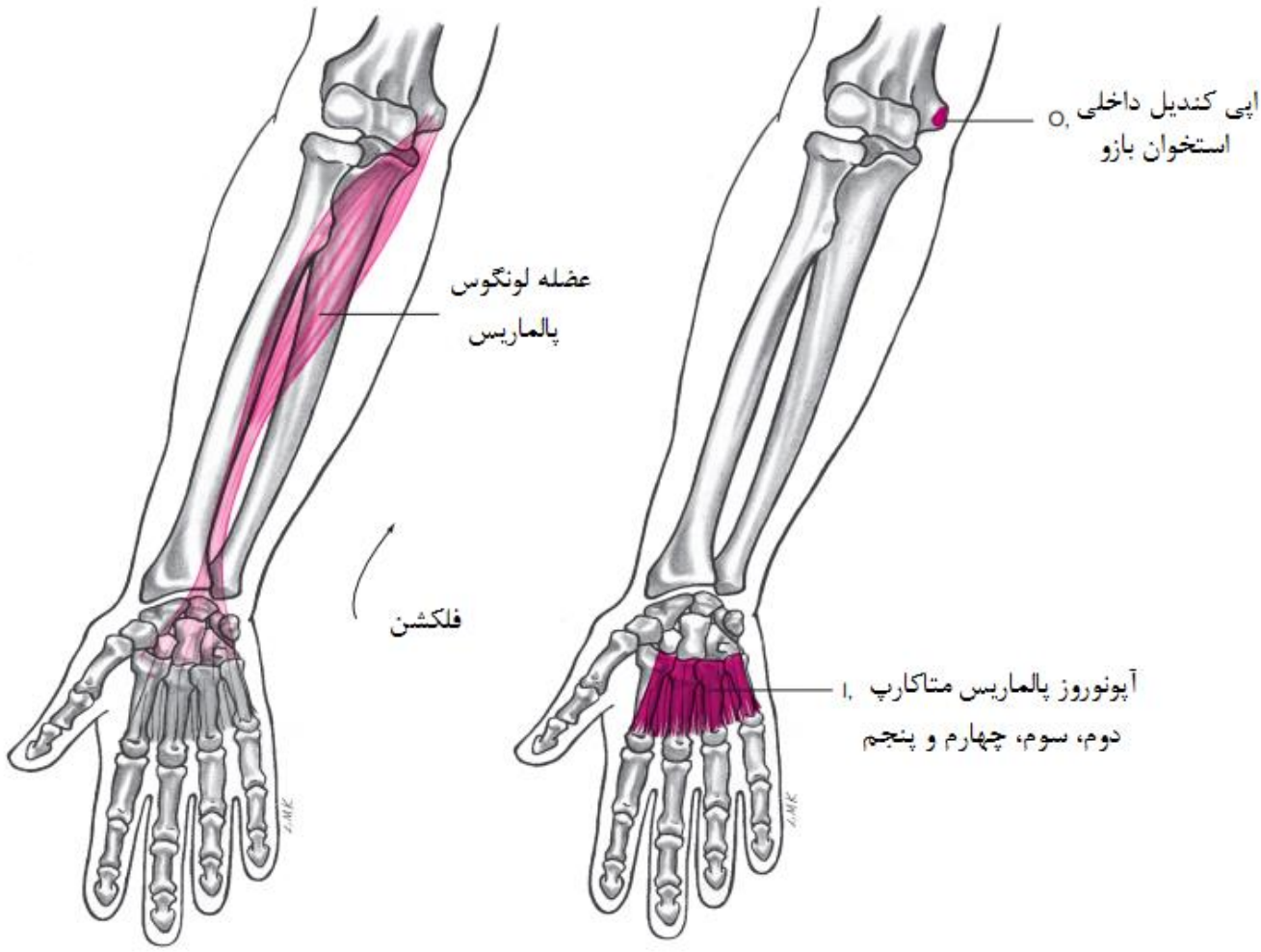
## عصب دهی

عصب مدین (C6, C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

بر خلاف فلکسور کارپی رادیالیس و فلکسور کارپی اولناریس که نه تنها خم کننده مچ هستند، بلکه به ترتیب ابدکتور و اددکتور نیز هستند، کف دست به دلیل موقعیت مرکزی آن در قدامی ساعد و مچ دست تنها در خم شدن مچ دست از موقعیت آناتومیکی دخالت دارد. با این حال، می‌تواند به ابداکشن مچ دست از یک موقعیت فوق‌العاده به حالت خنثی کمک کند، و به بازگرداندن مچ از وضعیت بسیار ربوده شده به حالت خنثی کمک کند. همچنین ممکن است به دلیل قرار گرفتن کمی جانبی آن در رابطه با منشاء آن روی اپی کندیل داخلی، کمی در پرونیشن ساعد کمک کند. همچنین ممکن است با هر نوع فعالیت پیچش مچ دست تقویت شود، مانند مواردی که برای عضله فلکسور کارپی رادیالیس توضیح داده شد.

حداکثر اکستنشن آرنج و مچ کف دست را کش می دهد.




شکل. 7.13 • عضله بلند کف دست راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله فلکسور کارپی اولناریس** (شکل. 7.14)

## ریشه

اپیکوندیل داخلی استخوان بازو

قسمت خلفی اولنا پروگزیمال

## اتصال

پیزیفرم، همات و قاعده متاکارپ پنجم (سطح کف دست)

## عمل

خم شدن مچ دست

اداکشن مچ دست، همراه با عضله اکستانسور کارپی اولناریس

خم شدن ضعیف آرنج

## لمس کردن

سطح آنترومدیال ساعد، چند اینچ زیر اپی کندیل داخلی استخوان بازو تا نزدیک به مچ دست، با خمش/اداکشن مقاوم

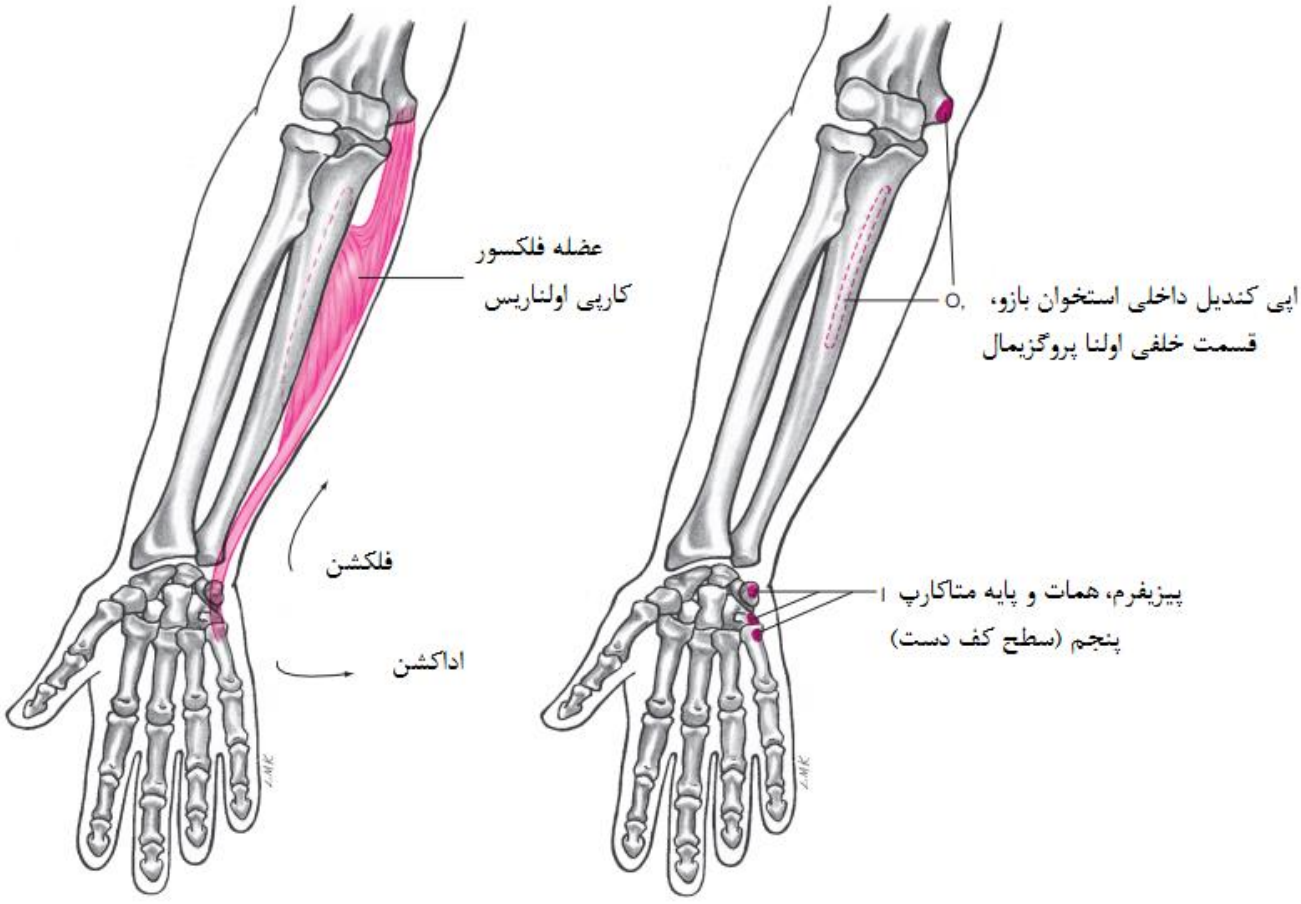
## عصب دهی

عصب اولنار (C8, T1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

فلکسور کارپی اولناریس در فعالیت های خم شدن یا پیچش مچ دست بسیار مهم است. علاوه بر این، یکی از دو ماهیچه ای است که در اداکشن مچ دست یا فلکشن اولنار دخیل هستند. ممکن است با هر نوع فعالیت پیچش مچ دست در برابر مقاومت، مانند مواردی که برای عضله فلکسور کارپی رادیالیس توضیح داده شده است، تقویت شود.

برای کشش فلکسور کارپی اولناریس، آرنج باید به طور کامل کشیده شود و ساعد در حالت خوابیده باشد، در حالی که یک شریک به طور غیرفعال مچ را کشیده و می‌رباید.




شکل. 7.14 • عضله اولناریس فلکسور کارپی راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله اکستانسور کارپی اولناریس (شکل. 7.15)

### ریشه

اپیکوندیل جانبی استخوان بازو

دو چهارم وسط مرز خلفی استخوان اولنا

## اتصال

قاعده متاکارپ پنجم (سطح پشتی)

## عمل

اکستنشن مچ دست

اداکشن مچ دست همراه با عضله فلکسور کارپی اولناریس

اکستنشن ضعیف آرنج

## لمس کردن

درست در طرف پروسه استیلوئید اولنار و عبور از مچ خلفی داخلی، به ویژه با اکستنشن/اداکشن مچ دست

## عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6-C8)

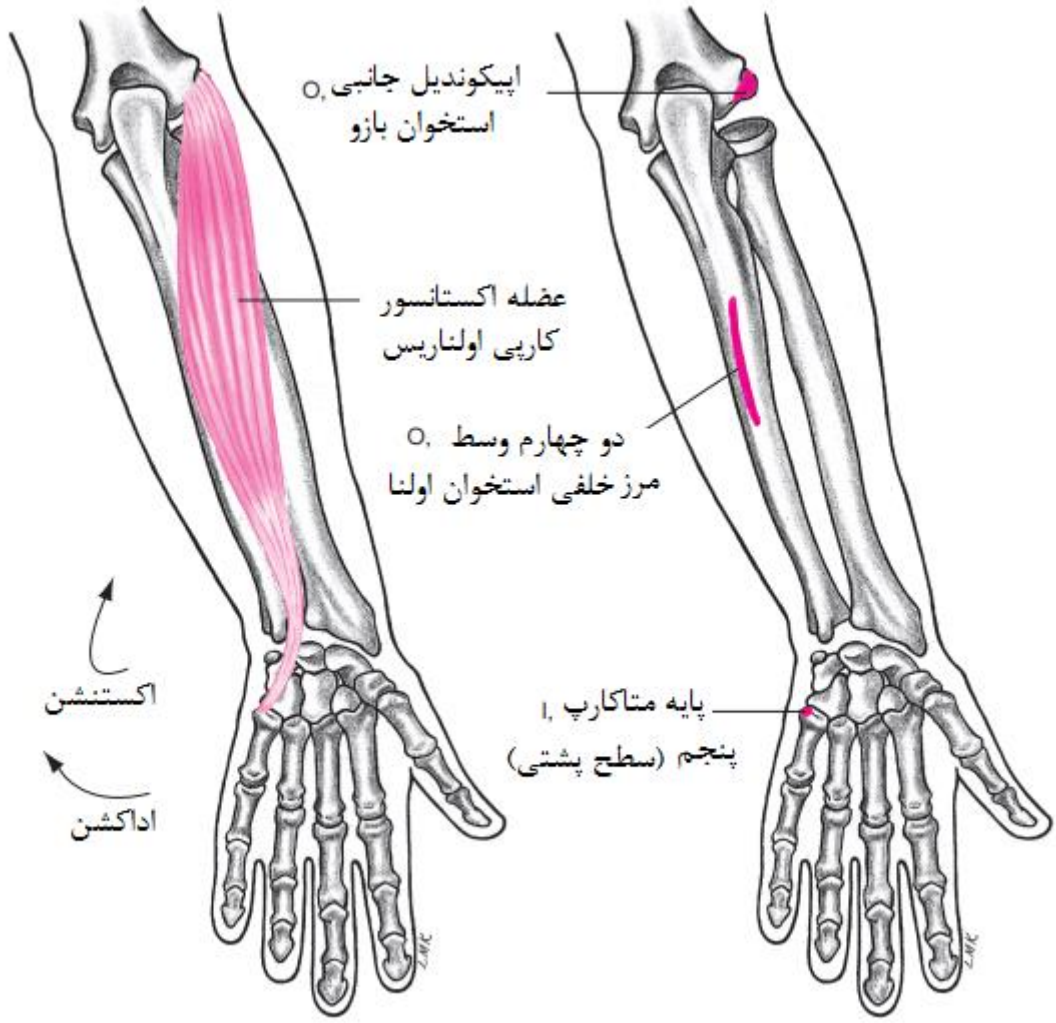
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله اکستانسور کارپی اولناریس علاوه بر اینکه یک اکستانسور قوی مچ است، تنها عضله ای است که به جز عضله فلکسور کارپی اولناریس در اداکشن مچ یا انحراف اولنار دخیل است. اکستانسور کارپی اولناریس، بازکننده کارپی رادیالیس برویس و بازکننده کارپی رادیالیس بلند قوی‌ترین بازکننده‌های مچ دست هستند. این ماهیچه‌ها به عنوان آنتاگونیست با عملکرد

خم شدن مچ دست خم کننده‌های انگشت عمل می‌کنند تا به آن‌ها اجازه می‌دهند در گرفتن کارکرد مؤثرتری داشته باشند. هر فعالیتی که نیاز به کشش مچ یا تثبیت مچ در برابر مقاومت داشته باشد، به ویژه اگر ساعد پرون شده باشد، به شدت به قدرت این عضلات بستگی دارد. آنها اغلب با بک هند در ورزش های راکت وارد بازی می شوند.

اکستانسور کارپی اولناریس ممکن است با انجام اکستنشن مچ دست در برابر مقاومت دستی ایجاد شود. این کار ممکن است با حمایت ساعد پرانتزی شده توسط یک میز با دست آویزان از لبه انجام شود تا دامنه حرکتی کامل را فراهم کند. سپس مچ دست از حالت کاملاً خمیده به حالت کاملاً کشیده در برابر مقاومت حرکت می‌کند.

کشش اکستانسور کارپی اولناریس مستلزم آن است که آرنج در حالی که مچ دست به صورت غیرفعال خم شده و کمی ربوده شده باشد، بازو باز شود.




شکل. 7.15 • عضله اولناریس اکستانسور کارپی راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## **عضله اکستانسور کارپی رادیالیس برویس**(شکل. 7.16)

### ریشه

اپیکوندیل جانبی استخوان بازو

### اتصال

قاعده متاکارپ سوم (سطح پشتی)

### عمل

اکستنشن مچ دست

ابداکشن مچ دست

خم شدن ضعیف آرنج

### لمس کردن

سمت پشتی ساعد و تشخیص آن از اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس و بازکننده انگشتان دشوار است.

درست در نزدیکی قسمت پشتی مچ دست و تقریباً 1 سانتی متر در وسط فرآیند استیلوئید رادیال، تاندون ممکن است در حین اکستنشن احساس شود و تا قاعده متاکارپ سوم، به ویژه در هنگام مشت کردن، ردیابی شود. به صورت پروگزیمال و خلفی، فقط در قسمت داخلی براکیورادیالیس.

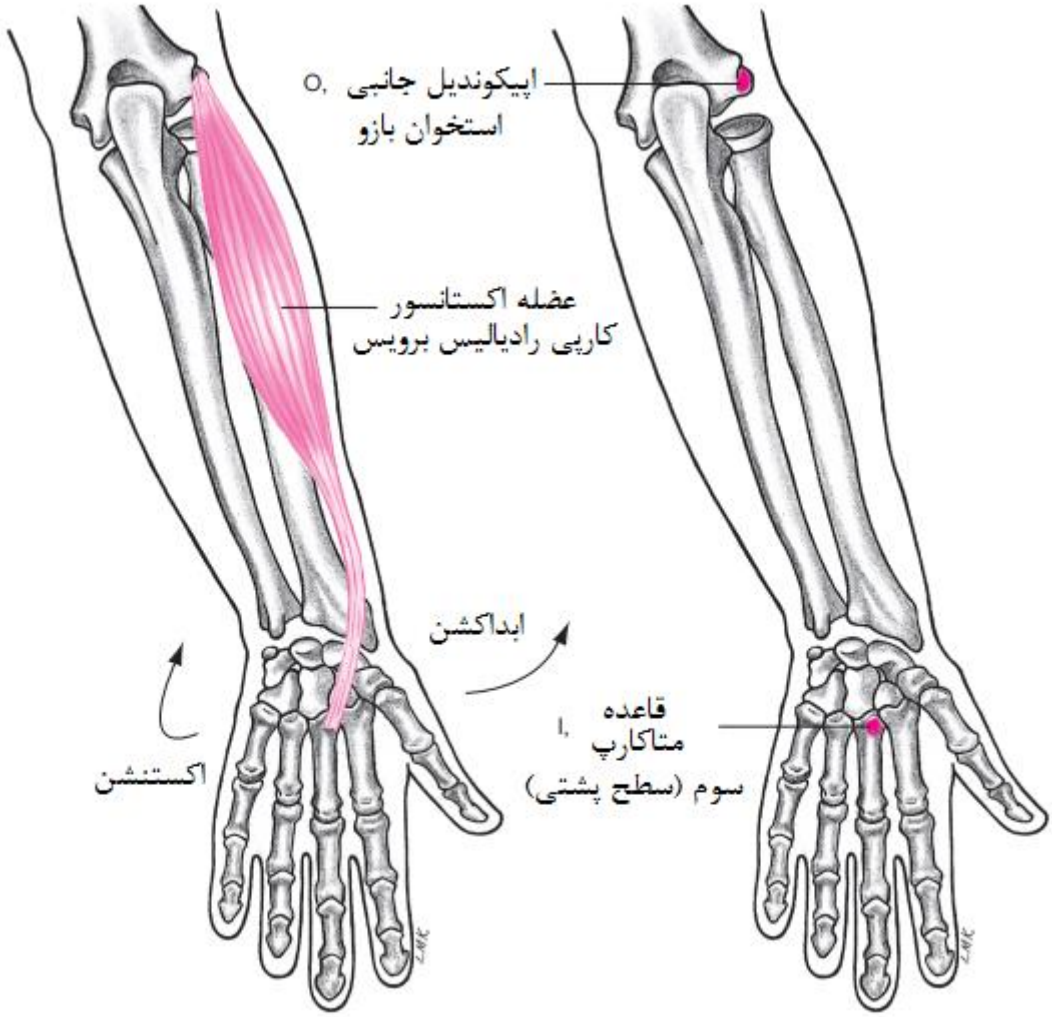
### عصب دهی

عصب رادیال (C6، C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

اکستانسور کارپی رادیالیس برویس در هر فعالیت ورزشی که نیاز به کشش قوی مچ دست دارد، مانند گلف یا تنیس، مهم است. تمرینات اکستنشن مچ دست، مانند آنهایی که برای اکستانسور کارپی اولناریس توضیح داده شد، برای رشد عضله مناسب هستند.

کشش اکستانسور کارپی رادیالیس برویس و لانگوس مستلزم این است که آرنج با ساعد پرون شده کشیده شود در حالی که مچ به صورت غیرفعال خم شده و کمی اددااکشن شده است.




شکل. 7.16 • عضله اکستانسور کارپی رادیالیس برویس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس (شکل. 7.17)

### ریشه

یک سوم انتهایی برآمدگی فوق کندیل جانبی استخوان بازو و اپی کندیل جانبی استخوان بازو

### اتصال

قاعده متاکارپ دوم (سطح پشتی)

### عمل

اکستنشن مچ دست

ابداکشن مچ دست

خم شدن ضعیف آرنج

پروناسیون ضعیف به خنثی از وضعیت کاملاً خوابیده

### لمس کردن

درست در نزدیکی قسمت پشتی مچ دست و تقریباً 1 سانتی‌متر در وسط فرآیند استیلوئید رادیال، تاندون ممکن است در حین اکستنشن احساس شود و تا قاعده متاکارپ دوم، به‌ویژه هنگام مشت کردن، ردیابی شود. به صورت پروگزیمال و خلفی، فقط در قسمت داخلی براکیورادیالیس

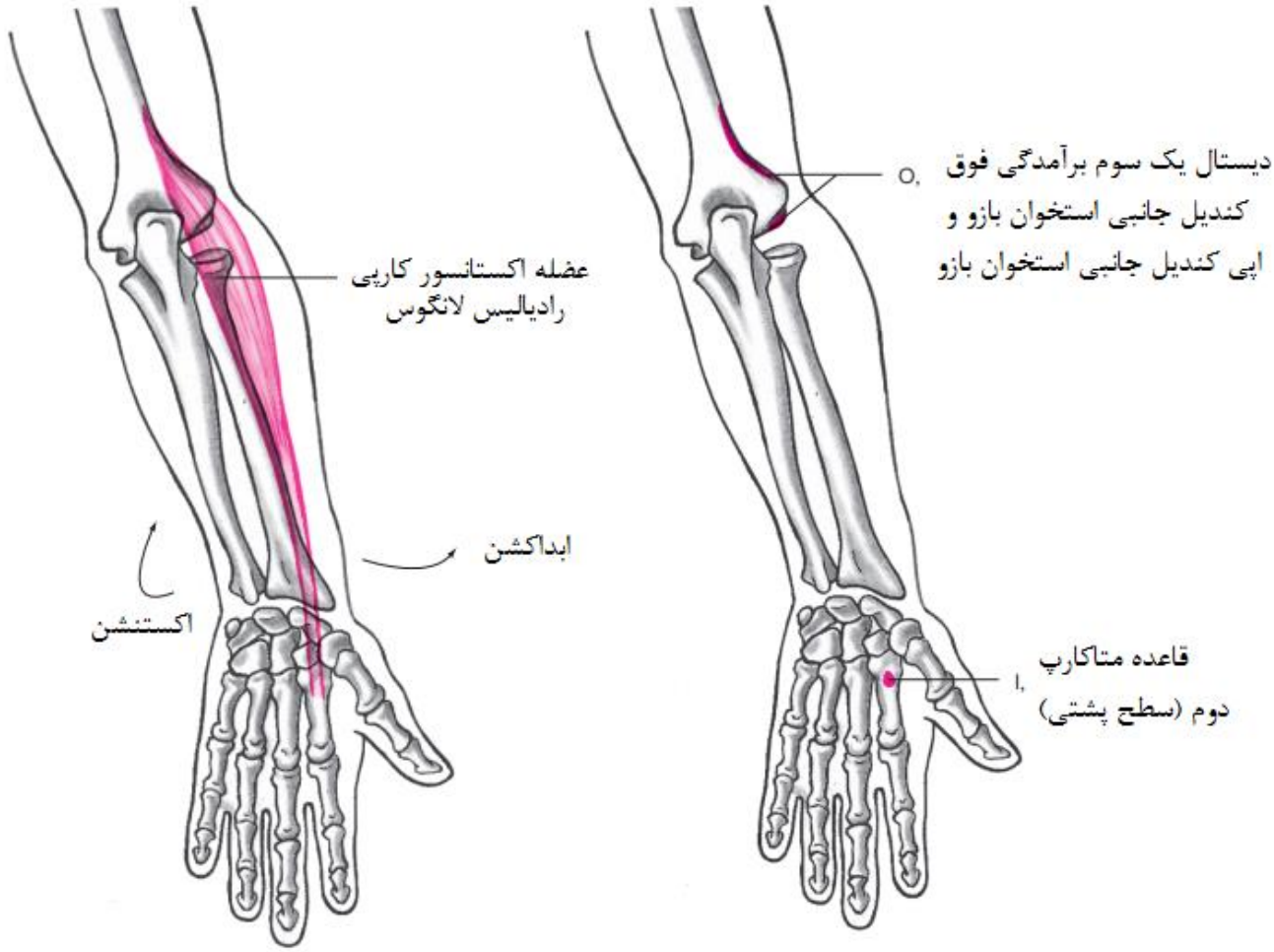
### عصب دهی

عصب رادیال (C6، C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

اکستانسور کارپی رادیالیس لونگوس، مانند اکستانسور کارپی رادیالیس برویس، در هر فعالیت ورزشی که نیاز به کشش قدرتمند مچ دارد، مهم است. علاوه بر این، هر دو عضله در ابداکشن مچ دست نقش دارند. اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس ممکن است با همان تمرینات اکستنشن مچ دست ایجاد شود که برای عضله اکستانسور کارپی اولناریس توضیح داده شد.

اکستانسور کارپی رادیالیس لونگوس به همان روشی که اکستانسور کارپی رادیالیس برویس کشیده می‌شود.




شکل. 7.17 • عضله اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## **عضله فلکسور انگشتان سطحی** (شکل. 7.18)

### ریشه

اپیکوندیل داخلی استخوان بازو

سر اولنار: فرآیند کورونوئید داخلی

سر شعاعی: دو سوم بالای مرز قدامی شعاع درست دیستال از توبروزیته شعاعی

### اتصال

هر تاندون شکافته می‌شود و به دو طرف فالانکس میانی چهار انگشت (سطح کف دست) می چسبد.

### عمل

خم شدن انگشتان در مفاصل متاکارپوفالانژیال و پروگزیمال اینترفالانژیال

خم شدن مچ دست

خم شدن ضعیف آرنج

### لمس کردن

در ناحیه افسرده بین تاندون‌های کف دستی بلند و فلکسور کارپی اولناریس، به‌ویژه زمانی که مشت می‌زنید، اما قسمت بین‌فالانژیال دیستال را کشیده و کمی در برابر خمیدگی مچ مقاومت می‌کند. همچنین در قسمت قدامی میانی ساعد در طی همان فعالیت

## عصب دهی

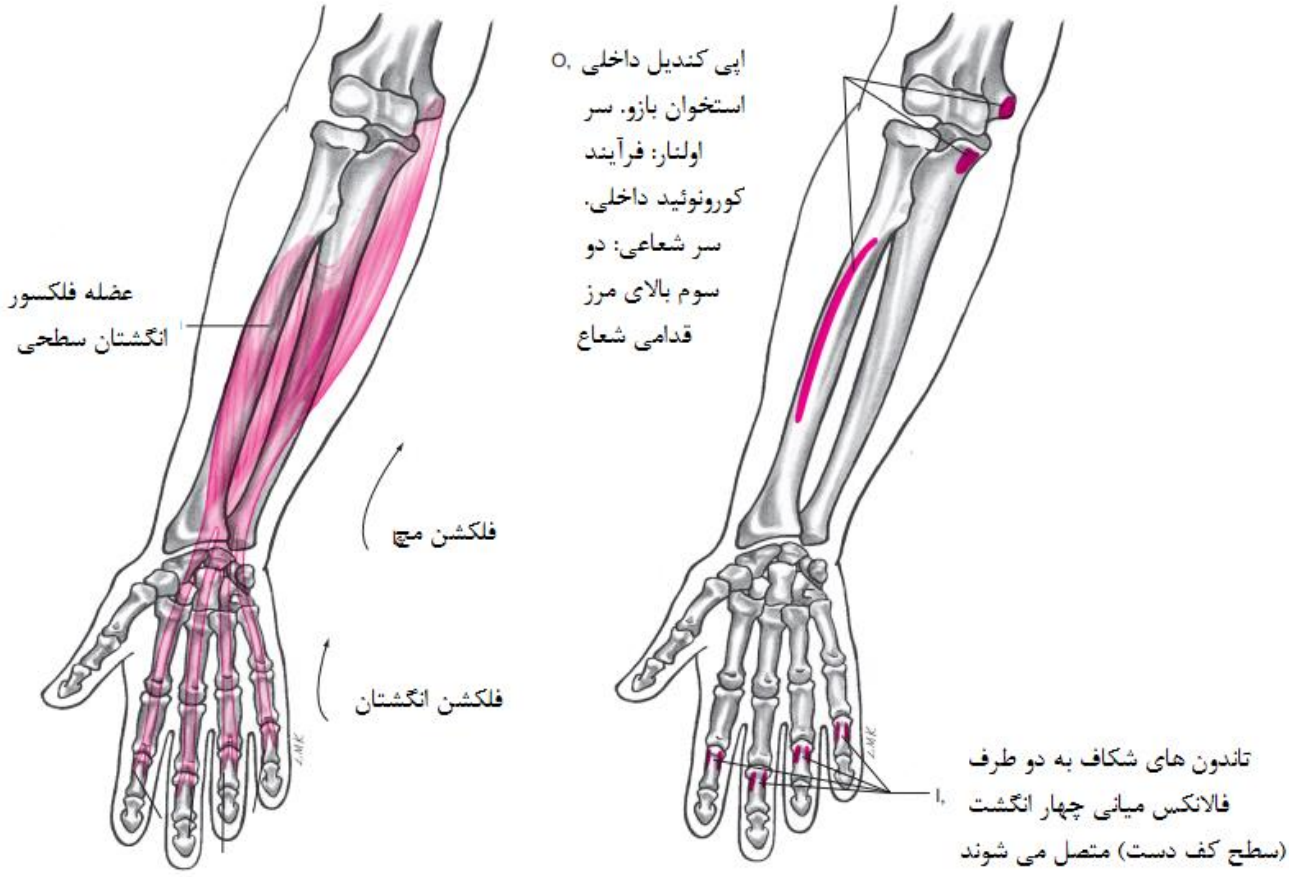
عصب مدین (C7، C8، T1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله خم کننده انگشتان سطحی، همچنین به عنوان خم کننده انگشت سابلیمیس شناخته می‌شود، به چهار تاندون در قسمت کف مچ دست و دست تقسیم می‌شود تا در هر یک از چهار انگشت وارد شود. خم کننده انگشتان سطحی و خم کننده انگشت جلویی تنها ماهیچه هایی هستند که در خم شدن هر چهار انگشت نقش دارند. هر دوی این ماهیچه‌ها در هر نوع فعالیت گرفتن حیاتی هستند.

فشار دادن یک توپ لاستیکی اسفنجی در کف دست، همراه با سایر فعالیت های گرفتن و فشردن، می‌تواند برای رشد این عضلات استفاده شود.

خم کننده انگشت سطحی با امتداد غیرفعال آرنج، مچ دست، مفاصل متاکارپوفالانژیال و پروگزیمال اینترفالانژیال در حالی که ساعد را در حالت خوابیدن کامل نگه می دارد، کشیده می‌شود.




شکل. 7.18 • عضله خم کننده انگشت سطحی راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله فلکسور انگشتی پروپاندوس (شکل. 7.19)

### ریشه

پروگزیمال سه چهارم اولنا قدامی و داخلی

### اتصال

پایه فالانکس های انتهایی چهار انگشت

## عمل

خم شدن چهار انگشت در مفاصل متاکارپوفالانژیال، پروگزیمال اینترفالانژیال و دیستال اینترفالانژیال

خم شدن مچ دست

## لمس کردن

تشخیص دشوار است، تا عمق خم کننده انگشتان سطحی، اما در قسمت قدامی وسط ساعد در حالی که مفاصل بین فالانژیال دیستال را خم می‌کند و مفاصل بین فالانژیال پروگزیمال را در حالت اکستنشن نگه می دارد. بر روی سطح کف مفاصل متاکارپوفالانژیال دوم، سوم، چهارم و پنجم در حین خم شدن انگشت در برابر مقاومت.

## عصب دهی

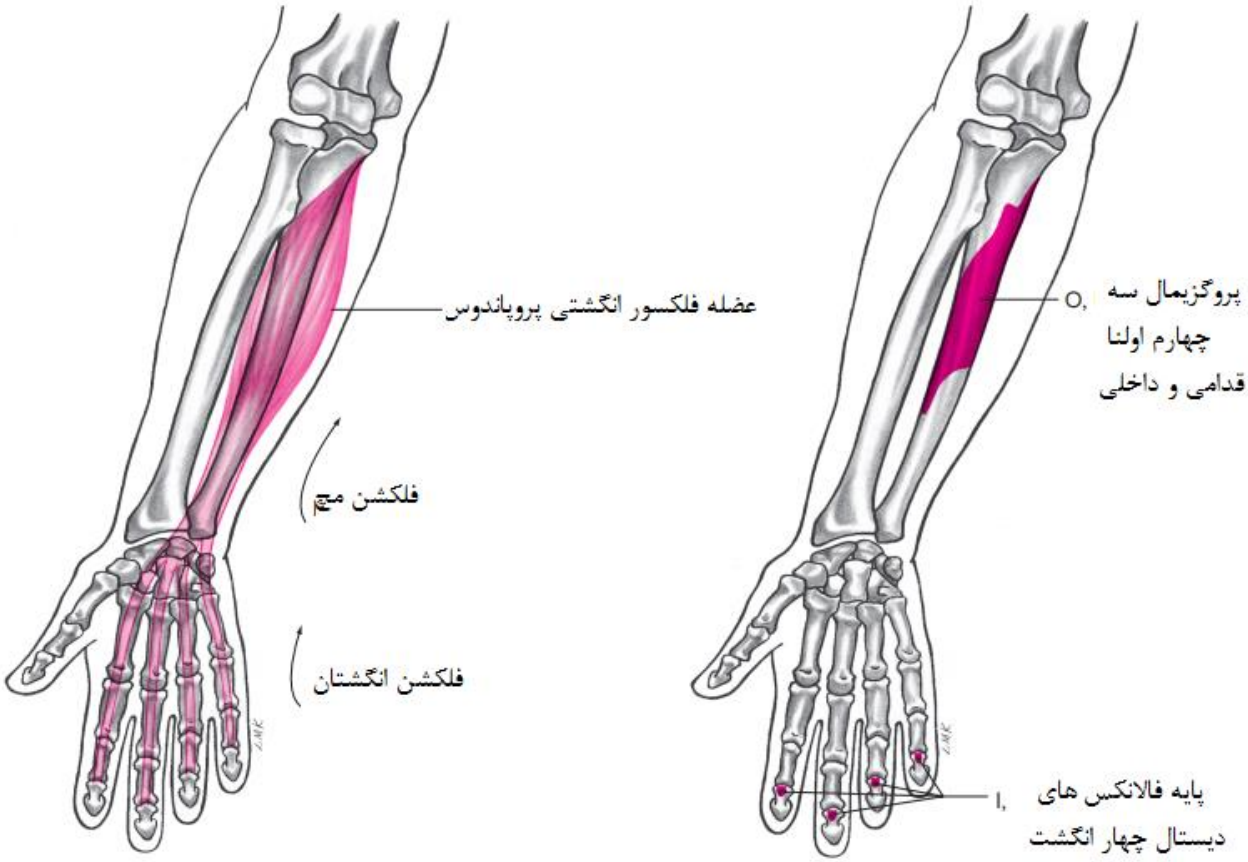
عصب مدیان، شاخه بین استخوانی قدامی (C8، T1) به انگشت دوم و سوم. عصب اولنار (C8, T1) به انگشتان چهارم و پنجم.

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هر دو عضله خم کننده انگشت جلویی و عضله خم کننده انگشت سطحی به دلیل ارتباط کف دست با مچ دست به خم شدن مچ کمک می‌کنند. فلکسور انگشتان پروپاندوس در هر نوع فعالیتی مانند گرفتن راکت یا بالا رفتن از طناب استفاده می‌شود. این تنها عضله ای است که مفاصل DIP انگشت را خم می‌کند و اختلال در تاندون در محل قرارگیری آن یا نزدیکی آن به عنوان انگشت جرسی یا ژاکت شناخته می‌شود و باید طی حدود یک هفته با جراحی درمان شود.

عضله خم کننده انگشت پروپاندوس ممکن است از طریق این فعالیت ها توسعه یابد، علاوه بر تمرینات تقویتی که برای عضله خم کننده انگشتان سطحی توضیح داده شده است.

فلکسور انگشتی پروپاندوس به طور مشابه خم کننده انگشت سطحی کشیده می‌شود، با این تفاوت که مفاصل بین فالانژیال دیستال باید علاوه بر مچ دست، مفاصل متاکارپوفالانژیال و پروگزیمال اینترفالانژیال به طور غیر فعال کشیده شوند و در عین حال ساعد را در حالت خوابیدن کامل نگه دارید.




شکل. 7.19 • عضله خم کننده انگشت راست راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله فلکسور پولیسیس لونگوس (شکل. 7.20)

### ریشه

سطح قدامی میانی رادیوس و مرز میانی قدامی استخوان زند فقط دیستال از روند کورونوئید. گاهی اوقات یک سر کوچک روی اپی کندیل داخلی استخوان بازو قرار دارد

### اتصال

قاعده فالانکس دیستال انگشت شست (سطح کف دست)

### عمل

خم شدن مفاصل کارپومتاکارپال، متاکارپوفالانژیال و بین فالانژیال انگشت شست

خم شدن مچ دست

ابداکشن مچ دست

### لمس کردن

سطح قدامی انگشت شست روی فالانکس پروگزیمال، و فقط در طرف کف دست بلند و میانی خم کننده کارپی رادیالیس در قدامی دیستال ساعد، به ویژه در هنگام خم شدن فعال مفصل بین فالانژیال شست.

### عصب دهی

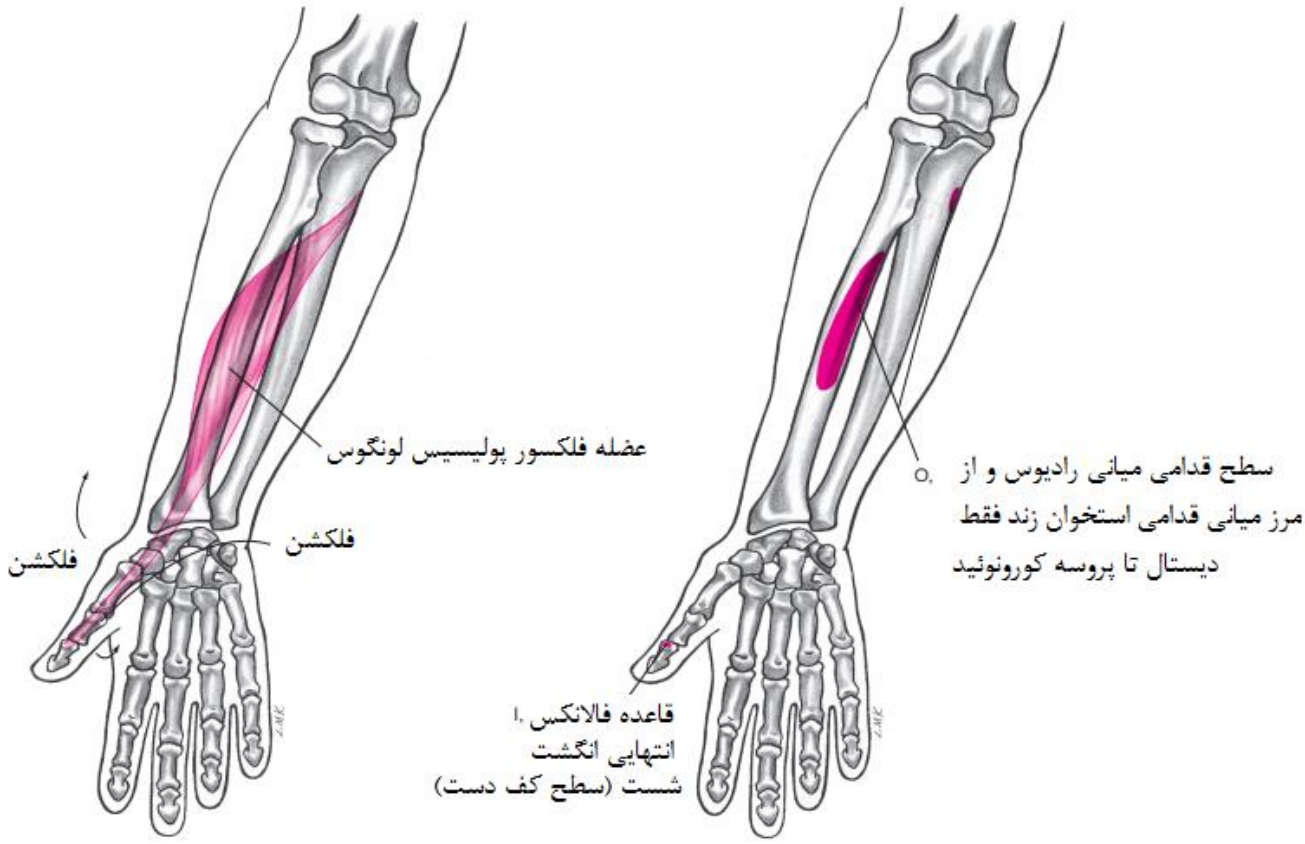
عصب مدین، شاخه بین استخوانی قدامی (C8، T1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد اصلی عضله فلکسور پولیسیس لونگوس خم شدن انگشت شست است که در فعالیت های گرفتن و گرفتن دست حیاتی است. به دلیل ارتباط کف دست با مچ دست، در خم شدن مچ دست کمک می‌کند.

ممکن است با فشار دادن یک توپ لاستیکی اسفنجی به دست با انگشت شست و بسیاری از فعالیت های دیگر در دست گرفتن یا فشار دادن تقویت شود.

فلکسور پولیسیس لانگوس با بازکردن غیرفعال تمام انگشت شست و در عین حال حفظ حداکثر اکستنشن مچ دست کشیده می‌شود.




شکل. 7.20 • عضله فلکسور پولیسیس لانگوس راست، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله بازکننده انگشتان (شکل. 7.21)

### ریشه

اپیکوندیل جانبی استخوان بازو

### اتصال

چهار تاندون به پایه فالانکس میانی و دیستال چهار انگشت (سطح پشتی)

### عمل

گسترش فالانژهای دوم، سوم، چهارم و پنجم در مفاصل متاکارپوفالانژیال

اکستنشن مچ دست

اکستنشن ضعیف آرنج

### لمس کردن

در حالی که هر چهار انگشت کشیده شده، در سطح خلفی ساعد دیستال بلافاصله در میانی تاندون اکستانسور پولیسیس لانگوس و جانبی اکستانسور کارپی اولناریس و اکستانسور انگشتی کوچک، سپس به چهار تاندون مجزا تقسیم می‌شود که در قسمت پشتی دست قرار دارند. مفاصل متاکارپوفالانژیال

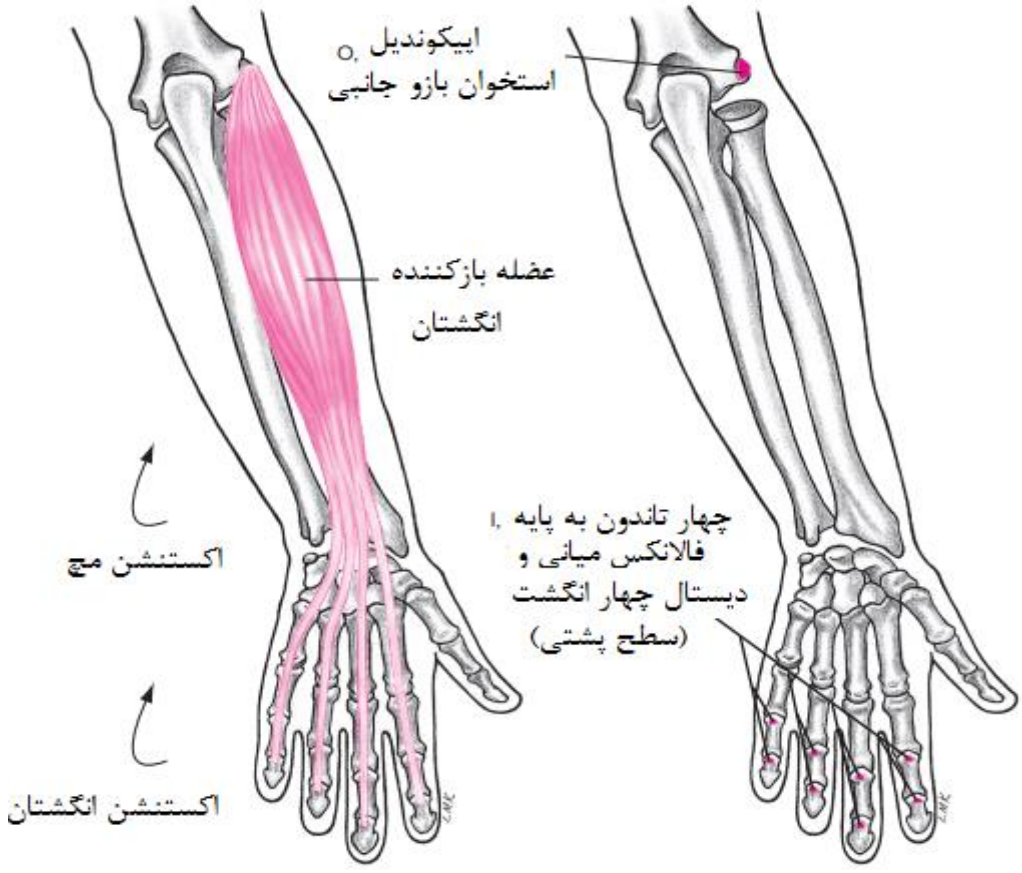
### عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6-C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

گشاد کننده انگشتان، که به عنوان گشاد کننده انگشتان دست نیز شناخته می‌شود، تنها ماهیچه ای است که در کشش هر چهار انگشت نقش دارد. این عضله به چهار تاندون در پشت مچ دست تقسیم می‌شود تا در هر یک از انگشتان قرار گیرد. همچنین به حرکات اکستنشن مچ کمک می‌کند. ممکن است با اعمال مقاومت دستی در قسمت پشتی انگشتان خم شده و سپس باز کردن کامل انگشتان ایجاد شود. هنگامی که این تمرین با مچ در حالت خم شدن انجام می‌شود، بار کاری روی بازکننده انگشتان را افزایش می دهد.

برای کشش اکستانسور انگشتان، انگشتان باید در مفاصل متاکارپوفالانژیال، پروگزیمال اینترفالانژیال و دیستال اینترفالانژیال در حالی که مچ کاملاً خم شده است، خمیده شوند.




شکل. 7.21 • عضله بازکننده انگشت راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله کشنده اندیسیس** (شکل. 7.22)

## ریشه

بین وسط و دیستال یک سوم استخوان اولنا خلفی

پایه اتصال فالانکس میانی و دیستال فالانژ دوم (سطح پشتی)

## عمل

کشیده شدن انگشت اشاره در مفصل متاکارپوفالانژیال

اکستنشن ضعیف مچ دست

سوپیناسیون ضعیف ساعد از وضعیت پرون شده

## لمس کردن

با ساعد پرون شده در قسمت خلفی دیستال ساعد و سطح پشتی دست فقط در وسط تاندون بازکننده انگشت اشاره با امتداد انگشتان اشاره و خم شدن انگشتان سوم، چهارم و پنجم.

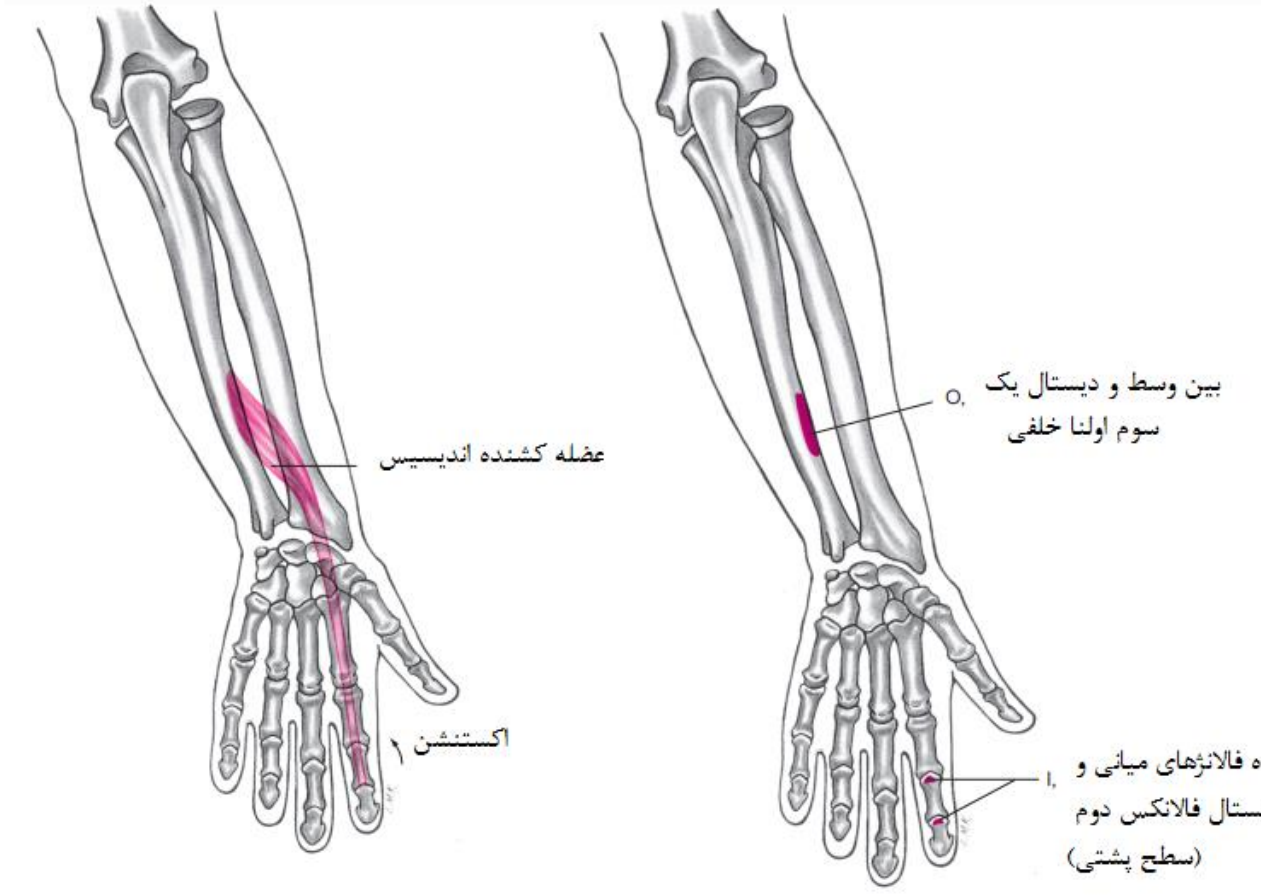
## عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6-C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله اکستانسور ایندیسیس عضله اشاره گر است. یعنی مسئول دراز کردن انگشت اشاره است، به خصوص زمانی که انگشتان دیگر خم می شوند. همچنین کمک ضعیفی به کشش مچ دست می دهد و ممکن است از طریق تمرینات مشابه با تمریناتی که برای بازکننده انگشتان توضیح داده شده است، ایجاد شود.

ایندیسیس اکستانسور با وارد کردن غیرفعال انگشت اشاره به سمت حداکثر خمش در مفاصل متاکارپوفالانژیال، پروگزیمال بین فالانژیال و بین فالانژیال دیستال در حالی که مچ به طور کامل خم می‌شود، کشیده می‌شود.




شکل. 7.22 • عضله اکستانسور ایندیسیس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله کشنده انگشتان کوچک (شکل. 7.23)

## ریشه

اپیکوندیل جانبی استخوان بازو

## اتصال

قاعده فالانکس میانی و دیستال فالانژ پنجم (سطح پشتی)

## عمل

کشیده شدن انگشت کوچک در مفصل متاکارپوفالانژیال

اکستنشن ضعیف مچ دست

اکستنشن ضعیف آرنج

## لمس کردن

عبور از قسمت پشتی مفصل رادیوولنار دیستال، به ویژه با خم شدن آرام انگشتان دیگر و امتداد و شل شدن متناوب انگشت پنجم. سطح پشتی ساعد بلافاصله در قسمت میانی اکستانسور انگشتی و جانبی به بیرون کننده کارپی اولناریس

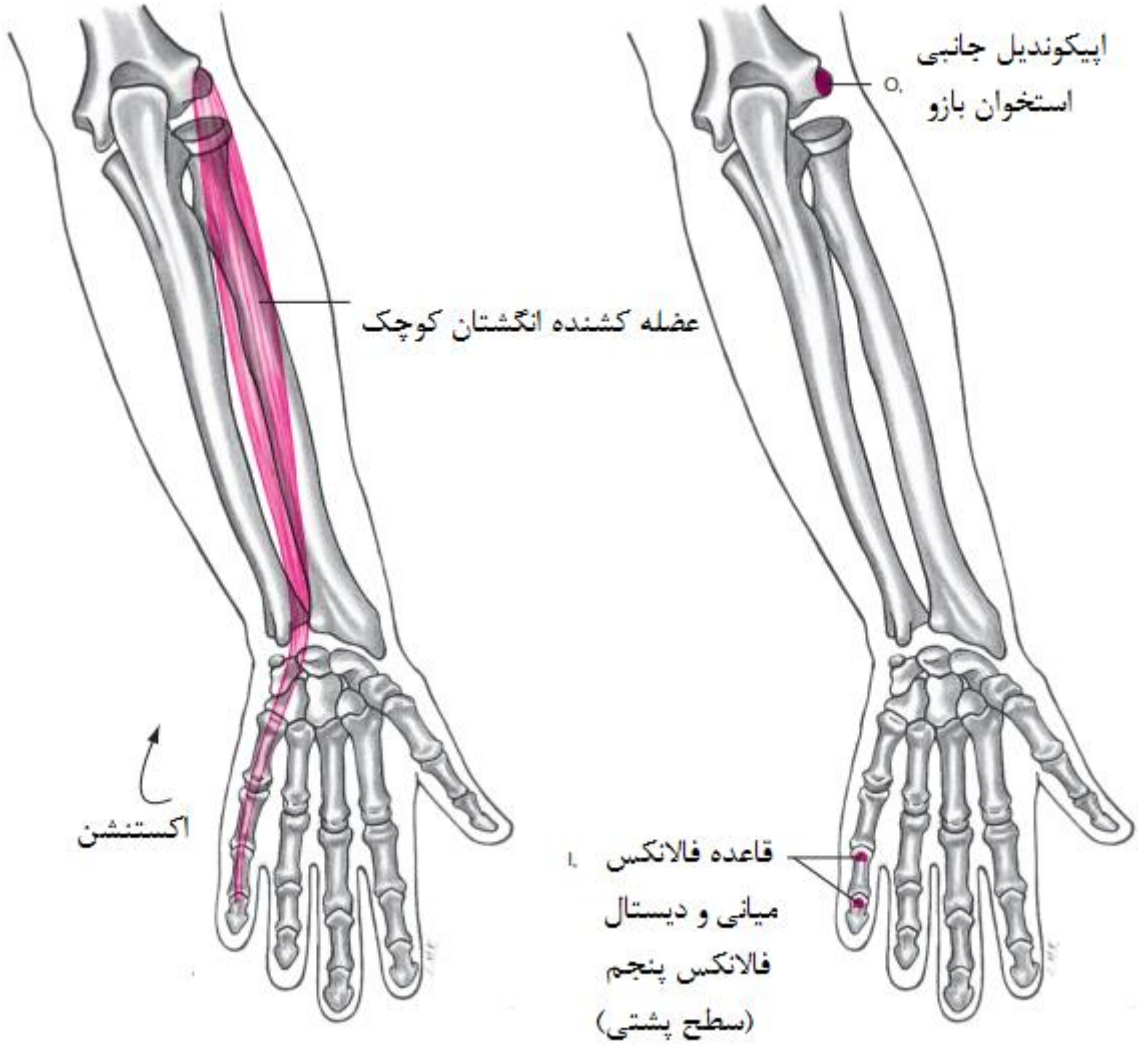
## عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6-C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

وظیفه اصلی عضله بازکننده انگشت کوچک کمک به گشاد کننده انگشت در باز کردن انگشت کوچک است. به دلیل ارتباط پشتی آن با مچ دست، کمک ضعیفی در اکستنشن مچ نیز ارائه می‌کند. با همان تمریناتی که برای گشاد کننده انگشتان توضیح داده شد تقویت می‌شود.

اکستانسور انگشت کوچک با وارد کردن غیرفعال انگشت کوچک به سمت حداکثر خمش در مفاصل متاکارپوفالانژیال، پروگزیمال اینترفالانژیال و بین فالانژیال دیستال در حالی که مچ و آرنج به طور کامل خم می‌شود، کشیده می‌شود.



شکل. 7.23 • عضله کوچک بازکننده انگشتان راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله اکستنسور پولیسیس لونگوس** (شکل. 7.24)

## ریشه

سطح جانبی خلفی اولنا میانی تحتانی

## اتصال

قاعده فالانکس دیستال انگشت شست (سطح پشتی)

## عمل

کشیده شدن انگشت شست در مفاصل کارپو متاکارپ، متاکارپوفالانژیال و بین فالانژیال

اکستنشن مچ دست

ابداکشن مچ دست

سوپیناسیون ضعیف ساعد از وضعیت پرون شده

## لمس کردن

قسمت پشتی دست تا قرار دادن آن روی قاعده فالانکس دیستال. همچنین در سطح خلفی ساعد تحتانی بین شعاع و اولنا درست نزدیک به اکستانسور اندیسیس و میانی به اکستانسور پولیسیس برویس و ابدکتور پولیسیس لانگوس با ساعد پرون شده و انگشتان در خم شدن آرام در حالی که به طور فعال انگشت شست را باز می‌کند.

## عصب دهی

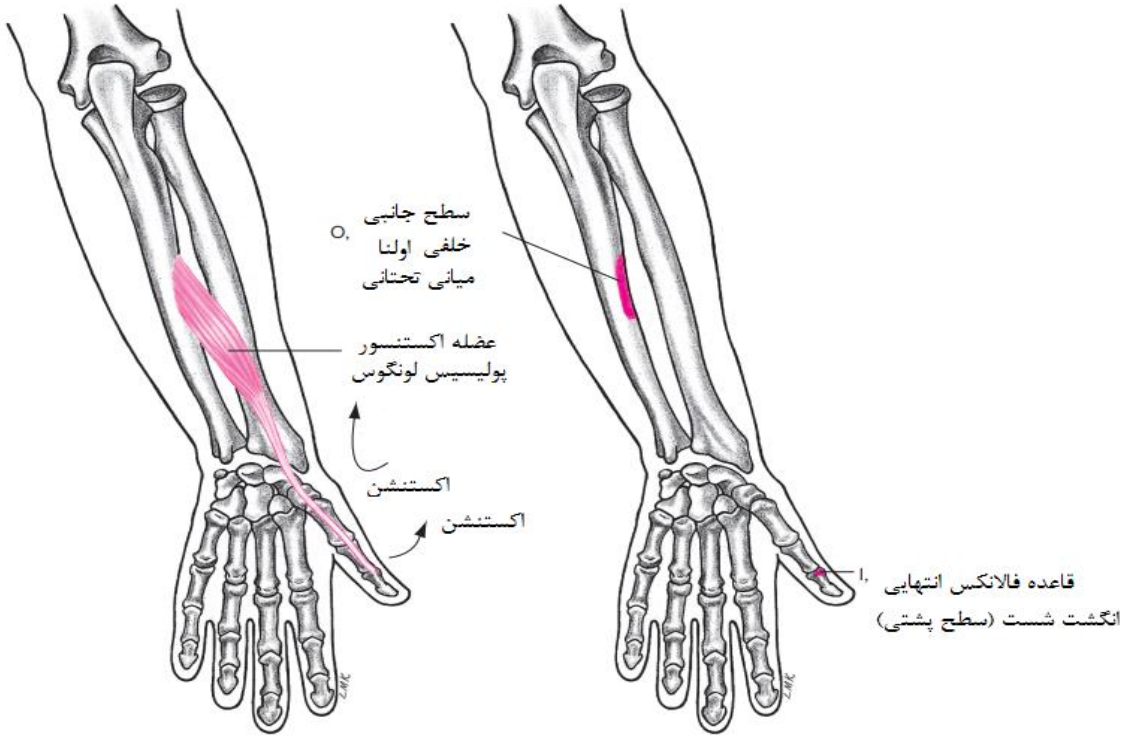
عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6-C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد اصلی عضله اکستانسور پولیسیس لونگوس اکستنشن انگشت شست است، اگرچه کمک ضعیفی در اکستنشن مچ می‌کند.

ممکن است با دراز کردن شست خم شده در برابر مقاومت دستی تقویت شود. در مفاصل کارپومتاکارپ، متاکارپوفالانژیال و بین فالانژیال، در حالی که مچ دست را کاملاً خم می‌کند و ساعد در حالت پرونیشن قرار می‌گیرد، به‌طور غیرفعال تمام انگشت شست را به حداکثر خمش می‌رساند.

تاندون های اکستانسور پولیسیس بلندوس و اکستانسور پولیسیس برویس، همراه با تاندون ابدکتور پولیسیس لونگوس، «جعبه آناتومیکال» را تشکیل می دهند، فرورفتگی کوچکی که بین این دو تاندون هنگام انقباض ایجاد می‌شود. نام snuffbox آناتومیک از مصرف کنندگان تنباکو گرفته شده است که انفیه خود را در این فرورفتگی قرار می دهند. استخوان اسکافوئید در اعماق انفیه باکس قابل لمس است و اغلب زمانی که شکسته می‌شود محل حساس شدن آن نقطه ای است. به دلیل ارتباط خلفی جانبی آن با مچ دست، به ابداکشن مچ نیز کمک می‌کند.




شکل. 7.24 • عضله اکستنسور پولیسیس لانگوس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله اکستنسور پولیسیس برویس** (شکل. 7.25)

## ریشه

سطح خلفی شعاع میانی تحتانی

## اتصال

قاعده فالانکس پروگزیمال انگشت شست (سطح پشتی)

## عمل

کشیده شدن انگشت شست در مفاصل کارپومتاکارپ و متاکارپوفالانژیال

ابداکشن مچ دست

اکستنشن ضعیف مچ دست

## لمس کردن

درست در کنار تاندون اکستانسور پولیسیس لانگوس در سمت پشتی دست تا وارد شدن آن روی فالانکس پروگزیمال همراه با گسترش مفاصل کارپومتاکارپ و متاکارپوفالانژیال شست و خم شدن مفصل بین فالانژیال

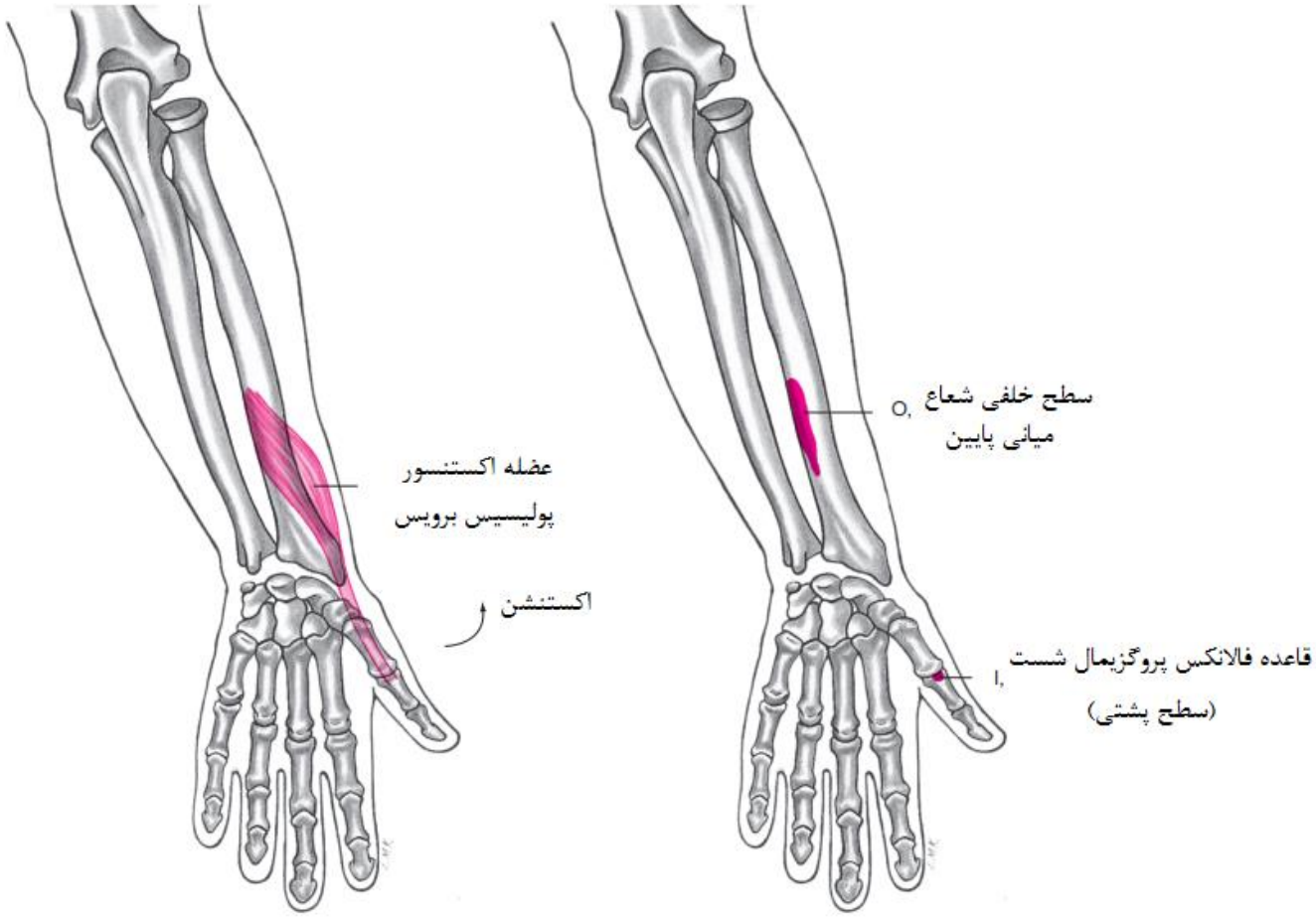
## عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6، C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

اکستانسور پولیسیس برویس به اکستانسور پولیسیس لونگوس کمک می‌کند تا انگشت شست را باز کند. به دلیل ارتباط پشتی با مچ دست، کمک ضعیفی نیز در کشش مچ ارائه می دهد.

ممکن است از طریق همان تمریناتی که برای عضله اکستانسور پولیسیس لونگوس توضیح داده شد، تقویت شود. با گرفتن منفعلانه اولین مفصل کارپومتاکارپ و مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت شست به حداکثر خم شدن در حالی که به طور کامل مچ دست را خم می‌کند و به آن اضافه می‌شود، کشیده می‌شود. به دلیل جهت جانبی آن در مچ دست، به ابداکشن مچ کمک می‌کند.




شکل. 7.25 • عضله اکستانسور پولیسیس برویس راست، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله ابدکتور پولیسیس لانگوس (شکل. 7.26)

### ریشه

قسمت خلفی شعاع و میانه استخوان اولنا

### اتصال

قاعده اولین متاکارپ (سطح جانبی پشتی)

### عمل

ابداکشن انگشت شست در مفصل کارپومتاکارپال

ابداکشن مچ دست

کشیده شدن انگشت شست در مفصل کارپومتاکارپال

سوپیناسیون ضعیف ساعد از وضعیت پرون شده

اکستنشن ضعیف مفصل مچ دست

### لمس کردن

با ساعد در پروناسیون خنثی/سوپیناسیون در قسمت جانبی مفصل مچ دست درست نزدیک به اولین متاکارپ در حین ابداکشن فعال شست و مچ دست

### عصب دهی

عصب رادیال، شاخه بین استخوانی خلفی (C6، C7)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد اصلی عضله ابدکتور پولیسیس لونگوس ابداکشن انگشت شست است، اگرچه کمکی به ابداکشن مچ می‌کند. ممکن است با ابداکشن انگشت شست از موقعیت اددا‌کشن در برابر مقاومت اعمال شده دستی ایجاد شود. کشش ابدکتور پولیسیس لونگوس با خم کردن کامل و اددا‌کشن کل انگشت شست در کف دست با مچ کاملاً اددا‌کشن و در خمیدگی جزئی انجام می‌شود.

## ماهیچه های ذاتی دست

ماهیچه های درونی دست ممکن است بر اساس مکان و همچنین بر اساس قسمت هایی از دست که کنترل می‌کنند گروه بندی شوند (شکل 7.27). ابدکتور پولیسیس برویس، opponens pollicis، فلکسور پولیسیس برویس و اددکتور پولیسیس برجستگی تنار را تشکیل می دهند - پد عضلانی روی سطح کف دست اولین متاکارپ. برجستگی رانوتنار پد عضلانی است که مرز اولنار را در سطح کف دست تشکیل می‌دهد و از ربات‌های انگشتی کوچک، خم‌کننده انگشتان کوچک، کف دستی برویس و مخالف انگشتان تشکیل شده است. ماهیچه های میانی دست از سه ماهیچه بین استخوانی کف دست، چهار ماهیچه بین استخوانی پشتی و چهار ماهیچه کمری تشکیل شده است.

چهار عضله ذاتی روی مفصل کارپومتاکارپ شست عمل می‌کنند. opponens pollicis عضله ای است که باعث ایجاد حرکت متقابله در متاکارپ شست می‌شود. ابدکتور پولیسیس برویس متاکارپ شست را می رباید و در این عمل توسط فلکسور پولیسیس برویس کمک می‌کند که متاکارپ شست را نیز خم می‌کند. متاکارپ انگشت شست توسط اددکتور پولیسیس ایجاد می‌شود. هم فلکسور پولیسیس برویس و هم فلکسور پولیسیس، فالانکس پروگزیمال شست را خم می‌کنند.

سه اینتروسی کف دست مجاور فالانژهای دوم، چهارم و پنجم هستند. چهار بین استخوانی پشتی، فالانکس های شاخص، میانی و حلقوی پروگزیمال را خم می‌کنند و می ربایند، علاوه بر این به گسترش فالانکس میانی و دیستال این انگشتان

کمک می‌کنند. سومین اینتروسی پشتی نیز انگشت میانی را اضافه می‌کند. چهار کمری، فالانکس های اشاره، میانی، حلقه و کوچک پروگزیمال را خم می‌کنند و فالانکس میانی و دیستال این انگشتان را امتداد می دهند.

سه ماهیچه روی انگشت کوچک عمل می‌کنند. opponens digiti minimi باعث حرکت متقابله متاکارپال انگشت کوچک می‌شود. Abductor digiti minimi متاکارپال انگشت کوچک را می رباید و فلکسور انگشت کوچک این متاکارپ را خم می‌کند.

برای جزئیات بیشتر در مورد ماهیچه های ذاتی دست به جدول 7.4 مراجعه کنید.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. منشاء و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با یک "O" و "I" نشان دهید

الف فلکسور پولیسیس بلند

ب فلکسور کارپی رادیالیس

ج فلکسور کارپی اولناریس

د بازکننده انگشتان

ه. اکستانسور پولیسیس بلند

و. اکستانسور کارپی اولناریس

ز. Extensor Pollicis brevis

ح ساعت پالماریس لونگوس

ت. اکستانسور کارپی رادیالیس لانگوس

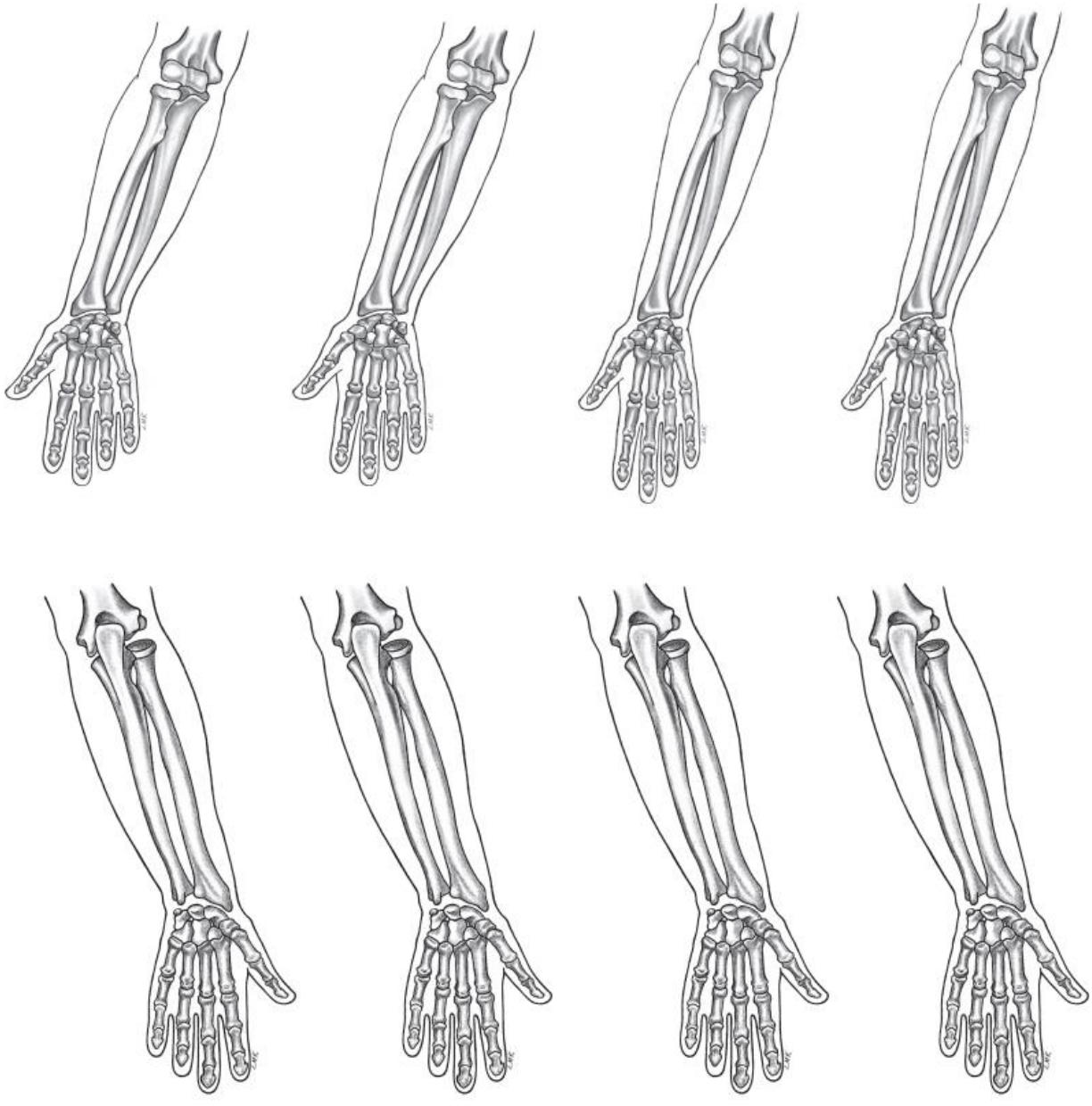
ی اکستانسور کارپی رادیالیس برویس

ک. بازکننده انگشت کوچک دست

ل اکستانسور اندیسیس

م متر فلکسور انگشتان سطحی

ن خم کننده انگشتان جلو



## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 2

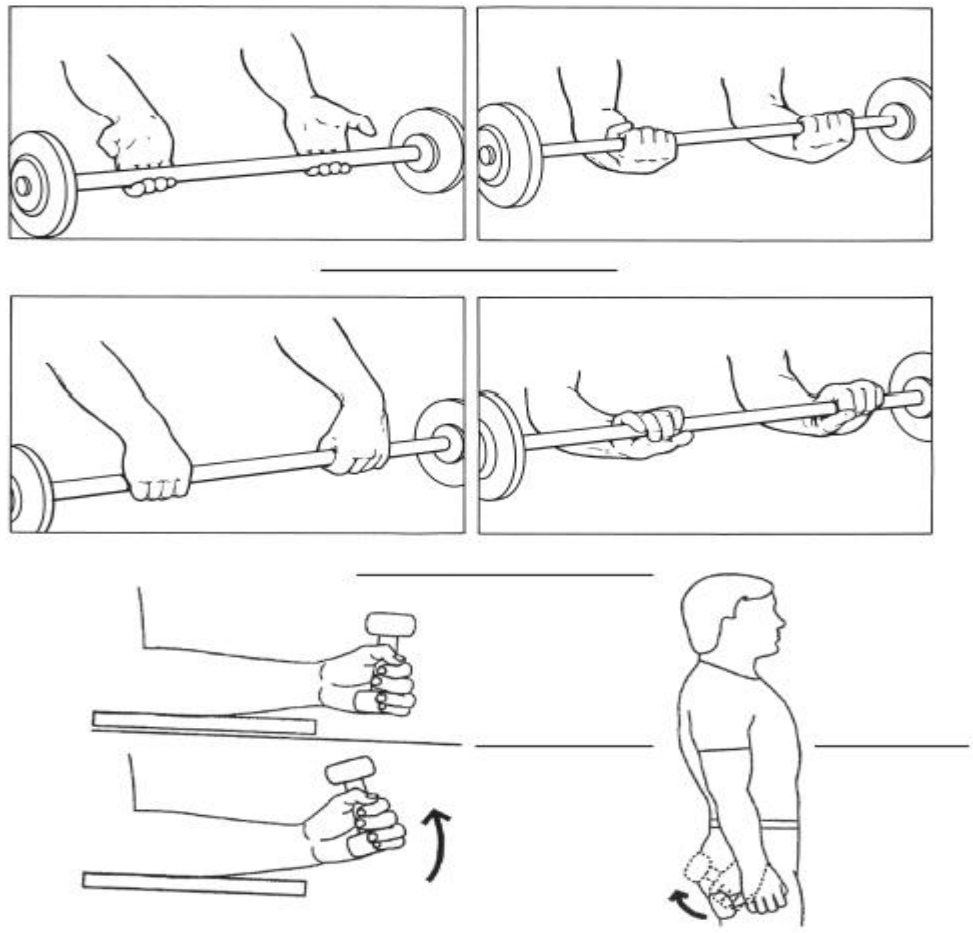
حرکات زیر مچ دست و دست را علامت بزنید و با فلش نشان دهید. برای هر حرکت، عضله(های آگونیست)، صفحه ای که حرکت در آن رخ می دهد و محور چرخش آن را فهرست کنید.

الف. خم شدن

ب افزونه

ج ابداکشن (فلکسیون اولنار)

د اداکشن (رادیال فلکشن)



**فصل 8**

**مفصل ران و کمربند لگنی**

**اهداف**

**■ شناسایی ویژگی های استخوانی منتخب مفصل ران و کمربند لگنی روی اسکلت انسان یا موضوع**

**■ برای برچسب زدن بر روی نمودار اسکلتی ویژگی های استخوانی منتخب مفصل ران و کمربند لگنی**

**■ کشیدن تک تک عضلات مفصل ران روی نمودار اسکلتی**

**■ برای نشان دادن، با استفاده از یک سوژه انسانی، تمام حرکات مفصل ران و کمربند لگنی و فهرستی از سطوح حرکتی و محورهای حرکتی مربوطه**

**■ برای لمس عضلات مفصل ران و کمربند لگنی روی سوژه انسانی**

**■ تعیین، فهرست و لمس عضلات مفصل ران و آنتاگونیست های آنها و درک نقش رباط ها در ایجاد ثبات**

**■ یادگیری و درک عصب دهی عضلات مفصل ران**

**■ برای تعیین، از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات ران و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده**

**مفصل ران یا مفصل استابولوم فمورال به دلیل ساختار استخوانی، رباط‌های قوی و عضلات حمایت‌کننده بزرگ، مفصل نسبتاً پایداری است. این در تحمل وزن و حرکت عمل می‌کند، که به طور قابل توجهی با دامنه**

**حرکتی وسیع لگن افزایش می یابد، که توانایی دویدن، برش متقاطع، برش کناری، پرش و بسیاری از تغییرات جهتی دیگر را فراهم می‌کند.**

## استخوان ها(تصاویر. 8.1 تا 8.3)

مفصل ران یک مفصل گوی و کاسه ای است که از سر استخوان ران تشکیل شده است که به استابولوم کمربند لگنی متصل می‌شود. استخوان ران به صورت جانبی از سر خود به سمت تروکانتر بزرگ بیرون می‌آید و سپس به سمت خط وسط زاویه می‌گیرد، زیرا به سمت پایین حرکت می‌کند تا استخوان پروگزیمال زانو را تشکیل دهد. این طولانی ترین استخوان بدن است. کمربند لگنی از یک استخوان لگنی راست و چپ تشکیل شده است که در عقب توسط استخوان خاجی به هم متصل شده اند. ساکروم را می‌توان امتداد ستون فقرات با پنج مهره جوش خورده در نظر گرفت. امتداد تحتانی از ساکروم استخوان دنبالچه است. استخوان های لگن از سه استخوان تشکیل شده است: ایلیوم، ایسکیوم و پوبیس. در بدو تولد و در طول رشد و نمو، سه استخوان مجزا وجود دارد. در زمان بلوغ، آن‌ها با هم ترکیب می‌شوند تا یک استخوان لگنی به نام os coxae، coxal یا innominate را تشکیل دهند.

استخوان لگن را می‌توان تقریباً به سه ناحیه تقسیم کرد که از استابولوم شروع می‌شود:

دو پنجم بالایی = ایلیوم

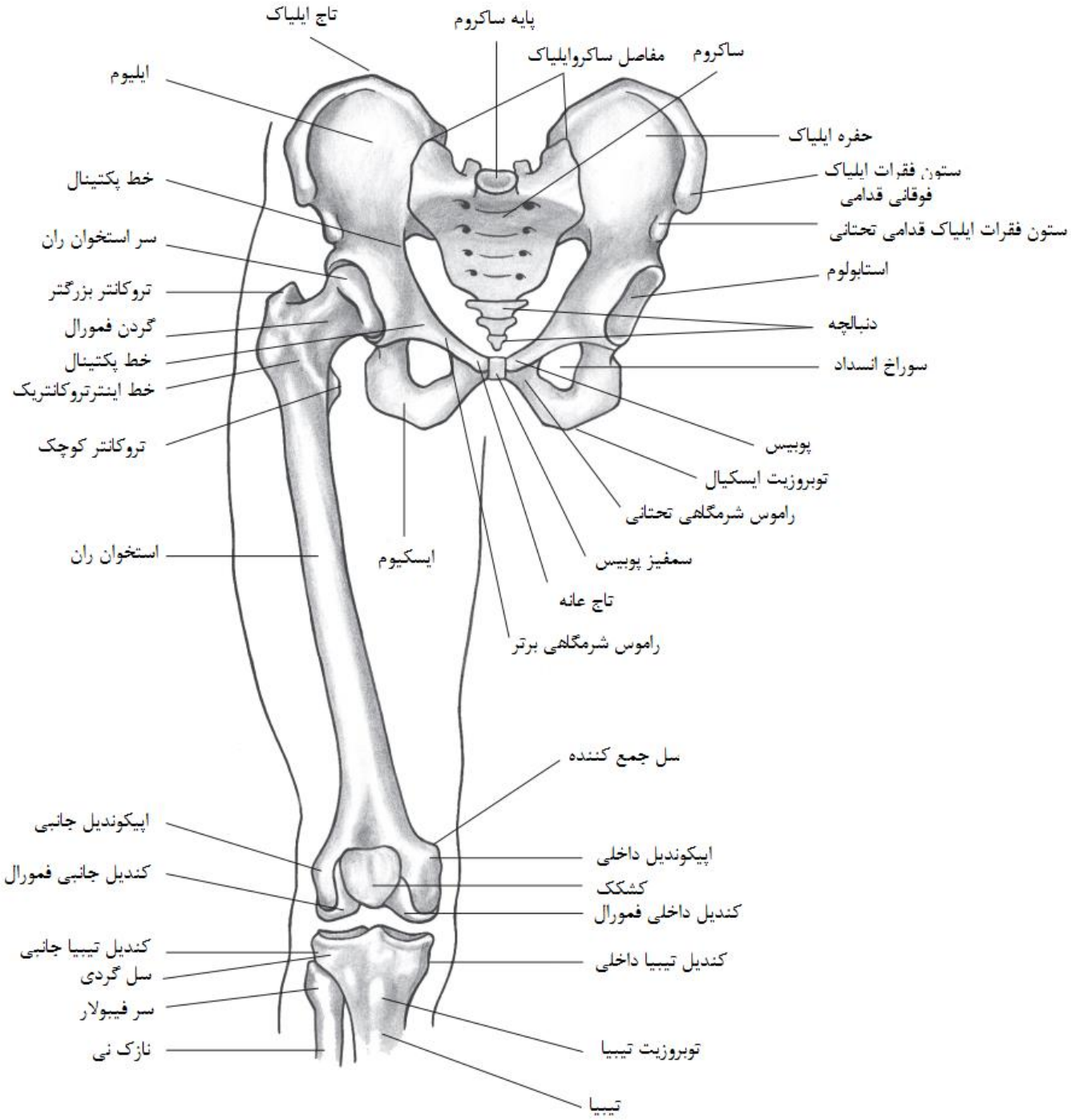
دو پنجم خلفی و تحتانی = ایسکیوم

قدامی و تحتانی یک پنجم = پوبیس

در مطالعه ماهیچه های لگن و ران، تمرکز بر نقاط مهم استخوانی، با در نظر گرفتن هدف آنها به عنوان نقاط اتصال کلیدی برای عضلات، مفید است. لگن قدامی برای ایجاد نقاط مبدا برای عضلاتی که عموماً در خم کردن مفصل ران نقش دارند عمل می‌کند. به طور خاص، تانسور فاشیا لاته از تاج ایلیاک قدامی، سارتوریوس از ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی، و رکتوس فموریس از ستون فقرات ایلیاک قدامی تحتانی منشأ می‌گیرد. از طرف دیگر، گلوتئوس مدیوس و مینیموس که

لگن را می ربایند، درست از زیر تاج ایلیاک منشا می گیرند. در خلفی، گلوتئوس ماکسیموس از تاج ایلیاک خلفی و همچنین ساکروم و دنبالچه خلفی منشاء می گیرد. در خلف تحتانی، توبروزیته ایسکیال به عنوان نقطه منشأ برای همسترینگ ها عمل می‌کند که ران را گسترش می دهد. در قسمت میانی، ناحیه تنابرجستگیی و راموس تحتانی آن به عنوان نقطه منشأ ادکتورهای لگن عمل می‌کنند که شامل ادکتور مگنوس، ادکتور لونگوس، ادکتور برویس، پکتینئوس و گراسیلیس است.

پروگزیمال ران معمولاً به عنوان نقطه اتصال برای برخی از عضلات کوتاه ران و به عنوان منشاء برای سه تا از اکستانسورهای زانو عمل می‌کند. مهمتر از همه، تروکانتر بزرگتر نقطه اتصال برای همه عضلات گلوتئال و پنج تا از شش چرخاننده خارجی عمیق است. اگرچه تروکانتر کوچکتر قابل لمس نیست، به عنوان نقطه عطف استخوانی ایلیوپسواس عمل می‌کند. در جلو، سه عضله پهن عضله چهار سر ران از نزدیک منشا می گیرند. در خلف، خط آسپرا به عنوان اتصال برای کشنده های لگن عمل می‌کند.




شکل. 8.1 • لگن راست و استخوان ران، نمای قدامی.

در قسمت دیستال، کشکک به عنوان یک نقطه عطف استخوانی عمل می‌کند که هر چهار عضله چهار سر ران به آن متصل می‌شود و در نهایت از طریق تاندون کشکک روی توبروزیته تیبیا قرار می گیرد. باقیمانده عضلات ران روی استخوان درشت

نی پروگزیمال یا فیبولا قرار می گیرد. سارتوریوس، ماهیچه نواری و سمیتندینوسوس روی سطح قدامی میانی بالایی استخوان درشت نی، درست زیر کندیل داخلی، پس از عبور از زانو به صورت خلفی مدیال وارد می شوند. سمیممبرانسوس به صورت خلفی داخلی روی کندیل تیبیال داخلی قرار می گیرد. از طرف دیگر، عضله دوسر فموریس عمدتاً روی سر نازک نی قرار می گیرد و برخی از الیاف روی کندیل جانبی تیبیال متصل می شوند. در قدامی، توبرکل گردی نقطه اتصال برای دستگاه ایلیوتیبیال تانسور فاشیا لاته را فراهم می‌کند. جدول 8.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل لگن و کمربند لگنی ببینید.

## مفاصل (تصاویر. 8.1 تا 8.7)

در قسمت قدامی، استخوان های لگن به هم متصل می شوند تا سمفیز پوبیس، یک مفصل آمفی آرترودیال را تشکیل دهند. در خلفی، ساکروم بین دو استخوان لگن قرار دارد و مفاصل ساکروایلیاک را تشکیل می دهد. رباط های قوی این استخوان ها را به هم می پیوندند تا مفاصل سفت و کمی متحرک را تشکیل دهند. استخوان ها بزرگ و سنگین هستند و اکثراً توسط ماهیچه های ضخیم و سنگین پوشیده شده اند. حرکات بسیار کم نوسانی می‌تواند در این مفاصل رخ دهد، مانند راه رفتن یا خم شدن مفصل ران هنگام دراز کشیدن به پشت. با این حال، حرکات معمولاً کل کمربند لگنی و مفاصل ران را درگیر می‌کند. در راه رفتن خم شدن و اکستنشن ران با چرخش کمربند لگنی، در خم شدن باسن به جلو و در اکستنشن ران به عقب وجود دارد. آهسته دویدن و دویدن منجر به حرکات سریعتر و دامنه حرکتی بیشتر می‌شود.

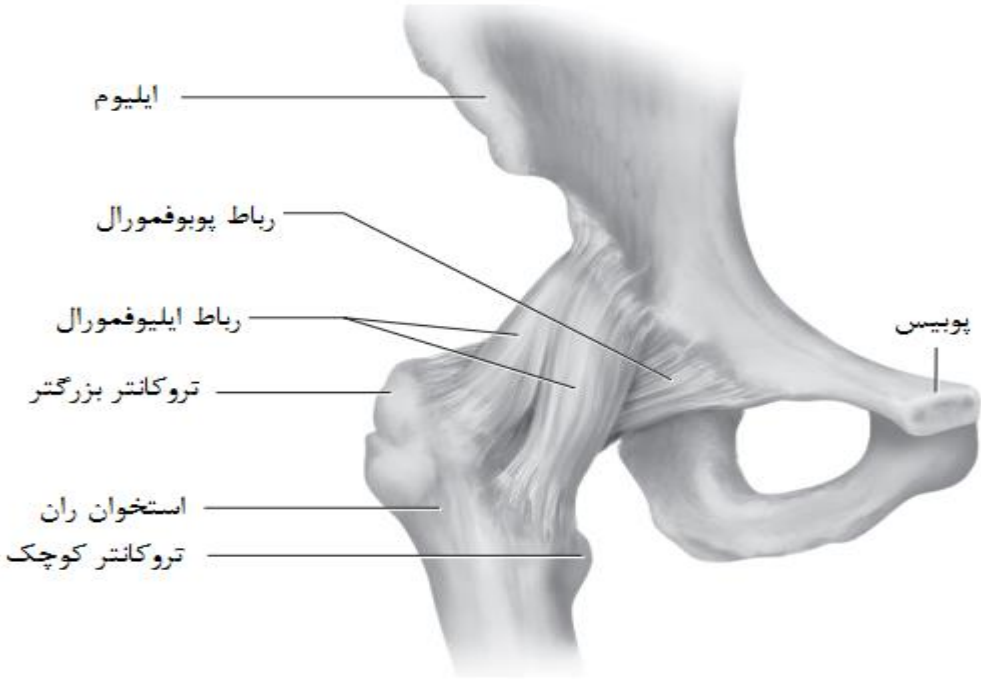
مهارت های ورزشی مانند لگد زدن به توپ فوتبال یا فوتبال نمونه های خوبی دیگر از حرکات لگن و لگن هستند. چرخش لگن به افزایش طول گام در دویدن کمک می‌کند. در ضربه زدن، می‌تواند منجر به دامنه حرکت بیشتر شود که به معنی فاصله بیشتر یا سرعت بیشتر به ضربه است.

به جز مفصل گلنوهومرال، مفصل ران یکی از متحرک ترین مفاصل بدن است که عمدتاً به دلیل آرایش چند محوری آن است. بر خلاف گلنوهومرال، ساختار استخوانی مفصل ران پایداری زیادی را فراهم می‌کند که منجر به سابلوکساسیون و دررفتگی نسبتاً کمی مفصل ران می‌شود.

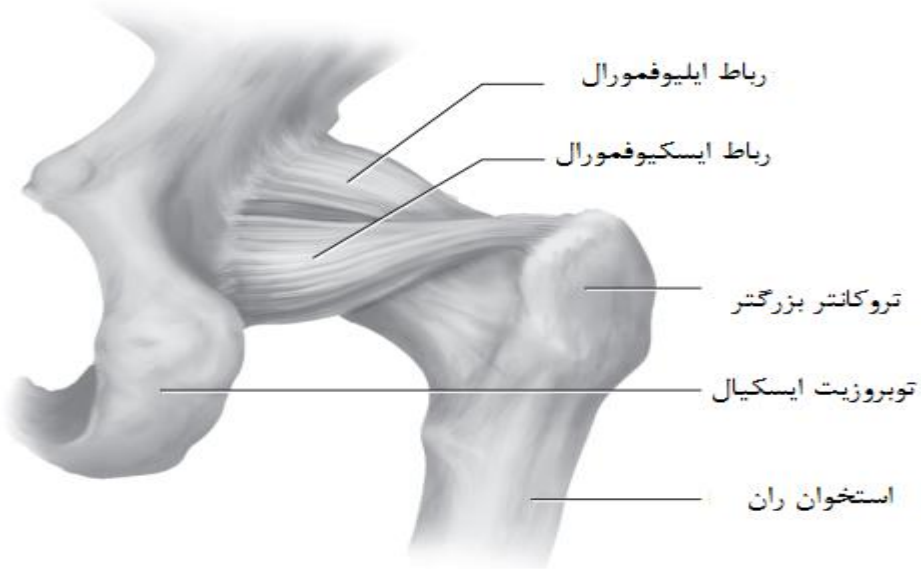
مفصل ران به عنوان یک مفصل از نوع انارترودال طبقه بندی می‌شود و با وارد شدن سر استخوان ران به داخل حفره ای که توسط استابولوم لگن ایجاد می‌شود، تشکیل می‌شود. یک کپسول لیگامانی بسیار قوی و متراکم، که در شکل‌ها نشان داده شده است. 8.4 و 8.5، مفصل را به ویژه در قسمت قدامی تقویت می‌کند. در قدامی، رباط ایلیوفمورال یا Y از گشادی ران جلوگیری می‌کند. رباط ترس از اعماق استابولوم به فرورفتگی در سر استخوان ران متصل می‌شود و کمی اداکشن را محدود می‌کند. رباط پوبوفمورال در قسمت قدامی و تحتانی قرار دارد و اکستنشن و ابداکشن بیش از حد را محدود می‌کند. در خلف، رباط ایسکیوفمورال مثلثی از ایسکیوم زیر تا حفره تروکانتریک استخوان ران امتداد یافته و چرخش داخلی را محدود می‌کند. جدول 8.2 فهرستی از رباط های اصلی ران و سمفیز پوبیس را ارائه می دهد.

مشابه حفره گلنوئید مفصل شانه، استابولوم در اطراف قسمت اعظم محیط آن با یک لابروم پوشانده شده است تا ثبات را افزایش داده و مقداری جذب شوک ایجاد کند. پوشش سطح باقی‌مانده استابولوم و همچنین سر استخوان ران، غضروف مفصلی است که ممکن است با افزایش سن و/یا آسیب به تدریج تحلیل رفته و منجر به استئوآرتریت شود که با درد، سفتی و محدودیت دامنه حرکتی مشخص می‌شود.

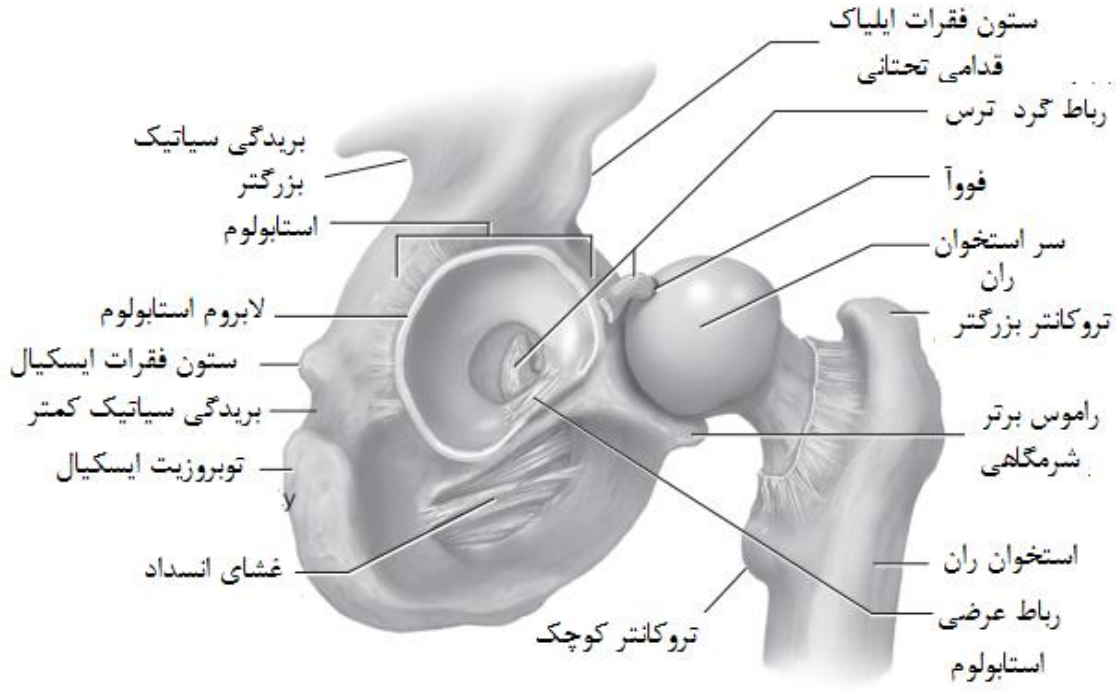
به دلیل تفاوت های فردی، در مورد دامنه دقیق احتمالی هر حرکت در مفصل ران اختلاف نظر وجود دارد، اما دامنه ها معمولاً 0 تا 130 درجه خم شدن، 0 تا 30 درجه اکستنشن، 0 تا 35 درجه ابداکشن، 0 تا 30 درجه اداکشن، 0 تا 45 درجه چرخش داخلی و 0 تا 50 درجه چرخش خارجی (شکل 8.8). اگرچه به ندرت به عنوان حرکات متمایز از آن یاد می‌شود، لگن وقتی تا 90 درجه خم می‌شود، می‌تواند مانند مفصل گلنوهومرال در صفحه عرضی اداکت و ابداکشن کند. این حرکات تقریباً شامل 40 درجه اداکشن افقی و 60 درجه ابداکشن افقی است.




شکل. 8.4 • مفصل ران راست، رباط های قدامی.

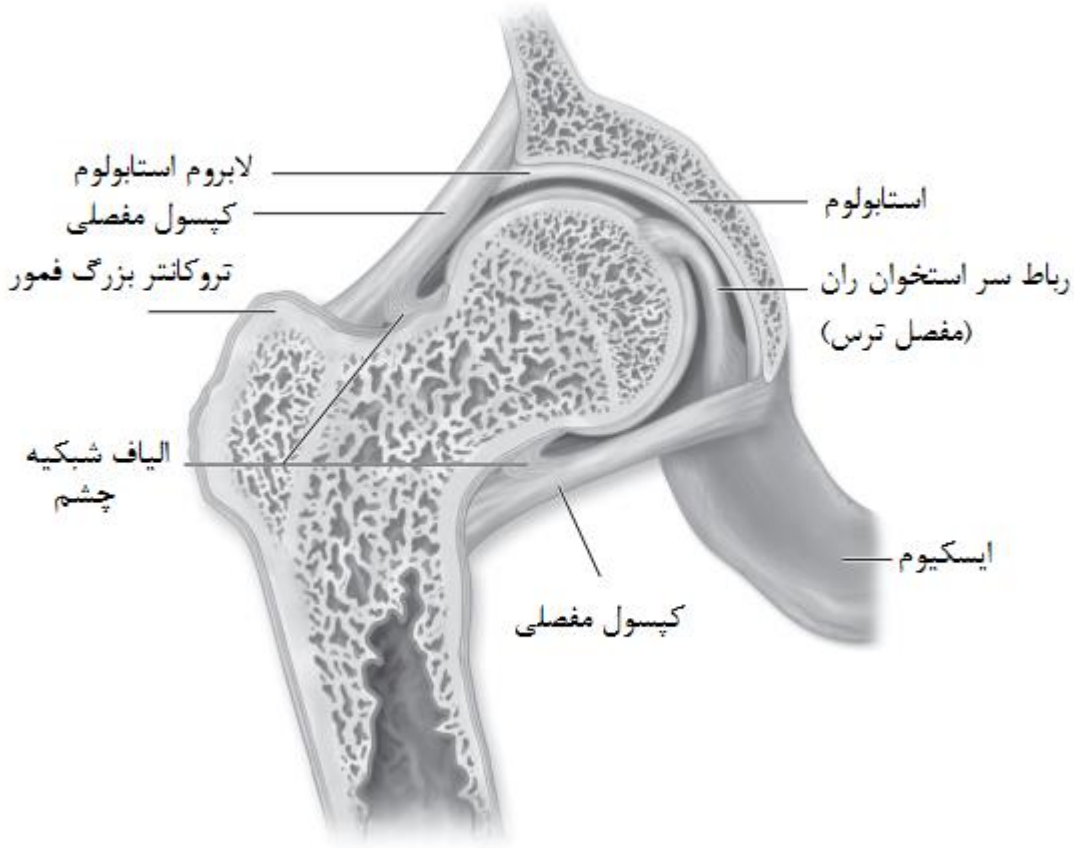



شکل. 8.5 • مفصل ران راست، رباط‌های خلفی.




شکل. 8.6 • مفصل ران راست، نمای جانبی، فمور جمع شده.

کمربند لگنی در سه صفحه برای مجموع شش حرکت مختلف به جلو و عقب حرکت می‌کند. برای جلوگیری از سردرگمی، تجزیه و تحلیل فعالیت کمربند لگنی برای تعیین محل دقیق حرکت مهم است. تمام چرخش کمربند لگنی در واقع ناشی از حرکت در یک یا چند مکان زیر است: لگن راست، ران چپ، ستون فقرات کمری. اگرچه انجام حرکت در هر سه این ناحیه ضروری نیست، اما باید حداقل در یکی از آن ها رخ دهد تا لگن در هر جهت بچرخد. جدول 8.3 حرکات باسن و ستون فقرات کمری را که اغلب می‌تواند همراه با چرخش کمربند لگنی باشد فهرست می‌کند.




شکل. 8.7 • مفصل ران راست، بخش کرونال.

جدول 8.3• حرکات باسن و ستون فقرات کمری همراه با چرخش لگن

| چرخش لگن | حرکت ستون فقرات کمری | حرکت باسن سمت راست | حرکت لگن چپ |
|---|---|---|---|
| چرخش قدامی | افزونه | خم شدن | خم شدن |
| چرخش خلفی | خم شدن | افزونه | افزونه |
| چرخش جانبی راست | فلکشن جانبی چپ | ابداکشن | ابداکشن |
| چرخش جانبی چپ | فلکشن جانبی راست | اداکشن | اداکشن |
| چرخش عرضی راست | چرخش جانبی چپ | چرخش داخلی | چرخش خارجی |
| چرخش عرضی چپ | چرخش جانبی راست | چرخش خارجی | چرخش داخلی |

## حرکات (تصاویر. 8.9، 8.10)

چرخش لگن قدامی و خلفی در صفحه ساژیتال یا قدامی خلفی رخ می دهد، در حالی که چرخش لگن جانبی راست و چپ در صفحه جانبی یا جلویی رخ می دهد. چرخش لگن عرضی راست (در جهت عقربه های ساعت) و چرخش لگن عرضی چپ (در خلاف جهت عقربه های ساعت) در صفحه حرکت افقی یا عرضی رخ می دهد.

خم شدن ران: حرکت فمور قدامی از هر نقطه به سمت لگن قدامی در صفحه ساژیتال

اکستنشن ران: حرکت فمور خلفی از هر نقطه به سمت لگن خلفی در صفحه ساژیتال

ابداکشن ران: حرکت استخوان ران در صفحه فرونتال به سمت کناری که از خط وسط فاصله دارد.

اداکشن ران: حرکت استخوان ران در صفحه فرونتال به سمت خط وسط

شکل. 8.9 • حرکات ران راست. A، فلکشن؛ B، پسوند؛ C، ابداکشن؛ D، اعتیاد؛ E، چرخش خارجی؛ F، چرخش داخلی؛ G، ابداکشن مورب؛ H، ابداکشن مورب.

شکل. 8.10• حرکات کمربند لگنی. A، چرخش لگن قدامی؛ B، چرخش لگن خلفی. C، چرخش لگن جانبی چپ. D، چرخش عرضی لگنی راست.

چرخش خارجی ران: حرکت چرخشی جانبی استخوان ران در صفحه عرضی حول محور طولی آن به دور از خط وسط.

چرخش جانبی.

چرخش داخلی ران: حرکت چرخشی داخلی استخوان ران در صفحه عرضی حول محور طولی آن به سمت خط وسط.

چرخش داخلی.

ابداکشن مورب ران: حرکت استخوان ران در یک صفحه مورب به دور از خط وسط بدن

اداکشن مورب ران: حرکت استخوان ران در یک صفحه مورب به سمت خط وسط بدن

اداکشن افقی ران: حرکت استخوان ران در یک صفحه افقی یا عرضی به سمت لگن

ابداکشن افقی ران: حرکت استخوان ران در یک صفحه افقی یا عرضی به دور از لگن

چرخش لگن قدامی: حرکت قدامی لگن فوقانی. تاج ایلیاک در یک صفحه ساژیتال به سمت جلو متمایل می‌شود. شیب قدامی؛ چرخش رو به پایین؛ با خم شدن لگن و/یا اکستنشن کمر انجام می‌شود.

چرخش لگن خلفی: حرکت خلفی لگن فوقانی. تاج ایلیاک در صفحه ساژیتال به سمت عقب متمایل می‌شود. شیب خلفی؛ چرخش به سمت بالا؛ با اکستنشن لگن و/یا خم شدن کمر انجام می‌شود.

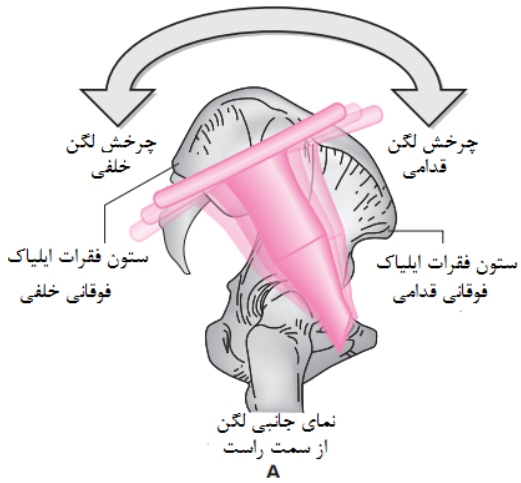
چرخش لگن جانبی چپ: در صفحه جلویی، لگن چپ نسبت به لگن راست به سمت پایین حرکت می‌کند. یا لگن چپ به سمت پایین می چرخد یا لگن راست به سمت بالا می چرخد. شیب جانبی چپ؛ با ابداکشن لگن چپ، اداکشن ران راست و/یا فلکشن جانبی کمر راست انجام می‌شود.

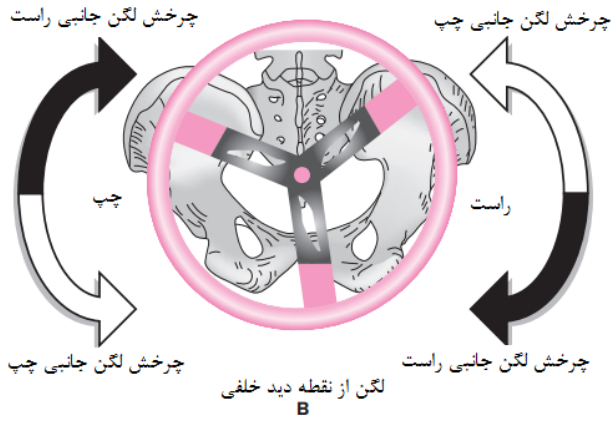
چرخش لگن جانبی راست: در صفحه فرونتال، لگن راست نسبت به لگن چپ به سمت پایین حرکت می‌کند. یا لگن راست به سمت پایین می چرخد یا لگن چپ به سمت بالا می چرخد. شیب جانبی سمت راست؛ با ابداکشن لگن راست، اداکشن ران چپ و/یا فلکشن جانبی کمری چپ انجام می‌شود.

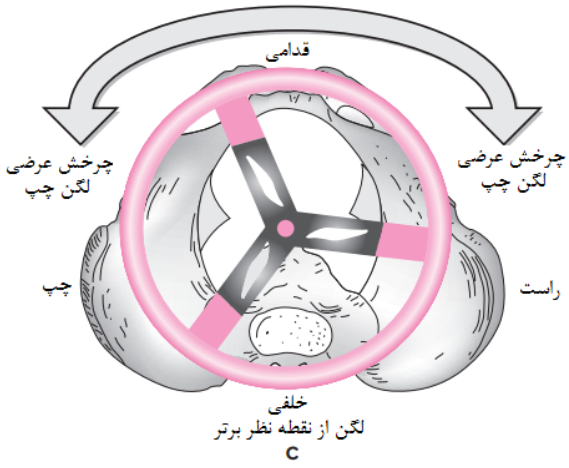
چرخش عرضی لگنی چپ: در یک صفحه حرکت افقی، چرخش لگن به سمت چپ بدن. تاج ایلیاک سمت راست نسبت به تاج ایلیاک چپ که به سمت عقب حرکت می‌کند به سمت جلو حرکت می‌کند. با چرخش خارجی ران راست، چرخش داخلی ران چپ و/یا چرخش کمر راست انجام می‌شود.

چرخش عرضی لگنی راست: در یک صفحه حرکت افقی، چرخش لگن به سمت راست بدن. تاج ایلیاک سمت چپ نسبت به تاج ایلیاک سمت راست که به سمت عقب حرکت می‌کند به سمت جلو حرکت می‌کند. با چرخش بیرونی ران چپ، چرخش داخلی ران راست و/یا چرخش کمری چپ انجام می‌شود.

با فکر کردن به این حرکات از منظر لگنی که در واقع در حال حرکت است، می‌توان از برخی سردرگمی ها در درک و یادگیری حرکات کمربند لگنی جلوگیری کرد. همانطور که در شکل 8.11 نشان داده شده است، ممکن است با فکر کردن به این که فرد لگن خود را حرکت می دهد، مانند اینکه یک وسیله نقلیه را هدایت می‌کند، درک بیشتری به دست آورد.




شکل. 8.11 • A، چرخش لگن قدامی و خلفی. B، چرخش لگن جانبی راست و چپ. C، چرخش عرضی لگنی راست و چپ.

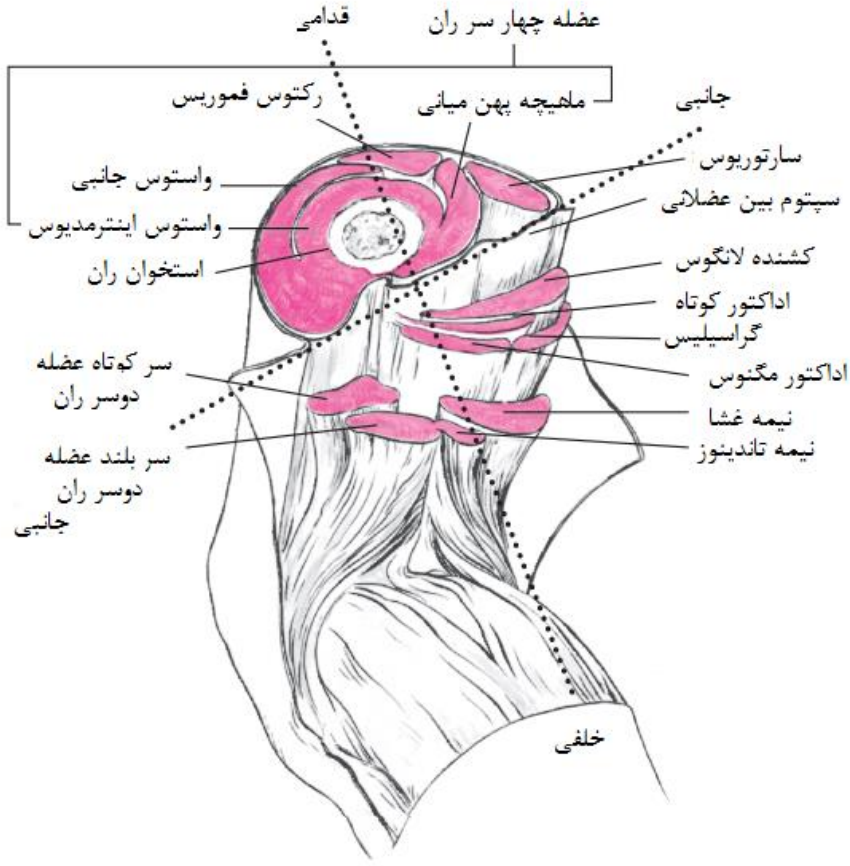
## ماهیچه ها(تصاویر. 8.12 تا 8.14)

در مفصل ران، هفت عضله دو مفصلی وجود دارد که یک عمل در مفصل ران و دیگری در زانو دارند. عضلات درگیر در حرکات کمربند لگن و ران تا حد زیادی به جهت حرکت و موقعیت بدن نسبت به زمین و نیروهای گرانشی آن بستگی دارد. علاوه بر این، باید توجه داشت که بخشی از بدن که بیشترین حرکت را دارد، قسمتی است که کمترین ثبات را دارد. به عنوان مثال، هنگامی که فرد روی هر دو پا ایستاده و خم کننده های ران را منقبض می‌کند، تنه و لگن به سمت جلو می چرخند، اما زمانی که فرد به پشت دراز کشیده و خم کننده های ران را منقبض می‌کند، ران ها روی لگن ثابت به سمت جلو حرکت می‌کنند و خم می شوند.

برای مثال دیگر، ماهیچه های خم کننده ران در حرکت ران ها به سمت تنه استفاده می‌شود، اما ماهیچه های بازکننده زمانی که لگن و تنه به آرامی روی استخوان ران به سمت پایین حرکت می‌کنند و هنگامی که تنه روی استخوان ران بالا می رود، به صورت غیرمتمرکز استفاده می‌شود. البته در بلند شدن به حالت ایستاده رخ می دهد.

در مرحله رو به پایین تمرین خم زانو، حرکت در لگن و زانو به صورت خم شدن است. ماهیچه‌هایی که عمدتاً درگیر می‌شوند، بازکننده‌های ران و زانو در انقباض خارج از مرکز هستند.

علاوه بر این، درک این نکته مهم است که عملکرد یک عضله خاص روی ران ممکن است بسته به موقعیت استخوان ران در رابطه با لگن در آن زمان متفاوت باشد. همانطور که لگن در دامنه حرکتی نسبتاً بزرگ خود حرکت می‌کند، خطوط کشش ماهیچه های خاص ممکن است به طور قابل توجهی تغییر کند.




شکل. 8.13 • برش عرضی ران چپ در قسمت میانی.

این به بهترین وجه با ادکتورها دیده می‌شود. اگر لگن در حالت خم شدن باشد، ادکتورها در هنگام انقباض متحدالمرکز تمایل به ایجاد اکستنشن دارند و اگر لگن در حالت اکستنشن باشد، تمایل به خم شدن دارند.

## مفصل ران و عضلات کمربند لگن – محل قرارگیری

محل عضله تا حد زیادی عمل عضله را تعیین می‌کند. هفده یا بیشتر عضله در این ناحیه یافت می‌شود (شش چرخاننده خارجی به عنوان یک عضله حساب می شوند). بیشتر عضلات مفصل ران و کمربند لگنی بزرگ و قوی هستند.

## قدامی

در درجه اول خم شدن مفصل ران

ایلیوپسواس (ایلیاکوس و پسواس)

**پکتینوس**

رکتوس فموریس

سارتوریوس

## جانبی

در درجه اول ابداکشن لگن

گلوتئوس مدیوس

گلوتئوس مینیموس

روتورهای خارجی

## خلفی

در درجه اول اکستنشن لگن

گلوتئوس ماکسیموس

عضله دوسر فموریس

نیمه تاندینوز

نیمه غشا

چرخاننده خارجی (شش عمق)

## داخلی

در درجه اول اداکشن لگن

اداکتور کوتاه

کشنده لانگوس

اداکتور مگنوس

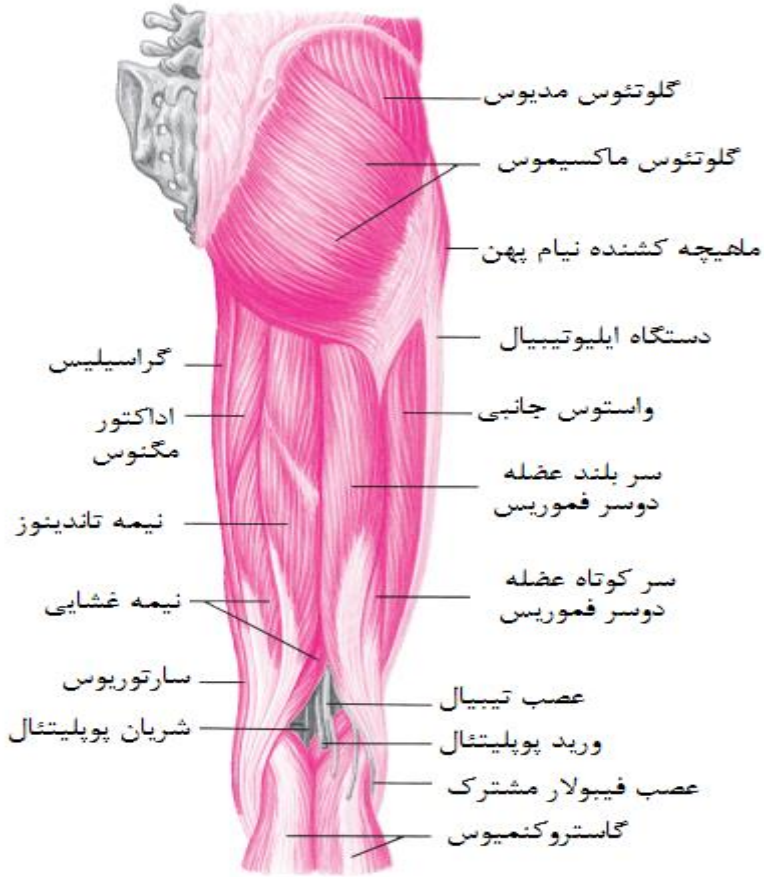
گراسیلیس

## شناسایی عضله

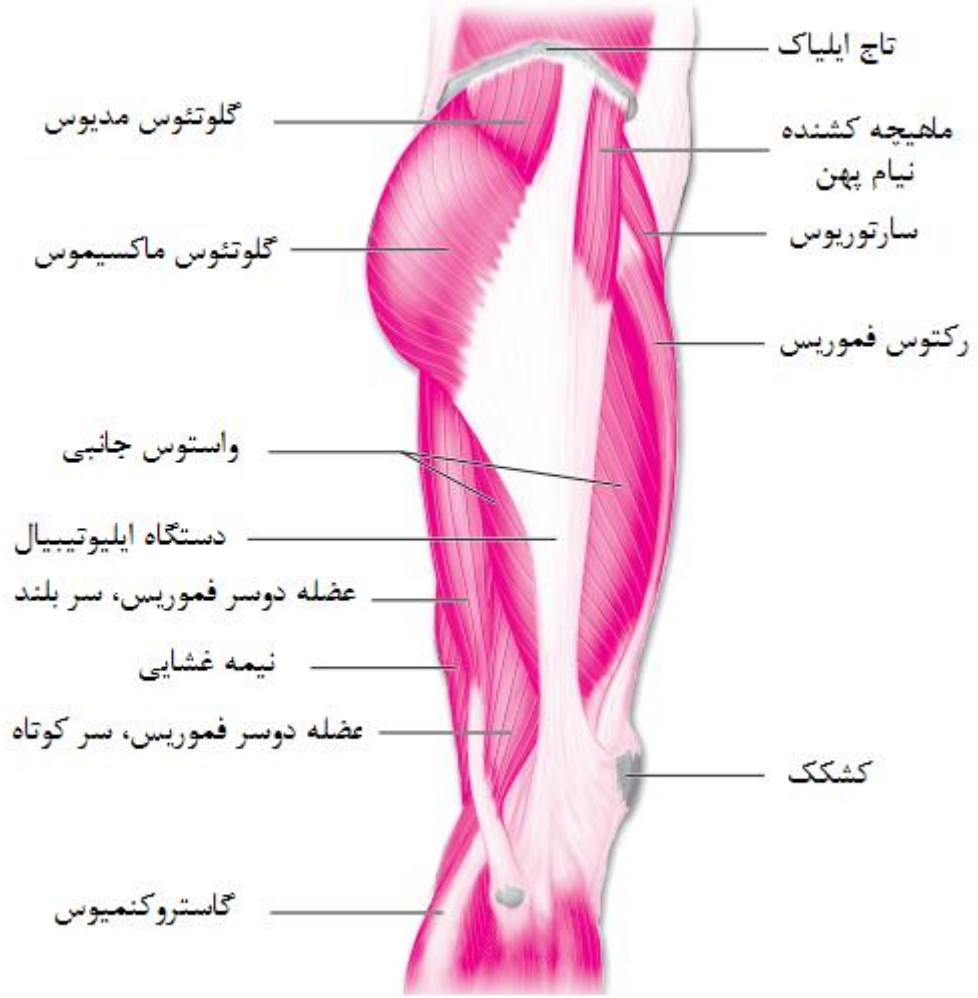
در ایجاد دانش کامل و عملی از سیستم عضلانی، ضروری است که عضلات فردی درک شوند. تصاویر. 8.13، 8.15، 8.16، 8.17 و 8.18 گروه هایی از ماهیچه ها را نشان می دهد که با هم کار می‌کنند تا حرکت مفصل را ایجاد کنند. هنگام مشاهده عضلات در این شکل ها، آنها را با جدول 8.4 مرتبط کنید.

ماهیچه های لگن که روی مفصل ران عمل می‌کنند ممکن است به دو ناحیه تقسیم شوند - ناحیه ایلیاک و گلوتئال. ناحیه ایلیاک حاوی عضله تهیگاهی‌مازویی است که لگن را خم می‌کند. ایلیوپسواس در واقع دو عضله متفاوت است: ایلیاکوس و پسواس ماژور، اگرچه برخی از آنها پسواس مینور را در بحث ایلیوپسواس نیز شامل می‌شوند. 10 عضله ناحیه گلوتئال عمدتاً برای امتداد و چرخش مفصل ران عمل می‌کنند. در ناحیه گلوتئال گلوتئوس ماکسیموس، گلوتئوس مدیوس، گلوتئوس مینیمی و تانسور فاشیا لاتا و شش چرخاننده خارجی عمیق-پیریفورمیس، انسداد خارجی، انسداد اینترنوس، ژملوس برتر، ژملوس تحتانی و کوادراتوس فموریس قرار دارند.

ران توسط سپتوم بین عضلانی به سه قسمت تقسیم می‌شود (شکل 8.14). محفظه قدامی شامل رکتوس فموریس، واستوس میانی، واستوس اینترمدیوس، واستوس جانبی و سارتوریوس است. گروه عضلانی همسترینگ، متشکل از عضله دوسر فموریس، نیمه تاندینوزوس و نیمه غشایی، در قسمت خلفی قرار دارند. محفظه داخلی شامل ماهیچه های ران است که مسئول اصلی اداکشن مفصل ران هستند که عبارتند از اددکتور برویس، اداکتور لونگوس، اداکتور مگنوس، پکتینئوس و گراسیلیس.




شکل. 8.17 • عضلات خلفی ران راست.




شکل. 8.18 • عضلات جانبی ران راست.

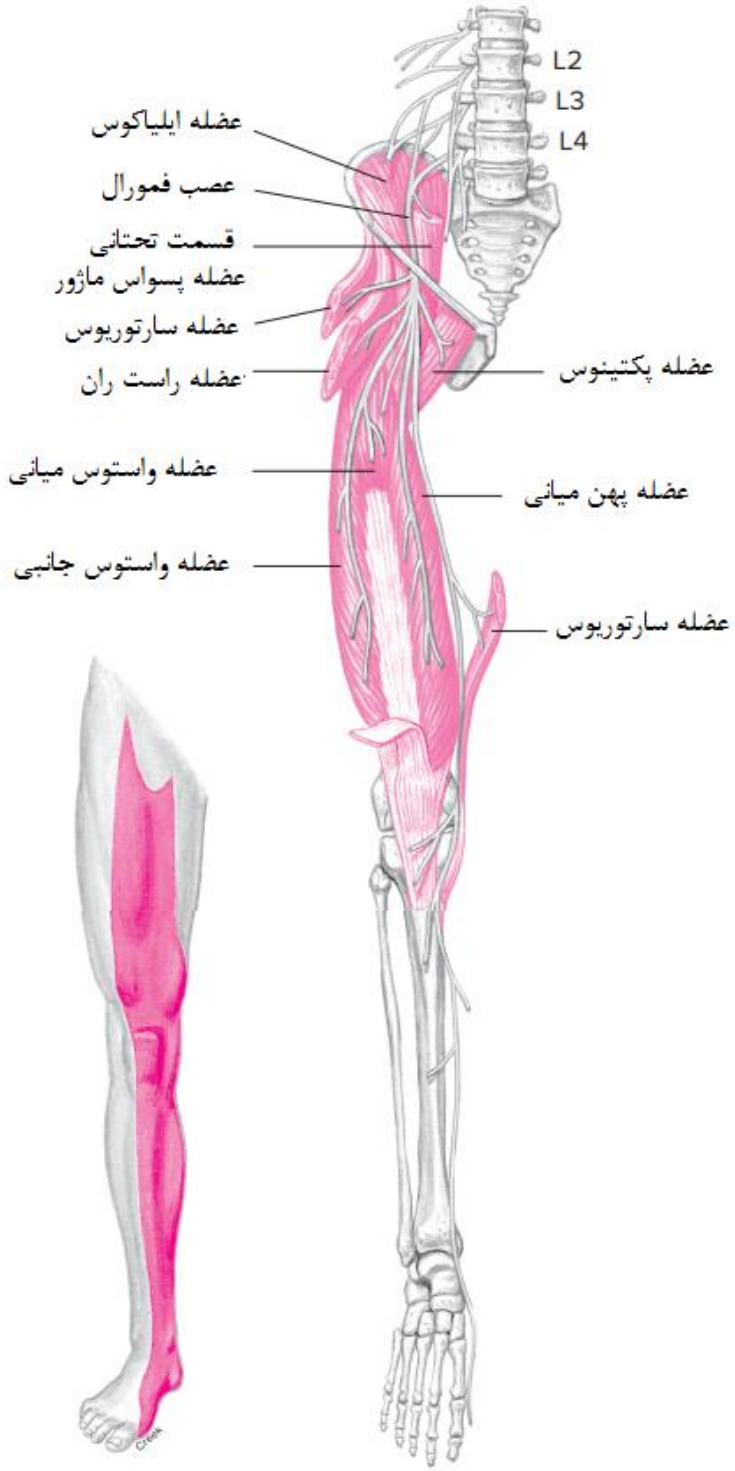
## اعصاب(شکل. 8.19)

ماهیچه های لگن و کمربند لگنی همگی از شبکه کمری و ساکرال عصب دهی می شوند که در مجموع به عنوان شبکه لومبوساکرال شناخته می شوند. شبکه کمری توسط رمی قدامی اعصاب نخاعی L1 تا L4 و برخی فیبرهای T12 تشکیل شده است. قسمت تحتانی شکم و قسمت های قدامی و میانی اندام تحتانی توسط اعصاب ناشی از شبکه کمری عصب دهی می‌شود. شبکه خاجی توسط رامی قدامی L4، L5 و S1 تا S4 تشکیل می‌شود. قسمت تحتانی کمر، لگن، پرینه، سطح خلفی ران و ساق و سطوح پشتی و کف پا توسط اعصاب ناشی از شبکه خاجی عصب دهی می‌شود.

شکل. 8.19 • اعصاب شبکه لومبوساکرال. الف، نمای نزدیک؛ B، نمای قدامی؛ ج، نمای پسین.

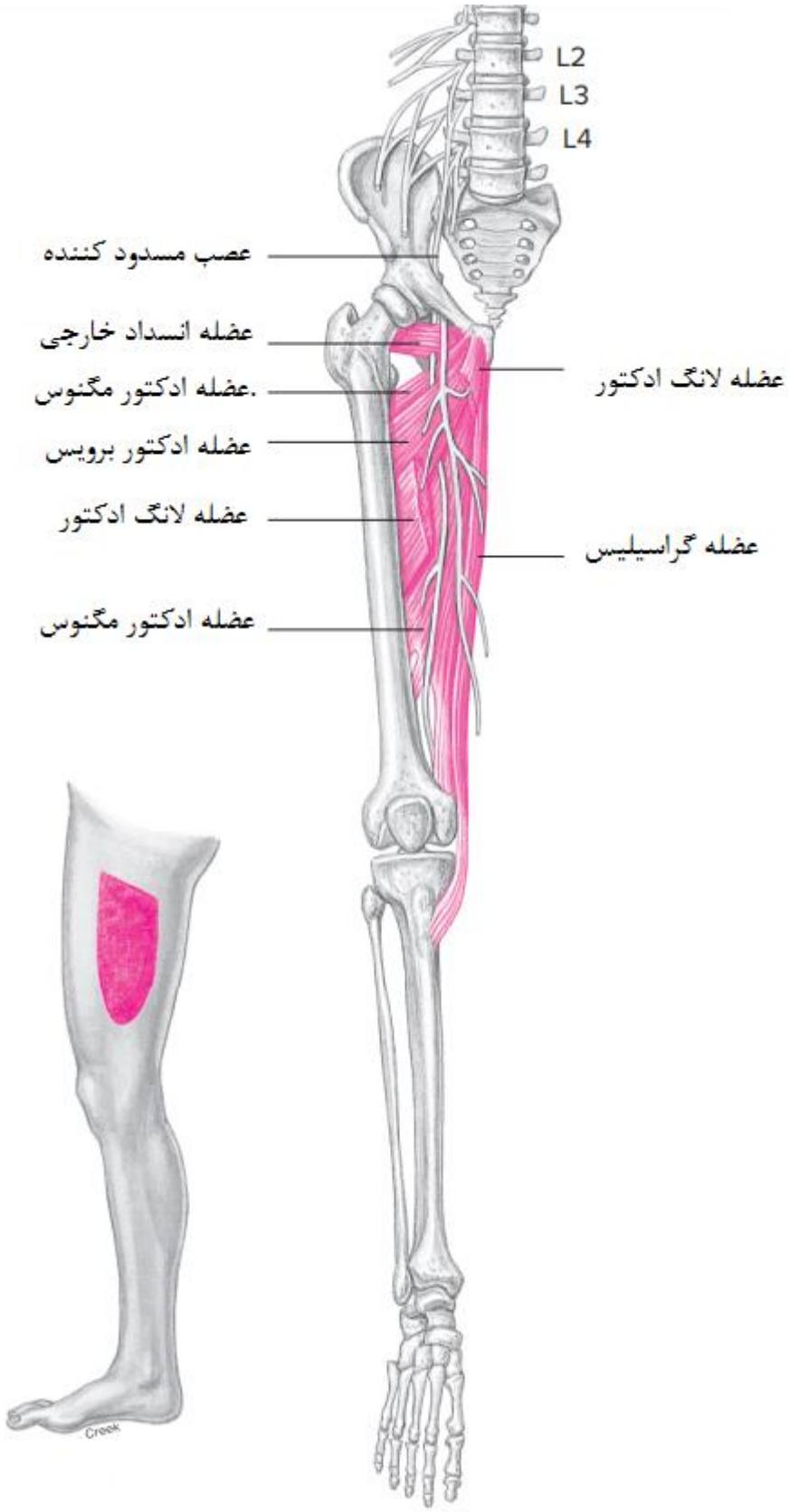
اعصاب مهمی که از شبکه کمری برای عصب دهی به ماهیچه های لگن به وجود می آیند، اعصاب فمورال و انسداد هستند. عصب فمورال (شکل 8.20) از تقسیم خلفی شبکه کمری به وجود می آید و ماهیچه های قدامی ران از جمله تهیگاهی‌مازویی، ماهیچه راست رانی، عضله پهنِ میانی، عضله پهن اندرمیانی، عضله پهن پهلویی، ماهیچه شانه‌ای و سارتوریوس را عصب دهی می‌کند. همچنین باعث ایجاد حس در قسمت قدامی و میانی ران و ساق و پا داخلی می‌شود. عصب انسدادی (شکل 8.21) از تقسیم قدامی شبکه کمری ایجاد می‌شود و عصب کشی را برای ادکتورهای ران، مانند ادکتور برویس، اداکتور لونگوس، اداکتور مگنوس و گراسیلیس، و همچنین انسداد خارجی فراهم می‌کند. عصب انسدادی حسی را برای ران داخلی ایجاد می‌کند.

اعصاب برخاسته از شبکه خاجی که عضلات لگن را عصب دهی می‌کنند عبارتند از: گلوتئال فوقانی، گلوتئال تحتانی، سیاتیک و شاخه هایی از شبکه ساکرال. عصب گلوتئال برتر از L4، L5 و S1 برای عصب دهی به گلوتئوس مدیوس، گلوتئوس مینیموس و تانسور فاشیا لاته برمی خیزد. عصب گلوتئال تحتانی از L5، S1 و S2 سرچشمه می‌گیرد تا گلوتئوس ماکسیموس را تامین کند. شاخه هایی از شبکه خاجی، پیریفورمیس (S1، S2)، ژملوس برتر (L5، S1، S2)، ژملوس تحتانی و مسدود کننده اینترنوس (L4، L5، S1، S2) و کوادراتوس فموریس (L4، L5، S1) را عصب دهی می‌کنند.




شکل. 8.20 • توزیع عضلانی و پوستی عصب فمورال.

عصب سیاتیک از اعصاب تیبیا و پرونئال مشترک (فیبولار) تشکیل شده است که در یک غلاف بافت همبند تا زمانی که تقریباً به وسط ران خلفی برسند به هم پیچیده شده اند. بخش تیبیال عصب سیاتیک (شکل 8.22) نیمه تاندینوزوس، نیمه غشایی، عضله دو سر رانی (سر بلند) و مجرای القایی را عصب دهی می‌کند. عصب سیاتیک باعث ایجاد حس در قسمت پایینی ساق قدامی و خلفی و همچنین بیشتر قسمت های پشتی و کف پا می‌شود. بخش تیبیال حسی را به قسمت خلفی ساق پا و قسمت کف پا ایجاد می‌کند، در حالی که تقسیم پرونئال به قسمت پایینی ساق قدامی جانبی و پشت پا احساس می‌کند. هر دوی این اعصاب به پایین اندام تحتانی ادامه می‌دهند تا عملکرد حرکتی و حسی را برای عضلات ساق پا فراهم کنند. در فصل های 9 و 10 به این موضوع پرداخته خواهد شد. برای فهرست کامل عصب های عضلانی لگن به شکل 8.23 مراجعه کنید.




شکل. 8.21 • توزیع عضلانی و پوستی عصب انسدادی.

شکل. 8.22 • توزیع عضلانی و پوستی عصب تیبیال.

**عضله تهیگاهی‌مازویی** (شکل. 8.24)

## ریشه

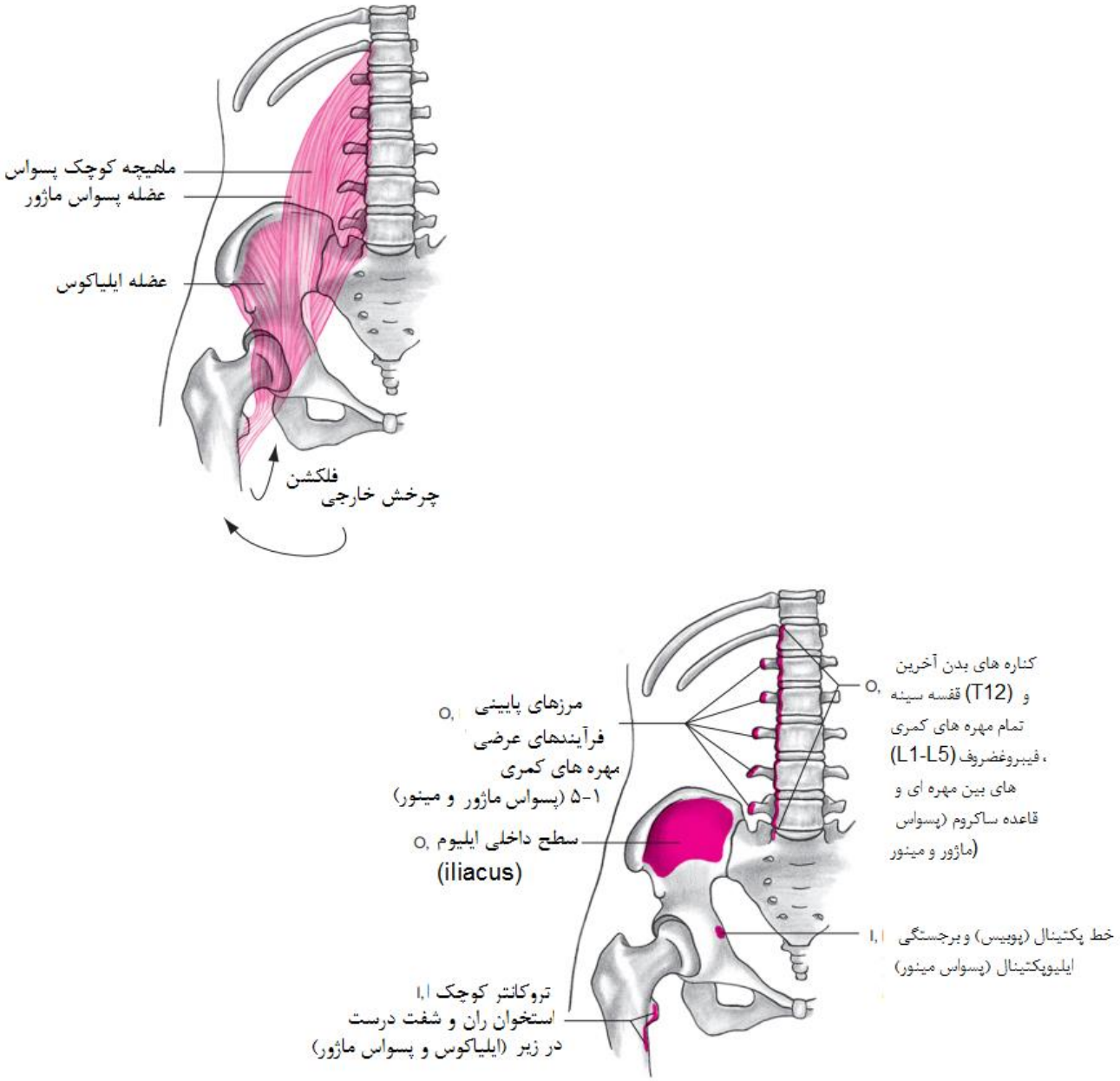
ایلیاکوس: سطح داخلی ایلیوم

پسواس ماژور و مینور: مرزهای تحتانی پروسه های عرضی (L1-L5)، کناره های بدن آخرین مهره قفسه سینه (T12)، مهره های کمری (L1-L5)، فیبرو غضروف های بین مهره ای و پایه استخوان خاجی.

## اتصال

ایلیاکوس و پسواس ماژور: تروکانتر کوچک استخوان ران و شفت درست زیر آن

پسواس مینور: خط پکتینال (پوبیس) و برجستگی ایلیوپکتینال




شکل. 8.24 • عضله تهیگاهی‌مازویی، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عمل

خم شدن مفصل ران

چرخش لگن قدامی

چرخش خارجی لگن

چرخش عرضی لگن در مقابل در زمانی که استخوان ران همان طرف تثبیت می‌شود

خم شدن ستون فقرات کمری (پسواس ماژور و مینور)

خم شدن جانبی ستون فقرات کمری (پسواس ماژور و مینور)

چرخش لگن جانبی به طرف مقابل (پسواس ماژور و مینور)

## لمس کردن

لمس کردن دشوار است؛ عمیق در برابر دیواره خلفی شکم؛ در حالی که سوژه نشسته و کمی به جلو خم شده است تا عضلات شکم را شل کند، پسواس ماژور عمیقاً بین تاج ایلیاک و دنده 12 تقریباً در نیمه راه بین ASIS و ناف با خم شدن فعال ران لمس شود. لمس تاندون دیستال ایلیوپسواس در قسمت قدامی لگن تقریباً 5/1 اینچ زیر مرکز رباط اینگوینال همراه با خمش/کشش فعال ران سوژه به پشت، بلافاصله در طرف پکتینئوس و داخلی به سارتوریوس.

## عصب دهی

عصب کمری و عصب فمورال (L2-L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ایلیوپسواس معمولاً به عنوان یک عضله شناخته می‌شود، اما در واقع از ایلیاکوس و پسواس ماژور تشکیل شده است. برخی از متون آناتومی این تمایز را ایجاد می‌کنند و هر عضله را به صورت جداگانه فهرست می‌کنند. پسواس مینور روی شرمگاه بالای مفصل ران می چسبد و بنابراین روی مفصل ران اثر نمی‌کند. اکثر مراجع آن را در بحث تهیگاهی‌مازویی لحاظ نمی‌کنند.

عضله تهیگاهی‌مازویی در اعمالی مانند بالا بردن اندام تحتانی از روی زمین در حالت خوابیده به پشت قوی است. منشاء پسواس ماژور در قسمت پایین کمر تمایل دارد کمر را به سمت جلو حرکت دهد یا در حالت خوابیده به پشت، پایین کمر را در حالی که ران‌ها را بالا می‌برد به سمت بالا می‌کشد. به همین دلیل، مشکلات کمر اغلب با این فعالیت تشدید می‌شود و معمولاً بالا بردن دو طرفه پا به اندازه 6 اینچ توصیه نمی‌شود. عضلات شکم ماهیچه هایی هستند که می‌توان با کشیدن جلوی لگن به سمت بالا از این کشیدگی کمر جلوگیری کرد و در نتیجه کمر را صاف کرد. بالا بردن پا در درجه اول خم شدن مفصل ران است و نه عمل شکمی. کمر ممکن است در اثر تمرینات سنگین و طولانی بلند کردن پا آسیب ببیند، به دلیل اینکه ایلیوپسواس ستون فقرات کمری را به حالت هایپراکستنشن می کشد و منحنی لوردوز را افزایش می دهد، به ویژه در غیاب تثبیت کافی توسط شکم. ایلیوپسوآس در دراز و نشست به‌ویژه اگر لگن خم نشده باشد، به‌شدت، هم به‌صورت متمرکز و هم به‌صورت خارج از مرکز، منقبض می‌شود. هرچه لگن بیشتر خم شده و/یا ربوده شده باشد، ایلیوپسواس کمتر با تمرینات تقویتی شکم فعال می‌شود.

ایلیوپسوآس ممکن است با حمایت از بازوها بر روی یک میله شیب دار یا میله های موازی و سپس خم کردن باسن برای بلند کردن پاها انجام شود. این کار ممکن است در ابتدا با خم شدن زانوها در حالت جمع شده برای کاهش مقاومت انجام شود. با رشد بیشتر عضله، زانوها را می‌توان صاف کرد، که طول بازوی مقاومتی را افزایش می دهد تا مقاومت بیشتری ایجاد کند. این مفهوم افزایش یا کاهش مقاومت با اصلاح بازوی مقاومتی در فصل 3 بیشتر توضیح داده شده است. برای تمرینات رایج تر برای تهیگاهی‌مازویی و سایر عضلات در این فصل به پیوست 2 مراجعه کنید.

برای کشش ایلیوپسواس که اغلب با دراز و نشست بیش از حد ساق پا سفت می‌شود و به کج شدن لگن قدامی کمک می‌کند، لگن باید به‌گونه‌ای کشیده شود که استخوان ران در پشت صفحه بدن قرار گیرد. برای اینکه ایلیوپسواس تا حدودی ایزوله شود، باید از خم شدن کامل زانو اجتناب شود. کشش اضافی جزئی ممکن است با چرخش داخلی لگن در حالی که کشیده شده است اعمال شود.

## **عضله راست ران** (شکل. 8.25)

## ریشه

ستون فقرات ایلیاک قدامی تحتانی ایلیوم و شیار (خلفی) بالای استابولوم

## اتصال

جنبه برتر کشکک و تاندون کشکک نسبت به توبروزیته تیبیا

## عمل

خم شدن مفصل ران

کشش زانو

چرخش لگن قدامی

## لمس کردن

صاف پایین ران قدامی از قدامی ستون فقرات ایلیاک تحتانی تا کشکک با اکستنشن زانو مقاوم و خم شدن لگن

## عصب دهی

عصب فمورال (L2-L4)

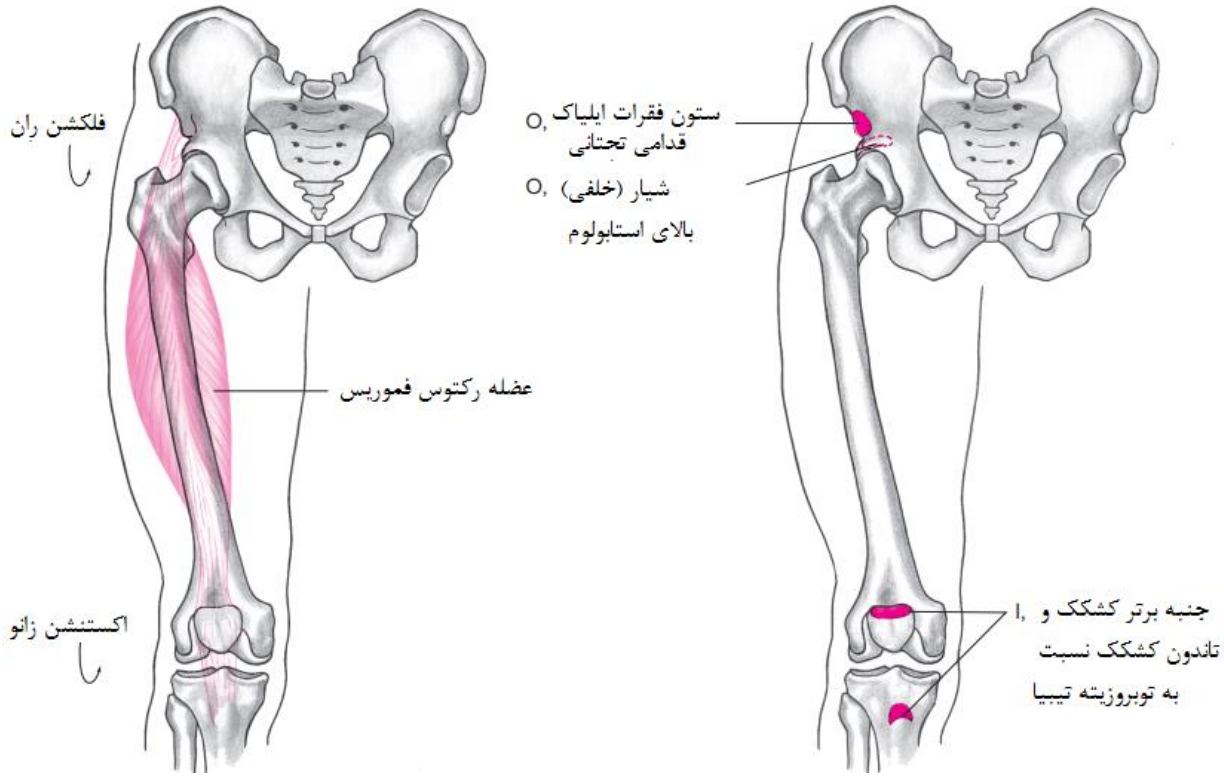
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با کشیدن از ستون فقرات ایلیاک قدامی تحتانی ایلیوم، عضله رکتوس فموریس تمایل مشابهی به چرخش قدامی لگن (از جلو و بالا در پشت) دارد. فقط عضلات شکم می‌توانند از این اتفاق جلوگیری کنند. در مورد گروه فلکسور لگن به طور کلی،

ممکن است گفته شود که بسیاری از افراد با افزایش سن، اجازه می‌دهند لگن به‌طور دائم به جلو متمایل شود. دیواره شکمی شل شده لگن را بالا نگه نمی دارد. بنابراین، منحنی کمری افزایش یافته است.

به طور کلی، توانایی عضله برای اعمال نیرو با کوتاه شدن آن کاهش می یابد. این توضیح می دهد که چرا عضله رکتوس فموریس یک بازکننده قوی زانو در هنگام کشیده شدن ران است، اما زمانی که لگن خم می‌شود ضعیف تر است. این عضله همراه با گروه واستوس در دویدن، پریدن، پریدن و پرش تمرین می‌شود. در این حرکات، باسن توسط عضلات سرینی ماکسیموس و همسترینگ به شدت کشیده می‌شود، که با تمایل عضله راست ران به خم کردن لگن در حالی که زانو را دراز می‌کند، خنثی می‌شود. می‌توان از آن به عنوان تنها عضله دو مفصلی گروه عضله چهار سر ران یاد کرد. رکتوس فموریس با انجام تمرینات خم شدن لگن یا تمرینات اکستنشن زانو در برابر مقاومت دستی ایجاد می‌شود.

رکتوس فموریس بهتر است در حالت پهلو کشیده شود، به این صورت که یک شریک زانو را به حالت خمش کامل درآورد و همزمان باسن را به حالت اکستنشن بردارد.



شکل. 8.25 • عضله راست ران، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله سارتوریوس**(شکل. 8.26)

## ریشه

ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی و بریدگی درست زیر ستون فقرات

## اتصال

سطح داخلی قدامی استخوان درشت نی درست زیر کندیل

## عمل

خم شدن مفصل ران

خم شدن زانو

چرخش خارجی ران در حالی که لگن و زانو را خم می‌کند

ابداکشن لگن

چرخش لگن قدامی

چرخش داخلی ضعیف زانو

## لمس کردن

واقع در نزدیکی فقط میانی به تانسور فاشیا لاته و جانبی به تهیگاهی‌مازویی. لمس سطحی از ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی به کندیل تیبیال داخلی در طول مقاومت ترکیبی خم شدن ران/چرخش خارجی/ابداکشن و خم شدن زانو در حالت خوابیده به پشت.

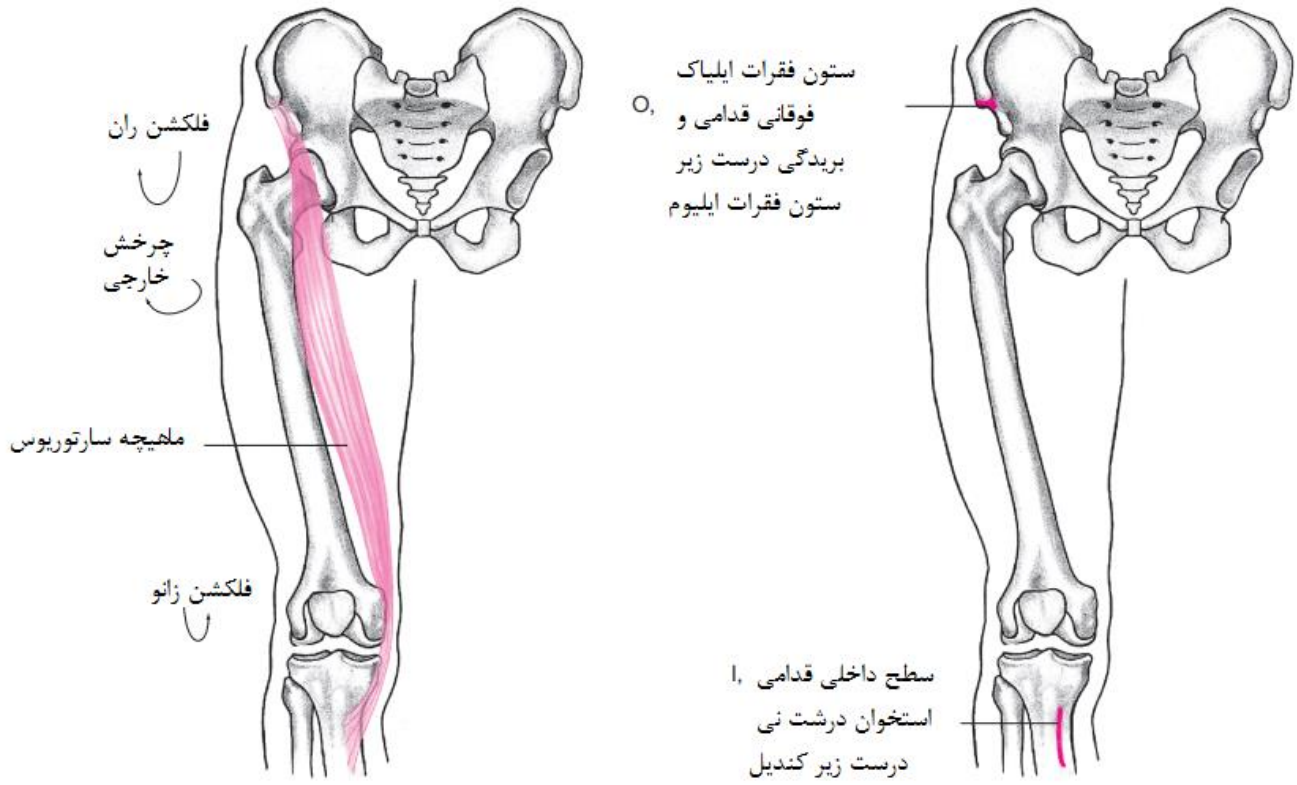
## عصب دهی

عصب فمورال (L2، L3)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با کشیدن از ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی و بریدگی درست در زیر آن، تمایل دوباره به کج کردن لگن به سمت جلو (به سمت پایین در جلو) با انقباض این عضله است. عضلات شکم باید با چرخش عقب لگن (از جلو کشیدن به سمت بالا) از این تمایل جلوگیری کنند و در نتیجه کمر را صاف کنند.

سارتوریوس که یک عضله دو مفصلی است به عنوان فلکسور لگن یا خم کننده زانو موثر است. گاهی اوقات به عنوان عضله خیاط شناخته می‌شود، در تمام حرکات ران و زانو که در حالت نشستن خیاط استفاده می‌شود، فعال است. زمانی که هر دو حرکت خمشی همزمان انجام شوند ضعیف است. توجه داشته باشید که هنگام تلاش برای ضربدری کردن زانوها در حالت نشسته، معمولاً فرد به خوبی به عقب متمایل می‌شود، بنابراین منشاء برای بلندتر شدن این عضله بالا می رود و در خم شدن و ضربدری زانوها موثرتر می‌شود. با کشیده شدن زانوها، سارتوریوس به یک خم کننده لگن مؤثرتر تبدیل می‌شود. این عضله طولانی‌ترین ماهیچه بدن است و هنگامی که فعالیت‌های فلکشن ران همانطور که برای ایجاد تهیگاهی‌مازویی توضیح داده شد، تقویت می‌شود. کشش ممکن است توسط یک شریک انجام شود که به طور غیر فعال مفصل ران را در حالت کشش شدید، اداکشن و چرخش داخلی با زانو کشیده قرار دهد.




شکل. 8.26 • عضله سارتوریوس، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله پکتینوس** (شکل. 8.27)

## ریشه

فضایی به عرض 1 اینچ در قسمت جلوی ناحیه تنابرجستگیی درست بالای تاج (خط پکتینال)

## اتصال

خط ناهمواری که از تروکانتر کوچکتر به سمت خط ناصافی (خط پکتینال استخوان ران) منتهی می‌شود.

## عمل

خم شدن مفصل ران

اداکشن لگن

چرخش خارجی لگن

چرخش لگن قدامی

## لمس کردن

تشخیص آن از سایر القا کننده ها مشکل است. قسمت قدامی لگن تقریباً 1½ اینچ زیر مرکز رباط اینگوینال. در حین خم شدن و اداکشن سوژه به پشت، فقط جانبی و کمی نزدیک به اداکتور لونگوس و میانی به ایلیوپسواس.

## عصب دهی

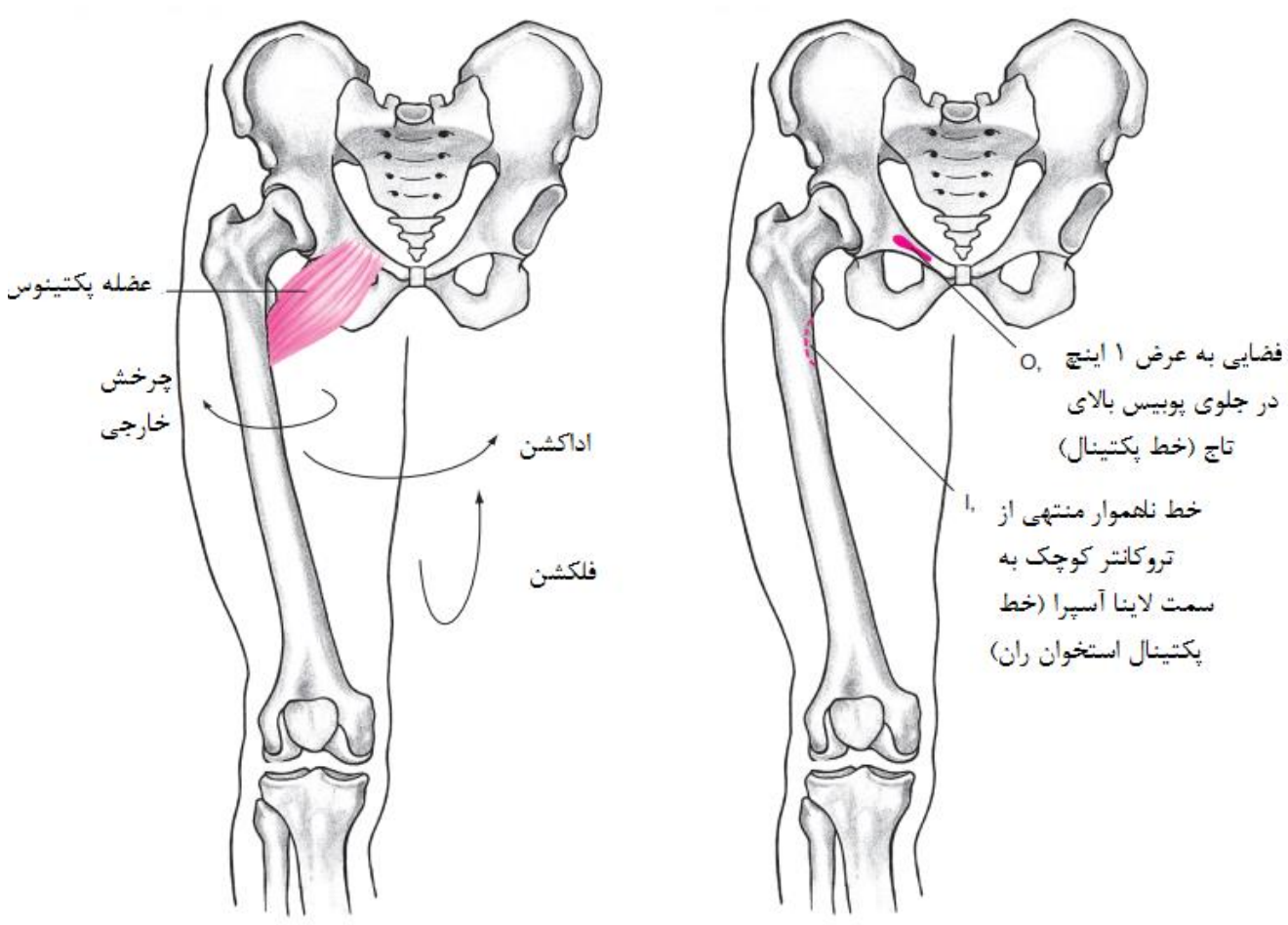
عصب فمورال (L2-L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

همانطور که پکتینوس منقبض می‌شود، همچنین تمایل دارد لگن را به سمت جلو بچرخاند. کشیدن عضلات شکم روی لگن جلویی از این عمل کج شدن جلوگیری می‌کند.

عضله پکتینئوس همراه با عضله ایلیوپسواس در بالا بردن و پایین آوردن پا تمرین می‌شود. برای تقویت این عضله می‌توان از تمرینات خم شدن لگن و تمرینات اداکشن لگن در برابر مقاومت استفاده کرد.

پکتینئوس با ابداکشن کامل مفصل ران کشیده و چرخش شده داخلی با زانو در حالت خم شدن کشیده می‌شود.




شکل. 8.27 • عضله پکتینوس، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## **عضله اداکتور بروویس** (شکل. 8.28)

## ریشه

جلوی راموس شرمگاهی تحتانی درست زیر منشاء اددکتور لونگوس

## اتصال

دو سوم پایینی خط پکتینال استخوان ران و نیمه بالایی لب داخلی لاینا آسپرا

عمل

اداکشن لگن

چرخش خارجی در حالی که لگن را اضافه می‌کند

به خم شدن مفصل ران کمک می‌کند

به چرخش قدامی لگن کمک می‌کند

## لمس کردن

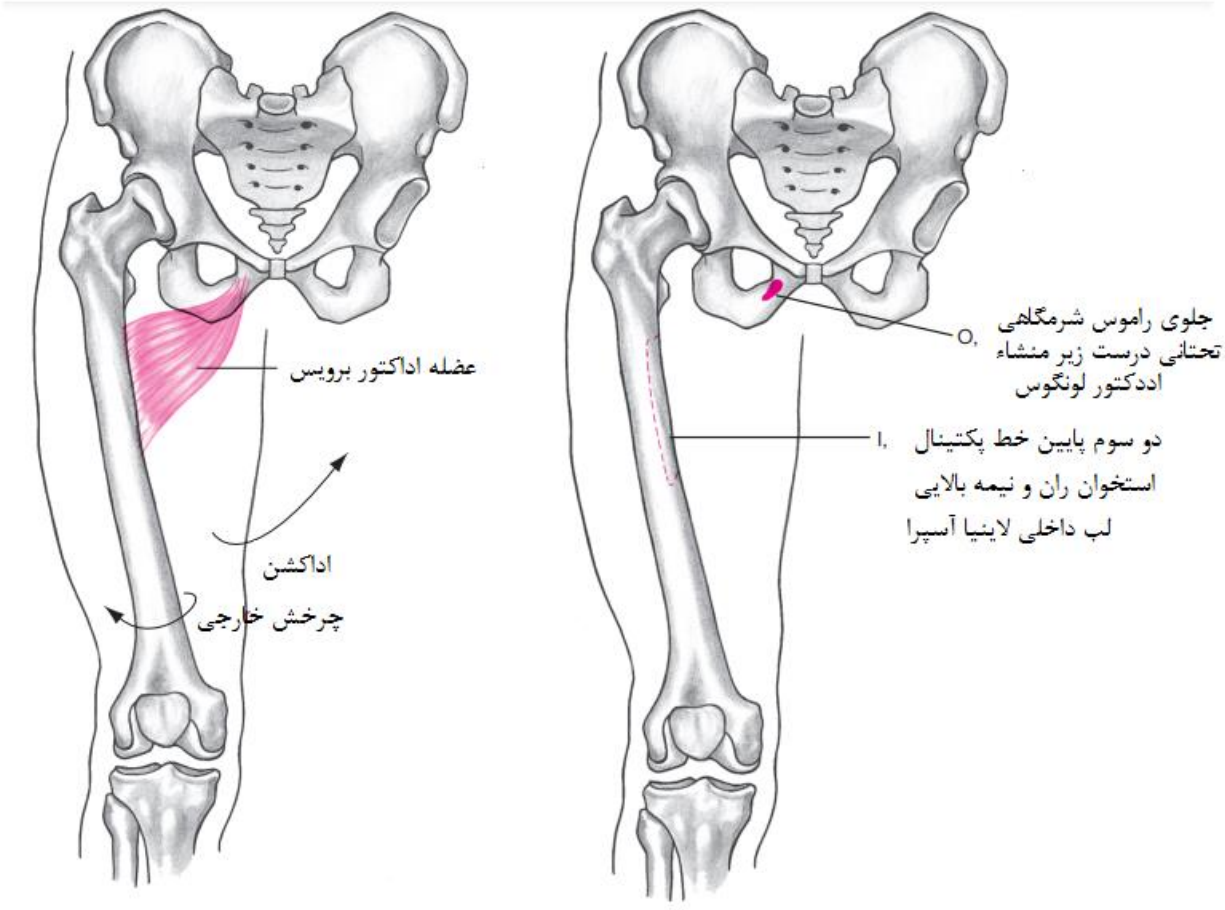
عمقی تا ادوکتور لونگوس و سطحی تا ادوکتور مگنوس. لمس کردن و تمایز آن از اددکتور لونگوس که بلافاصله تحتانی است بسیار دشوار است. قسمت پروگزیمال فقط جانبی نسبت به ادوکتور لونگوس است

## عصب دهی

عصب انسدادی (L3, L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله ادکتور برویس همراه با سایر عضلات ادکتور حرکت قدرتمند ران ها را به سمت یکدیگر فراهم می‌کند. فشردن ران ها به هم به سمت یکدیگر در برابر مقاومت در تقویت ادکتور برویس موثر است. ابداکشن مفصل ران کشیده و چرخش شده داخلی با زانو در حالت خم شدن، کشش عضلانی بریویس را فراهم می‌کند.




شکل. 8.28 • عضله بریویس اداکتور، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله لانگ ادکتور** (شکل. 8.29)

**ریشه**

پوبیس قدامی درست زیر تاج آن

## اتصال

یک سوم میانی خط آسپرا

### عمل

اداکشن لگن

چرخش خارجی در حالی که لگن را اضافه می‌کند

به خم شدن مفصل ران کمک می‌کند

به چرخش قدامی لگن کمک می‌کند

## لمس کردن

برجسته ترین عضله در ناحیه قدامی ران، درست در پایین تر از استخوان شرمگاهی با اداکشن مقاوم

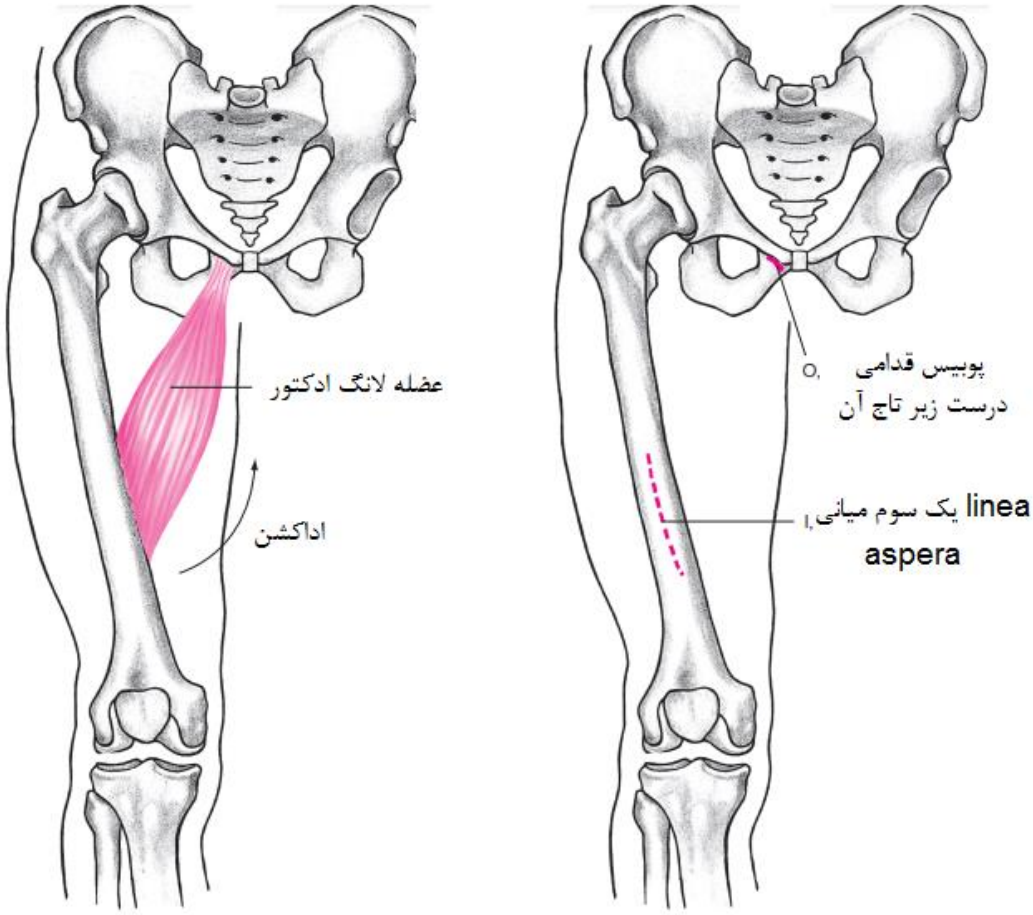
## عصب دهی

عصب انسدادی (L3, L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله ممکن است با استفاده از تمرین قیچی تقویت شود، که در آن سوژه باید روی زمین بنشیند و پاها را باز کرده باشد در حالی که یک شریک برای ایجاد مقاومت، پاها یا بازوهای خود را داخل هر ساق پا قرار می دهد. از آنجایی که سوژه

تلاش می‌کند پاهای خود را به هم نزدیک کند، شریک جنسی در سراسر دامنه حرکت مقاومت دستی ایجاد می‌کند. این تمرین را می‌توان برای یک یا هر دو پا استفاده کرد. اددکتور لونگوس به همان روشی که اددکتور برویس کشیده می‌شود.




شکل. 8.29 • عضله لونگوس مجاور، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## **عضله ادکتور مگنوس** (شکل. 8.30)

### **ریشه**

لبه کل راموس پوبیس و ایسکیوم و توبروزیته ایسکیال

## اتصال

طول کل خط آسپرا، برجستگی کندیلوئید داخلی و توبرکل اددکتور

### عمل

اداکشن لگن

چرخش بیرونی به عنوان مجاورت ران

اکستنشن مفصل ران

## لمس کردن

جنبه داخلی ران بین گراسیلیس و همسترینگ داخلی از توبروزیته ایسکیال تا توبرکل ادکتور با اداکشن مقاوم از وضعیت ابداکشن

## عصب دهی

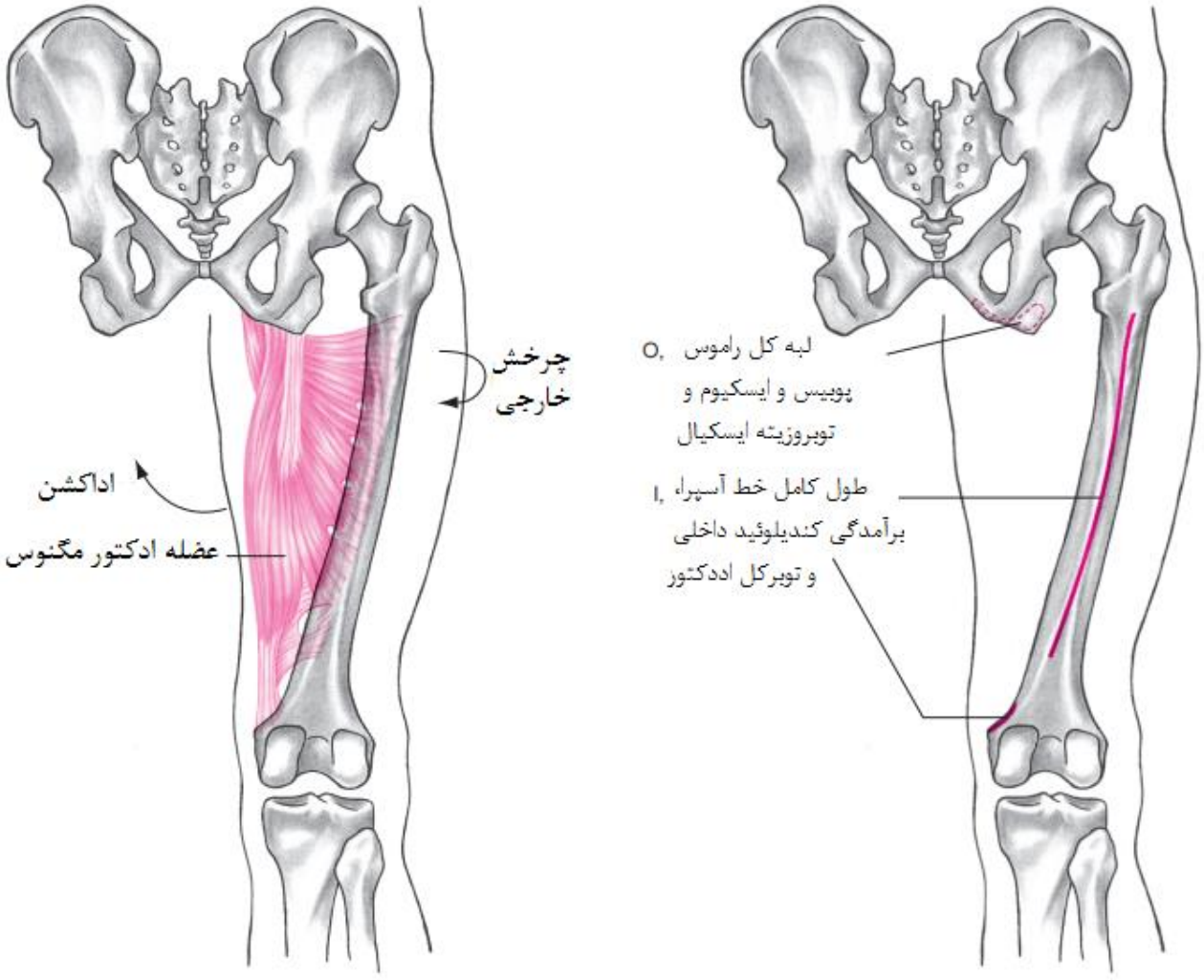
قدامی: عصب مسدود کننده (L2-L4)

خلفی: عصب سیاتیک (L4، L5، S1-S3)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

قسمت بالایی که از راموس ایسکیوپوبیک سرچشمه می‌گیرد، گاهی به‌طور جداگانه به‌عنوان مینیموس اددکتور اتصال می‌شود، و باعث می‌شود قسمتی که از توبروزیته ایسکیال سرچشمه می‌گیرد به‌عنوان اددکتور مگنوس اتصال شود.

بخش مینیموس ادکتور به عنوان بخش ادکتور نامیده می‌شود و قسمت بزرگتر به عنوان قسمت همسترینگ نامیده می‌شود. عضله ادکتور مگنوس در ضربات سینه در شنا و اسب سواری استفاده می‌شود. از آنجایی که از ماهیچه های ادکتور (آداکتور مگنوس، اددکتور لونگوس، اداکتور برویس و گراسیلیس) به شدت در حرکات معمولی استفاده نمی‌شود، باید برخی فعالیت های تجویز شده برای آنها ارائه شود. برخی از تجهیزات ورزشی مدرن به گونه‌ای طراحی شده‌اند که مقاومت در برابر حرکت اداکشن لگن ایجاد کنند. تمرینات اداکشن ران مانند آنهایی که برای اددکتور برویس و ادوکتور لونگوس توضیح داده شده است ممکن است برای تقویت عضله ادکتور نیز استفاده شوند. اداکتور مگنوس به همان روشی که اددکتور برویس و ادوکتور لونگوس کشیده می‌شود.



شکل. 8.30 • عضله اددکتور مگنوس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله گراسیلیس**(شکل. 8.31)

## ریشه

لبه آنترومدیال راموس نزولی پوبیس

## اتصال

سطح داخلی قدامی استخوان درشت نی درست زیر کندیل

## عمل

اداکشن لگن

خم شدن ضعیف زانو

چرخش داخلی لگن

به خم شدن مفصل ران کمک می‌کند

چرخش داخلی ضعیف زانو

## لمس کردن

یک تاندون نازک در قسمت جلویی ران با خم شدن زانو و مقاومت در برابر اداکشن درست در خلف ادکتور لونگوس و میانی

به نیمه تاندینوزوس

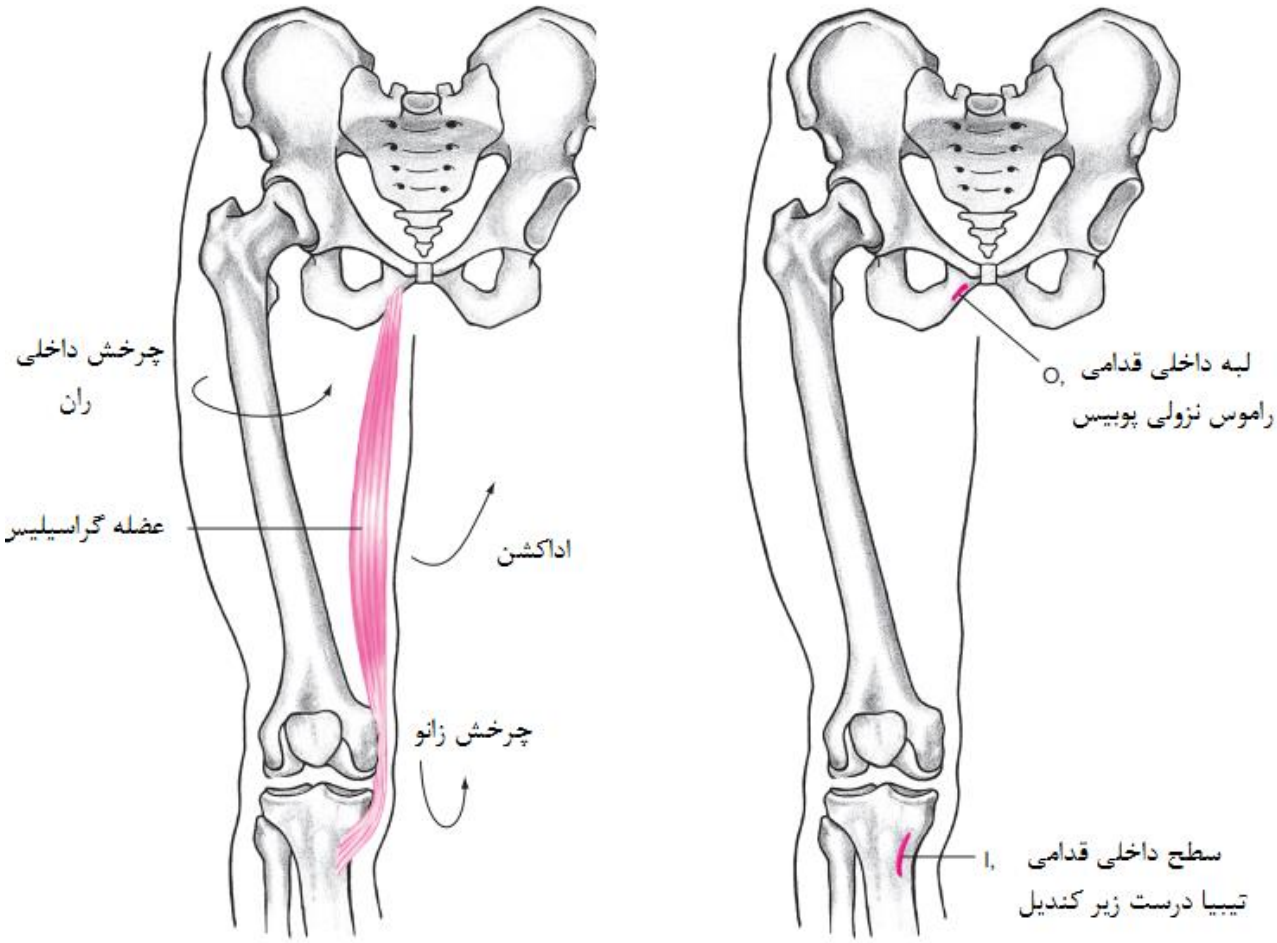
## عصب دهی

عصب مسدود کننده (L2-L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

این عضله که با نام اددکتور گرسیلیس نیز شناخته می‌شود، عملکردی مشابه سایر عضله‌های افزایش‌دهنده دارد، اما کمک ضعیفی به خم شدن زانو می‌دهد.

ماهیچه های ادکتور به صورت گروهی (ادکتور مگنوس، ادکتور لونگوس، اددکتور برویس و گراسیلیس) در اسب سواری و در انجام ضربات سینه در شنا به عمل فراخوانده می شوند. رشد مناسب گروه اددکتور از ایجاد درد پس از شرکت در این ورزش ها جلوگیری می‌کند. گراسیلیس با همان تمریناتی که برای سایر کشنده های لگن توضیح داده شد تقویت می‌شود. گراسیلیس ممکن است به روشی مشابه اددکتورها کشیده شود، با این تفاوت که زانو باید به طور کامل کشیده شود.




شکل. 8.31 • عضله گراسیلیس، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله نیمه تاندینوس** (شکل. 8.32)

## ریشه

توبروزیت ایسکیال

## اتصال

سطح داخلی قدامی استخوان درشت نی درست زیر کندیل

## عمل

خم شدن زانو

اکستنشن مفصل ران

چرخش داخلی لگن

چرخش داخلی زانوی خم شده

چرخش لگن خلفی

## لمس کردن

جنبه خلفی میانی دیستال ران با خم شدن ترکیبی زانو و چرخش داخلی در برابر مقاومت دقیقاً دیستال به توبروزیته ایسکیال در وضعیت مستعد با چرخش داخلی ران در حین خم شدن فعال زانو

## عصب دهی

عصب سیاتیک - تقسیم تیبیا (L5، S1، S2)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

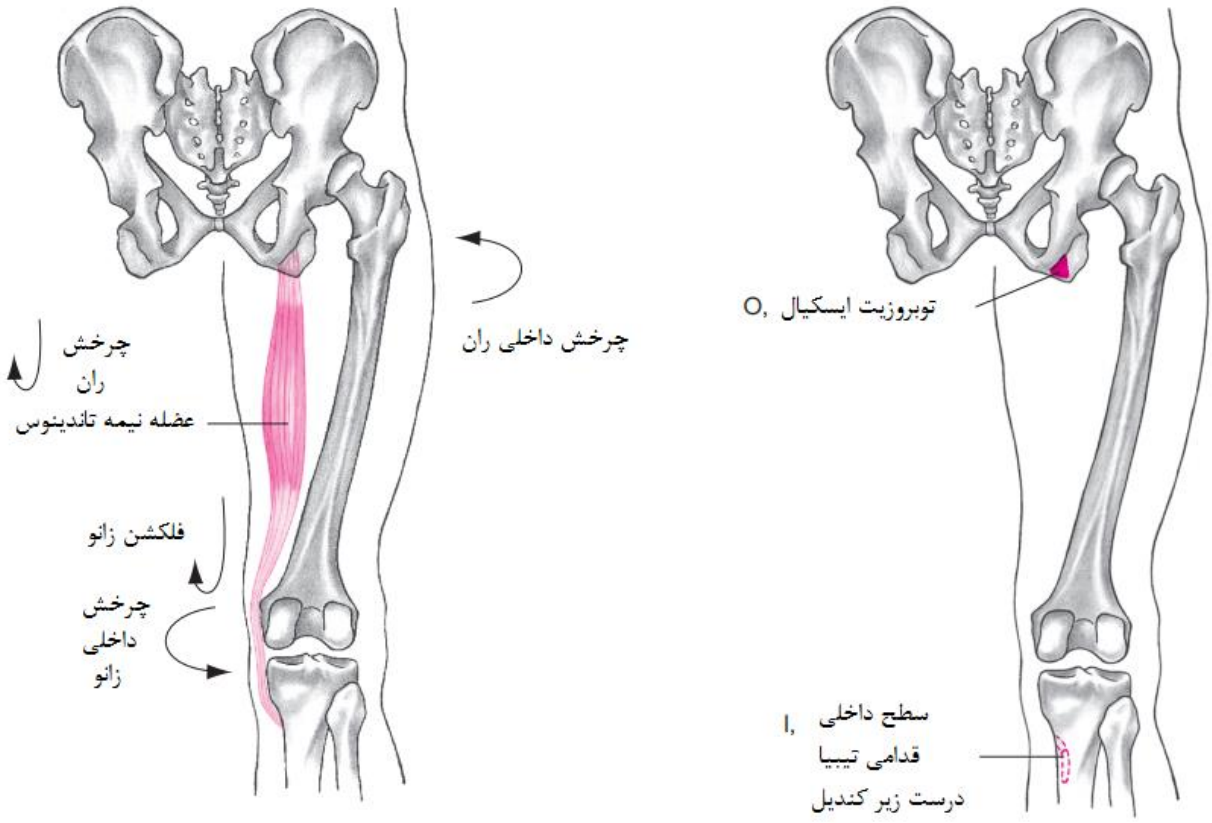
این عضله دو مفصلی هنگام انقباض برای امتداد مفصل ران یا خم کردن زانو بیشترین تأثیر را دارد.

هنگامی که اکستنشن مفصل ران و خم شدن زانو به طور همزمان وجود داشته باشد، هر دو حرکت ضعیف هستند. هنگامی که تنه با زانوهای صاف به سمت جلو خم می‌شود، ماهیچه های همسترینگ کشش قدرتمندی روی لگن عقب دارند و با انقباض کامل آن را به سمت پایین متمایل می‌کنند. اگر هنگام انجام این حرکت زانوها خم شوند، می‌توان مشاهده کرد که کار عمدتاً توسط عضله سرینی ماکسیموس انجام می‌شود.

از سوی دیگر، هنگامی که از عضلات در خم شدن قدرتمند زانوها استفاده می‌شود، مانند آویزان کردن زانو از میله، خم کننده های لگن وارد عمل می شوند تا منشا این عضلات را بالا ببرند و آنها را به عنوان خم کننده زانو موثرتر کنند. . با کشش کامل باسن در این حرکت، حرکت خم شدن زانو ضعیف می‌شود. این ماهیچه‌ها در راه رفتن معمولی به‌عنوان اکستانسورهای مفصل ران استفاده می‌شوند و به عضلات سرینی ماکسیموس اجازه می‌دهند در حرکت آرام شوند.

سمیتندینوسوس بهتر است از طریق تمرینات خم شدن زانو در برابر مقاومت ایجاد شود. معمولاً به عنوان حلقه‌های همسترینگ یا حلقه‌های ساق پا شناخته می‌شوند، ممکن است به صورت دراز کشیده روی میز زانو یا ایستاده با وزنه‌های مچ پا وصل شوند. این عضله هنگام اجرای فرهای همسترینگ در حالی که سعی می‌شود مفصل زانو را در چرخش داخلی حفظ کند، تاکید می‌شود. این موقعیت چرخش داخلی، اتصال آن را با مبدا خود هماهنگ می‌کند.

نیمه تاندینوزوس با حداکثر کشیده شدن زانو در حالی که لگن چرخشی خارجی و کمی ربوده شده را خم می‌کند، کشیده می‌شود.




شکل. 8.32 • عضله نیمه تاندیوس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله نیمه غشایی** (شکل. 8.33)

## ریشه

توبروزیت ایسکیال

## اتصال

سطح خلفی میانی کندیل تیبیال داخلی

## عمل

خم شدن زانو

اکستنشن مفصل ران

چرخش داخلی لگن

چرخش داخلی زانوی خم شده

چرخش لگن خلفی

## لمس کردن

تاندون که تا حد زیادی توسط سایر عضلات پوشانده شده است، می‌تواند در قسمت خلفی زانو تا عمق تاندون نیمه تاندینوزوس با خم شدن ترکیبی زانو و چرخش داخلی در برابر مقاومت احساس شود.

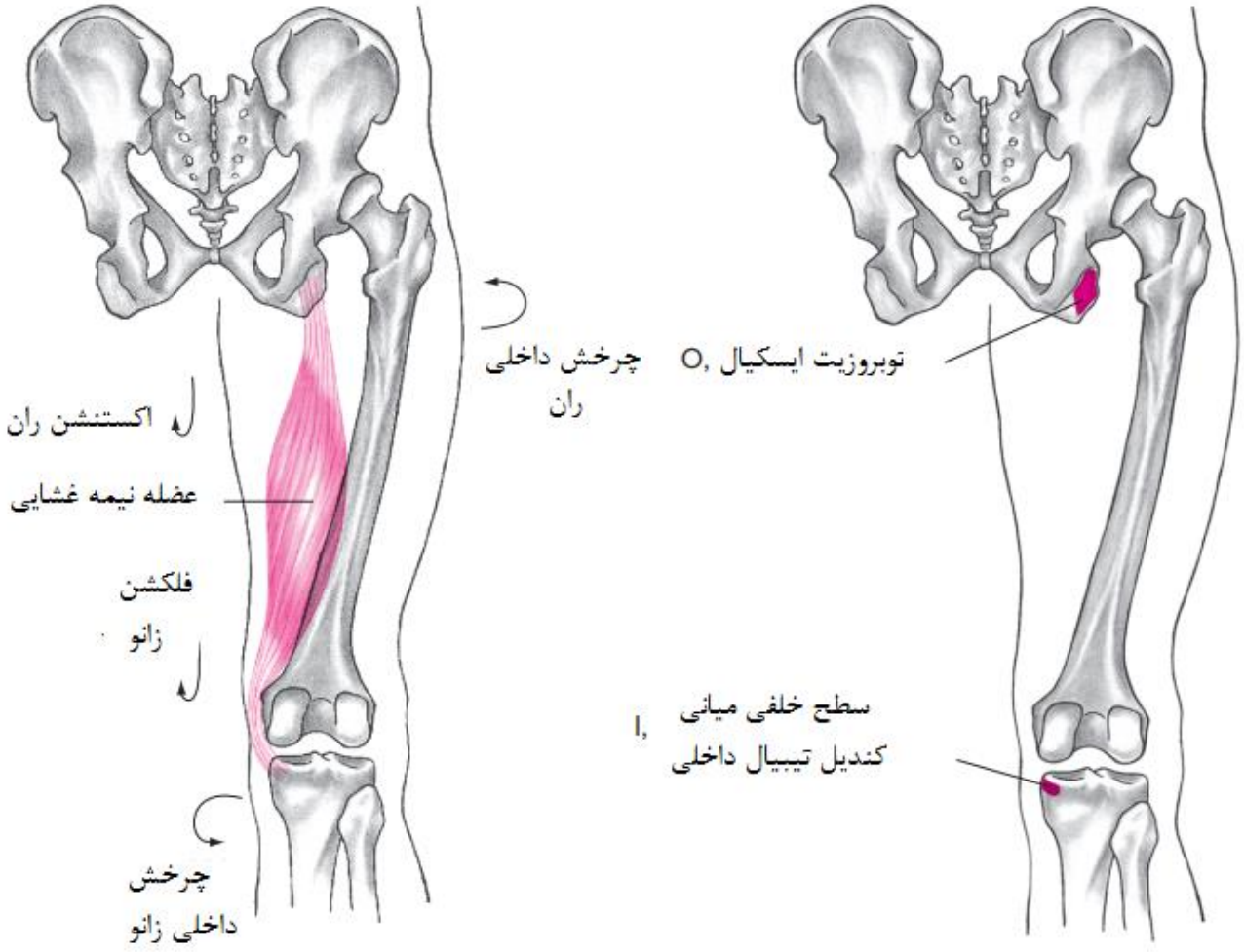
## عصب دهی

عصب سیاتیک - تقسیم تیبیا (L5، S1، S2)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هر دو نیمه غشایی و نیمه غشایی مسئول چرخش داخلی زانو هستند، همراه با عضله پوپلیتئوس، که در فصل 9 مورد بحث قرار گرفته است. مفصل زانو.

سمیممبرانسوس به بهترین وجه با انجام فر کردن پا ایجاد می‌شود. چرخش داخلی زانو در سراسر محدوده فعالیت این عضله را تشدید می‌کند. نیمه غشایی به همان روش نیمه تاندینوزوس کشیده می‌شود.




شکل. 8.33 • عضله نیمه غشایی، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## **عضله دوسر فموریس** (شکل. 8.34)

### **ریشه**

سر بلند: توبروزیت ایسکیال

سر کوتاه: نیمه پایینی خط آسپرا و برآمدگی کندیلوئید جانبی

## اتصال

کندیل جانبی استخوان درشت نی و سر نازک نی

## عمل

خم شدن زانو

اکستنشن مفصل ران

چرخش خارجی لگن

چرخش خارجی زانوی خم شده

چرخش لگن خلفی

## لمس کردن

جنبه خلفی جانبی دیستال ران با خم شدن ترکیبی زانو و چرخش بیرونی در برابر مقاومت و فقط دیستال به توبروزیته ایسکیال در وضعیت مستعد با چرخش بیرونی ران در حین خم شدن فعال زانو

## عصب دهی

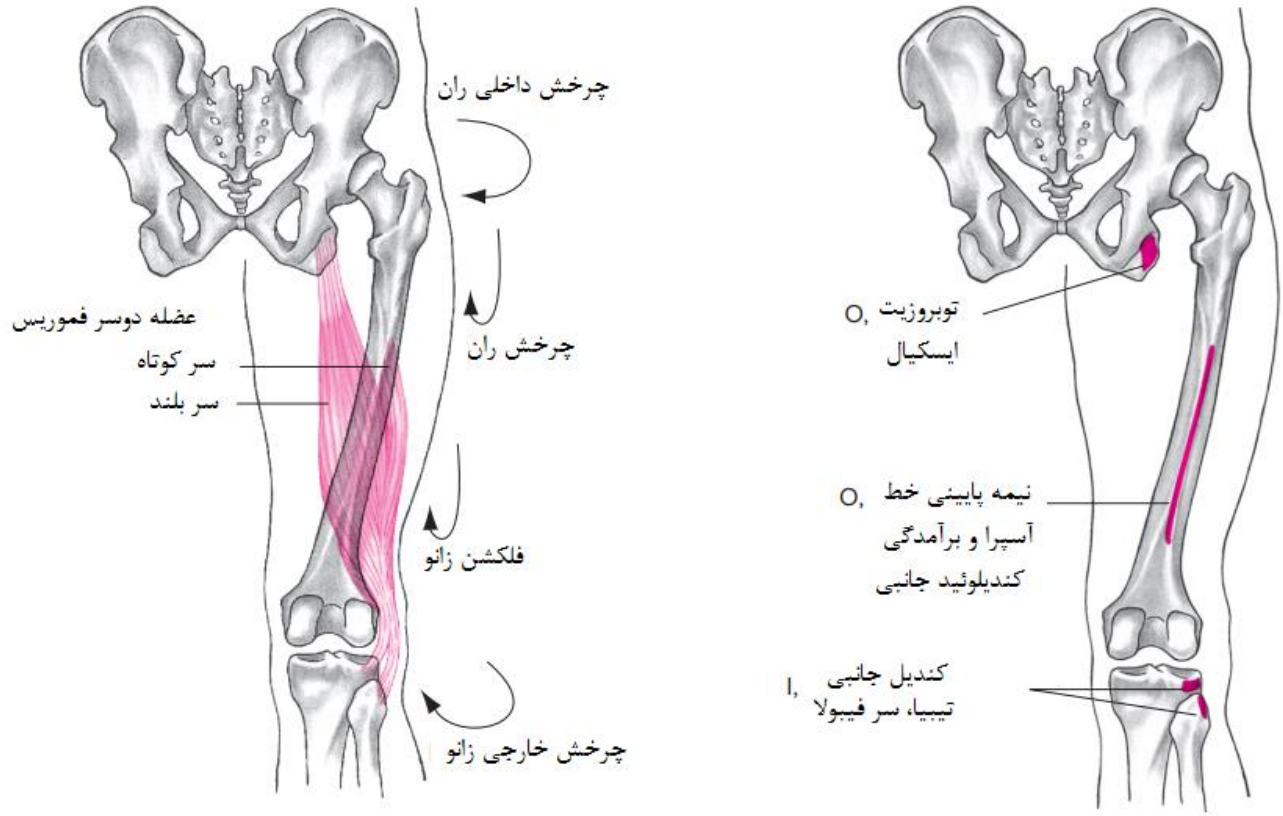
سر بلند: عصب سیاتیک - تقسیم تیبیا (S1-S3).

سر کوتاه: عصب سیاتیک - تقسیم پرونئال (L5، S1، S2)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

ماهیچه های نیمه تاندینوزوس، نیمه غشایی و عضله دو سر رانی به عنوان همسترینگ شناخته می شوند. این ماهیچه ها همراه با عضله سرینی ماکسیموس، در حالت اکستنشن مفصل ران زمانی که زانوها صاف یا تقریباً صاف هستند استفاده می‌شود. بنابراین در دویدن، پریدن، پریدن و پریدن از این ماهیچه ها با هم استفاده می‌شود. عضلات همسترینگ بدون کمک گلوتئوس ماکسیموس استفاده می شوند، اما زمانی که از میله ای از زانو آویزان می شوند. به طور مشابه، گلوتئوس ماکسیموس بدون کمک همسترینگ زمانی که زانوها خم می شوند در حالی که باسن به طور فعال کشیده می شوند استفاده می‌شود. این زمانی اتفاق می‌افتد که از حالت خم زانو به حالت ایستاده بالا می‌روید.

عضله دو سر رانی به بهترین وجه از طریق پیچ های همسترینگ همانطور که در مورد نیمه تاندینوس توضیح داده شد رشد می‌کند، اما اگر زانو در چرخش بیرونی در سراسر دامنه حرکتی حفظ شود، که مبدأ و جایگذاری را با یکدیگر هماهنگ می‌کند، بیشتر بر آن تاکید می‌شود. عضله دوسر فموریس با حداکثر کشش زانو در حالی که لگن چرخشی داخلی و کمی اضافه شده را خم می‌کند، کشیده می‌شود.



شکل. 8.34 • عضله دوسر فموریس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله گلوتئوس ماکسیموس** (شکل. 8.35)

## ریشه

یک چهارم خلفی تاج ایلیوم، سطح خلفی ساکروم و دنبالچه نزدیک ایلیوم و فاسیای ناحیه کمر

## اتصال

برجستگی مایل (توبروزیته گلوتئال) در سطح جانبی تروکانتر بزرگ و نوار ایلیوتیبیال فاشیا لاته

## عمل

اکستنشن مفصل ران

چرخش خارجی لگن

الیاف بالایی: به ابداکشن لگن کمک می‌کند

الیاف پایین: به اداکشن لگن کمک می‌کند

چرخش لگن خلفی

## لمس کردن

دویدن به سمت پایین و جانبی بین تاج ایلیاک خلفی به سمت بالا، شکاف مقعد به سمت داخل و چین گلوتئال در پایین، با تاکید با اکستنشن، چرخش خارجی و ابداکشن

## عصب دهی

عصب گلوتئال تحتانی (L5، S1، S2)

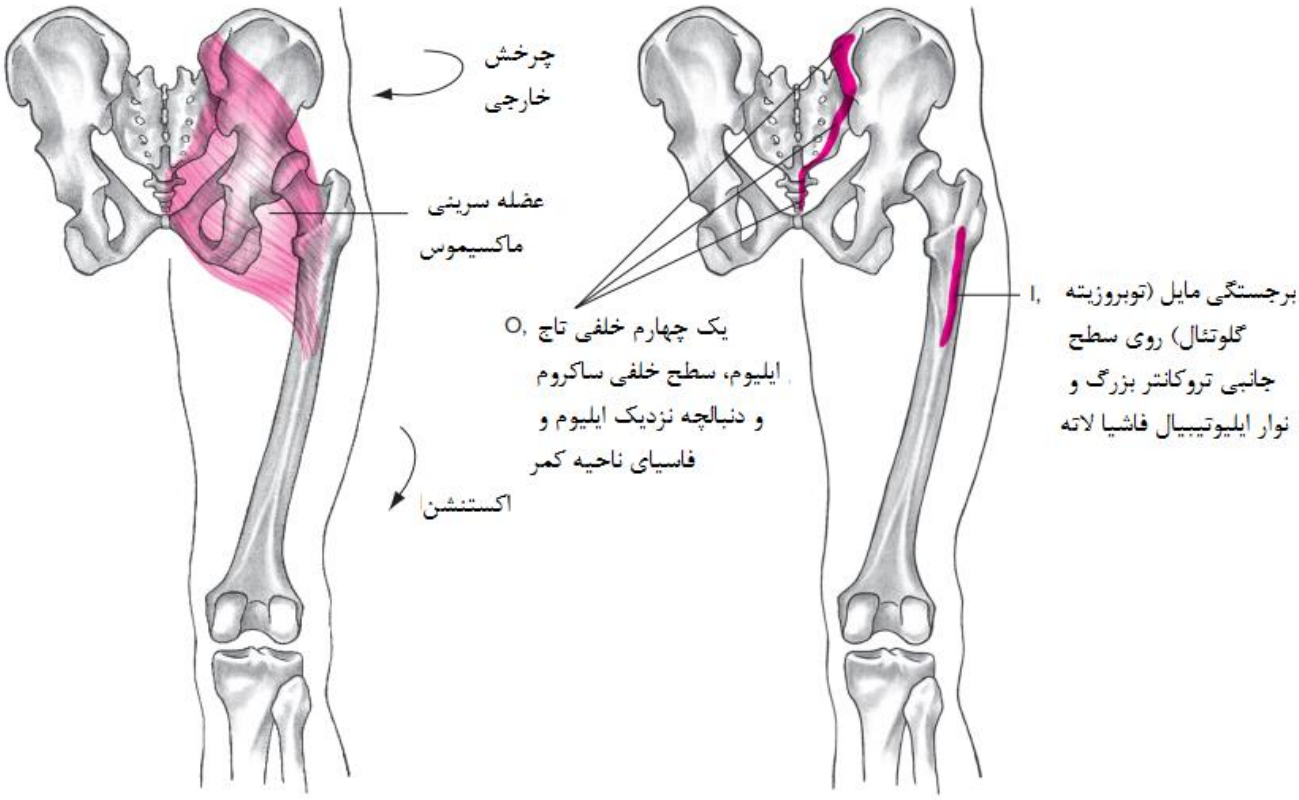
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله سرینی ماکسیموس زمانی وارد عمل می‌شود که حرکت بین لگن و استخوان ران نزدیک می‌شود و از 15 درجه کشش فراتر می رود. در نتیجه در پیاده روی معمولی زیاد استفاده نمی‌شود. در کشش ران با چرخش خارجی مهم است.

عملکرد قوی عضله سرینی ماکسیموس در دویدن، پریدن، پرش و پریدن دیده می‌شود. کشش قدرتمند ران در بازگشت به حالت ایستاده از حالت چمباتمه زدن به خصوص با هالترهای سنگین روی شانه ها ثابت می‌شود.

برای رشد این عضله می‌توان از تمرینات اکستنشن لگن از حالت متمایل به جلو یا مستعد استفاده کرد. این عضله زمانی بیشتر تاکید می‌شود که لگن از حالت خمیده شروع می‌شود و به سمت اکستنشن کامل و ابداکشن حرکت می‌کند و زانو 30 درجه یا بیشتر خم می‌شود تا درگیری همسترینگ در عمل کاهش یابد.

گلوتئوس ماکسیموس در حالت خوابیده به پشت با خم شدن کامل باسن به سمت زیر بغل و سپس به سمت زیر بغل طرف مقابل با زانو در حالت خم شدن کشیده می‌شود. چرخش همزمان داخلی لگن این کشش را برجسته می‌کند.




شکل. 8.35 • عضله گلوتئوس ماکسیموس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله گلوتئوس مدیوس** (شکل. 8.36)

## ریشه

سطح جانبی ایلیوم درست در زیر تاج

## اتصال

سطوح خلفی و میانی تروکانتر بزرگ استخوان ران

## عمل

ابداکشن لگن

چرخش جانبی لگن به سمت همان طرف

فیبرهای قدامی: چرخش داخلی، خم شدن مفصل ران و چرخش لگن قدامی

الیاف خلفی: چرخش خارجی، امتداد لگن و چرخش لگن خلفی

## لمس کردن

کمی جلوتر و چند اینچ بالاتر از تروکانتر بزرگ با بالا بردن فعال لگن مقابل از حالت ایستاده یا ابداکشن فعال هنگام خوابیدن به پهلو روی لگن طرف مقابل.

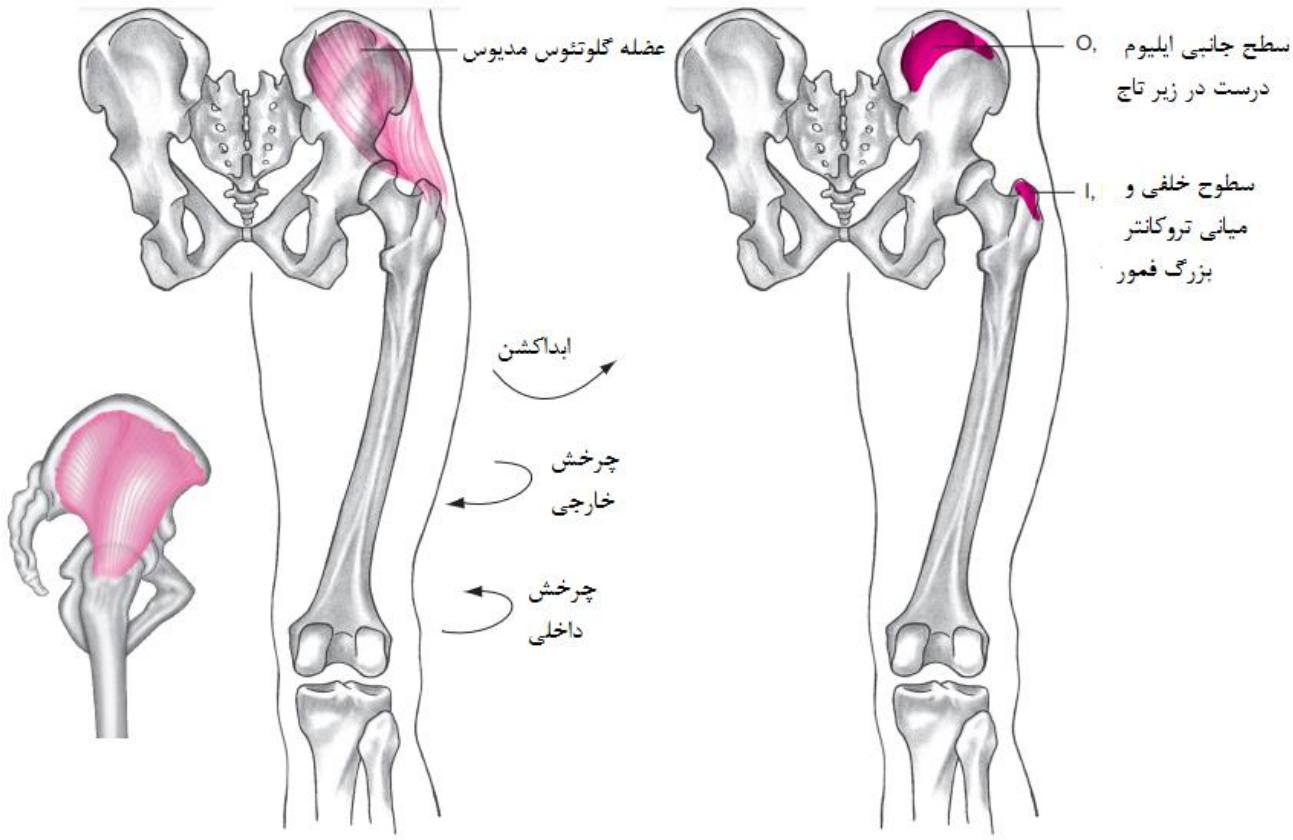
## عصب دهی

عصب گلوتئال برتر (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عملکرد معمول عضلات سرینی مدیوس و گلوتئوس مینیموس در راه رفتن دیده می‌شود. از آنجایی که وزن بدن روی یک پا معلق است، این عضلات از افتادگی لگن مقابل جلوگیری می‌کنند. ضعف در گلوتئوس مدیوس و گلوتئوس مینیموس می‌تواند منجر به راه رفتن ترندلنبورگ شود، که مشخصه آن با خمیدن تنه به سمت نقطه ضعف هنگام افتادن لگن طرف مقابل است. با این ضعف، لگن مقابل فرد در هنگام تحمل وزن آویزان می‌شود، زیرا ابدکتورهای لگن در سمت تحمل‌کننده وزن به اندازه کافی قوی نیستند که سمت مقابل را در سطح یا نزدیک به آن نگه دارند.

تمرینات چرخش خارجی لگن که در برابر مقاومت انجام می‌شود می‌تواند تا حدودی باعث تقویت گلوتئوس مدیوس شود، اما بهتر است با انجام حرکات بلند کردن ساق پا دراز کشیده یا تمرینات ابداکشن مفصل ران همانطور که برای تانسور فاشیا لاتا توضیح داده شد، تقویت شود. گلوتئوس مدیوس با حرکت دادن مفصل ران به سمت اداکشن شدید در جلوی اندام مخالف و سپس پشت آن کشیده می‌شود.




شکل. 8.36 • عضله گلوتئوس مدیوس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

**عضله گلوتئوس مینیموس** (شکل. 8.37)

## ریشه

سطح جانبی ایلیوم درست در زیر منشاء گلوتئوس مدیوس

## اتصال

سطح قدامی تروکانتر بزرگ استخوان ران

## عمل

ابداکشن لگن

چرخش جانبی لگن به سمت همان طرف

چرخش داخلی در حین ربوده شدن استخوان ران

خم شدن مفصل ران

چرخش لگن قدامی

## لمس کردن

عمق تا باسن مدیوس؛ پوشیده شده توسط تانسور فاشیا لاته بین کرست ایلیاک قدامی و تروکانتر بزرگ در طول چرخش داخلی و ابداکشن

## عصب دهی

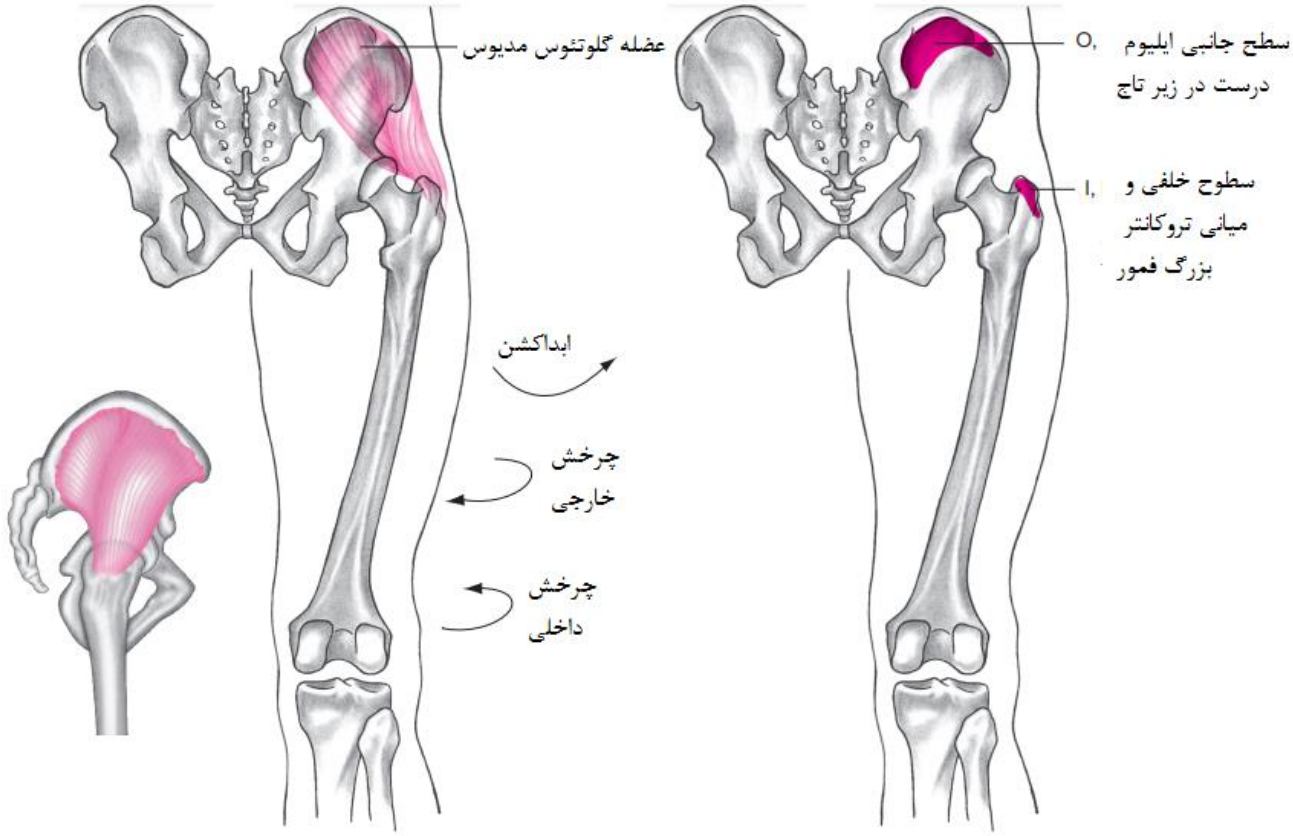
عصب گلوتئال برتر (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هر دو گلوتئوس مینیموس و گلوتئوس مدیوس برای حفظ قدرتمند ابداکشن مناسب لگن در حین دویدن استفاده می شوند. در نتیجه، هر دوی این عضلات در دویدن، پریدن و پرش به طور موثر تمرین می‌شوند که در آن وزن به شدت از یک پا به پای دیگر منتقل می‌شود. با افزایش سن، عضلات سرینی مدیوس و گلوتئوس مینیموس کارایی خود را از دست می دهند.

بهار جوانی تا جایی که به باسن مربوط می‌شود در این ماهیچه ها جای دارد. برای داشتن نیروی محرکه عالی در پاها، این عضلات باید به طور کامل رشد کنند. گلوتئوس مینیموس با انجام تمرینات ابداکشن لگن مشابه آنچه که برای عضلات

تانسور فاشیا لاتائه و گلوتئوس مدیوس توضیح داده شد، تقویت می‌شود. همچنین ممکن است با انجام تمرینات چرخش داخلی لگن در برابر مقاومت دستی ایجاد شود. کشش این عضله با اداکشن شدید مفصل ران با چرخش اندک بیرونی انجام می‌شود.




شکل. 8.37 • عضله گلوتئوس مینیموس، نمای خلفی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## عضله تانسور فاشیا لاته (شکل. 8.38)

### ریشه

تاج ایلیاک قدامی و سطح ایلیوم درست زیر تاج

### اتصال

یک چهارم مسیر پایین ران به داخل دستگاه ایلیوتیبیال، که به نوبه خود بر روی توبرکل گردی از کندیل تیبیال قدامی جانبی وارد می‌شود.

## عمل

ابداکشن لگن

خم شدن مفصل ران

چرخش جانبی لگن به سمت همان طرف

تمایل به چرخش داخلی لگن در حین خم شدن

چرخش خارجی زانو

چرخش لگن قدامی

## لمس کردن

قدامی، بین کرست ایلیاک قدامی و تروکانتر بزرگ در حین چرخش داخلی، فلکشن و ابداکشن

## عصب دهی

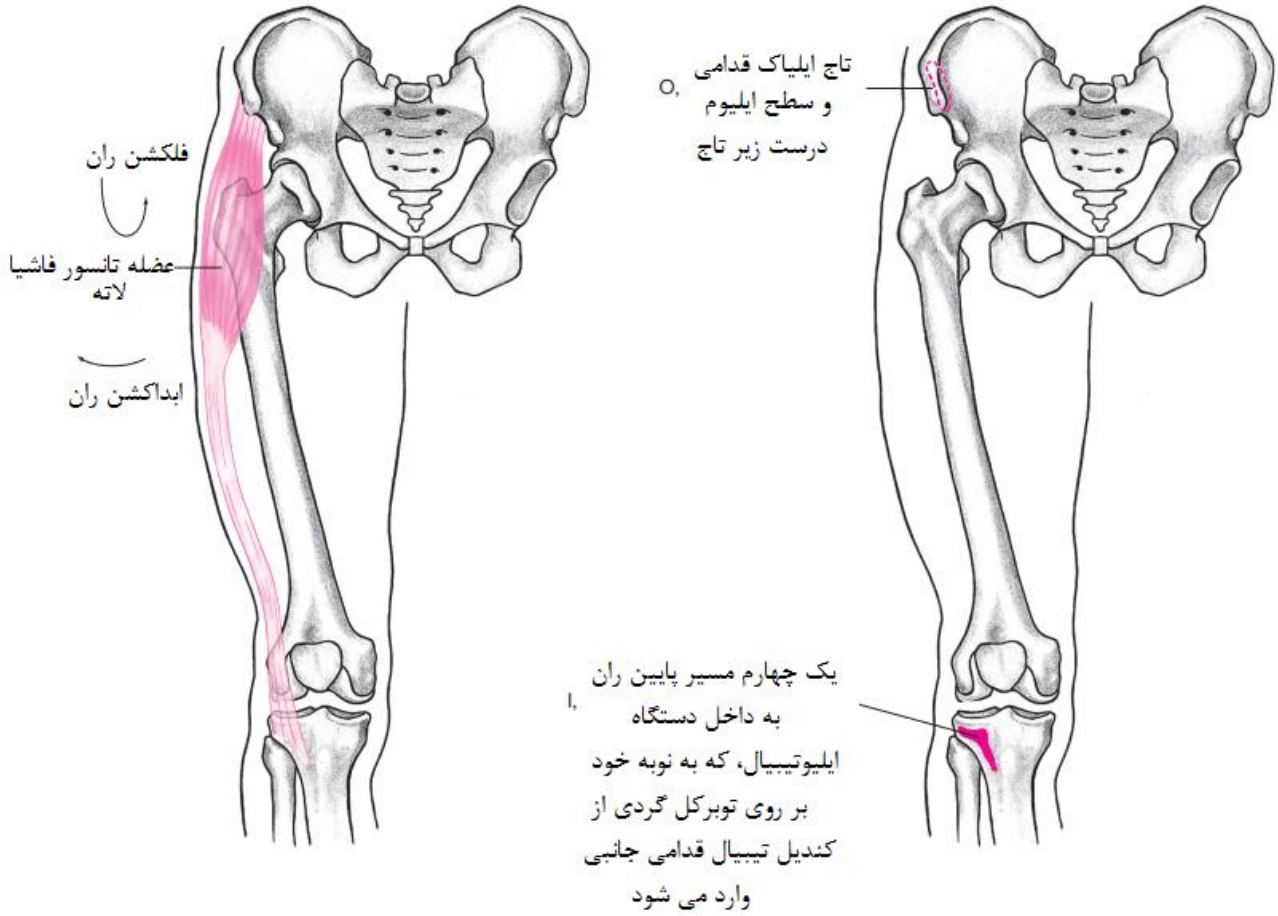
عصب گلوتئال برتر (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله تانسور فاشیا لاته به جلوگیری از چرخش خارجی لگن کمک می‌کند زیرا توسط سایر عضلات خم کننده خم می‌شود.

عضله تانسور فاشیا لاته زمانی که فلکشن و چرخش داخلی انجام می‌شود استفاده می‌شود. این یک حرکت ضعیف است اما برای کمک به هدایت پا به سمت جلو به طوری که پا در راه رفتن و دویدن مستقیماً به جلو قرار گیرد، مهم است. بنابراین، از حالت خوابیده به پشت، بالا بردن پا با چرخش داخلی مشخص استخوان ران، آن را وارد عمل می‌کند.

تانسور fasciae latae ممکن است با انجام تمرینات ابداکشن لگن در برابر جاذبه و مقاومت در حالت خوابیده به پهلو ایجاد شود. این کار به سادگی با ابداکشن لگنی که در بالا قرار دارد و سپس به آرامی پایین آوردن آن به سمت عقب و روی پای دیگر انجام می‌شود. کشش ممکن است با باقی ماندن در پهلو و داشتن یک شریک به حرکت غیرفعال لگن پایین به سمت اکستنشن کامل، اداکشن و چرخش خارجی اعمال شود.




شکل. 8.38 • تنسور فاشیا لاته عضله، نمای قدامی. O، ریشه؛ I، اتصال.

## شش عضله روتاتور جانبی عمیق – پیریفورمیس، جملوس فوقانی، ژملوس تحتانی، انسداد خارجی، انسداد اینترنوس، کوادراتوس فموریس (شکل. 8.39)

### ریشه

ساکروم قدامی، قسمت های خلفی ایسکیوم و سوراخ انسدادی. ستون فقرات ایسکیال؛ توبروزیت ایسکیال؛ حاشیه سوراخ انسدادی؛ حاشیه تحتانی سوراخ انسدادی. توبروزیت ایسکیال

### اتصال

جنبه فوقانی و خلفی تروکانتر بزرگ. قسمت خلفی تروکانتر بزرگ بلافاصله زیر پیریفورمیس. قسمت خلفی تروکانتر بزرگ با انسداد اینترنوس. قسمت خلفی تروکانتر بزرگ با ژملوس برتر. قسمت خلفی تروکانتر بزرگ بلافاصله زیر انسداد اینترنوس. برآمدگی بین تروکانتریک استخوان ران

### عمل

چرخش خارجی لگن

### لمس کردن

اگرچه به طور مستقیم قابل لمس نیست، لمس عمیق بین تروکانتر بزرگ خلفی فوقانی و سوراخ انسدادی با فرد مستعد در هنگام شل شدن گلوتئوس ماکسیموس در حالی که به صورت غیرفعال از ساق پا خمیده در زانو برای چرخش غیرفعال داخلی و خارجی استخوان ران یا انقباض متناوب استفاده می‌شود، امکان پذیر است. روتاتورهای خارجی را کمی شل کنید.

### عصب دهی

پیریفورمیس: عصب اول یا دوم خاجی (S1، S2)

Gemellus superior: عصب خاجی (L5, S1, S2)

Gemellus inferior: شاخه هایی از شبکه خاجی (L4، L5، S1، S2)

انسداد خارجی: عصب مسدود کننده (L3, L4)

Obturator internus: شاخه هایی از شبکه ساکرال (L4، L5، S1، S2)

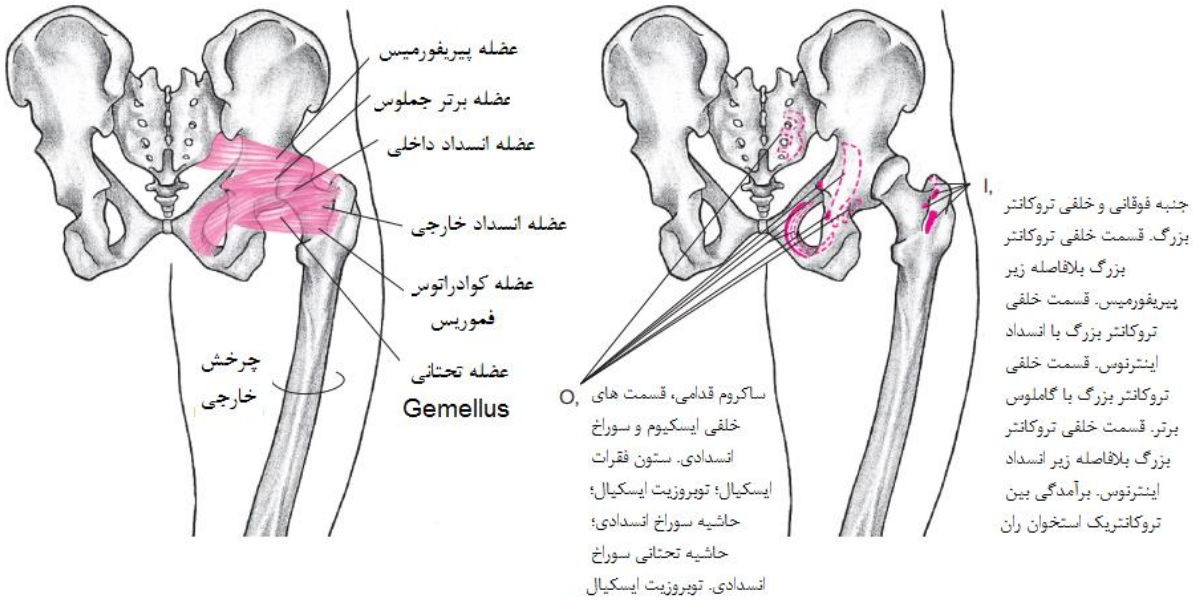
چهارگوشfemoris : شاخه هایی از شبکه خاجی (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

از شش چرخاننده جانبی در حرکات چرخش خارجی استخوان ران استفاده می‌شود، مانند ورزش هایی که در آن فرد از چرخش اولیه داخلی روی یک پا بلند می‌شود. پرتاب توپ بیسبال و تاب دادن چوب بیسبال، که در آن چرخش لگن وجود دارد، نمونه های معمولی هستند.

ایستادن روی یک پا و دور کردن بدن از آن پا به شدت با انقباض این ماهیچه ها انجام می‌شود و ممکن است برای اهداف تقویتی این کار تکرار شود. یک شریک ممکن است با پیشرفت توسعه مقاومت کند. شش چرخاننده جانبی عمیق ممکن است در وضعیت خوابیده به پشت کشیده شوند و یک شریک به طور غیر فعال در داخل چرخانده شود و لگن را کمی خم کند.

نکته قابل توجه این است که عصب سیاتیک معمولاً از پایین تر از عضله پیریفورمیس عبور می‌کند اما ممکن است از آن عبور کند. در نتیجه، سفتی در عضله پیریفورمیس ممکن است به فشردگی روی عصب سیاتیک کمک کند. پیریفورمیس ممکن است با خواباندن سوژه به سمتی که درگیر نشده و یک شریک به طور غیر فعال لگن را به چرخش کامل داخلی همراه با اداکشن لگن و خم شدن خفیف تا متوسط ران بکشد، کشیده شود.




شکل. 8.39 • شش عضله روتاتور جانبی عمیق، نمای خلفی: پیریفورمیس، ژملوس فوقانی، ژملوس تحتانی، انسداد خارجی، مسدود کننده اینترنوس و کوادراتوس فموریس. O، ریشه؛ I، اتصال.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدأ و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با علامت O و I مشخص کنید و مبدا و اتصال را در سمت مقابل اسکلت بکشید.

الف ایلیوپسواس

ب رکتوس فموریس

ج سارتوریوس

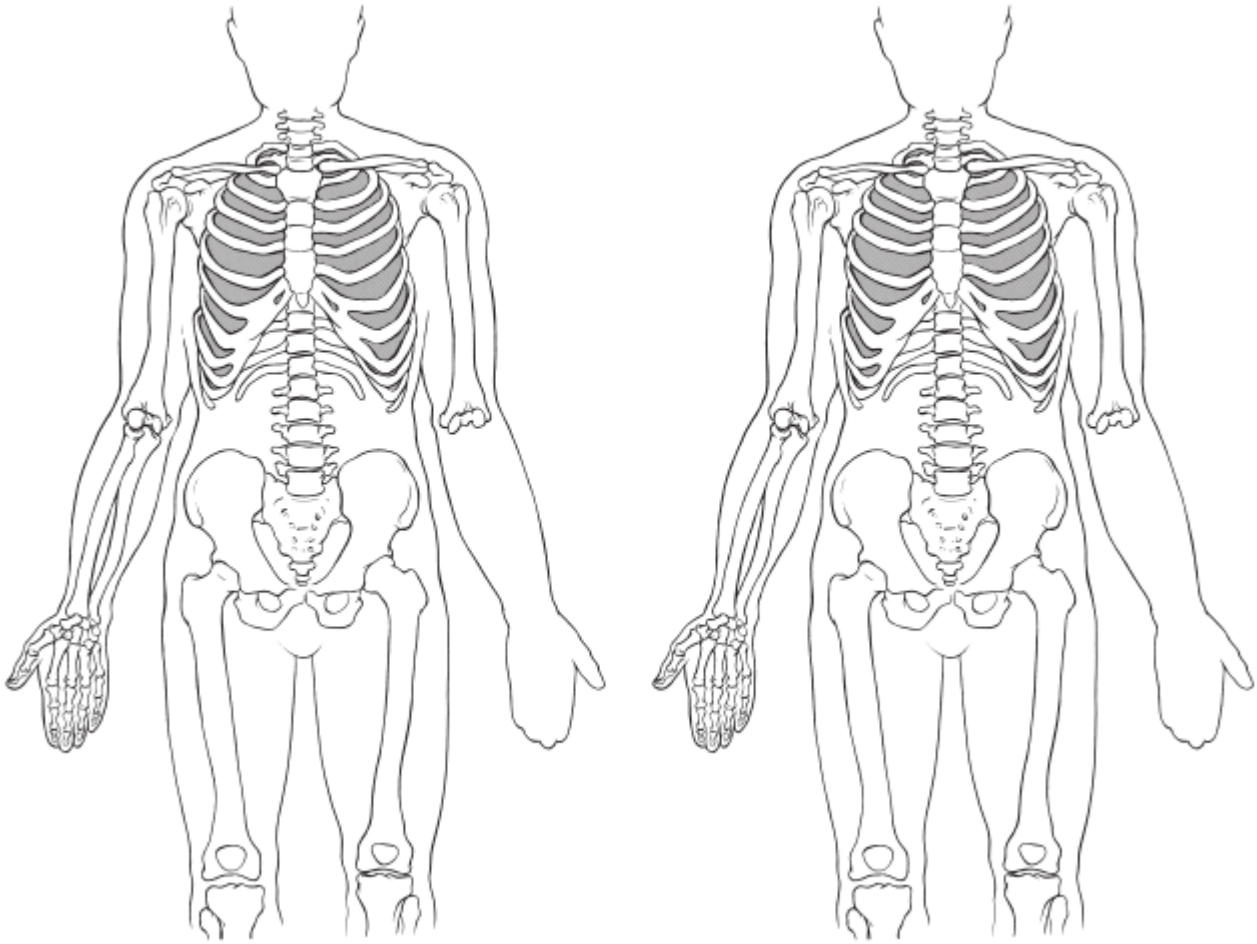
د پکتینوس

ه. اداکتور کوتاه

f. کشنده لانگوس

g اداکتور مگنوس

ساعت گراسیلیس



## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 2

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدأ و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با علامت O و I مشخص کنید و مبدا و اتصال را در سمت مقابل اسکلت بکشید.

الف نیمه تاندینوز

ب نیمه غشا

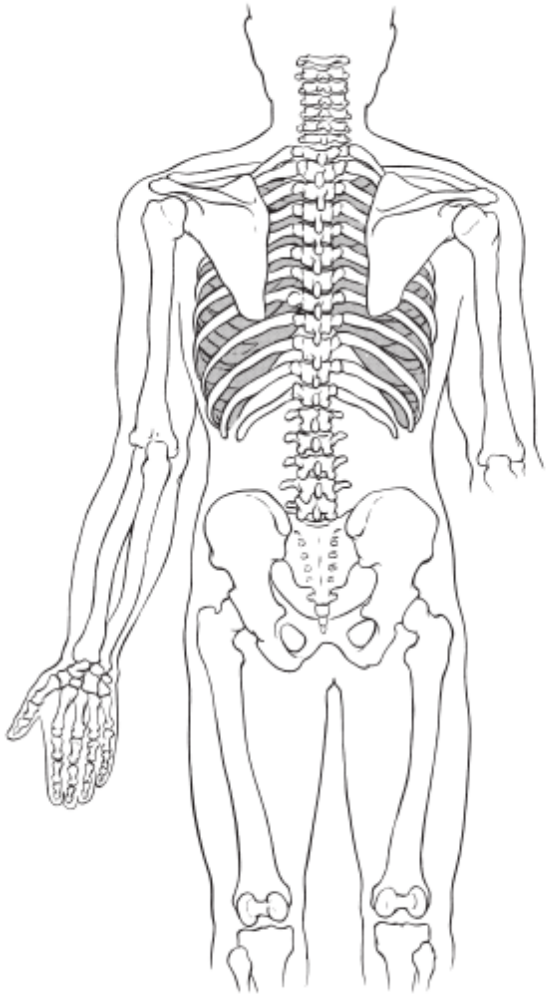
ج عضله دوسر فموریس

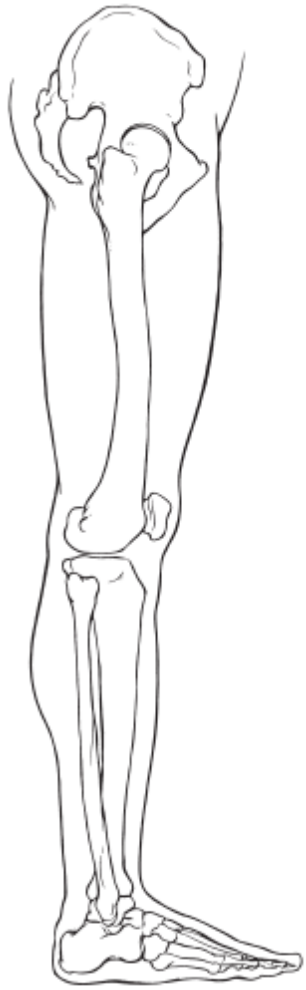
د گلوتئوس ماکسیموس

ه. گلوتئوس مدیوس

و. گلوتئوس کوچک

ز. ماهیچه کِشنده نیام پهن (عضله تنسور فاسیا لاتا)





**فصل 9**

**مفصل زانو**

**اهداف**

- **برای شناسایی ویژگی های استخوانی انتخاب شده زانو بر روی اسکلت انسان**
- **شناخت و توضیح نقش ساختارهای غضروفی و لیگامانی مفصل زانو در ایجاد ثبات**
- **کشیدن و برچسب زدن روی نمودار اسکلتی عضلات و رباط های مفصل زانو**
- **برای لمس ساختارهای سطحی مفصل زانو و عضلات روی سوژه انسانی**
- **نشان دادن و لمس کردن تمام حرکات مفصل زانو با یکی از دانش آموزان و فهرست کردن سطوح حرکتی و محورهای چرخش مربوطه**
- **نام بردن و توضیح اعمال و اهمیت عضلات چهارسر ران و همسترینگ**
- **فهرست و سازماندهی عضلاتی که حرکات مفصل زانو را تولید می‌کنند و آنتاگونیست های آنها را فهرست می‌کند.**
- **یادگیری و درک عصب دهی عضلات مفصل زانو**
- **تعیین حرکات زانو و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده از طریق تجزیه و تحلیل**

مفصل زانو بزرگترین مفصل دیارترودیال بدن است و بسیار پیچیده است. این در درجه اول یک مفصل لولا است. عملکردهای ترکیبی تحمل وزن و حرکت، فشار، فشار، فشرده سازی و پیچش قابل توجهی را بر روی مفصل زانو وارد می‌کند. عضلات بازکننده و خم کننده قوی مفصل زانو، همراه با ساختار رباطی قوی، عملکرد مفصلی قوی در اکثر موارد ایجاد می‌کنند.

## استخوان ها (شکل. 9.1)

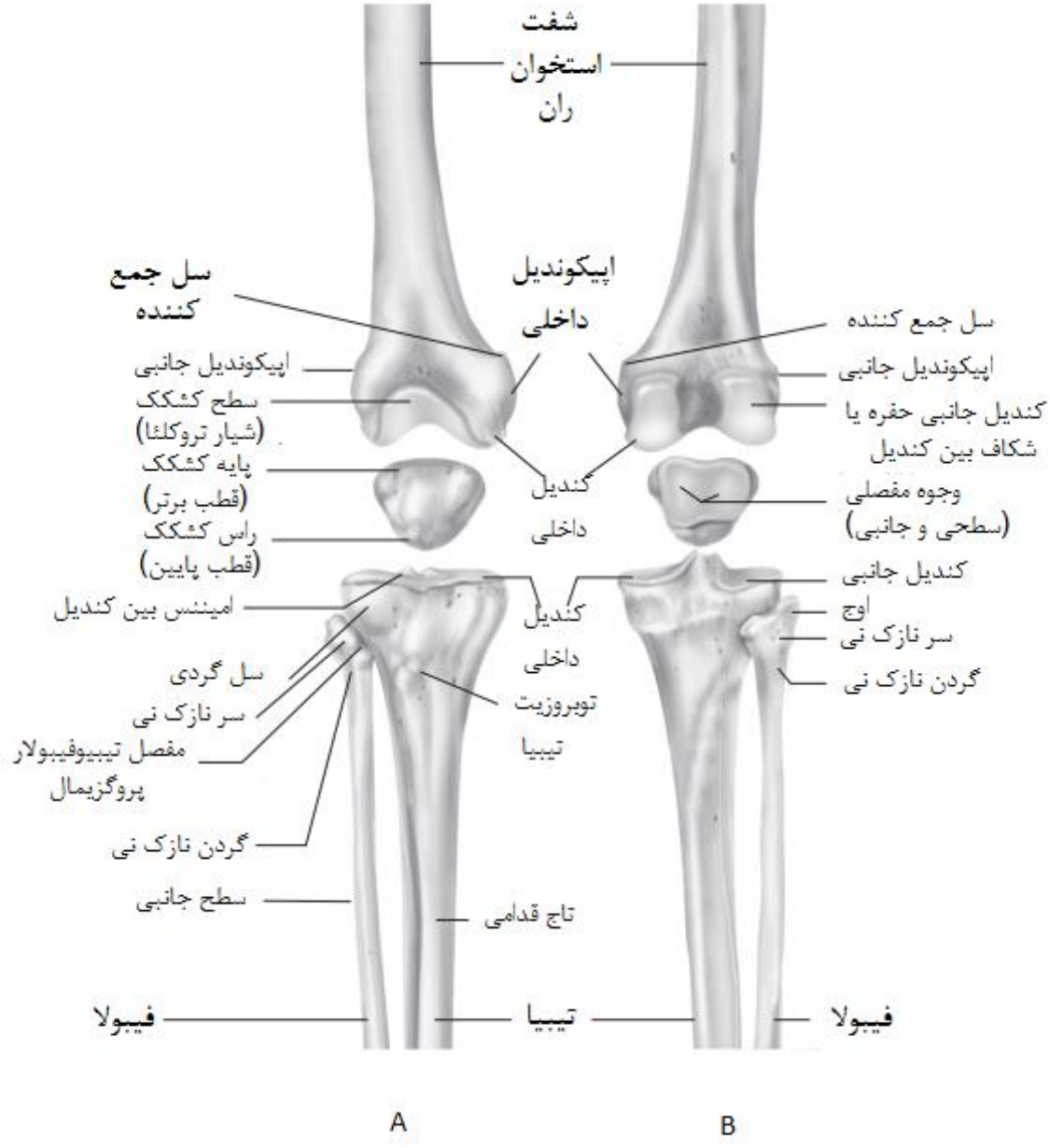
کندیل های فمورال بزرگ شده تا حدودی در یک خط افقی روی کندیل های بزرگ شده استخوان درشت نی مفصل می شوند. از آنجایی که استخوان ران با زاویه ای مایل به سمت خط وسط به سمت پایین پیش می رود، کندیل داخلی آن کمی بزرگتر از کندیل جانبی است. بین سطح قدامی دو کندیل فمورال که کشکک در آن قرار دارد، یک فرورفتگی وجود دارد. این به عنوان شیار تروکلئا شناخته می‌شود.

بالای کندیل های داخلی و خارجی تیبیا، که به عنوان فلات تیبیال داخلی و خارجی شناخته می شوند، به عنوان مخزن برای کندیل های استخوان ران عمل می‌کنند. درشت نی استخوان میانی ساق پا است و وزن بدن را بسیار بیشتر از استخوان نازک نی تحمل می‌کند. نازک نی به عنوان ضمیمه برای برخی از ساختارهای مفصل زانو بسیار مهم عمل می‌کند، اگرچه با استخوان ران یا کشکک مفصلی نمی‌شود و بخشی از مفصل زانو نیست.

کشکک یک استخوان کنجد (شناور) است که در گروه عضلات چهارسر ران و تاندون کشکک قرار دارد. محل قرارگیری آن به آن اجازه می دهد تا با ایجاد یک زاویه کشش بهبود یافته به عضلات چهار سر ران به شکلی شبیه کار قرقره خدمت کند. این منجر به مزیت مکانیکی بیشتر هنگام انجام اکستنشن زانو می‌شود.

نشانه های استخوانی کلیدی زانو شامل قطب های فوقانی و تحتانی کشکک، توبروزیته درشت نی، توبرکل گردی، کندیل های داخلی و خارجی فمورال، سطح میانی قدامی فوقانی درشت نی و سر نازک نی است. سه عضله پهن عضله چهار سر ران از ناحیه پروگزیمال فمور منشا می گیرند و همراه با رکتوس فموریس در قطب فوقانی کشکک قرار می گیرند. ورود ویژه آنها به کشکک از این جهت متفاوت است که عضله پهنِ میانی و عضله پهن پهلویی به ترتیب از یک زاویه فوق داخلی و فوق جانبی وارد کشکک می شوند. رکتوس فموریس سطحی و واستوس اینترمدیوس که مستقیماً در زیر آن قرار دارد،

هر دو از جهت فوقانی به کشکک می چسبند. از اینجا وارد کردن آنها در نهایت بر روی توبروزیته درشت نی از طریق تاندون بزرگ کشکک، که از قطب تحتانی کشکک تا سینه درشت نی امتداد دارد، انجام می‌شود. توبرکل گردی که در قسمت جلویی کندیل جانبی تیبیا قرار دارد، نقطه ورود دستگاه ایلیوتیبیال تانسور فاشیا لاتا است.




شکل. 9.1 • استخوان های زانوی راست - استخوان ران، کشکک، درشت نی و نازک نی. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین.

سطح قدامی میانی بالایی استخوان درشت نی درست در زیر کندیل داخلی به عنوان محل قرارگیری سارتوریوس، گراسیلیس و نیمه تاندینوس عمل می‌کند. سمیممبرانسوس به صورت خلفی داخلی روی کندیل تیبیال داخلی قرار می گیرد. سر نازک نی محل اولیه قرار دادن عضله دوسر فموریس است، اگرچه برخی از الیاف آن روی کندیل جانبی تیبیال قرار می گیرند. منشاء پوپلیتئوس در قسمت جانبی کندیل جانبی فمورال قرار دارد.

علاوه بر این، رباط جانبی تیبیا از قسمت داخلی کندیل داخلی فمورال بالایی منشاء می‌گیرد و در سطح داخلی استخوان درشت نی قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، نازک نی کوتاهتر از کندیل جانبی فمورال بسیار نزدیک به منشاء پوپلیتئوس منشاء می‌گیرد و روی سر نازک نی قرار می‌گیرد. جدول 9.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل مفصل زانو ببینید.

## **مفاصل** (تصاویر. **9.2، 9.3**)

مفصل زانو یا مفصل تیبیوفمورال به عنوان مفصل گینگلیموس طبقه بندی می‌شود زیرا مانند یک لولا عمل می‌کند. بین خم شدن و اکستنشن بدون حرکت پهلو به پهلو به سمت ابداکشن یا اداکشن حرکت می‌کند. با این حال، گاهی اوقات به دلیل حرکات چرخشی داخلی و خارجی که می‌تواند در حین خم شدن رخ دهد، به عنوان مفصل تروکوژینگلیموس نامیده می‌شود. برخی از مراجع استدلال می‌کنند که به دلیل ساختار دو کندیلی آن باید به عنوان یک مفصل کندیلوئید یا "کندیلوئید دوگانه" طبقه بندی شود. مفصل کشکک رانی به دلیل ماهیت سر خوردن کشکک روی کندیل های فمورال به عنوان مفصل آرترودیال طبقه بندی می‌شود. به طور خاص، سطح خلفی کشکک دارای یک عمودی است که مطابق با شیار تروکلئا بین دو کندیل فمورال است. در هر طرف این شیار سطوح مقعر معروف به وجه کشکک داخلی و جانبی وجود دارد که به ترتیب با خمش و امتداد بر روی کندیل های داخلی و خارجی استخوان ران مفصل می شوند.

رباط ها ثبات ایستا را برای مفصل زانو ایجاد می‌کنند و انقباضات عضلات چهارسر ران و همسترینگ باعث ایجاد ثبات پویا می‌شود. سطوح بین استخوان ران و درشت نی توسط غضروف مفصلی محافظت می‌شود، همانطور که در مورد همه مفاصل دیارترودیال صدق می‌کند. علاوه بر غضروف مفصلی که انتهای استخوان ها را می پوشاند، غضروف های تخصصی (نگاه کنید

به شکل 9.2)، که به عنوان منیسک شناخته می شوند، بالشتک هایی را بین استخوان ها تشکیل می دهند. این منیسک ها به استخوان درشت نی متصل می شوند و پلاتوی تیبیا را عمیق می‌کنند و در نتیجه ثبات را افزایش می دهند.

غضروف نیمه ماه میانی یا از نظر فنی تر، منیسک داخلی، در فلات تیبیال داخلی قرار دارد تا ظرفی را برای کندیل داخلی فمورال تشکیل دهد. غضروف نیمه ماه جانبی (منیسک جانبی) روی فلات تیبیال جانبی قرار دارد تا کندیل جانبی فمورال را دریافت کند. هر دوی این منیسک‌ها در حاشیه بیرونی ضخیم‌تر هستند و در حاشیه داخلی بسیار نازک هستند. آنها می‌توانند اندکی لیز بخورند و توسط رباط های کوچک مختلف در جای خود نگه داشته می شوند. منیسک داخلی بزرگتر از این دو است و ظاهر C بسیار بازتری نسبت به پیکربندی C نسبتاً بسته منیسک جانبی دارد. هر دو یا هر یک از منیسک ها ممکن است در چندین نواحی مختلف به دلیل مکانیسم های مختلف پاره شوند و در نتیجه شدت و مشکلات متفاوتی ایجاد شود. این صدمات اغلب به دلیل فشار و نیروهای برشی قابل توجهی است که با چرخش زانو در حین خم شدن یا امتداد در طی تغییرات جهت سریع در دویدن ایجاد می‌شود.

دو رباط بسیار مهم زانو، رباط های متقاطع قدامی و خلفی هستند که به این دلیل نامگذاری شده اند که در داخل زانو بین استخوان درشت نی و استخوان ران عبور می‌کنند. این رباط ها به ترتیب در حفظ ثبات قدامی و خلفی مفصل زانو و همچنین ثبات چرخشی آن حیاتی هستند (شکل 9.2 را ببینید).

پارگی رباط صلیبی قدامی (ACL) یکی از شایع ترین آسیب های جدی به زانو است و نشان داده شده است که در زنان در ورزش های مشابه مانند بسکتبال و فوتبال به طور قابل توجهی شایع تر از مردان است. مکانیسم این آسیب اغلب شامل نیروهای چرخشی غیر تماسی مرتبط با کاشت، برش و فرود در موقعیت والگوس است. مطالعات همچنین نشان داده اند که ACL ممکن است در یک مکانیسم هایپراکستنشن یا صرفاً با انقباض شدید عضله چهار سر ران که استخوان درشت نی را به سمت جلو روی استخوان ران می کشد، مختل شود. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که برنامه‌های پیشگیری از آسیب ACL شامل تمرین‌ها و تکنیک‌های آماده‌سازی دقیق طراحی‌شده برای بهبود هماهنگی و کنترل عصبی عضلانی بین همسترینگ

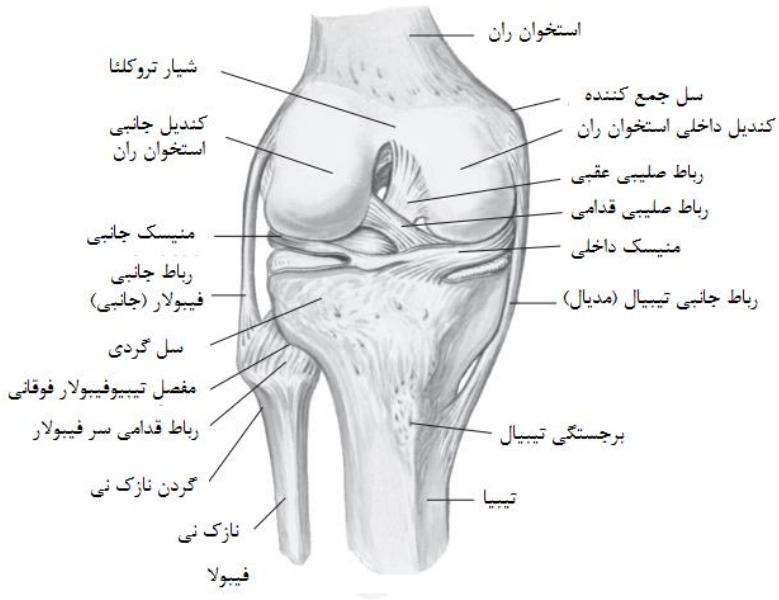
و چهارسر ران، حفظ تراز مناسب زانو، و استفاده از تکنیک‌های فرود مناسب ممکن است در کاهش احتمال آسیب مؤثر باشد.

خوشبختانه، رباط متقاطع خلفی (PCL) اغلب آسیب نمی بیند. آسیب های صلیبی خلفی معمولاً از طریق تماس مستقیم با حریف یا با سطح بازی ایجاد می‌شود. بسیاری از آسیب های PCL که رخ می دهد پارگی جزئی با کمترین درگیری سایر ساختارهای زانو است. در بسیاری از موارد، حتی با وجود اشک کامل، ورزشکاران ممکن است پس از یک برنامه کوتاه درمانی غیرجراحی و توانبخشی نسبتاً در سطح بالایی رقابت کنند.

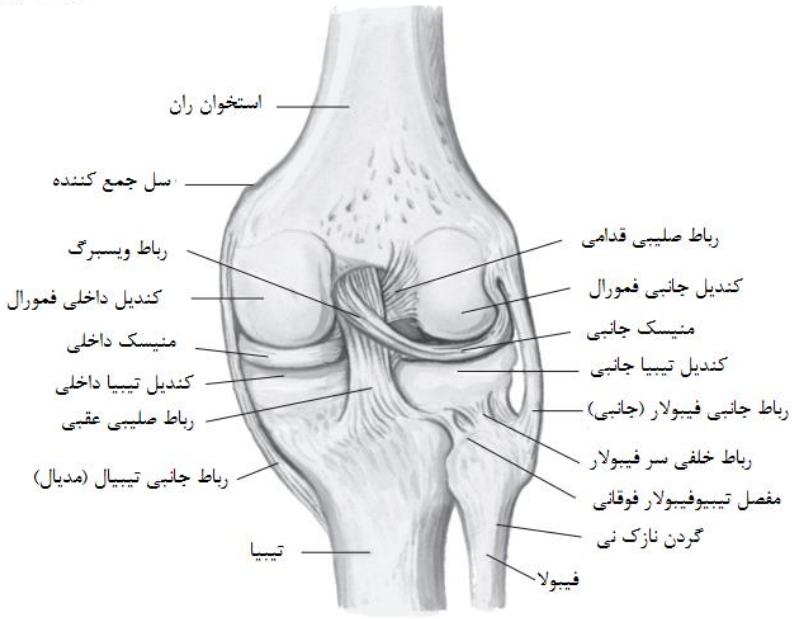
در سمت داخلی زانو، رباط جانبی تیبیا (مدیال) (MCL؛ به شکل 9.2 مراجعه کنید)، که با مقاومت در برابر نیروهای والگوس یا جلوگیری از ربوده شدن مفصل زانو، ثبات داخلی را حفظ می‌کند. آسیب‌های جانبی تیبیا معمولاً اتفاق می‌افتد، به‌ویژه در ورزش‌های برخوردی یا برخوردی که در آن یک هم تیمی یا حریف در مقابل جنبه جانبی زانو یا ساق پا می‌افتد، که باعث باز شدن داخلی مفصل زانو و/یا چرخش خارجی می‌شود که منجر به استرس به زانو می‌شود. ساختارهای لیگامانی داخلی الیاف عمیق تر آن به منیسک داخلی متصل است که ممکن است با آسیب به رباط آسیب ببینند.

در سمت جانبی زانو، رباط جانبی فیبولار (جانبی) (LCL) به فیبولا و استخوان ران می پیوندد. آسیب به این رباط نادر است.

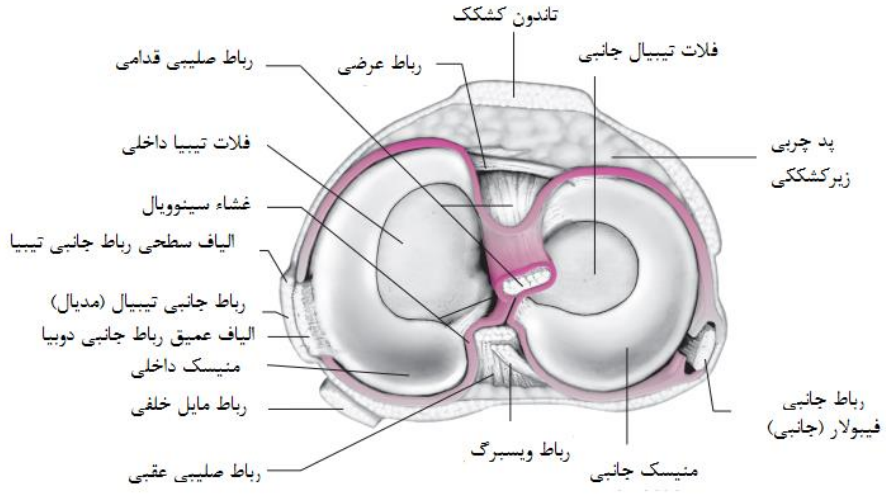
علاوه بر چهار رباط اصلی که مورد بحث قرار گرفته‌اند، رباط‌های متعدد دیگری نیز وجود دارد که بیشتر آنها در شکل 9.2 به تفصیل آمده و در جدول 9.2 فهرست شده‌اند. این رباط‌ها عموماً اهمیت کمتری دارند، معمولاً به طور جداگانه آسیب نمی‌بینند و بیشتر مورد بحث قرار نخواهند گرفت.




A نمای قدامی با برداشتن کشکک

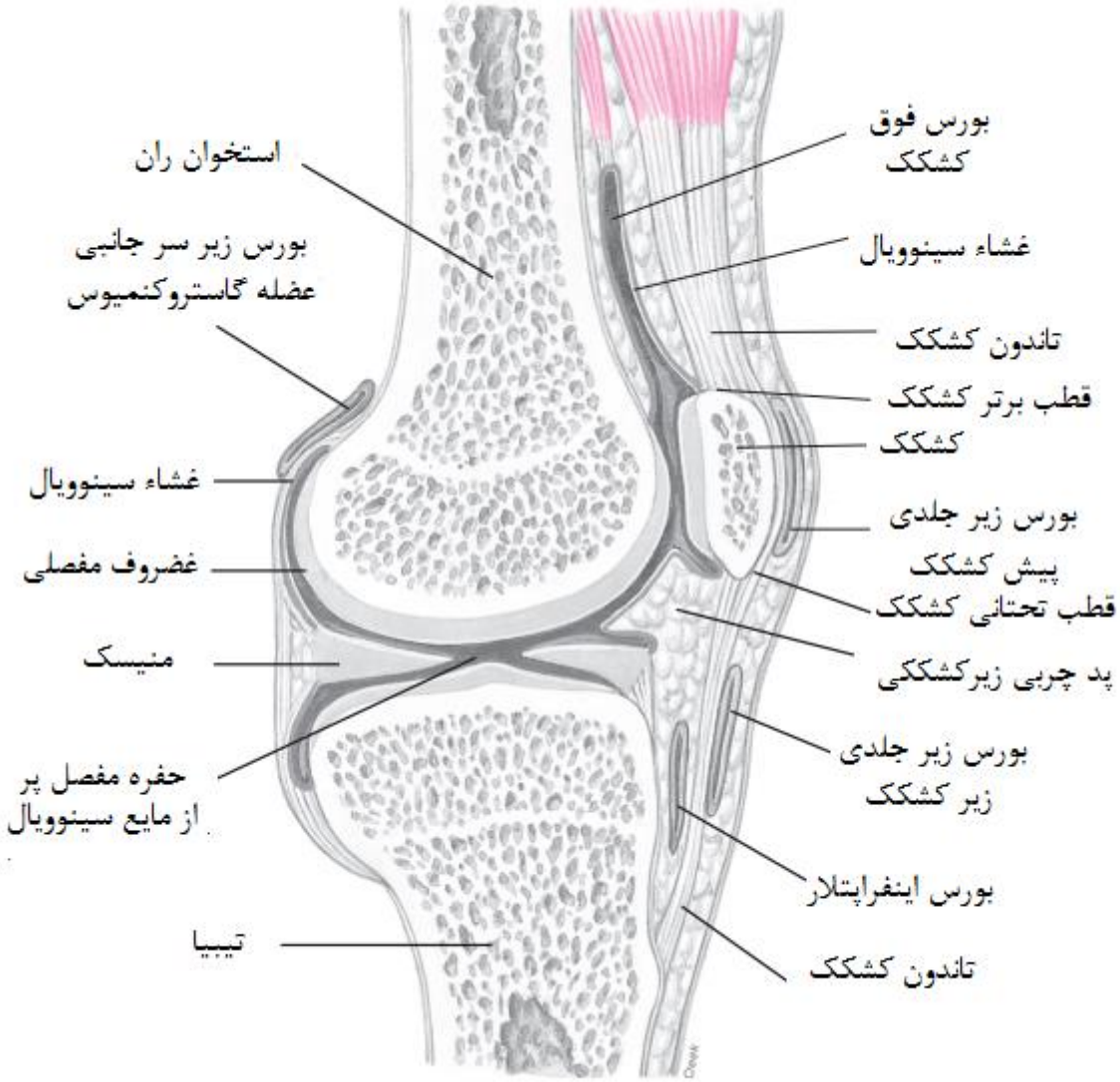



B نمای خلفی




C نمای فوقانی با برداشتن استخوان ران

شکل. 9.2 • رباط ها و منیسک های زانوی راست. A، نمای قدامی با حذف کشکک. B، نمای پسین؛ C، نمای برتر با استخوان ران برداشته شده است.



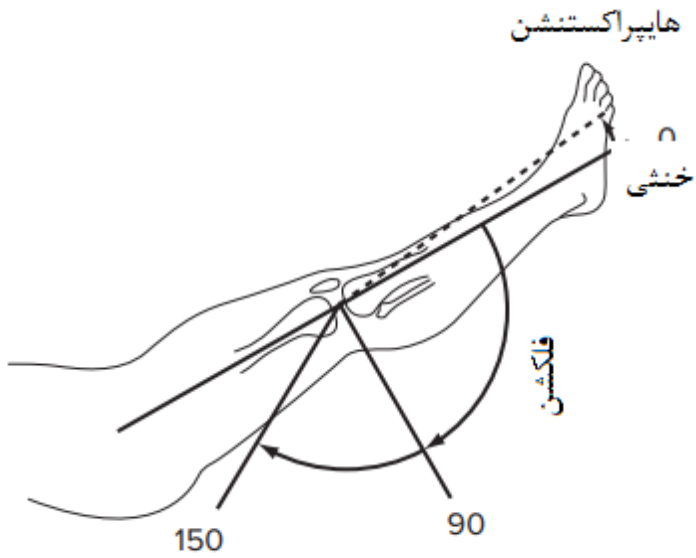

شکل. 9.3 • مفصل زانو، نمای ساژیتال.

مفصل زانو (نگاه کنید به شکل 9.3) به خوبی با مایع سینوویال از حفره سینوویال، که در زیر کشکک و بین سطوح درشت نی و استخوان ران قرار دارد، تامین می‌شود. معمولاً به این حفره سینوویال کپسول زانو می گویند. درست در خلف تاندون کشکک، پد چربی زیر کشککی قرار دارد که اغلب محل اتصال چین های سینوویال بافت است که به عنوان پلیکا شناخته می‌شود. پلیکا یک نوع آناتومیکی در میان برخی افراد است که ممکن است در اثر آسیب یا استفاده بیش از حد از زانو

تحریک یا ملتهب شود. بیش از 10 بورس در اطراف زانو قرار دارند که برخی از آنها به حفره سینوویال متصل هستند. بورس ها در جایی قرار دارند که می‌توانند شوک را جذب کنند یا اصطکاک را کاهش دهند.

زانو معمولاً می‌تواند تا یک خط مستقیم که 180 درجه است گسترش یابد، اما از آنجایی که این حالت آناتومیکی برای زانو است، به عنوان 0 درجه شناخته می‌شود. غیر معمول نیست که برخی از زانوها تا 10 درجه یا بیشتر باز شوند. زمانی که زانو در حالت اکستنشن کامل باشد، می‌تواند از آنجا تا حدود 150 درجه خمیدگی حرکت کند. با خم شدن زانو 30 درجه یا بیشتر، تقریباً 30 درجه چرخش داخلی و 45 درجه چرخش خارجی می‌تواند رخ دهد (شکل 9.4).

با توجه به شکل کندیل داخلی فمورال، زانو باید "پیچ خانه" را به طور کامل گسترش دهد. همانطور که زانو به اکستنشن کامل نزدیک می‌شود، استخوان ساق باید تقریباً 10 درجه به سمت بیرون بچرخد تا به هم ترازی مناسب کندیل های تیبیا و فمورال دست یابد. در اکستنشن کامل، به دلیل همخوانی نزدیک سطوح مفصلی، چرخش محسوسی در زانو وجود ندارد. در طول خم شدن اولیه از یک وضعیت کاملاً کشیده، زانو با چرخش درونی استخوان ساق پا تا یک درجه از وضعیت چرخش خارجی خود برای رسیدن به خم شدن، قفل باز می‌شود.




شکل 9.4 • حرکت فعال زانو. خم شدن بر حسب درجه از موقعیت شروع صفر اندازه گیری می‌شود، که یک پای صاف کشیده با سوژه به حالت خوابیده یا خوابیده است. هایپراکستنشن بر حسب درجه مخالف نقطه شروع صفر اندازه گیری می‌شود.

## حرکات (شکل. 9.5)

خم شدن و اکستنشن زانو در صفحه ساژیتال اتفاق می افتد، در حالی که چرخش داخلی و خارجی در صفحه افقی رخ می دهد. زانو اجازه چرخش را نمی دهد مگر اینکه 20 تا 30 درجه یا بیشتر خم شود.

فلکشن: خم شدن یا کاهش زاویه بین استخوان ران و ساق پالف با حرکت پاشنه به سمت باسن مشخص می‌شود

اکستنشن: صاف کردن یا افزایش زاویه بین استخوان ران و ساق پا

چرخش بیرونی: حرکت چرخشی ساق به سمت خارج از خط وسط

چرخش داخلی: حرکت چرخشی ساق به سمت خط وسط

## ماهیچه ها (شکل 8.12)

برخی از عضلات درگیر در حرکات مفصل زانو به دلیل آرایش دو مفصلی آنها با مفصل ران و زانو در فصل 8 مورد بحث قرار گرفت. در این فصل به طور کامل به این موارد پرداخته نخواهد شد. عضلات مفصل زانو که قبلا به آنها پرداخته شده است

بازکننده زانو: راست ران

خم کننده های زانو: سارتوریوس، عضله دوسر ران، سمیتندینوسوس، سمیممبرانسوس و گراسیلیس

چرخاننده داخلی زانو: سارتوریوس، سمیتندینوسوس، سمیممبرانسوس و گراسیلیس

چرخاننده های خارجی زانو: عضله دوسر فموریس و تانسور فاشیا لاته

شکل. 9.5 • حرکات زانوی راست. الف، فلکشن؛ B، پسوند؛ ج، چرخش داخلی؛ د، چرخش خارجی

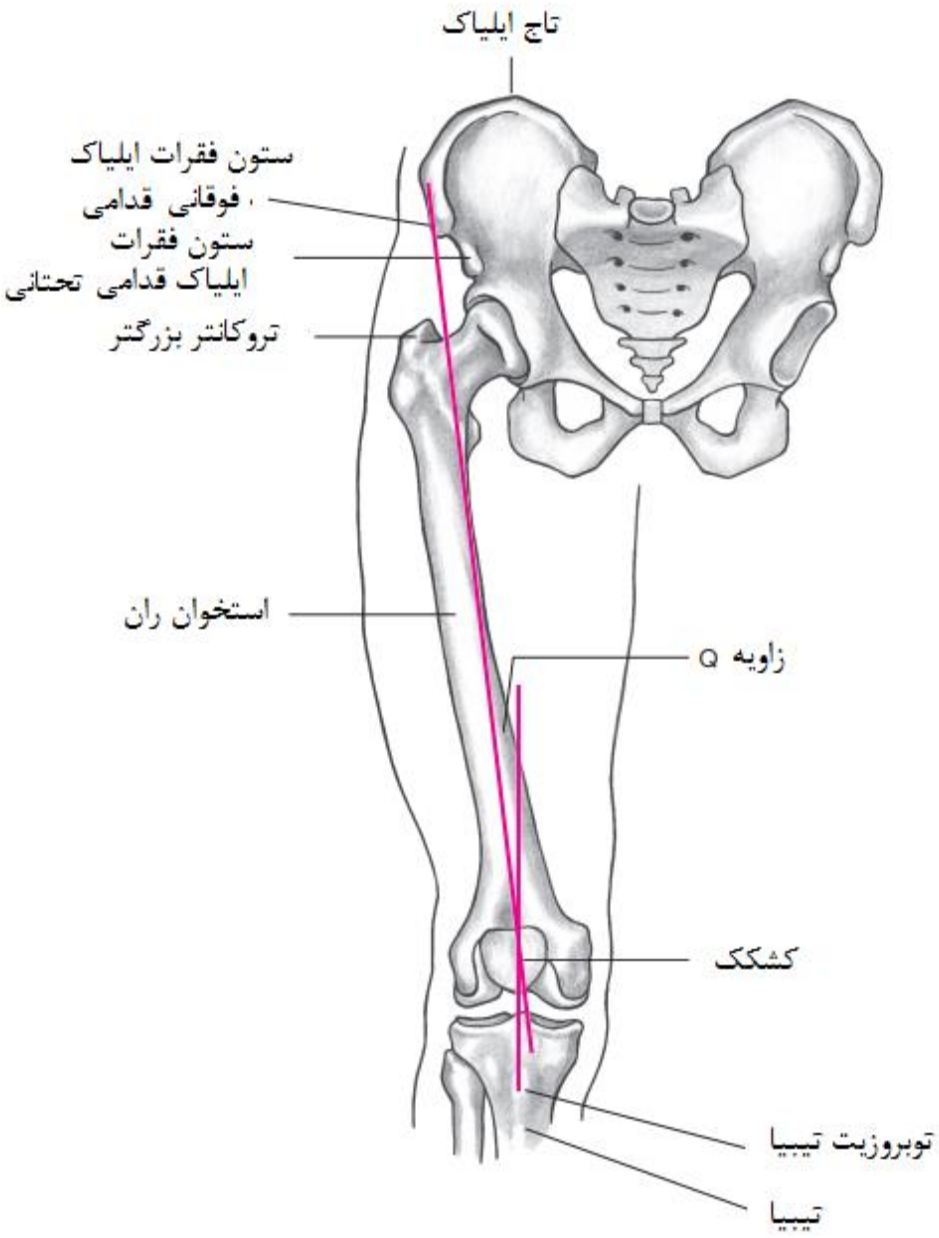
عضله گاستروکنمیوس، که در فصل 10 مورد بحث قرار گرفت، به خم شدن زانو نیز به حداقل کمک می‌کند.

گروه عضلانی که زانو را گسترش می دهد در قسمت قدامی ران قرار دارد و به عنوان عضله چهار سر ران شناخته می‌شود. این ماهیچه از چهار عضله تشکیل شده است: عضله راست ران، واستوس جانبی، واستوس میانی و واستوس میانی. هر چهار عضله با هم کار می‌کنند تا کشکک را به سمت بالا بکشند، که به نوبه خود پا را با اتصال به توبروزیته تیبیا از طریق تاندون کشکک به سمت اکستنشن در زانو می کشد.

خط مرکزی کشش برای کل عضله چهار سر ران از ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی (ASIS) تا مرکز کشکک امتداد دارد. خط کشش تاندون کشکک از مرکز کشکک تا مرکز توبروزیته درشت نی امتداد دارد. زاویه ای که از تقاطع این دو خط در کشکک ایجاد می‌شود به عنوان زاویه Q یا زاویه چهار سر ران شناخته می‌شود (شکل 9.6). به طور معمول، در وضعیت آناتومیک، این زاویه برای مردان 15 درجه یا کمتر و برای زنان 20 درجه یا کمتر خواهد بود. به طور کلی، زنان به دلیل پهن بودن لگن، زوایای بالاتری دارند. زوایای Q دینامیک به طور قابل توجهی در طول فعالیت های کاشت و برش متفاوت

است. زوایای Q بالاتر عموما افراد را در اتصالات مختلف مستعد ابتلا به انواع مشکلات بالقوه زانو، از جمله سابلوکساسیون یا دررفتگی کشکک، سندرم فشرده سازی کشکک، کندرومالاسی و آسیب های لیگامانی می‌کند.

گروه عضلانی همسترینگ در قسمت خلفی ران قرار دارد و وظیفه خم شدن زانو را بر عهده دارد. همسترینگ از سه ماهیچه تشکیل شده است: نیمه تاندینوزوس، نیمه غشایی و عضله دو سر رانی. ماهیچه های نیمه غشایی و نیمه تاندینوزوس (همسترینگ داخلی) توسط پوپلیتئوس در چرخش داخلی زانو کمک می‌کنند، در حالی که عضله دوسر رانی (همسترینگ جانبی) مسئول چرخش خارجی زانو است. اتصال تانسور فاشیا لاته به صورت قدامی بر روی برجستگی گردی است که خط کشش خود را از جنبه خلفی جانبی در سراسر زانو قرار می دهد، به ویژه هنگامی که زانو خم شده است. در نتیجه، به چرخش خارجی زانو کمک می‌کند، اما اکثر آناتومیست ها آن را برای این عمل تایید نمی‌کنند.




شکل. 9.6 • زاویه Q، که با زاویه بین خط از ستون فقرات ایلیاک فوقانی قدامی تا کشکک مرکزی و خط از کشکک مرکزی تا توبروزیته تیبیا نشان داده می‌شود.

ماهیچه های دو مفصلی زمانی موثرتر هستند که مبدا یا محل وارد شده برای جلوگیری از حرکت در جهت عضله در هنگام انقباض آن تثبیت شود. علاوه بر این، ماهیچه‌ها می‌توانند نیروی بیشتری در زمانی که کشیده می‌شوند نسبت به زمانی که

کوتاه می‌شوند، اعمال کنند. تمام ماهیچه های همسترینگ، و همچنین عضلات راست ران، سارتوریوس، گراسیلیس و تانسور فاشیا لاته، عضلات دو مفصلی (دو مفصلی) هستند.

به عنوان مثال، زمانی که لگن به سمت عقب چرخانده می‌شود و توسط عضلات شکم تثبیت می‌شود، عضله سارتوریوس در خم شدن زانو مؤثرتر می‌شود، بنابراین با دورتر کردن منشا آن از محل قرارگیری، طول کل آن افزایش می یابد. این نمونه با تلاش برای خم کردن زانو و ضربدری پاها در حالت نشسته است. فرد معمولاً به عقب خم می‌شود تا پاها را در زانو خم کند. این را با لگد زدن به فوتبال نیز نشان می دهد. کیکر همیشه به خوبی به عقب متمایل می‌شود تا منشاء عضله راست ران را بالا برده و ثابت کند تا به عنوان یک بازکننده ساق در زانو موثرتر باشد. و هنگامی که جوانان از زانو آویزان می شوند، باسن را خم می‌کنند تا منشاء همسترینگ را ثابت یا بالا ببرد تا خم کننده های زانو موثرتر باشد.

سارتوریوس، گراسیلیس و سمیتندینوسوس همگی به صورت دیستال به هم می پیوندند و یک انبساط تاندونی به نام پنجه غازی را تشکیل می دهند که به قسمت قدامی میانی درشت نی پروگزیمال زیر سطح توبروزیته تیبیا متصل می‌شود. این چسبندگی و خط کشش این ماهیچه‌ها از سمت خلف میانی به زانو می‌آیند و آنها را قادر می‌سازد تا به خم شدن زانو کمک کنند، به‌ویژه زمانی که زانو خم شد و لگن به بیرون چرخید. سرهای داخلی و جانبی گاستروکنمیوس به ترتیب به ترتیب بر روی کندیل های داخلی و خارجی فمورال به صورت خلفی متصل می شوند. این رابطه با زانو خط کششی را برای گاستروکنمیوس فراهم می‌کند. در نتیجه، ممکن است در خم شدن زانو به میزان جزئی کمک کند. به روشی مشابه، پلانتاریس از قسمت تحتانی برآمدگی فوق کندیلار جانبی دیستال استخوان ران، درست در میانی گاستروکنمیوس جانبی منشأ می‌گیرد و سپس به عمق آن، اما سطحی به سمت کف پا، می‌رود تا روی پاشنه خلفی میانی آشیل وارد شود. .

## عضلات مفصل زانو – مکان

محل عضله ارتباط تنگاتنگی با عملکرد عضلات با زانو دارد. هنگام مشاهده عضلات، در شکل 8.12، آنها را با جدول 9.3 مرتبط کنید.

## قدامی

در درجه اول اکستنشن زانو

رکتوس فموریس

عضله پهنِ میانی

واستوس اینترمدیوس

واستوس جانبی

## خلفی

در درجه اول خم شدن زانو

عضله دوسر فموریس

نیمه غشایی

نیمه تاندینوس

سارتوریوس

گراسیلیس

پوپلیتئوس

گاستروکنمیوس

پلانتاریس

**اعصاب**

عصب فمورال (شکل 8.20) اکستانسورهای زانو را عصب دهی می‌کند - رکتوس فموریس، واستوس میانی، واستوس اینترمدیوس و واستوس جانبی. خم کننده های زانو، متشکل از نیمه تاندینوزوس، نیمه غشایی، عضله دوسر ران (سر بلند) و پوپلیتئوس، توسط تقسیم تیبیال عصب سیاتیک عصب دهی می شوند (شکل 8.22). سر کوتاه دوسر فموریس توسط عصب پرونئال تامین می‌شود (شکل 10.10). برای فهرست کامل عصب های عضلانی زانو به شکل 9.7 مراجعه کنید.

## عضلات چهار سر ران (شکل. 9.8)

توانایی پرش تقریباً در تمام ورزش ها ضروری است. افرادی که توانایی پرش خوبی دارند، همیشه عضلات چهارسر ران قوی دارند که ساق پا را در زانو دراز می‌کند. عضله چهار سر ران در مواقعی که برای کاهش سرعت برای تغییر جهت یا جلوگیری از سقوط هنگام فرود ضروری است، به عنوان یک کاهش دهنده عمل می‌کند. این عملکرد کاهش سرعت در توقف بدن هنگام پایین آمدن از یک پرش نیز مشهود است. انقباضاتی که در عضله چهار سر ران در هنگام ترمزگیری یا کاهش سرعت رخ می دهد، غیرعادی است. این عمل غیرعادی عضلات چهار سر ران، کند شدن حرکات آغاز شده در مراحل قبلی مهارت ورزشی را کنترل می‌کند.

ماهیچه ها عبارتند از ماهیچه راست رانی (تنها عضله دو مفصلی گروه)، عضله پهن پهلویی (بزرگترین عضله گروه)، عضله پهن اندرمیانی و عضله پهنِ میانی. همه به کشکک و توسط تاندون کشکک به توبروزیته درشت نی متصل می شوند. همه سطحی و قابل لمس هستند، به جز واستوس اینترمدیوس که در زیر رکتوس فموریس قرار دارد. پرش عمودی یک تست

ساده است که ممکن است برای نشان دادن قدرت یا قدرت عضله چهار سر ران استفاده شود. به طور کلی مطلوب است که این گروه عضلانی 25٪ تا 33٪ قوی تر از گروه عضلات همسترینگ (فلکسورهای زانو) باشد.

رشد قدرت و استقامت عضله چهارسر ران یا "چهارسر" برای حفظ ثبات کشکک رانی ضروری است، که اغلب در بسیاری از افراد فعال بدنی یک مشکل است. این مشکل زمانی تشدید می‌شود که ربع‌ها در هنگام آسیب‌دیدگی مستعد آتروفی هستند. ماهیچه های چهار سر ران ممکن است با مقاومت در برابر فعالیت های اکستنشن زانو از حالت نشسته رشد کنند. با این حال، اکستنشن کامل زانو ممکن است با برخی شرایط کشکک رانی منع شود. انجام فعالیت های عملکردی تحمل وزن مانند استپ آپ یا اسکات به ویژه برای تقویت و استقامت مفید است.

## **عضله راست ران** (شکل. 8.25)

### ریشه

ستون فقرات ایلیاک قدامی تحتانی ایلیوم و شیار (خلفی) بالای استابولوم

### اتصال

جنبه برتر کشکک و تاندون کشکک نسبت به توبروزیته تیبیا

### عمل

خم شدن مفصل ران

کشش زانو

چرخش لگن قدامی

### لمس کردن

صاف پایین ران قدامی از قدامی ستون فقرات ایلیاک تحتانی تا کشکک، با اکستنشن زانو مقاوم و خم شدن **لگن**

### عصب دهی

**عصب فمورال (L2-L4)**

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هنگامی که لگن خم می‌شود، رکتوس فموریس کوتاه تر می‌شود، که باعث کاهش اثربخشی آن به عنوان بازکننده زانو می‌شود. سپس کار عمدتاً توسط سه عضله پهن انجام می‌شود.

## عضله واستوس جانبی (خارجی)(شکل. 9.9)

**ابتدا** خط بین تروکانتریک، مرزهای قدامی و تحتانی تروکانتر بزرگ، توبروزیته گلوتئال، نیمه بالایی خط آسپرا و کل سپتوم بین عضلانی جانبی

**محل چسبیدن**

مرز جانبی کشکک و تاندون کشکک تا توبروزیته تیبیا

### عمل

کشش زانو

## لمس کردن

کمی دیستال از تروکانتر بزرگ به سمت پایین قدامی جانبی ران تا کشکک فوق العاده جانبی، همراه با کشش زانو، به ویژه اکستنشن کامل در برابر مقاومت

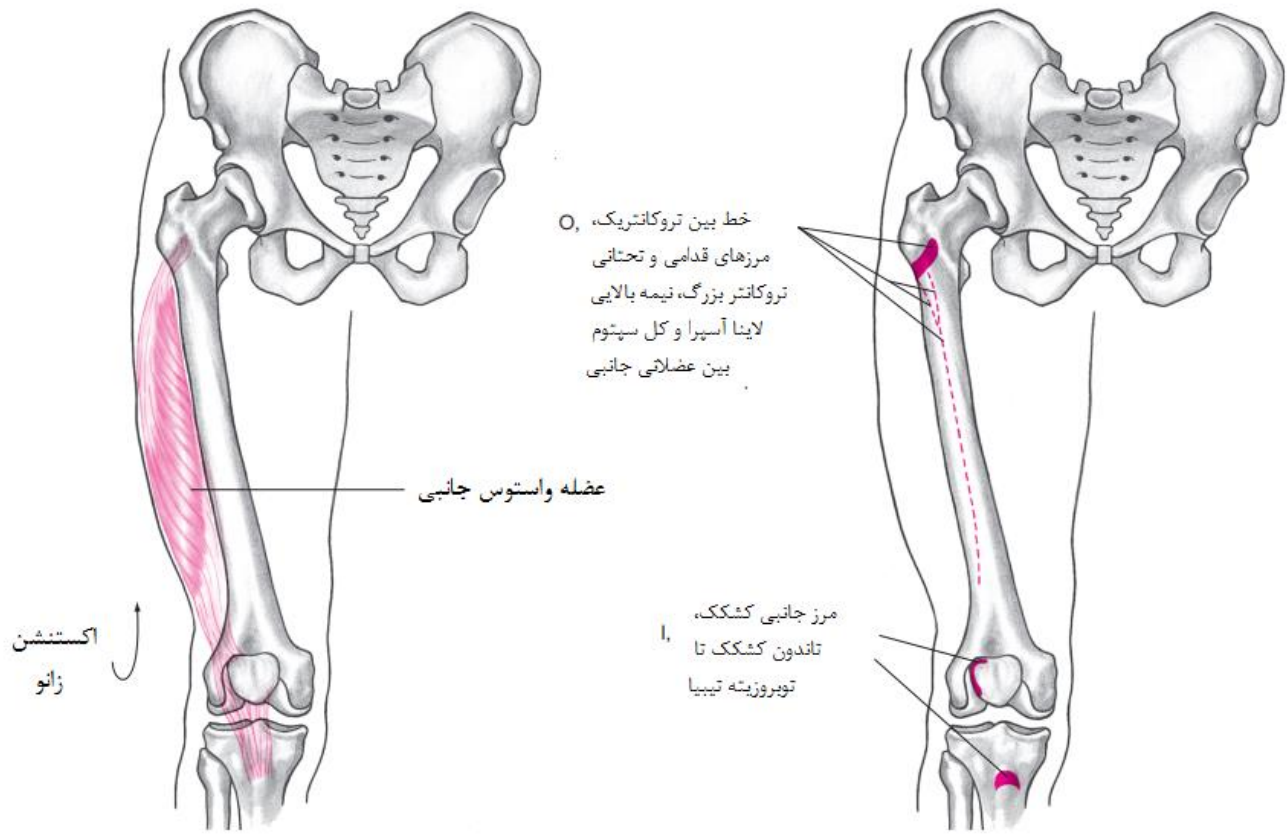
## عصب دهی

عصب فمورال (L2-L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هر سه عضله واستی با رکتوس فموریس در اکستنشن زانو کار می‌کنند. آنها معمولاً در راه رفتن و دویدن استفاده می شوند و باید برای صاف نگه داشتن زانو مانند ایستادن استفاده شوند. پهنای جانبی کشکک کشکک کشکک کشکک را کمی کشش فوق جانبی دارد و در نتیجه گهگاه تا حدی به دلیل مشکلات شایع سابلوکساسیون و دررفتگی کشکک جانبی مقصر شناخته می‌شود.

واستوس جانبی از طریق فعالیت های اکستنشن زانو در برابر مقاومت تقویت می‌شود. برای تمرینات متداول تر برای عضلات پهن و سایر عضلات در این فصل به پیوست 3 مراجعه کنید. کشش با کشیدن زانو به سمت حداکثر خم شدن، مانند ایستادن روی یک پا و کشیدن پاشنه پای دیگر تا باسن انجام می‌شود.




شکل. 9.9 • عضله پهن جانبی، نمای قدامی. ابتدا؛ محل چسبیدن.

## **عضله واستوس میانی** (شکل. 9.10)

### ابتدا

دو سوم بالایی سطح قدامی استخوان ران

### محل چسبیدن

مرز فوقانی کشکک و تاندون کشکک تا توبروزیته تیبیا

### عمل

کشش زانو

## لمس کردن

انترو مدیال دیستال یک سوم ران درست بالای کشکک فوق داخلی و عمیق تا رکتوس فموریس، با کشش زانو، به ویژه اکستنشن کامل در برابر مقاومت

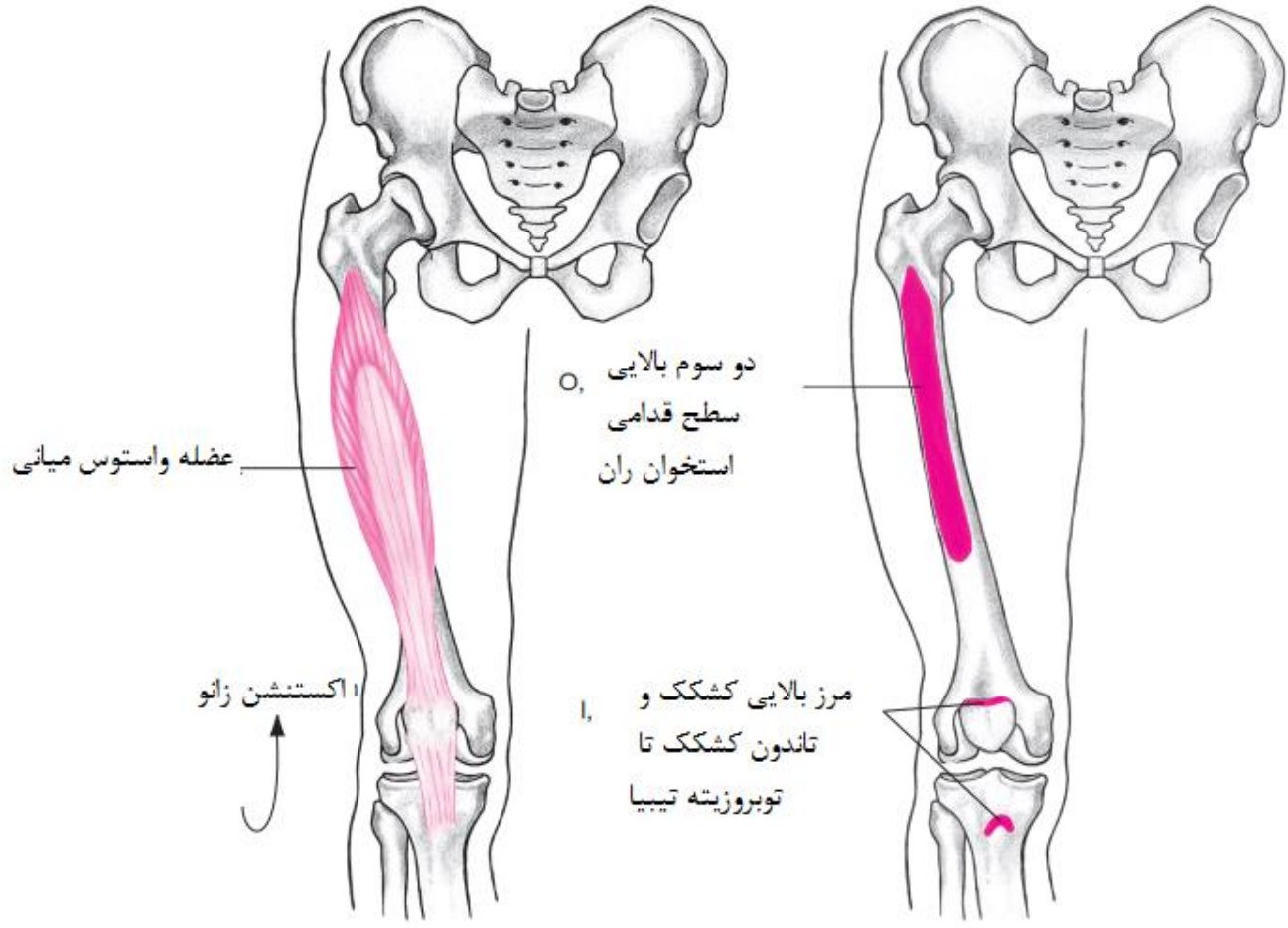
## عصب دهی

عصب فمورال (L2-L4)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

سه عضله پهن همگی در کشش زانو منقبض می شوند. آنها همراه با رکتوس فموریس در دویدن، پریدن، پریدن، پرش و راه رفتن استفاده می شوند. ماهیچه‌های پهن عمدتاً مسئول گسترش زانو در حالی که لگن خم شده یا خم شده است، هستند. بنابراین، در انجام خمیدگی زانو با تنه خم شده به جلو در لگن، وستی ها با درگیری کمتر رکتوس فموریس تمرین می شوند. فعالیت های طبیعی ذکر شده در بالا باعث رشد عضلات چهار سر ران می‌شود.

اگر به درستی انجام شود، اسکات با هالتر با وزن های مختلف بر روی شانه ها، بسته به قدرت، یک تمرین عالی برای رشد عضلات چهار سر ران است. برای جلوگیری از آسیب به زانوها و کمر، باید احتیاط کرد، همراه با توجه دقیق به تکنیک مناسب. تمرینات پرس پا و اکستنشن زانو با دستگاه های وزنه برداری از دیگر تمرینات خوب است. خم شدن کامل زانو تمام عضلات چهارسر ران را کش می دهد.




شکل. 9.10 • عضله واستوس میانی، نمای قدامی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## عضله پهنِ میانی (اینترنوس)(شکل. 9.11)

### ابتدا

تمام طول خط آسپرا و برجستگی کندیلوئید داخلی

### محل چسبیدن

نیمه میانی مرز بالایی کشکک و تاندون کشکک تا توبروزیته تیبیا

### عمل

کشش زانو

## لمس کردن

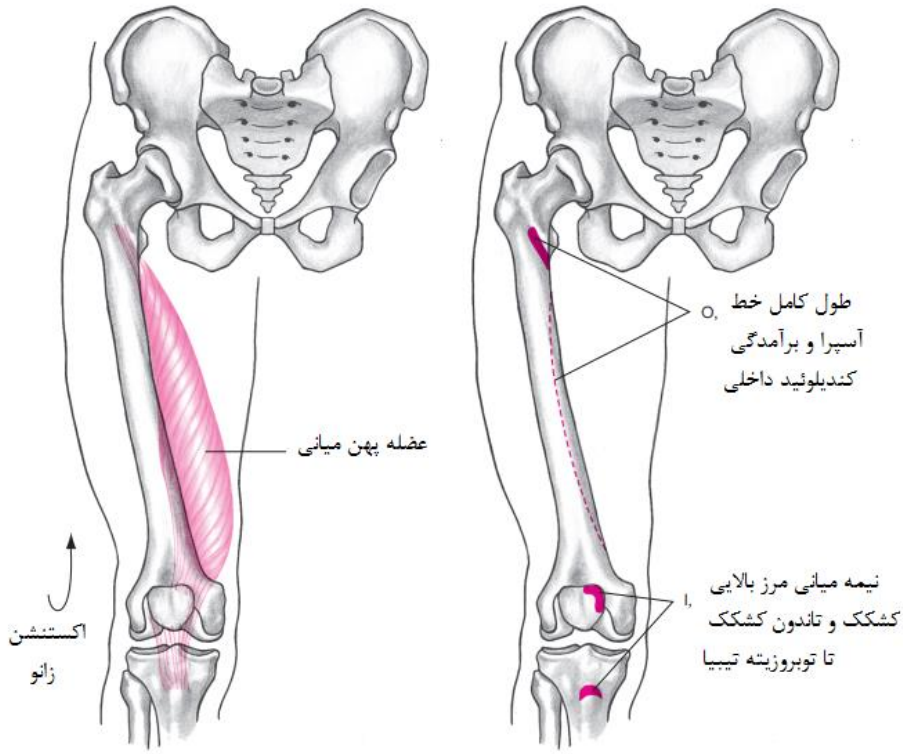
سمت آنترومدیال ران درست بالای کشکک سوپرومدیال، با اکستنشن زانو، به ویژه اکستنشن کامل در برابر مقاومت

## عصب دهی

**عصب فمورال (L2-L4)**

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

واستوس مدیالیس به دلیل چسبیدن مورب رشته های دیستال آن به کشکک داخلی فوقانی، در حفظ ثبات کشکک رانی بسیار مهم است. این بخش از پهن میانی به عنوان پهن میانی مورب (VMO) نامیده می‌شود. واستوس مدیالیس مشابه سایر عضلات چهارسر ران با اسکات، اکستنشن زانو و پرس ساق پا تقویت می‌شود، اما VMO تا آخرین 10 تا 20 محل چسبیدن اکستنشن زانو واقعاً مورد تأکید قرار نمی گیرد. خم شدن کامل زانو باعث کشش تمام عضلات چهار سر ران می‌شود.




شکل. 9.11 • عضله پهن میانی، نمای قدامی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضلات همسترینگ**(شکل. 9.12)

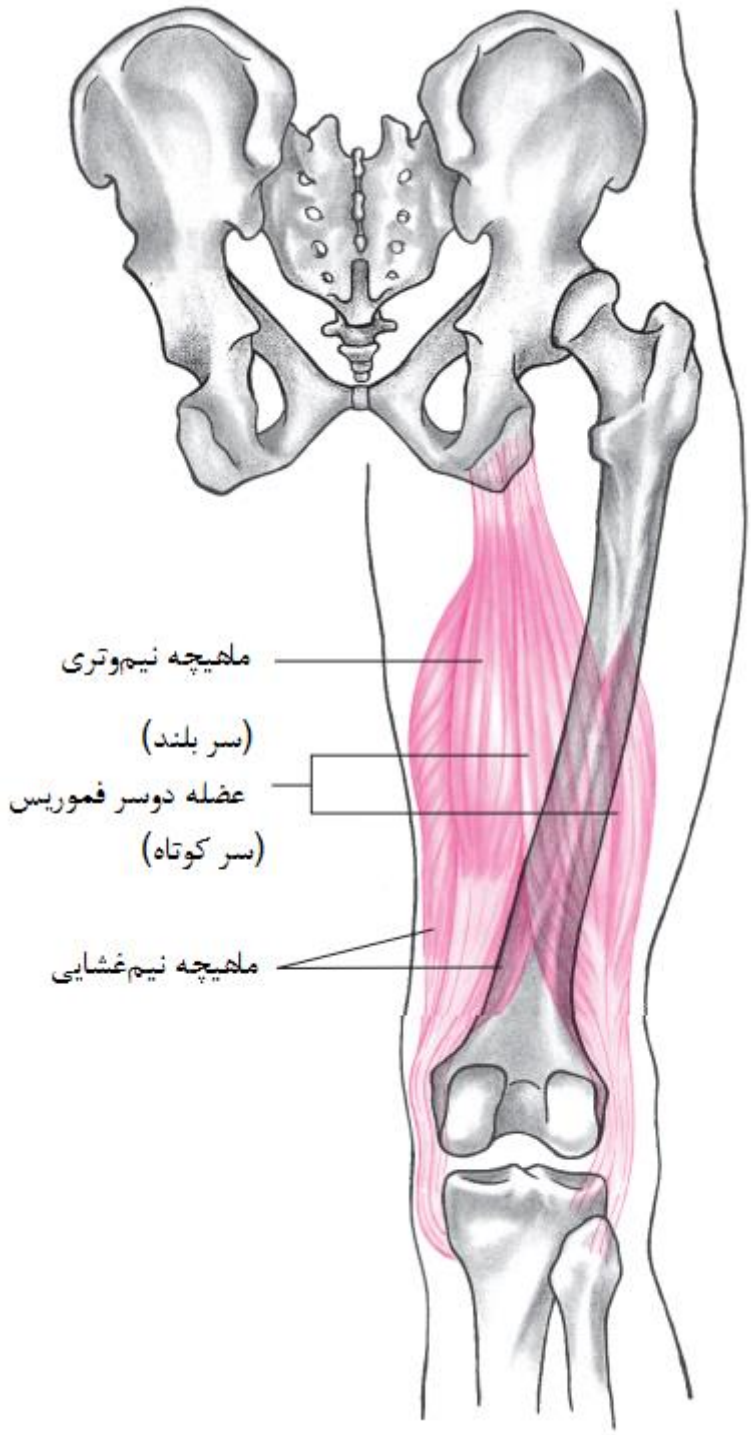
گروه عضلانی همسترینگ، متشکل از عضله دوسر فموریس، نیمه غشایی و نیمه تاندینوزوس، با جزئیات کامل در فصل 8 پوشش داده شده است، اما به دلیل اهمیت آن در عملکرد زانو، بحث بیشتر در اینجا گنجانده شده است.

کشیدگی های عضلانی شامل همسترینگ در فوتبال و سایر ورزش هایی که نیاز به دویدن انفجاری دارند بسیار رایج است. این گروه عضلانی به دلیل عملکردی که در شتاب دارد اغلب به عنوان عضله دونده نامیده می‌شود. ماهیچه های همسترینگ آنتاگونیست با عضلات چهار سر ران در زانو هستند و به دلیل اتصالات طناب مانند آنها در زانو نامگذاری شده اند. همه عضلات همسترینگ از توبروزیته ایسکیال استخوان لگن منشا می گیرند، به استثنای سر کوتاه عضله دوسر ران که از نیمه تحتانی خط آسپرا و برجستگی کندیلوئید جانبی منشا می گیرد. ماهیچه نیم‌وتری و ماهیچه نیم‌غشایی به ترتیب در طرفین

قدامی و خلفی تیبیا قرار می گیرند. عضله دو سر رانی روی کندیل جانبی تیبیا و سر نازک نی قرار می گیرد - از این رو می گویند "دو به داخل و یکی به خارج". سر کوتاه عضله دوسر فموریس از روی خط استخوان ران منشاء می گیرد.

تمرینات ویژه برای بهبود قدرت و انعطاف پذیری این گروه عضلانی در کاهش آسیب های زانو مهم است. ناتوانی در لمس زمین با انگشتان زمانی که زانوها صاف هستند تا حد زیادی نتیجه عدم انعطاف عضلات همسترینگ است. همسترینگ ها را می‌توان با اجرای فرهای زانو یا همسترینگ روی میز زانو در برابر مقاومت تقویت کرد. برخی طرفدار تقویت عضلات همسترینگ با فرهای همسترینگ نوردیک هستند که با زانو زدن روی یک سطح بالشتک‌دار با پاشنه‌های پا در حالی که پاشنه‌ها را نگه می‌دارد، پایین‌تنه را تا حد امکان به آرامی پایین می‌آورند تا زمانی که کنترل خود را از دست بدهند و سپس خود را در حالت فشار قرار دهید. همسترینگ سفت یا غیرقابل انعطاف نیز از عوامل موثر در شرایط دردناک کمر و زانو است. انعطاف‌پذیری این ماهیچه‌ها ممکن است با انجام تمرینات کششی آهسته و ایستا، مانند خم کردن آهسته مفصل ران و حفظ اکستنشن زانو در حالت نشسته طولانی، بهبود یابد.

همسترینگ ها در محل چسبیدن اول خم کننده زانو هستند و علاوه بر این که به عنوان اکستانسور لگن عمل می‌کنند. چرخش زانو می‌تواند زمانی رخ دهد که در حالت خمیده باشد. هنگامی که زانو تقریباً 20 محل چسبیدن خم شود، ممکن است با اعمال عضلات همسترینگ بچرخد. عضله دوسر ران پا را در خارج از زانو می چرخاند. نیمه تاندینوزوس و نیمه غشا چرخش داخلی را انجام می دهند. چرخش زانو به حرکات چرخشی و تغییر جهت بدن اجازه می دهد. این چرخش زانو در انطباق با نیروهایی که در لگن یا مچ پا در طول تغییرات جهت ایجاد می‌شوند، حیاتی است تا حرکت کل را عملکردی‌تر و همچنین در ظاهر روان‌تر کند. رجوع به شکل‌های شود. 8.32، 8.33 و 8.34 در صفحات 252، 253 و 254 به ترتیب برای ماهیچه نیم‌وتری، ماهیچه نیم‌غشایی و ماهیچه دوسر رانی.




شکل. 9.12 • گروه عضلات همسترینگ، نمای خلفی.

## **عضله پوپلیتئوس**(شکل. 9.13)

**ابتدا**

سطح خلفی کندیل جانبی استخوان ران

## **محل چسبیدن**

سطح خلفی میانی بالایی استخوان درشت نی

**عمل**

خم شدن زانو

چرخش داخلی زانو در حین خم شدن

## **لمس کردن**

با خم شدن 90 محل چسبیدن زانوی مستعد آزمودنی، به عمق گاستروکنمیوس در قسمت داخلی درشت نی پروگزیمال خلفی لمس کنید و به سمت اپیکوندیل جانبی ساق پا حرکت کنید، در حالی که آزمودنی به سمت داخل زانو می چرخد.

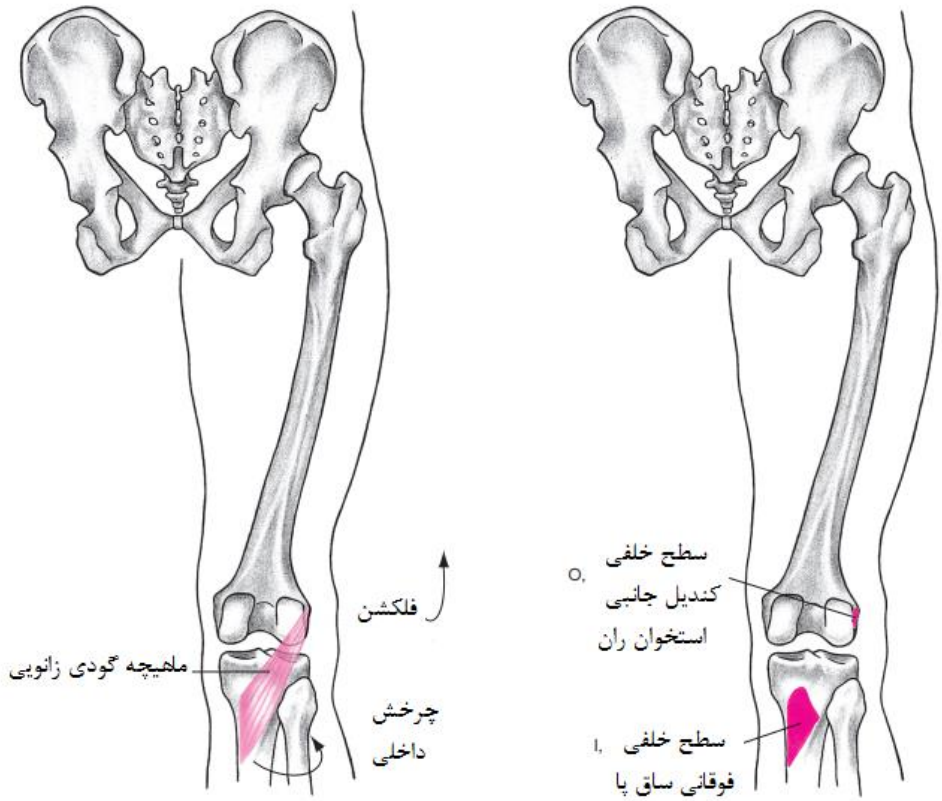
## **عصب دهی**

عصب تیبیال (L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله پوپلیتئوس تنها خم کننده واقعی ساق در زانو است. تمام خم کننده های دیگر ماهیچه های دو مفصلی هستند. پوپلیتئوس در ایجاد ثبات خلفی جانبی زانو حیاتی است. این به همسترینگ داخلی در چرخش داخلی ساق در زانو کمک می‌کند و در چرخش داخلی زانو برای باز کردن قفل آن از موقعیت اکستنشن کامل "خانه پیچی" بسیار مهم است.

آویزان شدن از میله با پاهای خمیده در زانو به شدت عضله پوپلیتئوس را تمرین می دهد. همچنین فعالیت های کم شدت پیاده روی و دویدن باعث ورزش این عضله می‌شود. تلاش‌های ویژه برای تقویت این عضله ترکیبی از تمرینات چرخش داخلی زانو و فلکشن در برابر مقاومت است. کشش پوپلیتئوس دشوار است، اما ممکن است از طریق اکستنشن کامل زانو غیرفعال و بدون خم کردن مفصل ران انجام شود. حداکثر چرخش خارجی غیرفعال با زانو خمیده تقریباً 20 تا 30 محل چسبیدن نیز باعث کشیدگی پوپلیتئوس می‌شود.



شکل. 9.13 • عضله پوپلیتئوس، نمای خلفی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدأ و وارد شدن هر عضله را به ترتیب با علامت O و I مشخص کنید و مبدا و محل چسبیدن را در سمت مقابل اسکلت بکشید.

الف. رکتوس فموریس

ب. واستوس جانبی

ج. واستوس اینترمدیوس

د. عضله پهنِ میانی

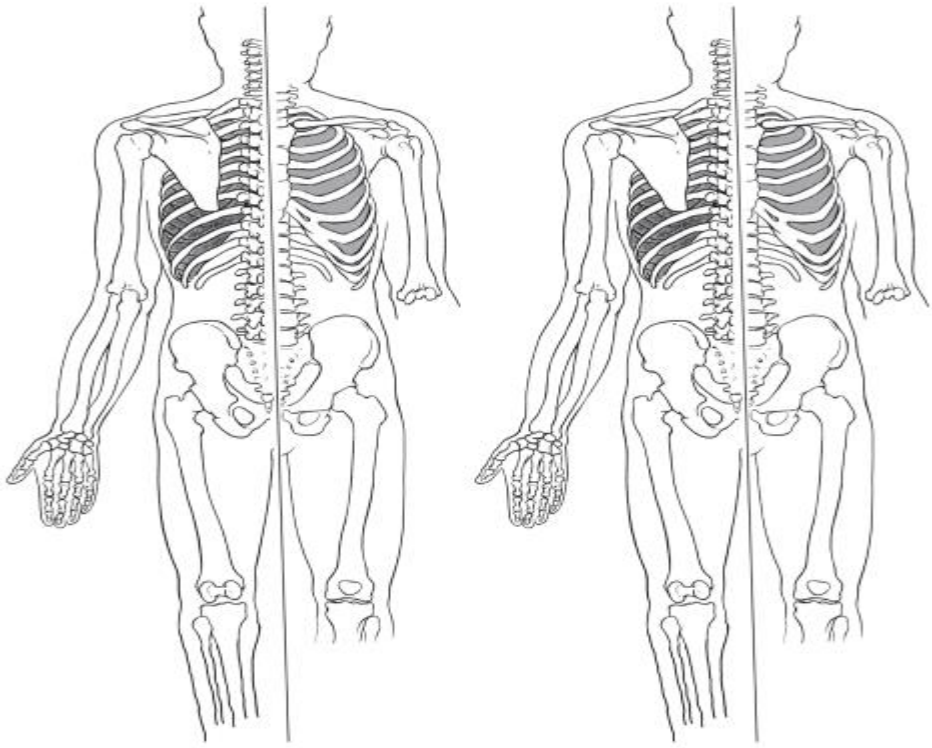
ه. عضله دوسر فموریس

و. نیمه تاندینوز

ز. نیمه غشا

ح. ساعت پوپلیتئوس

ت. تانسور فاشیا لاته



## فصل 10

## مفاصل مچ پا و پا

### اهداف

■ شناسایی مهم ترین ویژگی های استخوانی، رباط ها و قوس های مچ پا و پا در اسکلت انسان

■ کشیدن و برچسب زدن روی نمودار اسکلتی عضلات مچ پا و پا

■ تعیین، فهرست و لمس عضلات مچ پا و مفاصل پا و آنتاگونیست های آنها

■ برای نشان دادن و لمس حرکات مچ پا و پا و فهرست کردن سطوح حرکتی و محورهای چرخش مربوطه آنها

■ لمس ساختارهای سطحی مفصل از جمله رباط‌ها روی سوژه انسانی و درک نقش آنها در ایجاد ثبات مفصل

■ فهرست و سازماندهی ماهیچه هایی که باعث حرکت مچ پا و پا می شوند و آنتاگونیست های آنها را فهرست کنید

■ یادگیری و درک عصب دهی ماهیچه های مفصل مچ پا و پا

■ برای تعیین، از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات مچ پا و پا و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده.

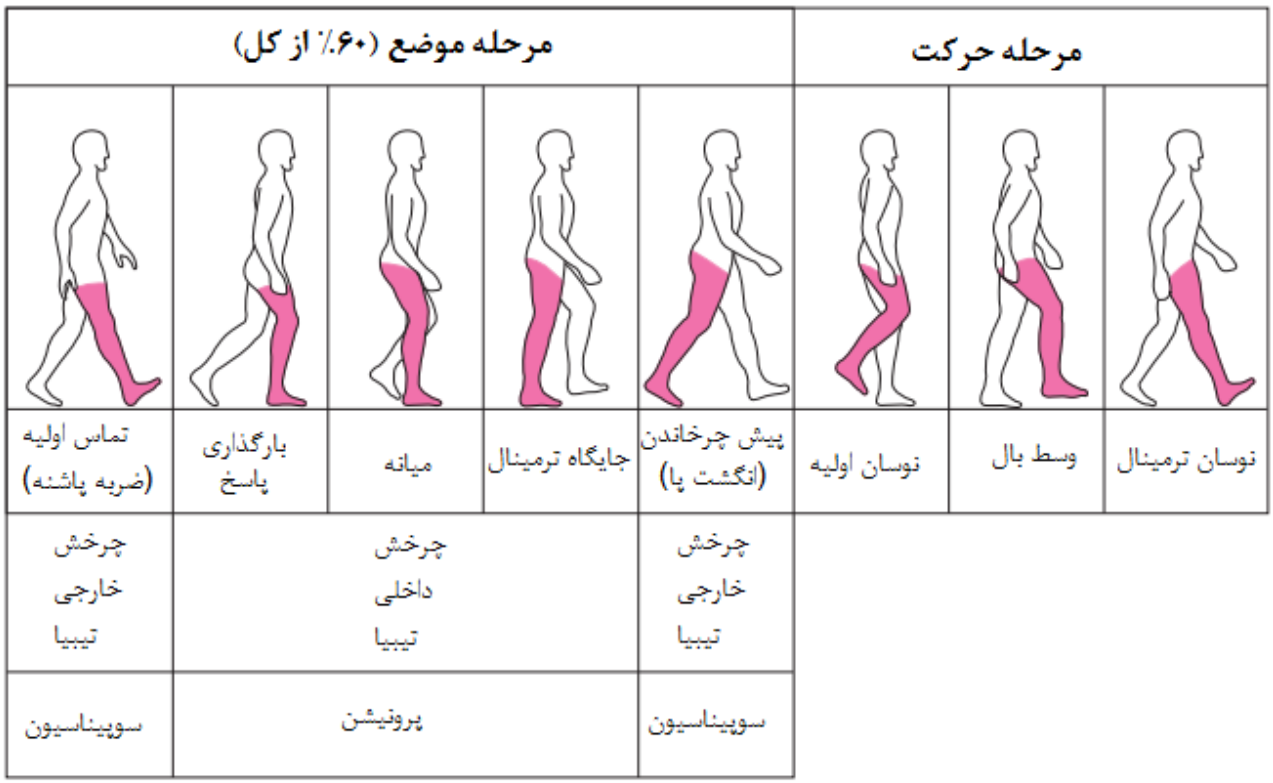
پیچیدگی پا با 26 استخوان، 19 ماهیچه بزرگ، بسیاری از ماهیچه های کوچک (ذاتی) و بیش از 100 رباط که ساختار آن را تشکیل می دهند، مشهود است.

پشتیبانی و نیروی محرکه دو وظیفه پا هستند. عملکرد صحیح و رشد کافی عضلات پا و تمرین مکانیک مناسب پا برای همه ضروری است. در جامعه مدرن ما، مشکل پا یکی از شایع ترین بیماری ها است. اغلB، افراد به دلیل کفش نامناسب یا سایر مشکلات نسبتاً جزئی، مکانیک ضعیف پا یا ناهنجاری های راه رفتن دارند. مکانیک ضعیف پا در اوایل زندگی به طور اجتناب ناپذیری منجر به ناراحتی پا و شرایط پاتولوژیک در سال های بعد می‌شود.

راه رفتن ممکن است به دو فاز ایستادن و چرخش تقسیم شود (شکل 10.1). مرحله ایستادن بیشتر به سه بخش تقسیم می‌شود - ضربه پاشنه، وسط و انگشت پالف Midstance ممکن است بیشتر به پاسخ بارگذاری، Midstance و Terminal Stance تقسیم شود. به طور معمول، ضربه پاشنه با فرود آمدن روی پاشنه با پا در حالت سوپیناسیون و ساق در چرخش بیرونی مشخص می‌شود، و بلافاصله پس از آن به ترتیب پروناسیون و چرخش داخلی پا و ساق در حین وسط است. پا به حالت سوپیناسیون باز می گردد و ساق به چرخش خارجی بلافاصله قبل و در حین پاشنه پا باز می گردد. مرحله نوسان زمانی اتفاق می افتد که پا از زمین خارج می‌شود و پا به سمت جلو به نقطه تماس دیگری حرکت می‌کند. فاز نوسان ممکن است به نوسان اولیه، میانی و نوسان پایانی تقسیم شود. مشکلات اغلب زمانی به وجود می‌آیند که پا بیش از حد سفت است و به اندازه کافی پرونیت نمی‌شود یا زمانی که پا در حالت پروناسیون باقی می‌ماند. اگر پا خیلی سفت باقی بماند و به اندازه کافی پرونات نشود، نیروهای ضربه از طریق راه رفتن جذب نمی شوند و در نتیجه شوک به زنجیره جنبشی منتقل می‌شود. اگر پا بیش از حد از وسط پروناسیون شود یا در پرووناسیون باقی بماند، نیروهای پیشران کاهش می‌یابند و تنش‌های اضافی روی زنجیره جنبشی اعمال می‌شود. تفاوت راه رفتن با دویدن در این است که یک پا همیشه با زمین در تماس است و نقطه ای وجود دارد که هر دو پا با زمین تماس دارند در حالی که در دویدن نقطه ای وجود دارد که هیچ یک از پاها با زمین تماس ندارند و هر دو پا هرگز با زمین تماس ندارند.

## در تماس همزمان با زمین

انقلاب تناسب اندام که در چهار دهه گذشته رخ داده است منجر به پیشرفت های زیادی در کفش های موجود برای فعالیت های ورزشی و تفریحی شده است. در گذشته یک جفت کفش ورزشی برای بیشتر فعالیت ها کافی بود. اکنون کفش های بسکتبال، بیسبال، فوتبال، دویدن، فوتبال، تنیس، پیاده روی و تمرینات متقابل وجود دارد. کفش خوب مهم است، اما هیچ جایگزینی برای رشد عضلات کافی، قدرت، استقامت، حس عمقی و مکانیک مناسب پا وجود ندارد.




شکل. 10.1 • چرخه راه رفتن.

## استخوان ها

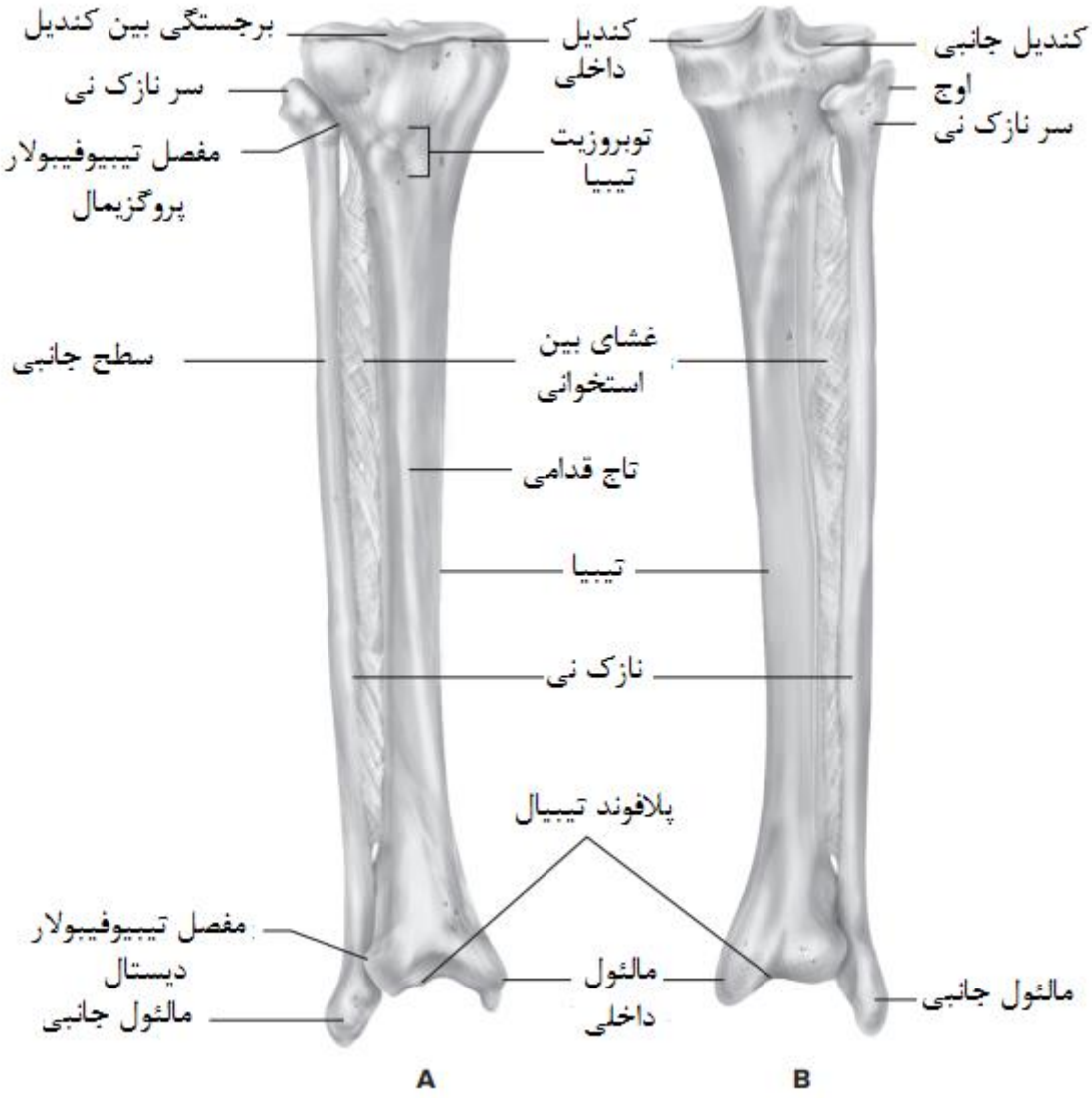
هر پا دارای 26 استخوان است که در مجموع شکل یک قوس را تشکیل می دهند. آنها از طریق نازک نی و درشت نی به ران و بقیه بدن متصل می شوند (شکل های 10.2 و 10.3). وزن بدن از استخوان درشت نی به تالوس و استخوان پاشنه منتقل می‌شود. لازم به ذکر است که تالوس یکی از معدود استخوان های درگیر در حرکت است که هیچ گونه چسبندگی عضلانی ندارد.

قسمت قدامی تالوس پهن‌تر از قسمت خلفی آن است و این عاملی است که باعث می‌شود مچ پا در دورسی فلکشن پایدارتر از خم شدن کف پا باشد.

علاوه بر تالوس و استخوان پاشنه، پنج استخوان دیگر در پشت پا و میانی پا وجود دارد که به نام تارسال شناخته می شوند. بین تالوس و سه استخوان خط میخی ناوچه قرار دارد. مکعب بین استخوان پاشنه و متاتارس چهارم و پنجم قرار دارد. دیستال تارسال ها پنج متاتارس هستند که به نوبه خود با هر یک از پنج انگشت پا مطابقت دارند. انگشتان پا به نام فالانژ شناخته می شوند. در هر فالانژ سه استخوان مجزا وجود دارد، به جز انگشت شست پا که تنها دو استخوان دارد. هر یک از این استخوان ها به نام فالانکس شناخته می شوند. در نهایت، دو استخوان سزاموئید در زیر اولین مفصل متاتارسوفالانژیال قرار دارند و در داخل تاندون های فلکسور هالوسیس برویس قرار دارند.

انتهای انتهایی استخوان درشت نی و نازک نی بزرگ شده و به صورت افقی و تحتانی بیرون زده است. این برجستگی‌های استخوانی که به نام مالئول شناخته می‌شوند، به عنوان نوعی قرقره برای تاندون‌های ماهیچه‌هایی که مستقیماً در پشت آنها قرار دارند، عمل می‌کنند. به طور خاص، فیبولاریس (پرونئوس) برویس و فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس بلافاصله در پشت مالئول جانبی قرار دارند. ماهیچه‌هایی که بلافاصله پس از مالئول میانی قرار دارند را می‌توان با عبارت «تام، دیک و هری» به یاد آورد که «T» برای استخوان تیبیالیس خلفی، «D» برای خم‌کننده انگشتان بلند، و «H» برای ماهیچه‌ای است. فلکسور هالوسیس لونگوس این آرایش استخوانی مزیت مکانیکی این عضلات را به ترتیب در انجام اعمال ورژن و وارونگی

آنها افزایش می دهد. قاعده متاتارس پنجم بزرگ و برجسته است تا به عنوان نقطه اتصال فیبولاریس (پرونئوس) برویس و ترشیوس عمل کند.




شکل. 10.2 • درشت نی و نازک نی راست. الف، نمای قدامی؛ B، نمای پسین.

سطح داخلی خط میخی میانی و قاعده اولین متاتارس، نقاط محل چسبیدن را برای استخوان تیبیالیس قدامی فراهم می‌کند، در حالی که سطوح زیرین همان استخوان‌ها به عنوان محل چسبیدن برای فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس عمل می‌کنند. تیبیالیس خلفی دارای محل چسبیدنای متعدد در سطوح داخلی تحتانی ناویکولار، میخی و پایه‌های متاتارس دوم

تا پنجم است. بالا و سطح زیرین قاعده فالانکس های دیستال دوم تا پنجم به ترتیب نقاط محل چسبیدن برای بازکننده انگشتان بلند و فلکسور انگشت بلند هستند. به طور مشابه، بالا و سطح زیرین قاعده اولین فالانکس دیستال به ترتیب محل چسبیدن هایی را برای اکستنسور هالوسیس لانگوس و فلکسور هالوسیس لانگوس فراهم می‌کند.

سطح خلفی استخوان پاشنه بسیار برجسته است و به عنوان نقطه اتصال تاندون آشیل مجموعه گاستروکنمیوس-سولئوس عمل می‌کند. جدول 10.1 را برای دستورالعمل های لمس استخوان ها و مفاصل مچ پا و پا ببینید. پلانتاریس همچنین در قسمت داخلی استخوان پاشنه خلفی وارد می‌شود.

## مفاصل

درشت نی و نازک نی، مفصل تیبیوفیبولار، یک مفصل آمفی آرترودیال سندزماتیک را تشکیل می دهند (شکل 10.2 را ببینید). استخوان ها در هر دو مفاصل پروگزیمال و دیستال تیبیوفیبولار به هم متصل می شوند. علاوه بر رباط هایی که از هر دو این مفصل حمایت می‌کنند، یک غشای بین استخوانی قوی و متراکم بین شفت این دو استخوان وجود دارد. اگرچه فقط حرکت حداقلی بین این استخوان ها امکان پذیر است، اما مفصل دیستال گاهی در ورزش های تماسی سنگین مانند فوتبال دچار رگ به رگ شدن می‌شود. یکی از اجزای رایج این آسیب شامل قرار گرفتن مچ پا یا مفصل تالوکرال در حالت دورسی فلکشن است که با پایدارتر کردن مچ پا باعث می‌شود که فشار رباطی به مفصل syndesmosis منتقل شود زمانی که مچ پا با فشار دورسی فلکس شده به چرخش خارجی وارد می‌شود. این آسیB، رگ به رگ شدن مفصل سندزموزیس، معمولاً به عنوان پیچ خوردگی مچ پا بالا گفته می‌شود و عمدتاً رباط تیبیوفیبولار تحتانی قدامی را درگیر می‌کند. ثانویه و با آسیب های شدیدتر، رباط تیبیوفیبولار خلفی، رباط بین استخوانی و غشای بین استخوانی ممکن است درگیر شوند.

مفصل مچ پا که از نظر فنی به عنوان مفصل تالوکرال شناخته می‌شود، مفصلی از نوع لولا یا ginglymus است (شکل 10.4). به طور خاص، مفصلی است که از تالوس، استخوان درشت نی دیستال و نازک نی دیستال تشکیل شده است. مفصل مچ پا تقریباً 50 محل چسبیدن فلکشن کف پا و 15 تا 20 محل چسبیدن دورسی فلکشن اجازه می دهد (شکل 10.5). دامنه بیشتری از دورسی فلکشن، به ویژه در تحمل وزن، زمانی که زانو خم شده است امکان پذیر است، که کشش عضلات

دو مفصلی گاستروکنمیوس و پلانتاریس را کاهش می دهد. نازک نی بر روی محور خود 3 تا 5 محل چسبیدن به سمت خارج با خمیدگی پشتی مچ پا و 3 تا 5 محل چسبیدن در داخل در هنگام فلکشن کف پا می چرخد. مفصل syndesmosis تقریباً 1 تا 2 میلی متر در طول دورسی فلکشن کامل باز می‌شود.

وارونگی و ورژن، اگرچه معمولاً به عنوان حرکات مفصل مچ پا تصور می‌شود، از نظر فنی در مفاصل ساب تالار (تالوکالکانئال) و عرضی تارسال (مفاصل تالوناویکولار و کالکانئوکوبوئید) که به نام مفصل شوپارت نیز شناخته می‌شود، رخ می دهد. این مفاصل که به‌عنوان لغزنده یا آرترودیال طبقه‌بندی می‌شوند، با هم ترکیب می‌شوند تا تقریباً 20 تا 30 محل چسبیدن وارونگی و 5 تا 15 محل چسبیدن وارونگی ایجاد کنند. حرکت کمتری در باقیمانده مفاصل آرترودیال بین تارسوماتارسال و تارسوماتارسال بخصوص در سمت داخلی وجود دارد.

فالانژها به متاتارس ها می پیوندند و مفاصل متاتارسوفالانژیال را تشکیل می دهند که به عنوان مفاصل نوع کندیلوئید طبقه بندی می شوند. مفصل متاتارسوفالانژیال (MP) انگشت شست پا 45 محل چسبیدن خم می‌شود و 70 محل چسبیدن امتداد می یابد، در حالی که مفصل بین فالانژیال (IP) می‌تواند از 0 محل چسبیدن اکستنشن کامل تا 90 محل چسبیدن خم شود. مفاصل MP چهار انگشت کوچک تقریباً 40 محل چسبیدن خمیدگی و 40 محل چسبیدن بازشدگی را امکان پذیر می‌کنند. مفاصل MP نیز به صورت حداقلی ربوده و اداکشن می‌کنند. مفاصل پروگزیمال اینترفالانژیال (PIP) در انگشتان پا از 0 محل چسبیدن اکستنشن تا 35 محل چسبیدن خمیدگی خم می شوند. مفاصل بین فالانژیال دیستال (DIP) 60 محل چسبیدن خم می شوند و 30 محل چسبیدن گسترش می یابند. در همه این مفاصل از مفصلی به مفصل دیگر و از فردی به فرد دیگر تنوع زیادی وجود دارد.

پیچ خوردگی مچ پا یکی از شایع ترین آسیب ها در بین افراد فعال بدنی است. رگ به رگ شدن شامل کشیدگی یا پارگی یک یا چند رباط است. رباط‌های زیادی در پا و مچ پا وجود دارد که در این متن نمی‌توان به آن اشاره کرد، اما تعدادی از رباط‌های مچ پا در شکل 10.4 نشان داده شده‌اند و جزئیات بیشتر در جدول 10.2 ارائه شده است. شایع‌ترین پیچ‌خوردگی مچ پا به دور و دور از وارونگی بیش از حد ناشی می‌شود، معمولاً در محل چسبیدناتی از خمیدگی کف پالف این معمولاً

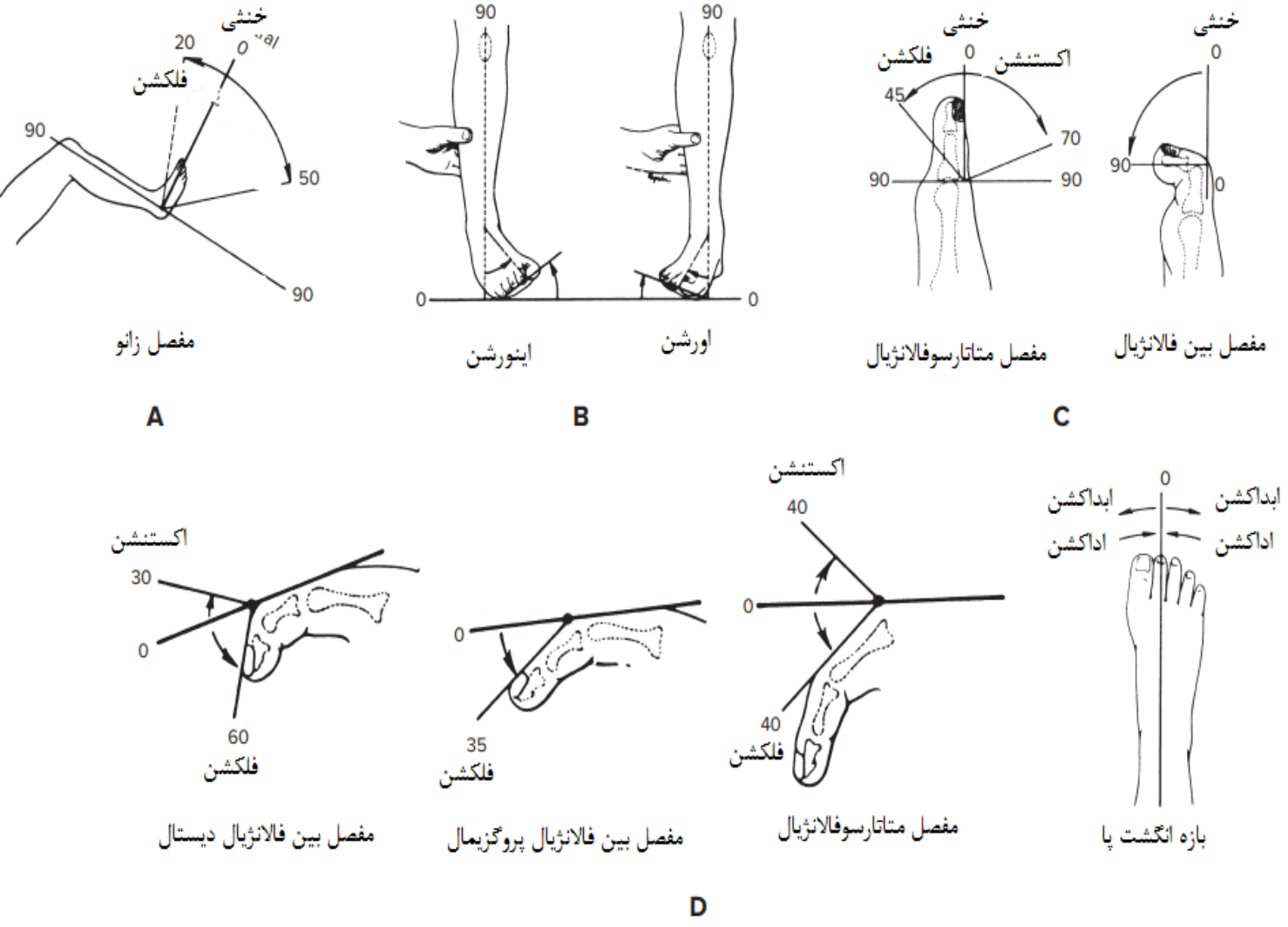
منجر به آسیب به رباط تالوفیبولار قدامی می‌شود، به‌ویژه هنگامی که در مقادیر بیشتری فلکشن کف پا وجود دارد. هنگامی که به خمیدگی/دورسی فلکشن خنثی پلانتار نزدیک تر است، مکانیسم وارونگی واقعی فشار بیشتری بر رباط پاشنه ای فیبولار وارد می‌کند. کمتر رایج است نیروهای ورژن بیش از حد باعث آسیب به رباط دلتوئید در قسمت داخلی مچ پا می‌شود.

رباط های پا و مچ پا به تثبیت و حفظ موقعیت قوس کمک می‌کنند. تمام 26 استخوان پا با رباط ها به هم متصل هستند. این بحث مختصر به قوس های طولی و عرضی می پردازد.

دو قوس طولی وجود دارد (شکل 10.6). قوس طولی داخلی، که برای جذب ضربه مهم است، در سمت داخلی پا قرار دارد و از استخوان پاشنه تا تالوس، ناویکولار، سه خط میخی و انتهای دیستال سه متاتارس داخلی امتداد دارد. قوس طولی داخلی، که اغلب در انواع مشکلات پا نقش دارد، عمدتاً توسط عضلات تیبیالیس خلفی و تیبیالیس قدامی حمایت می‌شود. قوس طولی جانبی، مهم در تعادل، در سمت جانبی پا قرار دارد و از استخوان پاشنه تا مکعب و انتهای انتهایی متاتارس چهارم و پنجم امتداد دارد. قوس های بلند فردی می‌توانند بلند، متوسط یا کم باشند، اما قوس کم لزوما قوس ضعیفی نیست.

قوس عرضی (نگاه کنید به شکل 10.6) به تطبیق پا با زمین کمک می‌کند و در سراسر پا از اولین متاتارسال تا متاتارس پنجم گسترش می یابد. قوس عرضی یا متاتارس دیستال، همچنین یک منبع شایع مشکلات پا، توسط ماهیچه های درونی پا مانند کمر، هالوسیس ادکتور و خم کننده انگشتان کوچک حمایت می‌شود. این ماهیچه‌ها ممکن است از طریق تمرین کرانچ حوله که در آن مفاصل متاتارسوفالانژیال خم می‌شوند تا حوله را بگیرند، تقویت شوند. رباط بلند کف پا که طولانی‌ترین رباط تارسال است، از سطح کف پا پاشنه قدامی توبروزیته پاشنه منشأ می‌گیرد و با الیاف سطحی که به سمت قاعده‌های دوم، سوم و رو به جلو ادامه می‌یابد، روی سطح کف پا مکعب قرار می‌گیرد. استخوان های متاتارس چهارم (شکل 10.4، A و B را ببینید). فاسیای کف پا که گاهی به آن آپونوروز کف پا نیز گفته می‌شود، ساختار وسیعی است که از توبروزیته پاشنه داخلی تا فالانژهای پروگزیمال انگشتان پا گسترش می یابد. این به تثبیت قوس طولی میانی و به جلو راندن بدن در

مرحله آخر مرحله ایستادن کمک می‌کند. یک عارضه دردناک رایج که شامل فاسیای کف پا می‌شود به نام فاسیای کف پا شناخته می‌شود.




شکل. 10.5 • حرکت فعال مچ پا، پا و انگشتان پالف A، دورسی فلکشن و پلانتار فلکشن بر حسب محل چسبیدن از موقعیت خنثی حرکت زاویه راست در مقایسه با مچ پا مقابل اندازه گیری می شوند. B، وارونگی و وارونگی معمولاً در مقایسه با پای مخالف بر حسب محل چسبیدن تخمین زده می‌شود. C، خم شدن و اکستنشن انگشت بزرگ پالف D، رام برای چهار انگشت جانبی.

## **حرکات** (شکل. 10.7)

دورسی فلکشن (فلکسیون): پشتی فلکشن؛ حرکت بالای مچ پا و پا به سمت درشت نی قدامی

پلانتار فلکشن (اکستنشن): حرکت مچ پا و پا به دور از درشت نی قدامی

انحراف: چرخاندن مچ پا و پا به بیرون. ابداکشن، دور از خط وسط؛ وزن روی لبه داخلی پا است

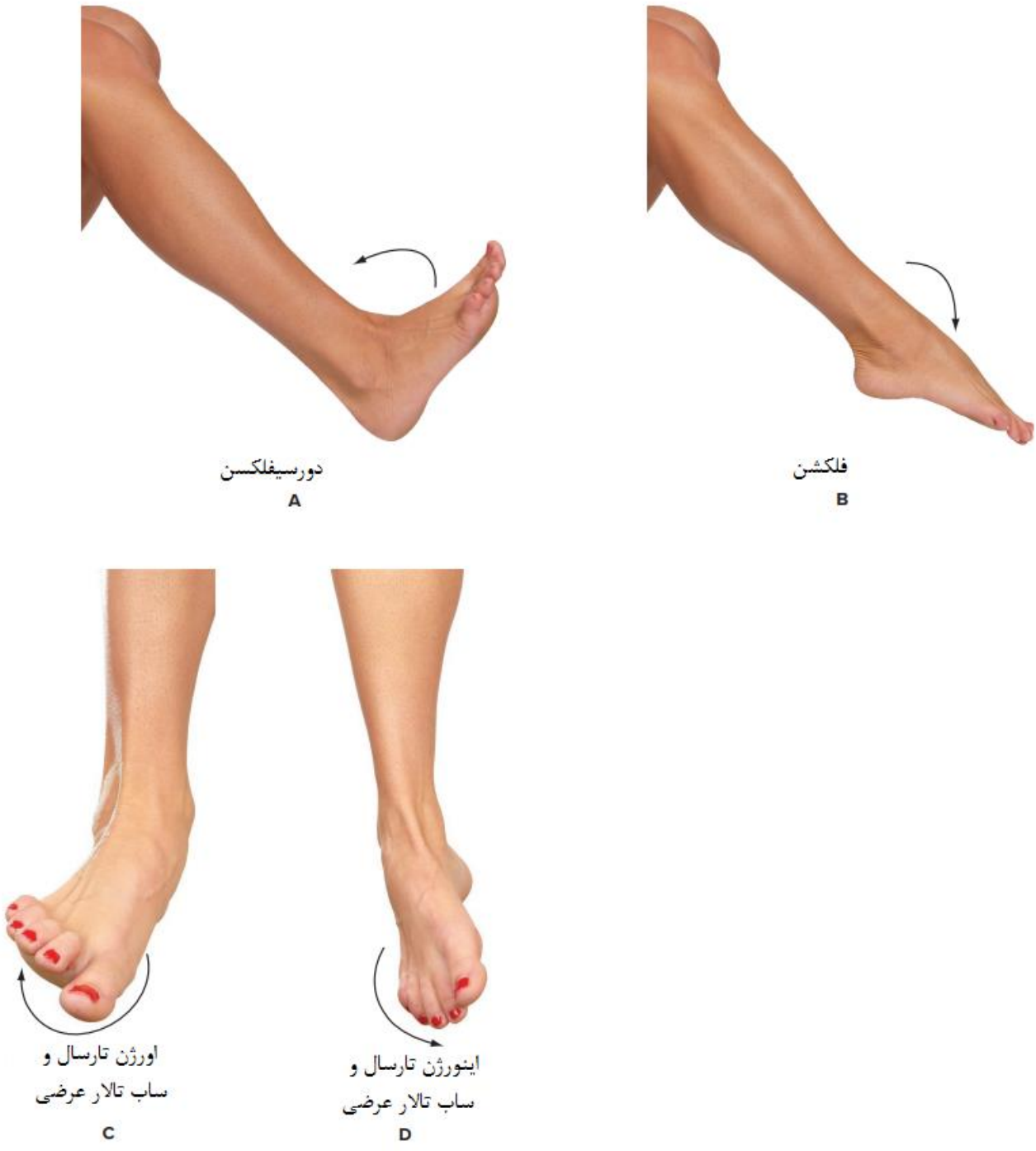
وارونگی: چرخاندن مچ پا و پا به داخل. افزایش، به سمت خط وسط. وزن روی لبه جانبی پا است

خم شدن انگشتان پا: حرکت انگشتان پا به سمت سطح کف پا

اکستنشن انگشت پا: حرکت انگشتان پا از سطح کف پا دور می‌شود

پروناسیون: ترکیبی از دورسی فلکشن مچ پا، ورژن ساب تالار و ابداکشن جلوی پا (انگشت به بیرون)

سوپیناسیون: ترکیبی از خم شدن کف پا، وارونگی ساب تالار و اداکشن جلوی پا (انگشت به داخل)



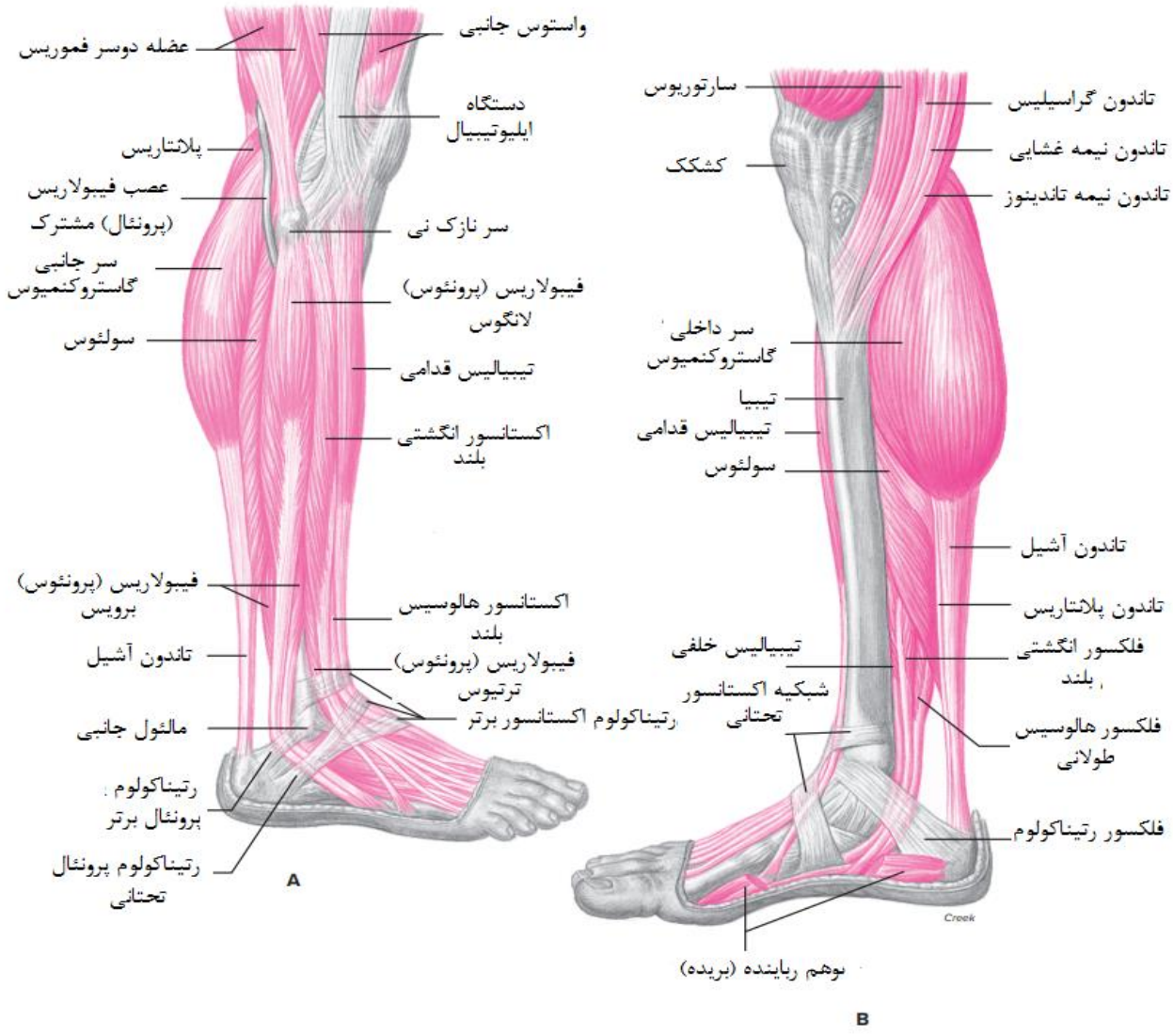

شکل. 10.7 • حرکات مچ پا و پای راست. الف، دورسی فلکشن. B، پلانتار فلکشن؛ ج، ورژن تارسال و ساب تالار عرضی. د، وارونگی عرضی تارسال و ساب تالار.

## **عضلات مچ پا و پا** (شکل های 10.8، 10.9)

اگر بر اساس مکان و عملکرد گروه بندی شوند، یادگیری تعداد زیاد عضلات مچ پا و پا آسان تر است. به طور کلی، ماهیچه هایی که در قسمت قدامی مچ پا و پا قرار دارند، خم کننده های پشتی و/یا اکستانسورهای انگشت پا هستند. آنهایی که در قسمت خلفی قرار دارند، فلکسورهای کف پا و/یا فلکسورهای انگشت پا هستند. به طور خاص، گاستروکنمیوس و سولئوس به دلیل سه سرشان که با هم به تاندون آشیل می‌پیوندند، به عنوان سه سر بازو شناخته می‌شوند. ماهیچه هایی که اورتور هستند بیشتر در سمت جانبی قرار دارند در حالی که اینورتورها در قسمت داخلی قرار دارند.

ساق پا به چهار قسمت تقسیم می‌شود که هر قسمت شامل ماهیچه های خاصی است (شکل 10.9). محصور کردن و اتصال محکم هر بخش یک فاسیای متراکم است که بازگشت وریدی را تسهیل می‌کند و از تورم بیش از حد عضلات در حین ورزش جلوگیری می‌کند. محفظه قدامی شامل گروه دورسی فلکسور، متشکل از تیبیالیس قدامی، فیبولاریس (پرونئوس) ترتیوس، گشاد کننده انگشتان بلند و گشاد کننده هالوسیس لانگوس است. محفظه جانبی شامل فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس و فیبولاریس (پرونئوس) برویس - دو اورتور قوی است. محفظه خلفی به دو بخش عمیق و سطحی تقسیم می‌شود. گاستروکنمیوس، سولئوس و پلانتاریس در قسمت خلفی سطحی قرار دارند، در حالی که محفظه خلفی عمیق از خم کننده انگشتان بلند، فلکسور هالوسیس طولانی، پوپلیتئوس و تیبیالیس خلفی تشکیل شده است. تمام عضلات قسمت خلفی سطحی عمدتاً فلکسورهای کف پا هستند. پلانتاریس که در برخی از انسان ها وجود ندارد، یک عضله دو مفصلی وستیژیال است که کمترین نقش را در خم شدن کف پا و خم شدن زانو دارد. از قسمت تحتانی خط فوق کندیلار جانبی دیستال فمور در خلف منشاء می‌گیرد و فقط در قسمت داخلی سر جانبی گاستروکنمیوس و سپس به عمق آن، اما سطحی به سمت کف پا می‌رود تا در یک سوم وسط استخوان ران وارد شود. سطح خلفی پاشنه فقط در وسط تاندون آشیل است. عضلات کمپارتمان خلفی عمیق، به جز پوپلیتئوس، خم کننده کف پا هستند اما به عنوان معکوس کننده نیز عمل می‌کنند. اگرچه بیشتر در قسمت قدامی شایع است، اما هر یک از این اجزا در معرض وضعیتی قرار می گیرند که به عنوان سندرم کمپارتمان شناخته می‌شود. این وضعیت ممکن است حاد یا مزمن باشد و ممکن است به طور ثانویه به دلیل آسیB، ضربه یا استفاده بیش از حد رخ دهد. علائم شامل درد شدید، به ویژه با افزایش حرکت فعال یا غیرفعال است. ورم؛ و ضعف در عضلات

قسمت درگیر. بسته به شدت، ممکن است جراحی اورژانسی برای رهاسازی فاسیا به منظور جلوگیری از آسیب دائمی بافت نشان داده شود، اگرچه بسیاری از سندرم‌های کمپارتمان ممکن است به اندازه کافی با مدیریت حاد مناسب برطرف شوند.




شکل. 10.8 • عضلات پای راست، مچ پا و پالف الف، نمای جانبی؛ B، نمای داخلی.

با توجه به نیازهای سنگینی که بر عضلات پا در فعالیت‌های دویدن در بیشتر ورزش‌ها وارد می‌شود، آسیب‌های حاد و مزمن شایع هستند. "آتل ساق پا" اصطلاح رایجی است که برای توصیف وضعیت دردناک ساق پا که اغلب با فعالیت های دویدن همراه است، استفاده می‌شود. این وضعیت یک تشخیص خاص نیست، بلکه به تعدادی از آسیب های عضلانی-تاندونی خاص نسبت داده می‌شود. اغلب تیبیالیس خلفی، کف داخلی میانی یا تیبیالیس قدامی درگیر است، اما بازکننده انگشتان بلند

نیز ممکن است درگیر باشد. آتل های ساق پا اغلب در نتیجه سطح نامناسب انعطاف، قدرت و استقامت برای نیازهای خاص فعالیت ایجاد می شوند و ممکن است تا حدی با کشش فلکسورهای کف پا و تقویت پشتی فلکسورها از آن جلوگیری شود.

علاوه بر این، گرفتگی‌های دردناک ناشی از اسپاسم عضلانی حاد در گاستروکنمیوس و کف پا تا حدودی رخ می‌دهد و ممکن است از طریق دورسی فلکشن فعال و غیرفعال تسکین یابد. همچنین یک آسیب بسیار ناتوان کننده شامل پارگی کامل تاندون آشیل قوی است که این دو فلکسور کف پا را به استخوان پاشنه متصل می‌کند.

## عضلات مچ پا و پا بر اساس عملکرد

توجه: تعدادی از ماهیچه های مچ پا و پا قادر به انجام بیش از یک حرکت هستند.

فلکسورهای کف پا

گاستروکنمیوس

فلکسور انگشتی بلند

فلکسور هالوسیس طولانی

فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس

فیبولاریس (پرونئوس) برویس

پلانتاریس

سولئوس

تیبیالیس خلفی

اورتورها

فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس

فیبولاریس (پرونئوس) برویس

فیبولاریس (پرونئوس) ترتیوس

اکستانسور انگشتی بلند

دورس فلکسورها

تیبیالیس قدامی

فیبولاریس (پرونئوس) ترتیوس

اکستانسور انگشتی بلند (کشنده انگشت

انگشتان کوچکتر)

گشاد کننده هالوسیس طولانی (اکستانسور بزرگ

انگشت پا)

اینورتورها

تیبیالیس قدامی

تیبیالیس خلفی

فلکسور انگشتان بلند (فلکسور انگشتان کوچک)

فلکسور هالوسیس لانگوس (فلکسور انگشت شست پا)

عضلات مچ پا و پا توسط محفظه

محفظه قدامی

تیبیالیس قدامی

اکستانسور هالوسیس بلند

اکستانسور انگشتی بلند

فیبولاریس (پرونئوس) ترتیوس

محفظه جانبی

فیبولاریس (پرونئوس) لانگوس

فیبولاریس (پرونئوس) برویس

محفظه عقبی عمیق

فلکسور انگشتی بلند

فلکسور هالوسیس طولانی

تیبیالیس خلفی

پوپلیتئوس

محفظه خلفی سطحی

گاستروکنمیوس (سر میانی)

گاستروکنمیوس (سر جانبی)

سولئوس

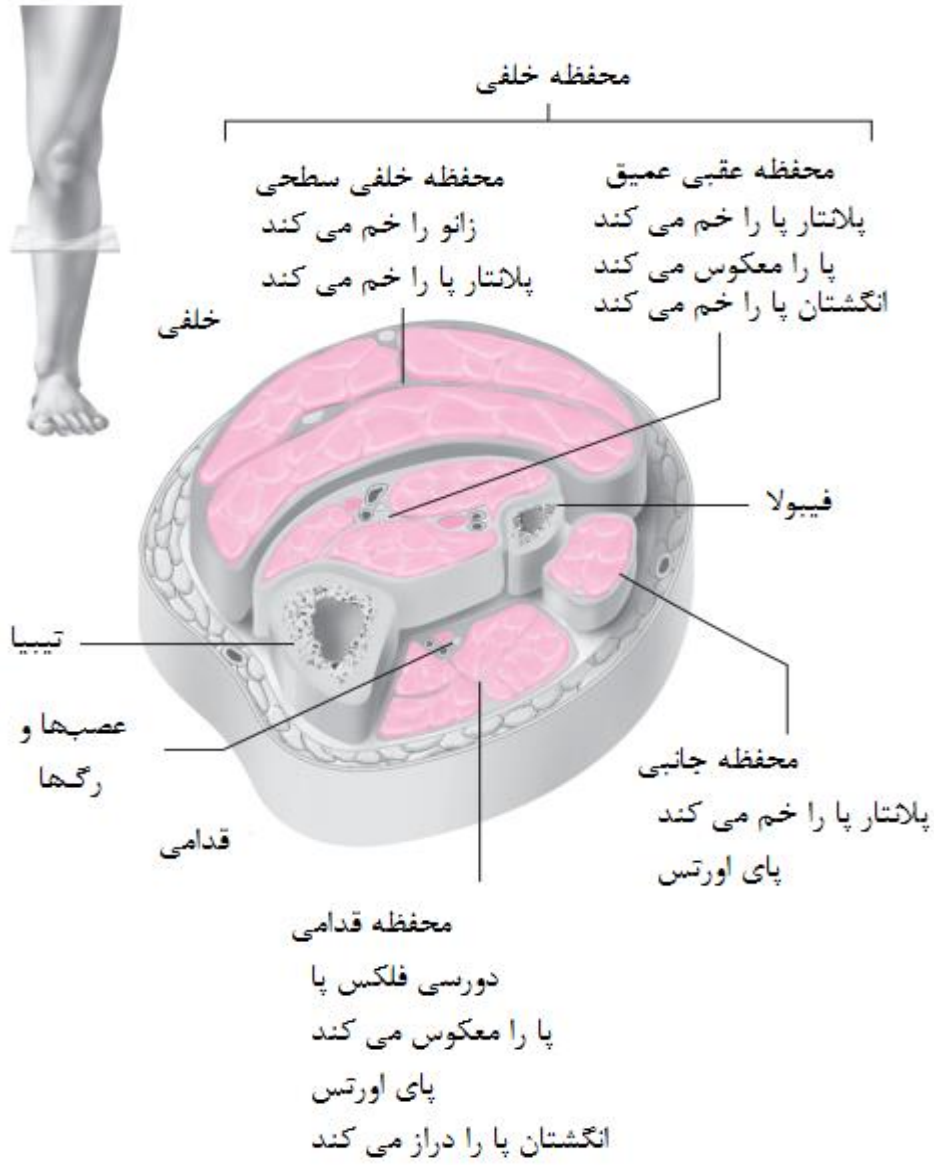
پلانتاریس

هنگام مشاهده عضلات در شکل‌های. 10.8 و 10.9، آنها را با جدول 10.3 مرتبط کنید.

## اعصاب

همانطور که در فصل 8 توضیح داده شد، عصب سیاتیک از شبکه ساکرال منشأ می گیرد و به عصب تیبیال و عصب فیبولار تبدیل می‌شود. تقسیم تیبیال عصب سیاتیک (شکل 8.22) تا قسمت خلفی ساق پا ادامه می یابد تا گاستروکنمیوس، سولئوس، تیبیالیس خلفی، فلکسور انگشتی بلند و فلکسور هالوسیس لونگوس را **عصب دهی** کند. درست قبل از رسیدن به مچ پا، عصب تیبیا منشعب می‌شود تا به اعصاب کف پا داخلی و جانبی تبدیل شود که ماهیچه های درونی پا را **عصب دهی** می‌کند. عصب کف پا داخلی ابداکتور هالوسیس، فلکسور هالوسیس برویس، اول کمری و خم کننده انگشتان برویس را **عصب دهی** می‌کند. عصب پلانتار جانبی ادکتور هالوسیس، چهارگوشplantae ، 2) lumbricals، 3، و 4)، interossei پشتی، interossei کف پا، abductor digiti minimi و flexor digiti minimi را تامین می‌کند.

عصب فیبولار یا پرونئال (شکل 10.10) درست در زیر سر نازک نی تقسیم می‌شود تا به اعصاب فیبولار سطحی و عمیق تبدیل شود. شاخه سطحی فیبولاریس بلند و فیبولاریس برویس را **عصب دهی** می‌کند، در حالی که شاخه عمیق باعث عصب کشی تیبیالیس قدامی، گشاد کننده انگشتان بلند، گشاد کننده هالوسیس بلند، فیبولاریس ترتیوس و اکستانسور انگشتی برویس می‌شود. برای فهرستی از عصب‌های عضلانی اصلی مچ پا و پا به شکل 10.11 مراجعه کنید.




شکل. 10.9 • قطع پای چپ، نشان دهنده محفظه های عضلانی.

## **عضله گاستروکنمیوس** (شکل. 10.12)

### ابتدا

سر داخلی: سطح خلفی کندیل داخلی فمورال

سر جانبی: سطح خلفی کندیل جانبی فمورال

محل چسبیدن

سطح خلفی استخوان پاشنه (تاندون آشیل)

## عمل

پلانتار فلکشن مچ پا

خم شدن زانو

## لمس کردن

آسان‌ترین ماهیچه در اندام تحتانی برای لمس. نیمه بالایی قسمت خلفی ساق پا

## عصب دهی

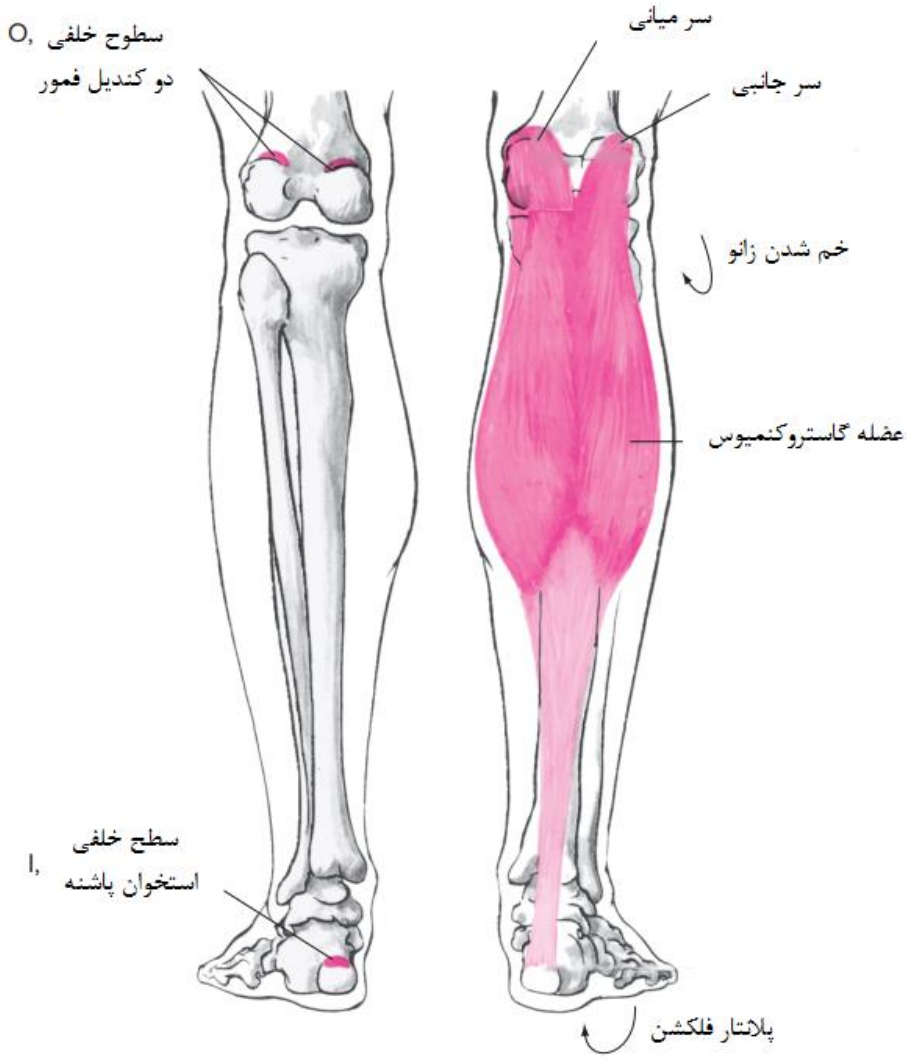
عصب تیبیال (S1, S2)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

گاستروکنمیوس و سولئوس با هم به عنوان سه سر بازو شناخته می شوند که عضله سه سر به سر گاستروکنمیوس داخلی و جانبی و سولئوس و سوره به ساق پا اشاره دارد. از آنجایی که گاستروکنمیوس یک عضله دو مفصلی است، اگر مچ پا خمش پشتی داشته باشد به عنوان خم کننده زانو موثرتر است و اگر زانو در حالت اکستنشن نگه داشته شود به عنوان خم کننده کف پا موثرتر است. این امر زمانی مشاهده می‌شود که هنگام رانندگی ماشین خیلی نزدیک به فرمان بنشیند که به طور قابل توجهی کل ماهیچه را کوتاه می‌کند و کارایی آن را کاهش می‌دهد. هنگامی که زانوها خم می شوند، عضله فلکسور کف پا کمتر کارآمد می‌شود و فشار دادن ترمز دشوارتر می‌شود. تمرینات دویدن، پریدن، پریدن و پرش به طور قابل توجهی به گاستروکنمیوس و کف پا برای حرکت بدن به سمت بالا و جلو بستگی دارد. تمرینات بلند کردن پاشنه با زانوها در حالت

اکستنشن کامل و انگشتان پا بر روی یک قطعه چوبی یک راه عالی برای تقویت عضله از طریق دامنه کامل حرکت است. نگه داشتن هالتر روی شانه ها می‌تواند مقاومت را افزایش دهد. برای تمرینات متداول تر برای معده و سایر عضلات در این فصل به پیوست 2 مراجعه کنید.

گاستروکنمیوس ممکن است با ایستادن و قرار دادن هر دو کف دست روی دیواری در فاصله 3 فوتی و تکیه دادن به دیوار کشیده شود. پاها باید مستقیم به سمت جلو باشند و پاشنه ها باید روی زمین باقی بمانند. زانوها باید در طول تمرین کاملاً کشیده باقی بمانند تا کشش روی گاستروکنمیوس بیشتر شود.




شکل. 10.12 • عضله گاستروکنمیوس، نمای خلفی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضله پلانتاریس** (شکل. 10.13)

### ابتدا

قسمت تحتانی برآمدگی فوق کندیل جانبی کندیل جانبی فمورال، درست بالای سر جانبی گاستروکنمیوس

## محل چسبیدن

سطح داخلی خلفی استخوان پاشنه یا داخل تاندون آشیل داخلی

## عمل

خم شدن کف پا ضعیف مچ پا

خم شدن ضعیف زانو

## لمس کردن

تشخیص مشکل از گاستروکنمیوس جانبی. لمس خلفی میانی سر جانبی گاستروکنمیوس در جهت پایین در حالی که در مقابل خم شدن زانو و خم شدن کف پا مقاومت می‌کند.

## عصب دهی

عصب تیبیال (S1, S2)

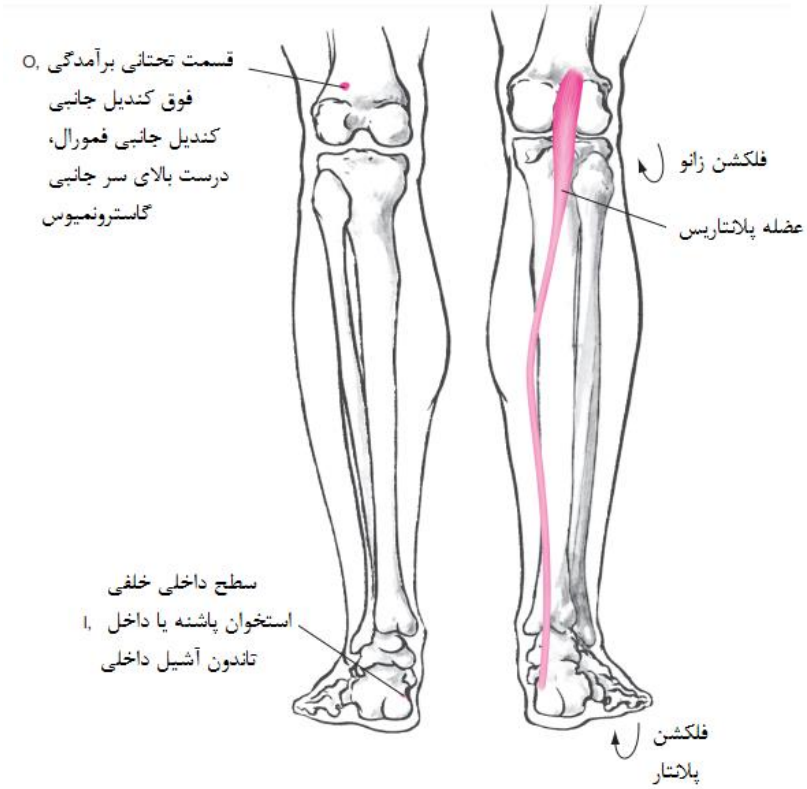
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

پلانتاریس یک نوار باریک سطحی کوچک از ماهیچه با تاندون بلند است که طولانی ترین تاندون بدن است. تقریباً در 10٪ از جمعیت وجود ندارد. به دلیل اندازه کوچک و سهم نسبتاً کم آن در اعمال زانو و مچ پا، در صورت وجود، تاندون آن ممکن است گهگاه به عنوان پیوند برای استفاده در روش‌های بازسازی در سایر قسمت‌های بدن برداشت شود.

برخی از مقامات پای تنیس را به پارگی پلانتاریس نسبت می دهند، اما این وضعیت که اغلب شامل یک ضربه ناگهانی دردناک در این قسمت از پشت پا همراه با دویدن، پریدن یا هل دادن است، ممکن است گاستروکنمیوس را نیز درگیر کند.

همانطور که در مورد گاستروکنمیوس وجود دارد، پلانتاریس نیز در خم شدن زانوها در خم شدن کف پا حتی کمتر موثر می‌شود. تمرینات مربوط به گاستروکنمیوس نیز برای تقویت پلانتاریس موثر است.

پلانتاریس ممکن است دقیقاً مانند گاستروکنمیوس کشیده شود.




شکل. 10.13 • عضله پلانتاریس، نمای خلفی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

**عضله کف پا** (شکل. 10.14)

**ابتدا**

سطح خلفی نازک نی پروگزیمال و پروگزیمال دو سوم سطح خلفی تیبیا

## محل چسبیدن

سطح خلفی استخوان پاشنه (تاندون آشیل)

## عمل

پلانتار فلکشن مچ پا

## لمس کردن

در قسمت خلفی زیر عضله گاستروکنمیوس در طرفین داخلی و جانبی ساق پا، مخصوصاً مستعد با زانو خمیده تقریباً 90 محل چسبیدن و قوزک پا به طور فعال خم کننده کف پا.

## عصب دهی

عصب تیبیال (S1, S2)

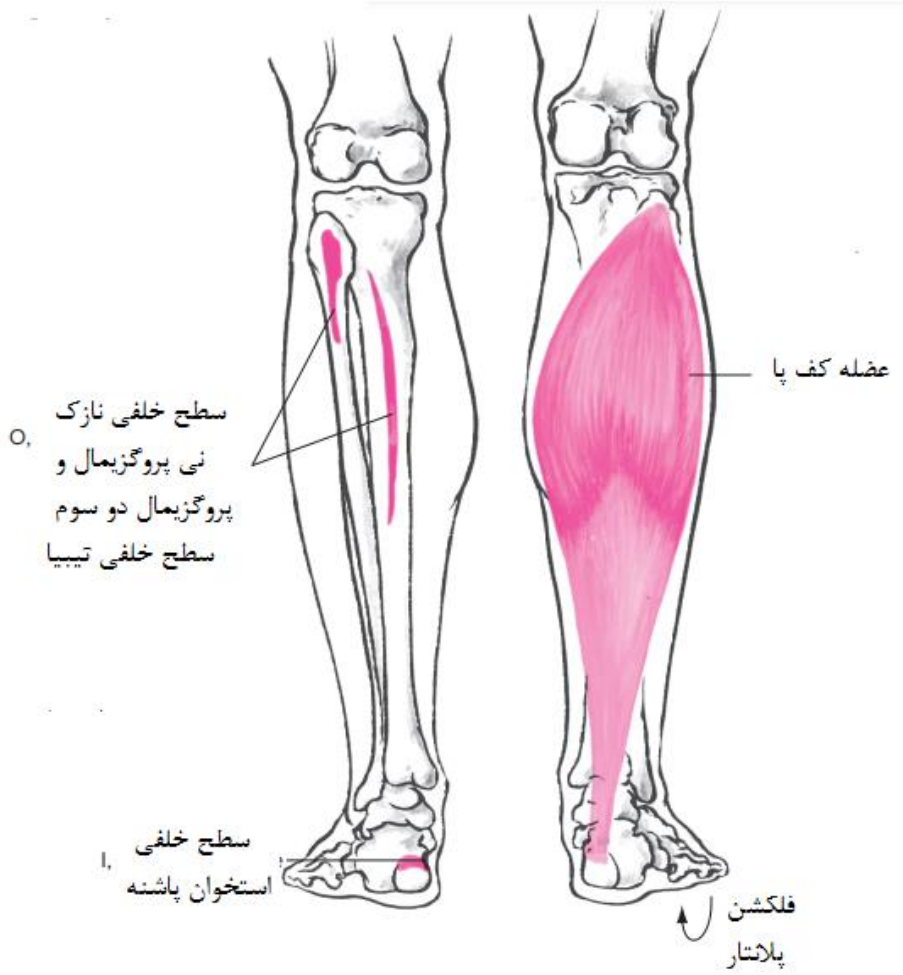
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله کف پا یکی از مهم ترین فلکسورهای کف پا است. برخی از آناتومیست ها معتقدند که در این حرکت تقریباً به اندازه گاستروکنمیوس اهمیت دارد. این امر به ویژه زمانی که زانو خم شده است صادق است. هنگامی که فرد روی انگشتان پا

بلند می‌شود، در صورتی که پاها را به شدت ورزش کرده باشد، مانند دویدن و راه رفتن، عضله کف پا را می‌توان به وضوح در قسمت بیرونی ساق پا مشاهده کرد.

زمانی که کف پا خم می‌شود از عضله کف پا استفاده می‌شود. هر حرکتی با وزن بدن بر روی پا با زانو خم یا کشیده آن را به عمل فرا می خواند. هنگامی که زانو کمی خم می‌شود، اثر گاستروکنمیوس کاهش می یابد و کار بیشتری بر روی کف پا ایجاد می‌شود. دویدن، پریدن، پریدن، پریدن و رقصیدن روی انگشتان پا همگی تمریناتی هستند که به شدت به کف پا بستگی دارند. ممکن است از طریق هر گونه تمرین فلکشن کف پا در برابر مقاومت، تقویت شود، به خصوص اگر زانو کمی خم شود تا بر گاستروکنمیوس تأکید نشود. تمرینات بلند کردن پاشنه همانطور که برای گاستروکنمیوس توضیح داده شد، به جز با خم شدن کمی زانوها، یکی از راه های جداسازی این عضله برای تقویت است. مقاومت ممکن است با نگه داشتن هالتر روی شانه ها افزایش یابد.

کف پا مانند گاستروکنمیوس کشیده می‌شود، با این تفاوت که زانوها باید کمی خم شوند که کشش روی گاستروکنمیوس آزاد شده و روی کف پا قرار می گیرد. باز هم، مهم است که سعی کنید پاشنه ها را روی زمین نگه دارید.




شکل. 10.14 • عضله کف پا، نمای خلفی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## ماهیچه لانگ فیبولاریس (پرونئوس)(شکل. 10.15)

### ابتدا

سر و دو سوم بالای سطح جانبی نازک نی

### محل چسبیدن

سطوح زیرین استخوان های میخی داخلی و متاتارس اول

### عمل

انحراف پا

پلانتار فلکشن مچ پا

### لمس کردن

سمت جانبی فوقانی درشت نی؛ فقط دیستال به سر فیبولار و پایین تا بلافاصله پس از مالئول جانبی. فقط خلفی جانبی از تیبیالیس قدامی و بازکننده انگشتان بلند با ورژن فعال

### عصب دهی

عصب فیبولار سطحی (L4، L5، S1)

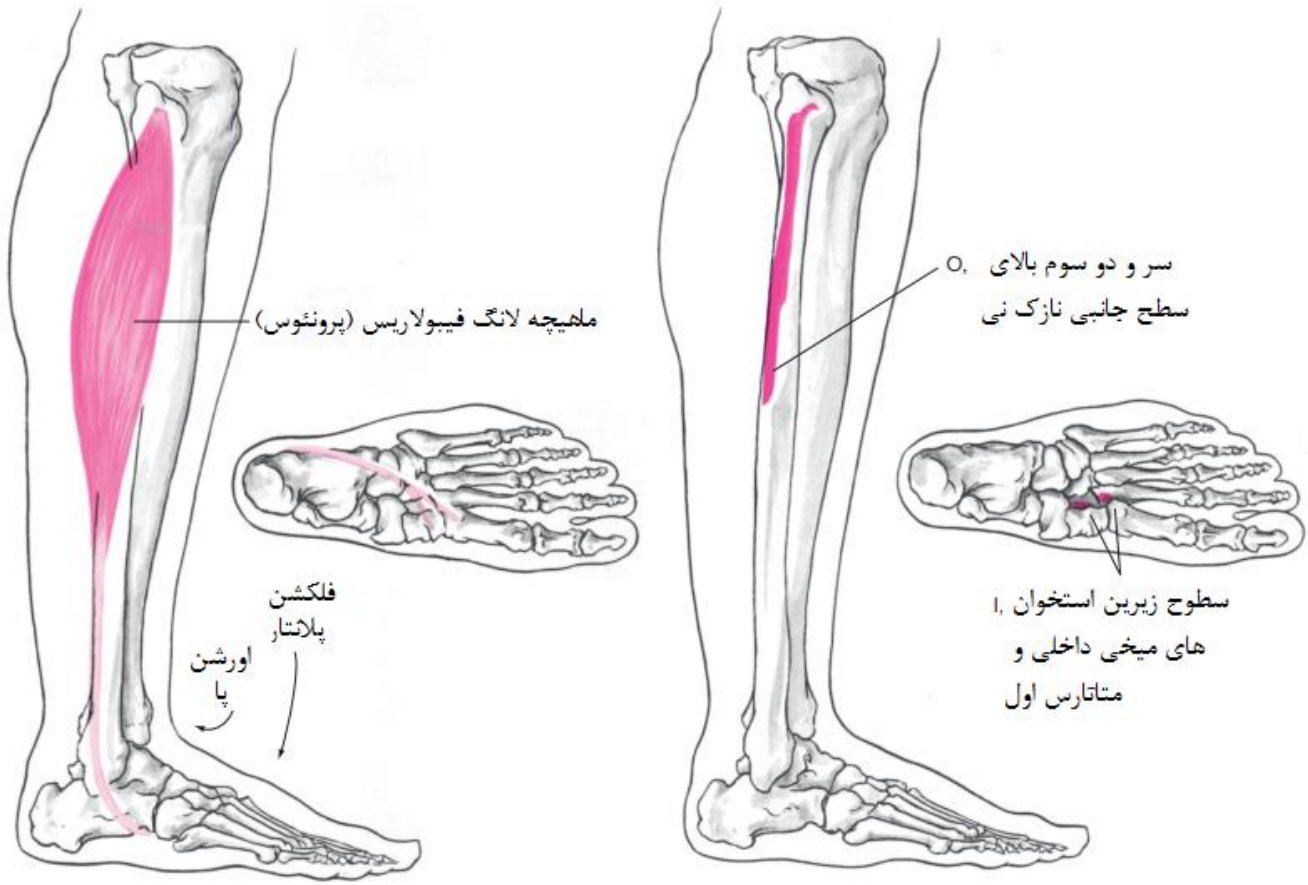
### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله فیبولاریس لونگوس از پشت پا به سمت مالئول جانبی و از زیر پا از خارج به زیر سطح داخلی عبور می‌کند. به دلیل خط کشش، یک اورتور قوی است و به خم شدن کف پا کمک می‌کند.

هنگامی که عضله فیبولاریس لونوس به طور موثر با سایر خم کننده های مچ پا استفاده می‌شود، به اتصال قوس عرضی در حین انقباض کمک می‌کند. بدون سایر خم کننده های کف پا توسعه یافته، باعث ایجاد یک پای ضعیف و منحرف می‌شود. در دویدن، پریدن، پریدن و پرش، پا باید طوری قرار گیرد که به سمت جلو باشد تا از رشد مناسب گروه اطمینان حاصل شود. راه رفتن با پای برهنه یا با پاهای جوراب دار در قسمت داخلی پا (وضعیت اوروت) تمرین خوبی برای این عضله است.

تمرینات اورژن برای تقویت این عضله ممکن است با چرخاندن کف پا به سمت بیرون در حالی که مقاومت در جهت مخالف اعمال می‌شود انجام شود.

فیبولاریس بلند ممکن است با وارد کردن غیرفعال پا به سمت وارونگی شدید و خمیدگی پشتی در حالی که زانو خم شده است کشیده شود.



شکل. 10.15 • عضله لانگ فیبولاریس، نماهای کف پا جانبی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## عضله فیبولاریس (پرونئوس) برویس (شکل. 10.16)

### ابتدا

وسط تا دو سوم سطح جانبی نازک نی

### محل چسبیدن

توبروزیت متاتارس پنجم

### عمل

انحراف پا

پلانتار فلکشن مچ پا

### لمس کردن

تاندون عضله در انتهای پروگزیمال متاتارس پنجم، درست در قسمت پروگزیمال و خلفی مالئول جانبی. بلافاصله در عمق قدامی و خلفی فیبولاریس لانگوس با ورژن فعال

### عصب دهی

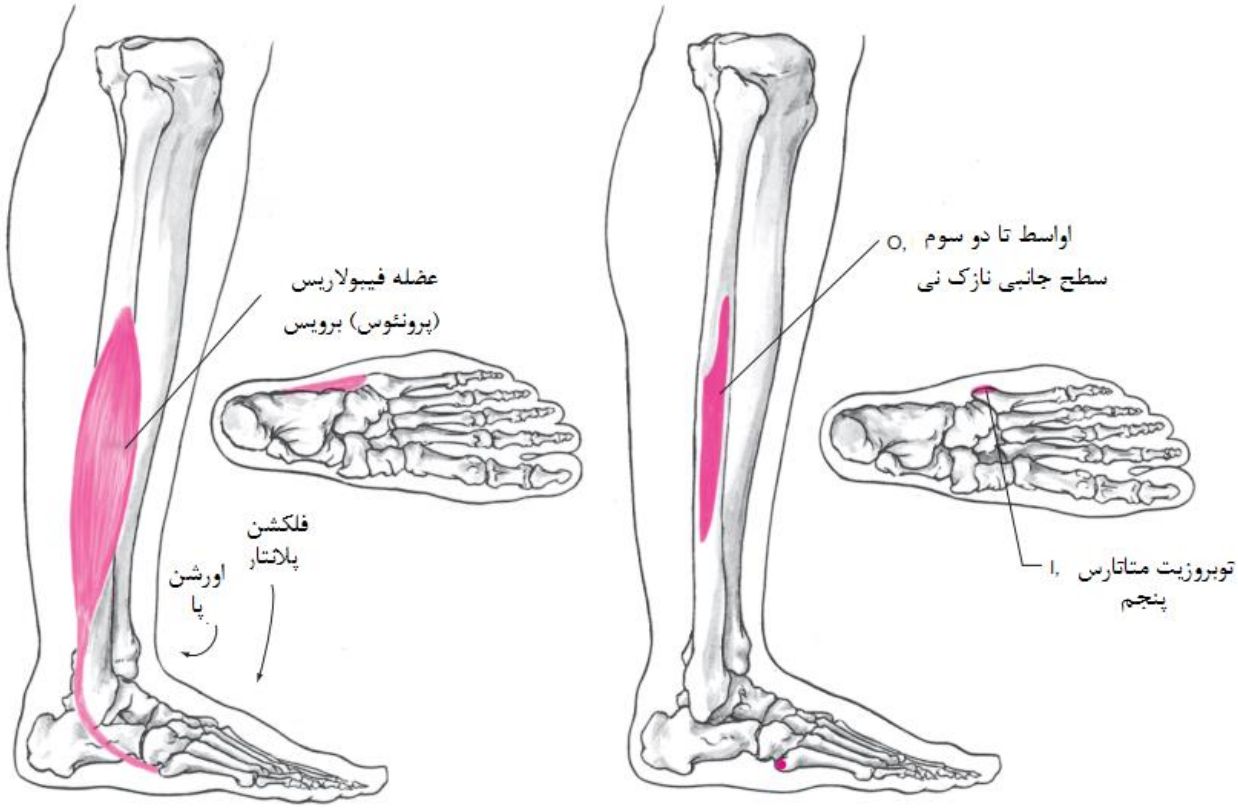
عصب فیبولار سطحی (L4، L5، S1)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله فیبولاریس برویس از خلف تحتانی به مالئول جانبی عبور می‌کند تا قاعده متاتارس پنجم را بکشد. این اورتور اولیه پا است و به خم شدن کف پا کمک می‌کند. علاوه بر این، به حفظ قوس طولی جانبی کمک می‌کند زیرا پا را تحت فشار قرار می دهد.

عضله فیبولاریس برویس با سایر فلکسورهای کف پا در حرکات قدرتمند دویدن، پریدن، پریدن و پرش تمرین می‌شود. ممکن است به روشی شبیه به فیبولاریس بلند با انجام تمرینات اورژن تقویت شود، مانند چرخاندن کف پا به بیرون در برابر مقاومت.

فیبولاریس برویس به همان روشی که فیبولاریس لونگوس کشیده می‌شود.




شکل. 10.16 • عضله فیبولاریس برویس، نماهای جانبی و کف پا، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## فیبولاریس (پرونئوس) عضله ترشیوس (شکل. 10.17)

**ابتدا**

یک سوم دیستال فیبولای قدامی

## محل چسبیدن

جنبه فوقانی قاعده متاتارس پنجم

## عمل

انحراف پا

دورسی فلکشن مچ پا

## لمس کردن

فقط نازک نی داخلی به دیستال. جانبی تاندون گشاد کننده انگشتان بلند در قسمت قدامی پا، تا سمت داخلی قاعده متاتارس پنجم همراه با دورسی فلکشن و ورژن

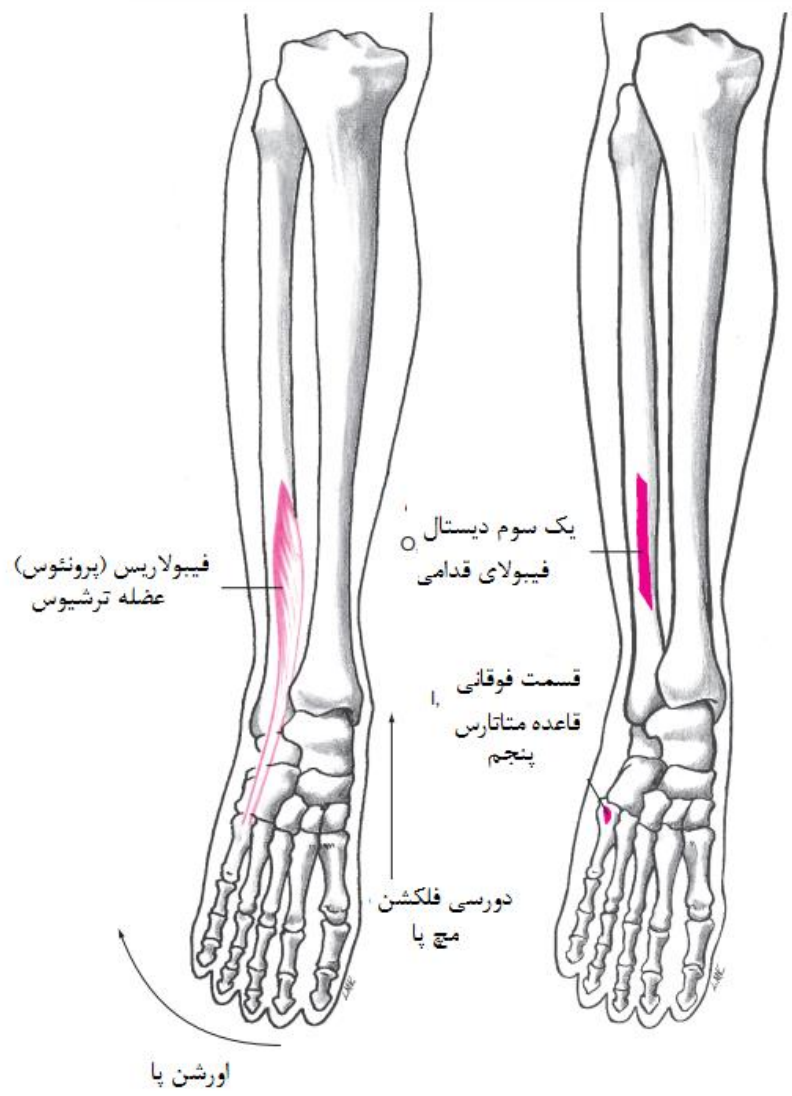
## عصب دهی

عصب فیبولار عمیق (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

فیبولاریس ترتیوس که در برخی از انسان ها وجود ندارد، عضله کوچکی است که به خمیدگی پشتی و ورژن کمک می‌کند. برخی از مراجع از آن به عنوان پنجمین تاندون گشاد کننده انگشتان بلند یاد می‌کنند. ممکن است با بالا کشیدن پا به سمت ساق پا در برابر وزنه یا مقاومت تقویت شود. انحراف پا در برابر مقاومت، مانند کشش حوله‌ای وزنی، می‌تواند برای تقویت قدرت نیز مورد استفاده قرار گیرد.

فیبولاریس ترتیوس ممکن است با وارد کردن غیرفعال پا به سمت وارونگی شدید و خم شدن کف پا کشیده شود.




شکل. 10.17 • عضله فیبولاریس ترتیوس، نمای قدامی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضله کشنده انگشتان بلند** (شکل. 10.18)

### ابتدا

کندیل جانبی استخوان درشت نی، سر نازک نی و دو سوم بالای سطح قدامی نی نی

## محل چسبیدن

بالای فالانکس میانی و انتهایی چهار انگشت کوچک پا

## عمل

گشاد شدن چهار انگشت کوچک در متاتارسوفالانژیال و پروگزیمال و دیستال اینترفالانژیال

## مفاصل

دورسی فلکشن مچ پا

انحراف پا

## لمس کردن

عضله دوم به سمت جانبی مرز قدامی تیبیالف سمت جانبی فوقانی تیبیا بین استخوان تیبیالیس قدامی و نازک نی از طرف جانبی. به چهار تاندون در قسمت انتهایی مچ پا با اکستنشن فعال انگشت پا تقسیم می‌شود

## عصب دهی

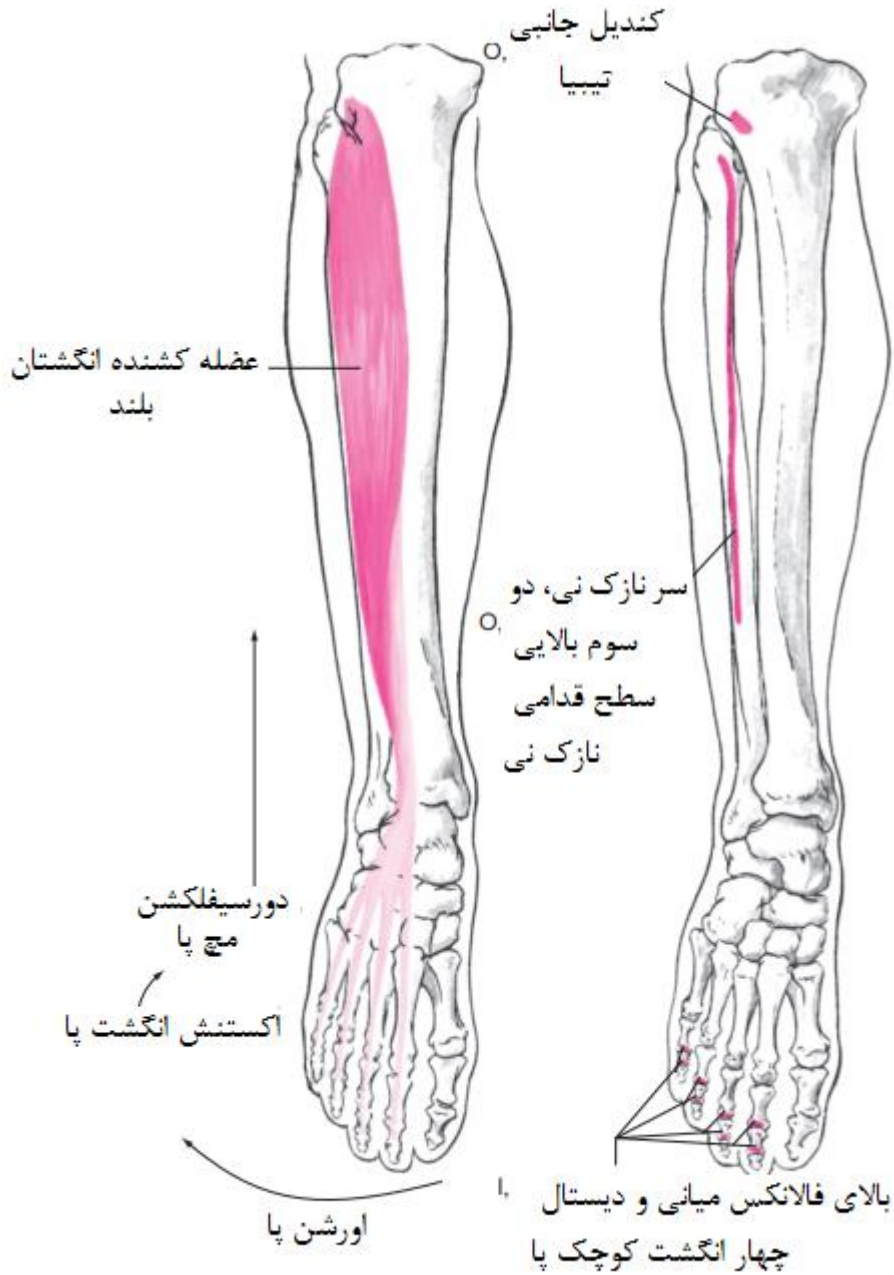
عصب فیبولار عمیق (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

قدرت در عضله کشنده انگشت بلند برای حفظ تعادل بین خم کننده های کف پا و پشتی ضروری است.

عملی که شامل خم شدن پشتی مچ پا و اکستنشن انگشتان پا در برابر مقاومت است، هم عضلات بازکننده انگشتان بلند و هم ماهیچه های اکستانسور هالوسیس لونگوس را تقویت می‌کند. این ممکن است با اعمال یک نیروی رو به پایین روی انگشتان پا در حالی که سعی می‌کنید آنها را به سمت بالا بکشید، انجام شود.

بازکننده انگشتان بلند ممکن است با خم شدن منفعل چهار انگشت کوچک پا در حالی که پا معکوس شده و کف پا خمیده است، کشیده شود.




شکل. 10.18 • کشنده عضله بلند انگشتان، نمای قدامی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **ماهیچه گشاد کننده هالوسیس لونگوس** (شکل. 10.19)

**ابتدا**

دو سوم سطح داخلی فیبولای قدامی

## **محل چسبیدن**

بالای قاعده فالانکس دیستال انگشت شست پا

## **عمل**

دورسی فلکشن مچ پا

امتداد انگشت شست پا در مفاصل متاتارسوفالانژیال و بین فالانژیال

وارونگی ضعیف پا

## **لمس کردن**

از قسمت پشتی انگشت شست پا تا فقط جانبی به سمت استخوان تیبیالیس قدامی و میانی تا اکستانسور انگشتان بلند در مفصل قدامی مچ پا

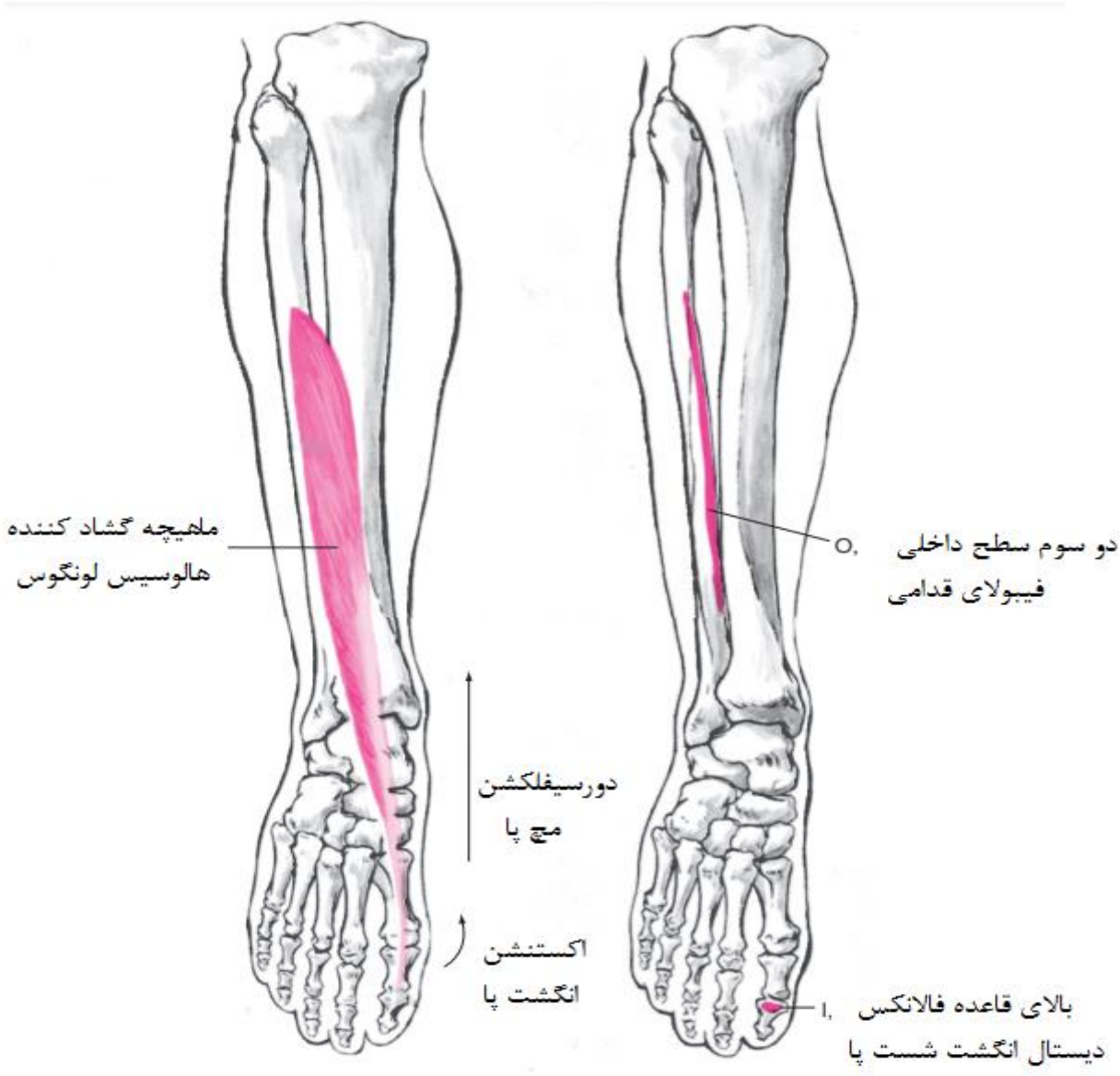
## **عصب دهی**

عصب فیبولار عمیق (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

چهار فلکسور پشتی پا - تیبیالیس قدامی، بازکننده انگشتان بلند، گشاد کننده هالوسیس بلند و فیبولاریس ترتیوس - ممکن است با تلاش برای راه رفتن روی پاشنه‌ها با مچ پا خمیده به پشت و انگشتان پا کشیده تمرین شوند. کشیده شدن انگشت شست پا و همچنین دورسی فلکشن مچ پا در برابر مقاومت باعث تقویت این عضله می‌شود.

اکستانسور هالوسیس لونگوس ممکن است با گرفتن غیرفعال انگشت شست پا به حالت خمش کامل در حالی که پا به سمت بالا و کف پا خم شده است، کشیده شود.




شکل. 10.19 • عضله گشاد کننده هالوسیس لانگوس، نمای قدامی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضله تیبیالیس قدامی** (شکل. 10.20)

### ابتدا

دو سوم بالای سطح جانبی استخوان درشت نی

## محل چسبیدن

سطح داخلی خط میخی داخلی و قاعده اولین استخوان متاتارس

## عمل

دورسی فلکشن مچ پا

وارونگی پا

## لمس کردن

اولین عضله به سمت جانبی مرز قدامی تیبیا، به ویژه قابل لمس با دورسی فلکشن کامل مچ پالف برجسته ترین تاندون که از مچ پا به صورت آنترومدیال عبور می‌کند

## عصب دهی

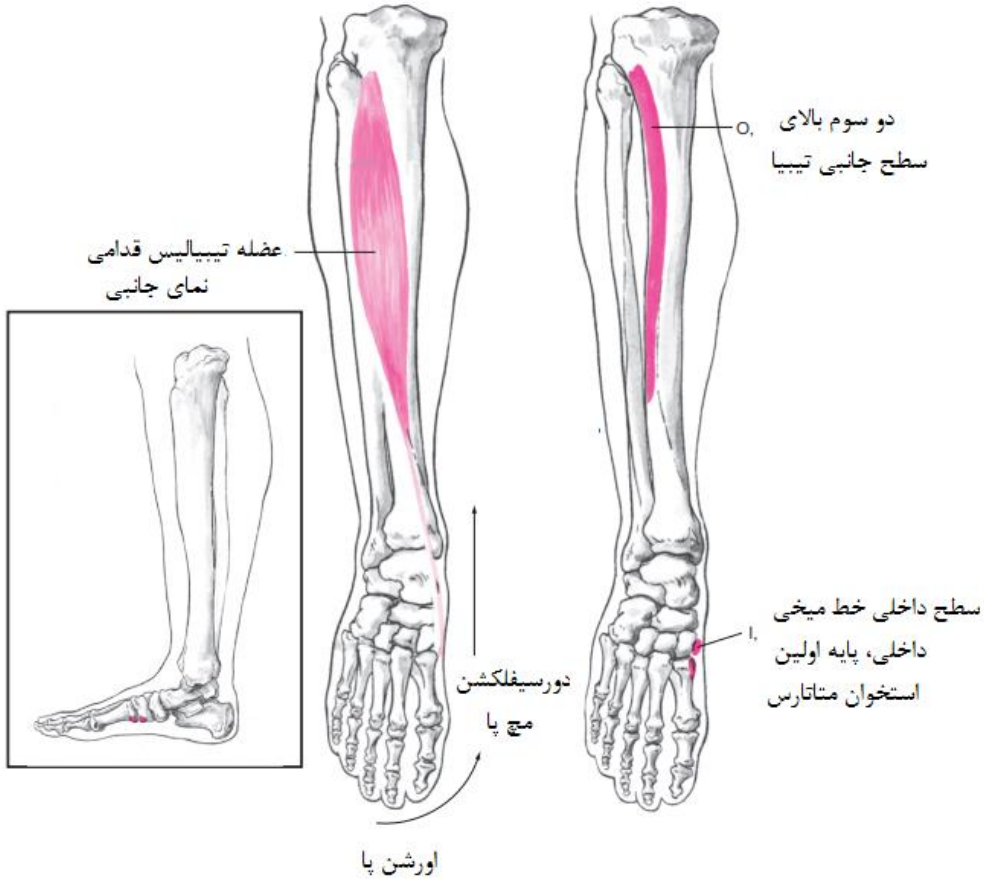
عصب فیبولار عمیق (L4، L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با قرار دادن آن، عضله تیبیالیس قدامی در موقعیت خوبی قرار می گیرد تا حاشیه داخلی پا را بالا نگه دارد. با این حال، از آنجایی که به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شود، مچ پا را خم می‌کند و به عنوان یک آنتاگونیست برای خم کننده های کف پا استفاده می‌شود. زمانی که فرد روی یخ اسکیت می‌زند یا در قسمت بیرونی پا راه می‌رود، تیبیالیس قدامی مجبور می‌شود به شدت منقبض شود. به شدت از قوس طولی داخلی در وارونگی پشتیبانی می‌کند.

چرخاندن کف پا به سمت داخل در برابر مقاومت برای انجام تمرینات وارونگی یکی از راه های تقویت این عضله است. برای این منظور می‌توان از تمرینات فلکشن پشتی در برابر مقاومت نیز استفاده کرد. راه رفتن با پای برهنه یا با پاهای جوراب دار در قسمت بیرونی پا (وارونگی) یک تمرین عالی برای عضله تیبیالیس قدامی است.

تیبیالیس قدامی ممکن است با وارد کردن غیرفعال پا به سمت انحراف شدید و خم شدن کف پا کشیده شود.




شکل. 10.20 • عضله قدامی تیبیالیس، نمای قدامی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن

## **عضله خلفی تیبیالیس** (شکل. 10.21)

### ابتدا

سطح خلفی نیمه بالایی غشای بین استخوانی و سطوح مجاور استخوان درشت نی و نازک نی

## محل چسبیدن

سطوح تحتانی استخوان های ناوی شکل، میخی و مکعبی و پایه استخوان های متاتارس دوم، سوم و چهارم

## عمل

پلانتار فلکشن مچ پا

وارونگی پا

## لمس کردن

تاندون ممکن است هم به صورت پروگزیمال و هم به صورت دیستال بلافاصله در پشت مالئول داخلی با وارونگی و خم شدن کف پا لمس شود و اگر بتوان انگشتان پا را در حالت کمی نگه داشت، بهتر از خم کننده انگشتان بلند و فلکسور هالوسیس لونگوس تشخیص داده می‌شود.

## عصب دهی

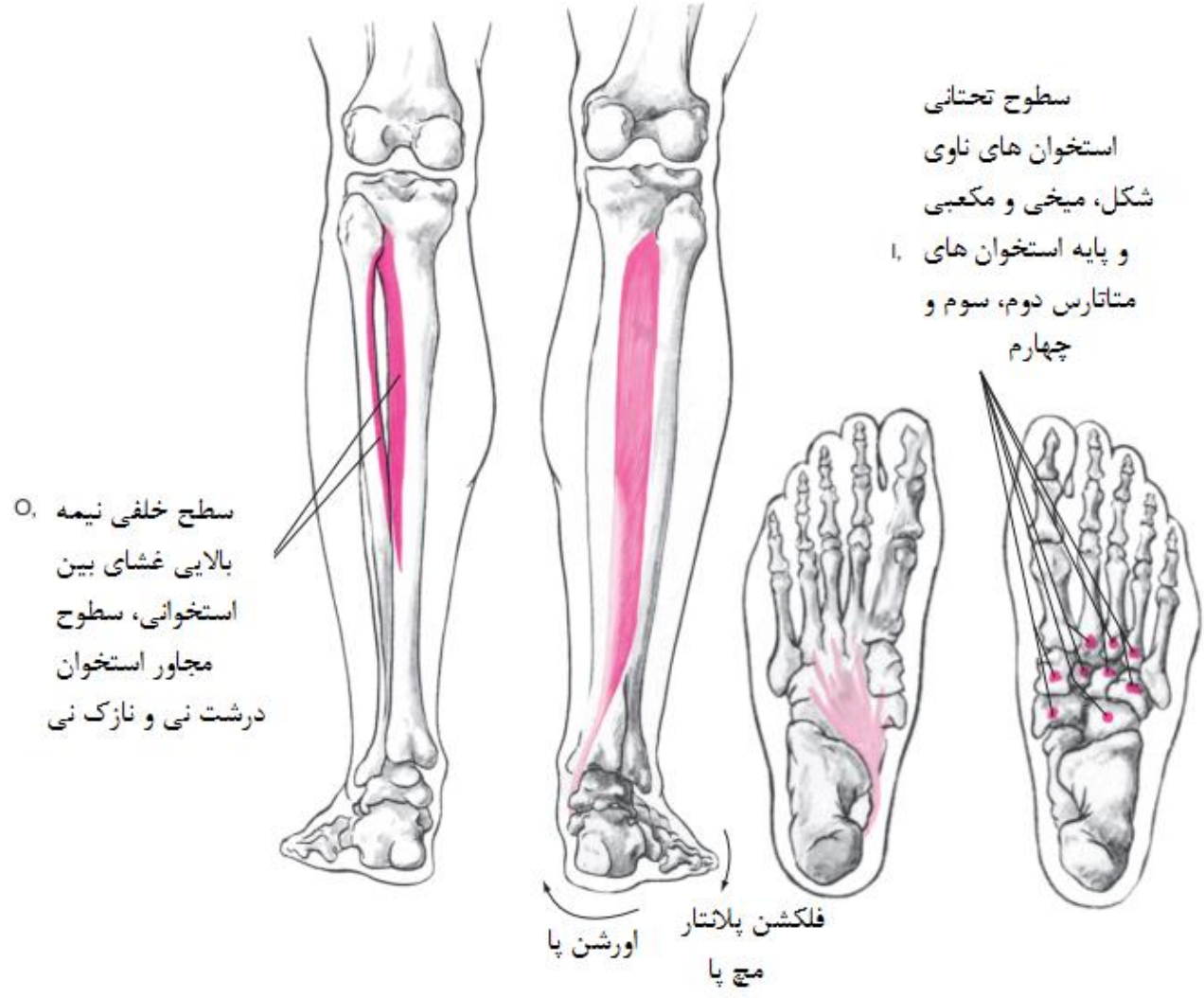
عصب تیبیال (L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله تیبیالیس خلفی با عبور از پشت ساق پا، از زیر مالئول داخلی، سپس به سمت استخوان‌های میخی ناویکولار و میانی، از قسمت زیرین پایین کشیده می‌شود و وقتی به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شود، پا را وارونه می‌کند و کف پا خم می‌شود. در نتیجه در موقعیتی قرار دارد که از قوس طولی داخلی پشتیبانی می‌کند. شین اسپلینت یک اصطلاح عامیانه است که اغلب برای توصیف یک بیماری غالباً مزمن استفاده می‌شود که در آن عضلات تیبیالیس خلفی، تیبیالیس قدامی و بازکننده انگشتان بلندی ملتهب می شوند. این التهاب معمولاً تاندونیت یک یا چند ساختار از این ساختارها است، اما ممکن است در نتیجه شکستگی استرس، پریوستیت، سندرم استرس تیبیا یا سندرم کمپارتمان باشد. دوی سرعت و دویدن در مسافت های طولانی از علل شایع هستند، به ویژه اگر ورزشکار قدرت، انعطاف و استقامت مناسبی را در عضلات پا ایجاد نکرده باشد. این تاندون همچنین ممکن است به صورت غیر قابل توجه و تدریجی ضعیف شده و ناکارآمد شود، به ویژه در میانسالی و بعد از آن، که منجر به فروپاشی قوس طولی داخلی و پرونیشن پاتولوژیک می‌شود.

استفاده از عضله تیبیالیس خلفی در فلکشن و وارونگی کف پا باعث حمایت از قوس طولی پا می‌شود. این عضله به طور کلی با انجام بالا بردن پاشنه، همانطور که برای گاستروکنمیوس و کف پا و همچنین تمرینات وارونگی در برابر مقاومت توضیح داده شد، تقویت می‌شود.

تیبیالیس خلفی ممکن است با وارد کردن غیرفعال پا به سمت انحراف شدید و خمیدگی پشتی در حالی که زانو و انگشتان پا به صورت غیرفعال خم می شوند کشیده شود.




شکل. 10.21 • عضله تیبیالیس خلفی، نماهای خلفی و کف پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضله فلکسور انگشتی بلند** (شکل. 10.22)

### ابتدا

یک سوم میانی سطح خلفی تیبیا

### محل چسبیدن

قاعده فالانکس دیستال هر یک از چهار انگشت کوچک پا

## عمل

خم شدن چهار انگشت کوچک در مفاصل متاتارسوفالانژیال و پروگزیمال و دیستال اینترفالانژیال

وارونگی پا

پلانتار فلکشن مچ پا

## لمس کردن

تاندون ممکن است بلافاصله در خلف مالئول داخلی و تیبیالیس خلفی و بلافاصله جلوی فلکسور هالوسیس لانگوس با خم شدن چهار انگشت کوچک پا لمس شود و در عین حال اکستنشن بزرگ انگشت پا، دورسی فلکشن مچ پا و ورژن پا حفظ شود.

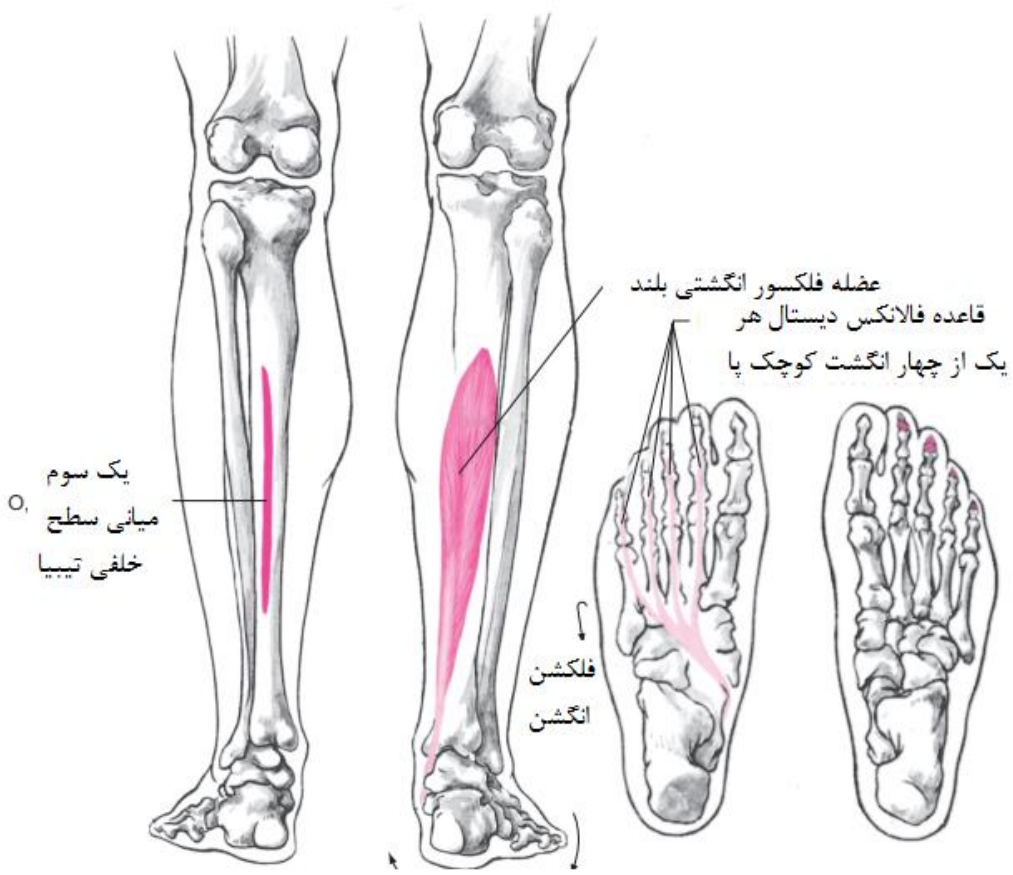
## عصب دهی

عصب تیبیال (L5، S1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با عبور از پشت ساق پا از زیر مالئول داخلی و سپس به سمت جلو، عضله خم کننده انگشت بلند، چهار انگشت کوچک پا را به سمت پایین به سمت پاشنه به سمت پاشنه خم می‌کند زیرا کف پا مچ پا را خم می‌کند. برای کمک به سایر عضلات پا در حفظ قوس طولی بسیار مهم است. برخی از شرایط ضعیف پا و مچ پا ناشی از استفاده ناکارآمد از فلکسور انگشتان بلند است. راه رفتن با پای برهنه با انگشتان خمیده به سمت پایین به سمت پاشنه و با پا معکوس باعث ورزش این عضله می‌شود. ممکن است با انجام گرفتن حوله در برابر مقاومت که در آن پاشنه پا روی زمین قرار می گیرد در حالی که انگشتان پا برای گرفتن یک حوله صاف کشیده می شوند و سپس خم می شوند تا حوله را به زیر پا بکشید، تقویت شود. این کار ممکن است بارها تکرار شود، با قرار دادن یک وزنه کوچک در انتهای مخالف حوله برای مقاومت بیشتر.

خم کننده انگشت بلند ممکن است با وارد کردن غیرفعال چهار انگشت کوچک به سمت کشش شدید در حالی که پا به سمت بالا و خمیده پشتی است، کشیده شود. زانو باید خم شود.




شکل. 10.22 • عضله بلند فلکسور انگشتی، نماهای خلفی و کف پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## **عضله فلکسور هالوسیس لونگوس** (شکل. 10.23)

### ابتدا

دو سوم سطح خلفی نازک نی

### محل چسبیدن

قاعده فالانکس دیستال انگشت شست پا، سطح کف پا

## عمل

خم شدن انگشت شست پا در مفاصل متاتارسوفالانژیال و بین فالانژیال

وارونگی پا

پلانتار فلکشن مچ پا

## لمس کردن

اکثر خلفی از سه تاندون بلافاصله در پشت مالئول داخلی. بین کفی داخلی و ساق پا با خم شدن انگشت بزرگ پا و حفظ اکستنشن چهار انگشت کوچک، دورسی فلکشن مچ پا و ورژن پا

## عصب دهی

عصب تیبیال (L5، S1، S2)

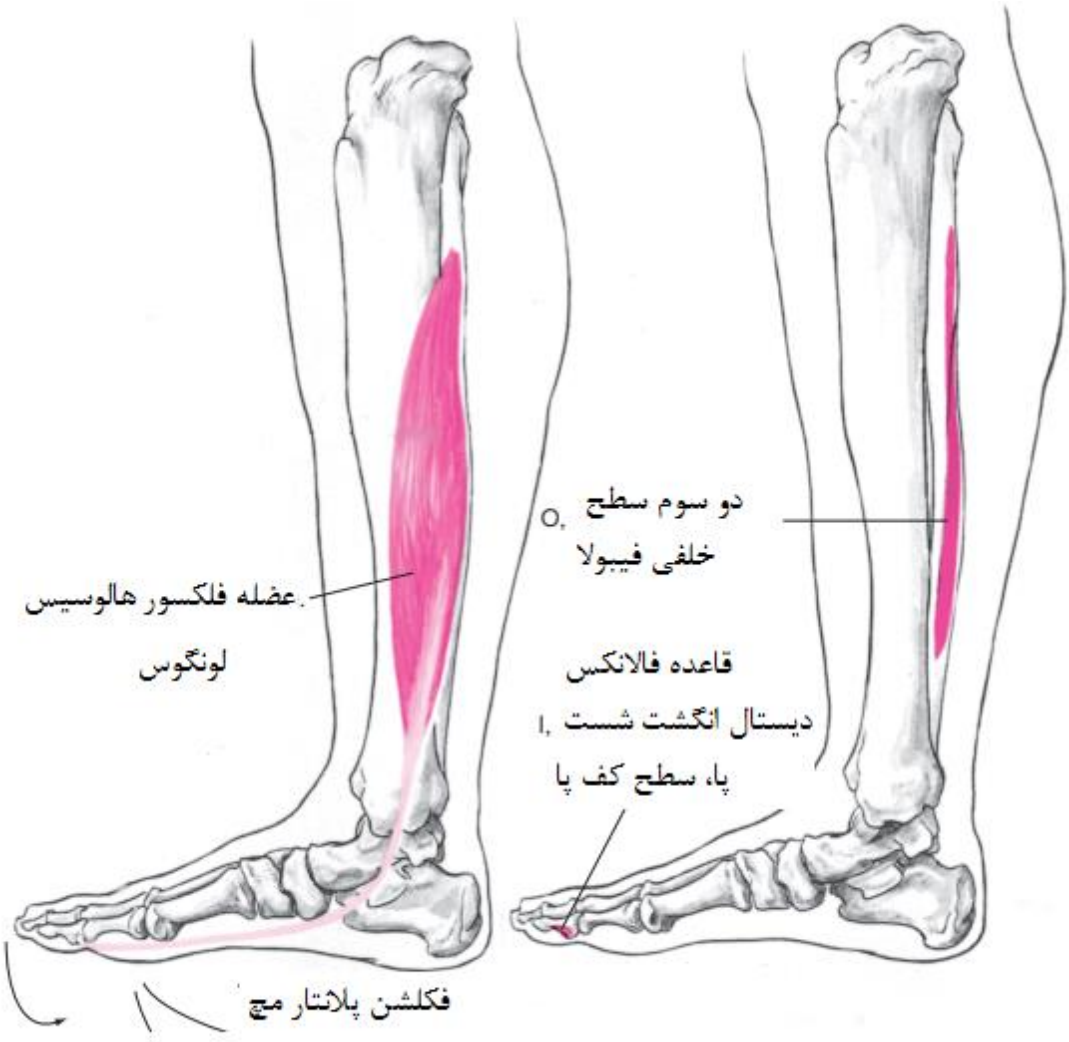
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

با کشیدن از قسمت زیرین انگشت بزرگ، عضله فلکسور هالوسیس لونگوس ممکن است مستقل از عضله فلکسور انگشت بلند یا همراه با آن کار کند. اگر این دو عضله رشد ضعیفی داشته باشند، زمانی که از آنها برای انجام فعالیت هایی که عادت به آن ندارند، به راحتی گرفتگی می‌کنند.

در صورت استفاده از انگشتان پا (آنطور که باید) در حفظ تعادل در هر مرحله از این ماهیچه ها به طور موثر در راه رفتن استفاده می‌شود. راه رفتن "با انگشتان پا" به جای "روی" آنها یک اقدام مهم برای آنها است.

هنگامی که عضلات گاستروکنمیوس، کف پا، تیبیالیس خلفی، فیبولاریس بلند، فیبولاریس برویس، فلکسور انگشتی بلند، خم کننده انگشت برویس و خم کننده هالوسیس لونگوس همگی به طور موثر در راه رفتن استفاده می شوند، قدرت مچ پا مشهود است. اگر مچ پا و پا ضعیف هستند، در بیشتر موارد به دلیل عدم استفاده از تمام عضلات ذکر شده است. دویدن، پیاده روی، پریدن، پریدن و جست و خیز کردن، ورزش را برای این گروه عضلانی فراهم می‌کند. عضله فلکسور هالوسیس لونگوس ممکن است به طور خاص با انجام گرفتن حوله همانطور که برای عضله فلکسور انگشت بلند توضیح داده شد تقویت شود.

خم کننده هالوسیس لونگوس ممکن است با وارد کردن غیرفعال انگشت شست پا به سمت کشش شدید در حالی که پا به سمت بالا و خمیده پشتی است، کشیده شود. زانو باید خم شود.




شکل. 10.23 • عضله فلکسور هالوسیس لونگوس، نمای داخلی، پای راست و پالف O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## ماهیچه های درونی پا (شکل‌های. 10.24، 10.25)

ماهیچه های ذاتی پا منشا و محل چسبیدن روی استخوان های داخل پا دارند (شکل های 10.24 و 10.25). یکی از این ماهیچه ها، بازکننده انگشتان برویس، در پشت پا قرار دارد. این عضله شامل نواری است که به قاعده فالانکس اول پروگزیمال متصل می‌شود و گاهی اوقات به آن اکستنسور هالوسیس برویس می گویند. باقیمانده ماهیچه ها در یک محفظه کف پا در چهار لایه در سطح کف پا یافت می شوند، به شرح زیر:

لایه اول (سطحی): ابدکتور هالوسیس، خم کننده انگشتان برویس، abductor digiti minimi (quinti)

لایه دوم: چهارگوشplantae ، lumbricals (چهار)

لایه سوم: خم کننده هالوسیس برویس، ادکتور هالوسیس، فلکسور انگشتی مینیمی (کوینتی) برویس

لایه چهارم (عمیق): بین استخوانی پشتی (چهار)، بین استخوانی کف پا (سه)

ماهیچه های درونی پا ممکن است بر اساس مکان و همچنین قسمت هایی از پا که روی آن عمل می‌کنند گروه بندی شوند. هالوسیس ابدکتور، فلکسور هالوسیس برویس و ادکتور هالوسیس همگی به صورت داخلی یا جانبی روی فالانکس پروگزیمال شست پا وارد می شوند. هالوسیس ابداکتور و فلکسور هالوسیس برویس تا حدودی در قسمت داخلی قرار دارند، در حالی که هالوسیس ادکتور بیشتر در قسمت مرکزی زیر متاتارس ها قرار دارد.

کوادراتوس پلانته، چهار استخوان کمری، چهار بین استخوانی پشتی، سه بین استخوانی کف پا، خم کننده انگشتان برویس و بازکننده انگشتان برویس همگی تا حدودی در مرکز قرار دارند. همه آنها در زیر پا قرار دارند به جز عضله بازکننده انگشتان کوتاه، که تنها ماهیچه درونی پا است که در قسمت پشتی قرار دارد. اگرچه منشأ کل اکستانسور انگشت برویس در پاشنه قدامی و جانبی است، برخی از آناتومیست ها به منظور حفظ ثبات در نامگذاری بر اساس عملکرد و مکان، اولین تاندون آن را تاندون بازکننده هالوسیس برویس می نامند.

به صورت جانبی در زیر پا، ابدکتور انگشتی کوچک و فلکسور انگشتی کوچک برویس قرار دارند که هر دو در قسمت جانبی قاعده فالانکس پروگزیمال فالانژ پنجم قرار می گیرند.

به دلیل وارد شدن و عملکرد این دو عضله در انگشت پنجم پا، گاهی اوقات از نام «کوینتی» به جای «مینیمی» استفاده می‌شود.

چهار ماهیچه روی شست پا عمل می‌کنند. هالوسیس ابداکتور تنها مسئول ابداکشن انگشت بزرگ است اما به خم کننده هالوسیس برویس در خم کردن انگشت بزرگ در مفصل متاتارسوفالانژیال کمک می‌کند. اداکتور هالوسیس تنها ادکتور

کننده انگشت شست پا است، در حالی که بازکننده انگشتان برویس تنها بازکننده درونی انگشت بزرگ در مفصل متاتارسوفالانژیال است.

چهار کمری خم کننده فالانژهای دوم، سوم، چهارم و پنجم در مفاصل متاتارسوفالانژیال آنها هستند، در حالی که عضلات کوادراتوس پلانته خم کننده این فالانژها در مفاصل بین فالانژیال انتهایی آنها هستند. سه بین استخوانی پلانتار ادکتور و خم کننده فالانکس های پروگزیمال فالانژهای سوم، چهارم و پنجم هستند، در حالی که چهار بین استخوانی پشتی ابدکتور و خم کننده فالانژهای دوم، سوم و چهارم هستند، همچنین در مفاصل متاتارسوفالانژیال آنهالف فلکسور انگشتان برویس فالانکس های میانی فالانژهای دوم، سوم، چهارم و پنجم را خم می‌کند. همانطور که قبلا ذکر شد، بازکننده انگشت شست پا، بازکننده انگشت شست پا است، اما فالانژهای دوم، سوم و چهارم را نیز در مفاصل متاتارسوفالانژیال گسترش می‌دهد.

دو عضله وجود دارد که فقط روی انگشت پنجم پا عمل می‌کنند. فالانکس پروگزیمال فالانژ پنجم توسط abductor digiti minimi ربوده شده و توسط flexor digiti minimi brevis خم می‌شود.

برای جزئیات بیشتر در مورد عضلات ذاتی پا به جدول 10.4 مراجعه کنید.

ماهیچه ها تنها زمانی رشد می‌کنند که به درستی از آنها استفاده شود و قدرت خود را حفظ می‌کنند. یکی از عوامل افزایش شدید شرایط پای ضعیف، عدم ورزش برای رشد این عضلات است. پیاده روی یکی از بهترین فعالیت ها برای حفظ و رشد بسیاری از ماهیچه های کوچک است که به حمایت از قوس پا کمک می‌کند. برخی از مقامات از راه رفتن بدون کفش یا با کفش هایی که برای تقویت مکانیک مناسب طراحی شده اند، حمایت می‌کنند. علاوه بر این، ورزش‌های حوله‌ای مانند تمرین‌هایی که برای خم‌کننده انگشتان بلند و فلکسور هالوسیس لانگوس توضیح داده شد، برای تقویت عضلات درونی پا مفید هستند.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدا و محل چسبیدن هر عضله را به ترتیب با یک "O" و "I" نشان دهید و در صورت لزوم، مبدا و محل چسبیدن را در نمای قدامی یا خلفی بکشید.

الف تیبیالیس قدامی

ب اکستانسور انگشتی بلند

ج فیبولاریس بلند

د فیبولاریس برویس

ه. فیبولاریس ترشیوس

f. سولئوس

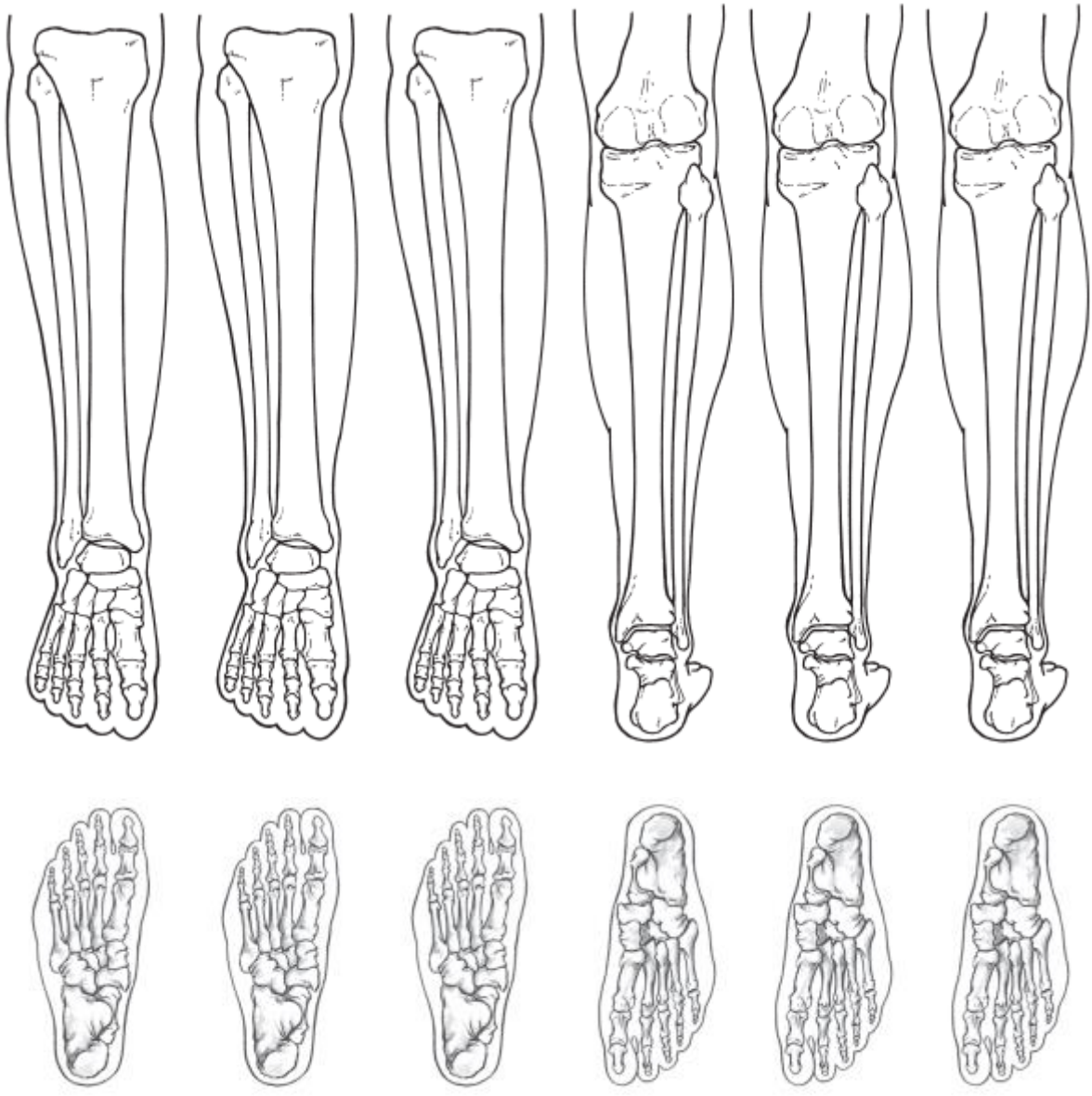
g گاستروکنمیوس

ساعت اکستانسور هالوسیس بلند

من. تیبیالیس خلفی

j فلکسور انگشتی بلند

ک. فلکسور هالوسیس طولانی



## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 2

حرکات زیر مفاصل تالوکرال، عرضی تارسال و ساب تالار را علامت بزنید و با فلش نشان دهید. برای هر حرکت، جمله را با ارائه صفحه ای که در آن رخ می دهد و محور چرخش و همچنین ماهیچه های ایجاد کننده حرکت کامل کنید.

## فصل 11

## تنه و ستون فقرات

### اهداف

- **شناسایی و تمایز انواع مهره های ستون فقرات**
- **برچسب زدن بر روی نمودار اسکلتی انواع مهره ها و ویژگی های مهم آنها**
- **درک ساختار مفصل و نقش رباط ها در ایجاد ثبات ستون فقرات**
- **کشیدن و برچسب زدن بر روی نمودار اسکلتی عضلات بزرگتر تنه و ستون فقرات**
- **نشان دادن و لمس کردن حرکات ستون فقرات و تنه روی یک سوژه انسانی و فهرست صفحات حرکتی و محورهای چرخش مربوطه آنها**
- **برای لمس کردن عضلات بزرگتر تنه و ستون فقرات روی سوژه انسانی**
- **فهرست و سازماندهی عضلاتی که حرکات اولیه تنه و ستون فقرات و آنتاگونیست های آنها را ایجاد می‌کنند.**
- **یادگیری و درک عصب دهی عضلات اصلی تنه و ستون فقرات**

## ■ برای تعیین، از طریق تجزیه و تحلیل، حرکات تنه و ستون فقرات و عضلات درگیر در مهارت ها و تمرینات انتخاب شده

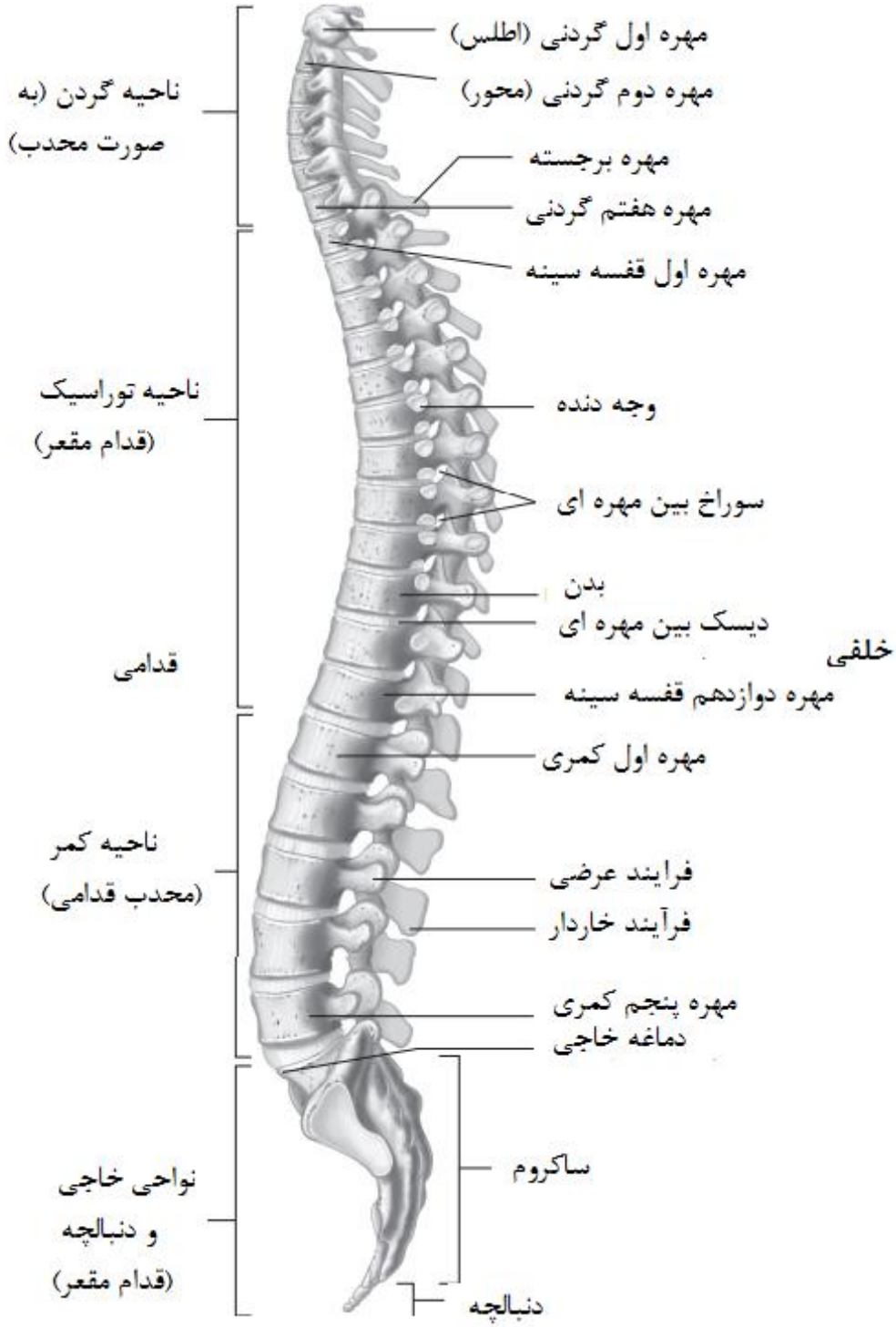
تنه و ستون فقرات مشکلاتی را در حرکت شناسی ایجاد می‌کنند که در مطالعه سایر قسمت های بدن یافت نمی شوند. ستون مهره کاملاً پیچیده است و از 24 مهره مفصلی با 9 مهره غیر متحرک دیگر تشکیل شده است. این مهره ها شامل ستون فقرات با 31 جفت عصب نخاعی است. اکثر افراد موافق هستند که یکی از پیچیده‌ترین بخش‌های بدن انسان است.

قسمت قدامی تنه حاوی ماهیچه های شکمی است که تا حدودی با اکثر عضلات دیگر متفاوت است، زیرا برخی از بخش ها توسط نوارهای فاسیا و تاندون به هم متصل می شوند و بنابراین از استخوان به استخوان نمی چسبند. علاوه بر این، بسیاری از ماهیچه‌های ذاتی کوچک روی سر، ستون مهره‌ها و قفسه سینه عمل می‌کنند که بسته به محل آن‌ها به تثبیت ستون فقرات یا تنفس کمک می‌کنند. این ماهیچه ها عموماً بیش از حد عمیق هستند که قابل لمس نیستند و در نتیجه توجه کاملی که عضلات سطحی بزرگتر در این فصل دریافت می‌کنند، به آنها داده نخواهد شد.

## استخوان ها

## ستون فقرات

ساختار استخوانی پیچیده و پیچیده ستون مهره شامل 24 مهره مفصلی (آزادانه متحرک) و 9 مهره است که در هم آمیخته شده اند (شکل 11.1). ستون بیشتر به 7 مهره گردنی (گردن)، 12 مهره سینه ای (سینه) و 5 مهره کمری (کمر) تقسیم می‌شود. ساکروم (کمربند لگنی خلفی) و دنبالچه (دنباله) به ترتیب از 5 و 4 مهره جوش خورده تشکیل شده است.




شکل. 11.1 • ستون مهره کامل، نمای جانبی چپ.

استخوان‌ها در هر ناحیه از ستون فقرات دارای اندازه‌ها و شکل‌های کمی متفاوت هستند تا عملکردهای مختلفی را انجام دهند (شکل 11.2). مهره‌ها از ناحیه گردن به ناحیه کمر افزایش می‌یابند، در محل چسبیدن اول به این دلیل که باید وزن بیشتری را در قسمت پایین کمر تحمل کنند تا در گردن. دو مهره اول گردنی به ترتیب به عنوان اطلس و محور شناخته می شوند و از این نظر منحصر به فرد هستند که شکل آنها امکان حرکت چرخشی گسترده به طرفین را فراهم می‌کند. رابطه بین اطلس و پایه جمجمه امکان حرکت قابل توجه به جلو و عقب را فراهم می‌کند. مهره‌های C3 تا L5 دارای معماری مشابهی هستند: هر کدام دارای یک بلوک استخوانی در جلو هستند که به نام بدن شناخته می‌شود، یک سوراخ مهره‌ای در مرکز برای عبور نخاع، یک فرآیند عرضی که از طرفین به طرفین بیرون می‌آید، و یک فرآیند خاردار که از عقب بیرون می‌آید و به راحتی قابل مشاهده است. قابل لمس این فرآیندها نقاط اتصال کلیدی برای بسیاری از عضلات ستون فقرات هستند.

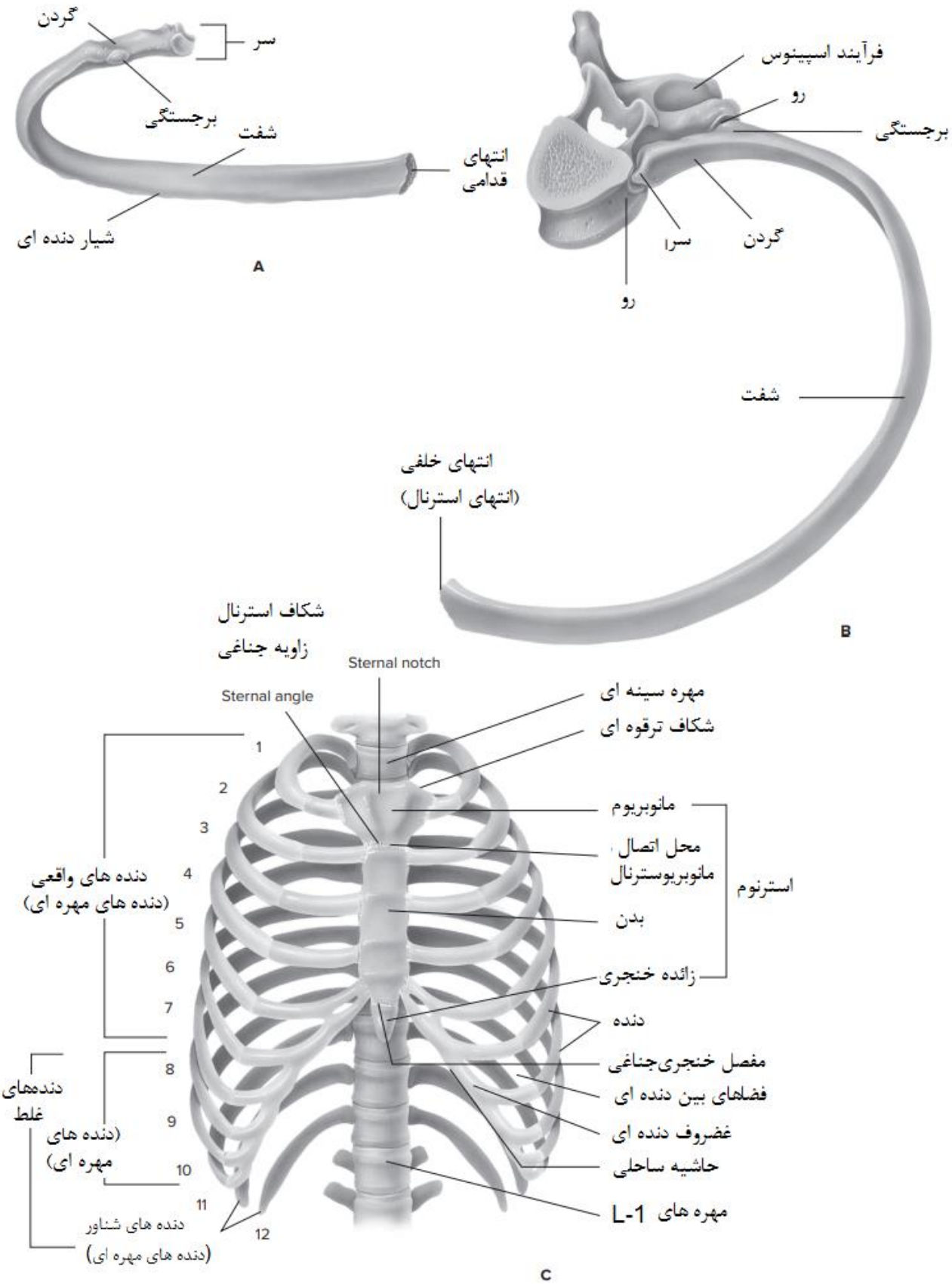
ستون فقرات دارای سه انحنای طبیعی در داخل مهره های متحرک خود است. انحنای ستون فقرات اولیه قبل از تولد و مدت کوتاهی پس از آن کیفوتیک یا C شکل است. با رشد ماهیچه ها و افزایش فعالیت، منحنی های ثانویه که لوردوز هستند در ناحیه گردن و کمر ایجاد می شوند. منحنی قفسه سینه مقعر و در خلف محدب است، در حالی که منحنی های گردنی و کمری در جلو محدب و در خلف مقعر هستند. در نهایت، منحنی خاجی، از جمله دنبالچه، در جلو مقعر و در خلف محدب است. انحنای طبیعی ستون فقرات آن را قادر می سازد تا ضربات و ضربه ها را جذب کند.

انحرافات نامطلوب از انحنای طبیعی به دلیل تعدادی از عوامل از جمله ژنتیک، شرایط پاتولوژیک و وضعیت بدن رخ می دهد. افزایش تقعر خلفی منحنی های کمر و گردن به نام لوردوز و افزایش تقعر قدامی منحنی طبیعی قفسه سینه به عنوان کیفوز شناخته می‌شود. ستون فقرات کمری ممکن است دارای کاهش انحنای لوردوز طبیعی خود باشد که در نتیجه ظاهری صاف به پشت دارد که به آن کیفوز کمری می‌گویند. اسکولیوز شامل انحناهای جانبی یا انحرافات جانبی ستون فقرات است.

## قفسه سینه

پایه اسکلتی قفسه سینه توسط 12 جفت دنده تشکیل شده است (شکل 11.3). هفت جفت دنده های واقعی (مهره ای) هستند که از طریق یک غضروف دنده ای جداگانه به جناغ جناغ متصل می شوند. پنج جفت دنده های کاذب در نظر گرفته می شوند. از این میان، سه جفت (مهره‌ای) به‌طور غیرمستقیم از طریق یک غضروف دنده‌ای مشترک به جناغ سینه متصل می‌شوند و دو جفت (مهره‌ای) دنده‌های شناور هستند که انتهای آن‌ها آزاد است. مانوبریوم، بدن جناغ و فرآیند xiphoid استخوان های دیگر قفسه سینه هستند. تمام دنده ها از پشت به مهره های سینه ای متصل می شوند.

نشانه های استخوانی کلیدی برای تعیین محل عضلات گردن عبارتند از: فرآیند ماستوئید، فرآیندهای عرضی و خاردار ستون فقرات گردنی، فرآیندهای خاردار چهار مهره فوقانی قفسه سینه، مانوبریوم جناغ سینه و ترقوه داخلی. فرآیندهای خاردار و عرضی ستون فقرات قفسه سینه و دنده های خلفی نواحی کلیدی برای اتصال عضلات خلفی ستون فقرات هستند. ماهیچه های تنه قدامی دارای اتصالاتی در مرزهای هشت دنده تحتانی، غضروف های دنده ای دنده ها، تاج ایلیاک و تاج شرمگاهی هستند. فرآیندهای عرضی چهار مهره کمری فوقانی نیز به عنوان نقاط محل چسبیدن برای چهارگوش lumborum همراه با مرز پایینی دنده دوازدهم عمل می‌کنند. جدول 11.1 دستورالعمل هایی را در مورد لمس استخوان ها و مفاصل تنه و ستون فقرات ارائه می دهد.


گردن
سر
برجستگی
شفت
انتهای قدامی
شیار دنده ای
A
فرآیند اسپینوس
رو
برجستگی
گردن
سر
رو
شفت
انتهای خلفی
(انتهای استرنال)
B
شکاف استرنال
زاویه جناغی
Sternal notch
Sternal angle
مهره سینه ای
شکاف ترقوه ای
مانوبریوم
محل اتصال مانوبریوسترنال
بدن
زائده خنجری
استرنوم
دنده
مفصل خنجری‌جناغی
فضاهای بین دنده ای
غضروف دنده ای
حاشیه ساحلی
مهره های L-1
دنده های واقعی
(دنده های مهره ای)
دنده‌های غلط
(دنده های مهره ای)
دنده های شناور
(دنده های مهره ای)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
C

شکل. 11.3 • توراکس. A، دنده چپ معمولی (نمای عقبی)؛ B، مفصل های یک دنده چپ با مهره سینه ای (نمای فوقانی). ج، قفس سینه، شامل مهره های سینه، جناغ، دنده ها و غضروف های دنده ای که دنده ها را به جناغ می چسبانند.

## مفاصل

اولین مفاصل در اسکلت محوری مفاصل آتلانتواکسیپیتال هستند که توسط کندیل های اکسیپیتال جمجمه که روی حفره های مفصلی مهره اول نشسته اند، تشکیل می شوند که تقریباً 20 محل چسبیدن خم شدن سر و تقریباً 10 محل چسبیدن اکستنشن یا خم شدن و امتداد سر را امکان پذیر می‌کند. سر روی گردن این جفت مفاصل به مفاصل کرانیوورتبرال نیز گفته می‌شود و از یک مفصل کندیلوئید راست و چپ تشکیل شده است که تقریباً 5 محل چسبیدن خمیدگی جانبی را نیز امکان پذیر می‌کند. اگرچه اینها مفصل های جداگانه هستند، اما حرکات آنها اغلب با حرکات ستون فقرات گردنی گروه بندی می‌شود. اطلس (C1) به نوبه خود روی محور (C2) می نشیند تا مفصل آتلانتواکسیال را تشکیل دهد (شکل 11.4، A). به جز مفصل آتلانتواکسیال، حرکت زیادی بین هیچ دو مهره ممکن نیست. با این حال، اثر تجمعی ترکیب حرکت از چندین مهره مجاور امکان حرکات قابل توجهی را در یک منطقه مشخص می دهد. بیشتر چرخش در ناحیه گردن در مفصل آتلانتواکسیال رخ می دهد که به عنوان مفصل تروکوئید یا محوری طبقه بندی می‌شود.

بقیه مفصل‌های مهره‌ای به دلیل حرکات محدود و سر خوردنی که در مفاصل فاست در هر طرف رخ می‌دهند، به عنوان مفاصل آرترودیال یا گلاید طبقه‌بندی می‌شوند. گاهی اوقات به این مفاصل سینوویال مفاصل زیگاپوفیزیال یا آپوفیز گفته می‌شود. همچنین حرکت بین C2 تا S1 در دیسک های بین مهره ای که به عنوان مفاصل آمفی آرترودیال سمفیز طبقه بندی می شوند، رخ می دهد.

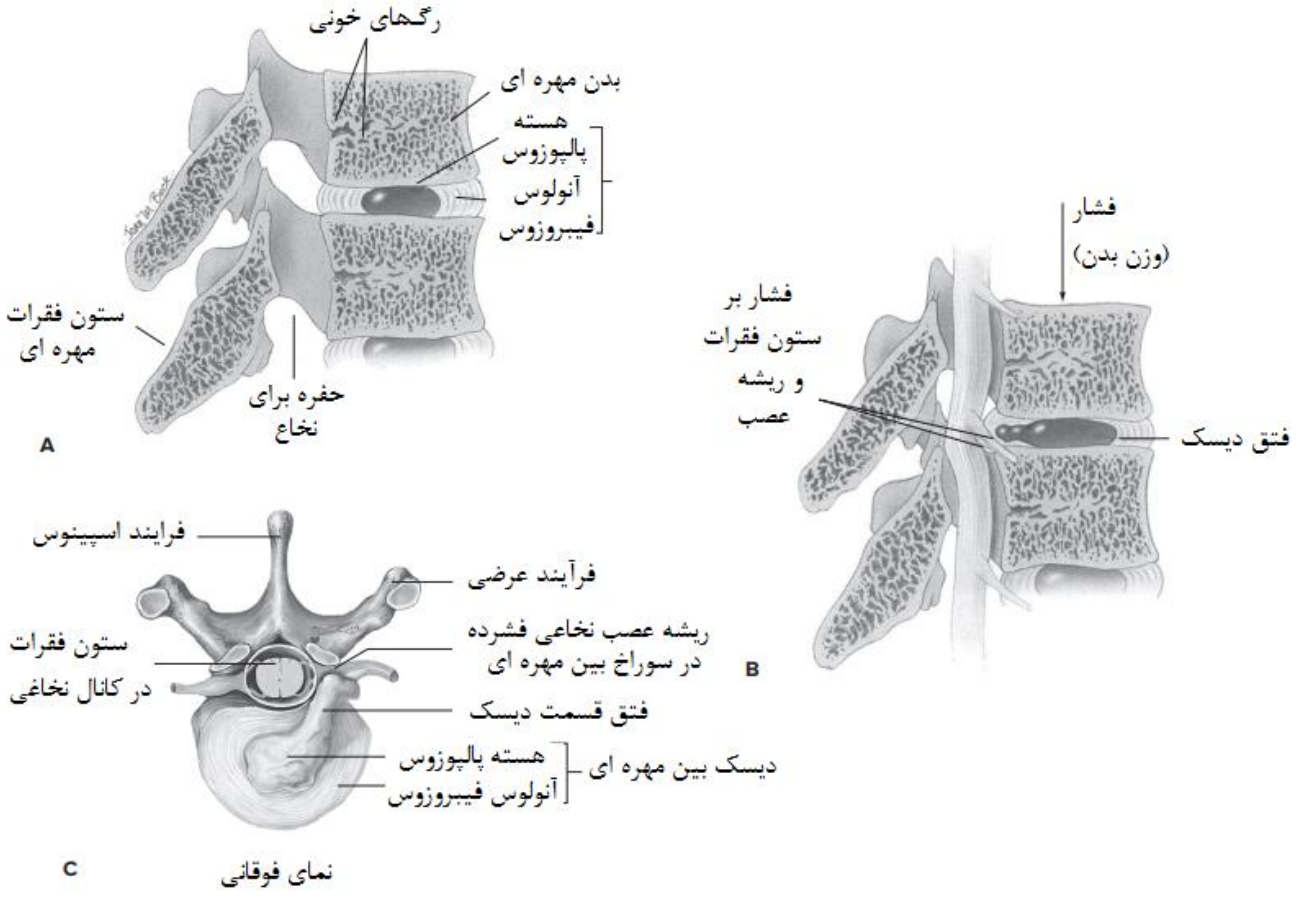
همانطور که در شکل 11.4، B و D نشان داده شده است، رباط طولی قدامی تمام طول ستون فقرات را از پایه جمجمه تا استخوان خاجی می گذراند و به سطح قدامی هر مهره متصل می‌شود. رباط طولی خلفی در داخل کانال مهره قرار دارد و بر روی بدنه‌های مهره‌های خلفی متصل می‌شود و از محور به سمت استخوان خاجی می‌رود. لیگامنتوم فلاووم لایه های مهره های مجاور را به هم می چسباند. رباط های بین خاری فرآیندهای خاردار را به هم متصل می‌کنند و رباط های بین

عرضی فرآیندهای عرضی را به هم متصل می‌کنند. رباط پس‌گردنی نوک فرآیندهای خاردار گردن را از برآمدگی اکسیپیتال به هر هفت مهره گردنی متصل می‌کند و رباط فوق خاری نوک فرآیندهای خاردار مهره های باقی مانده را به هم متصل می‌کند.

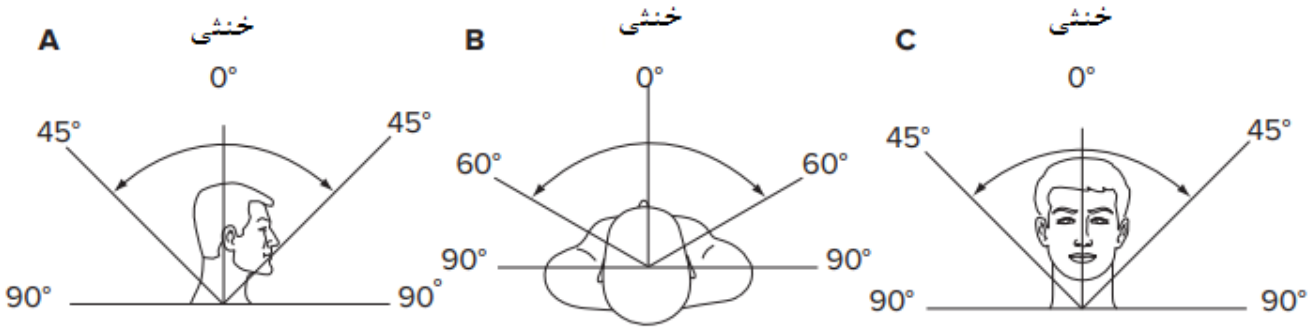
حرکت سر خوردن بین فرآیندهای مفصلی فوقانی و تحتانی که مفاصل فاست مهره ها را تشکیل می دهند، همانطور که در شکل نشان داده شده است، رخ می دهد. 11.2 و 11.4، C و D. دیسک های بین مهره ای در بین قرار گرفته و به غضروف مفصلی بدن مهره ها چسبیده اند (شکل 11.4، B). این دیسک ها از یک لبه بیرونی غضروف فیبرو متراکم به نام حلقوی فیبروزوس و یک ماده ژلاتینی مرکزی و خمیری به نام هسته پالپوزوس تشکیل شده اند (شکل 11.4، D). این آرایش مواد الاستیک فشرده امکان فشرده سازی در همه جهات را همراه با پیچش فراهم می‌کند. با افزایش سن، آسیب یا استفاده نادرست از ستون فقرات، دیسک‌های بین مهره‌ای انعطاف‌پذیری کمتری پیدا می‌کنند و در نتیجه آنولوس فیبروزوس ضعیف می‌شود. ضعیف شدن قابل توجه همراه با فشرده سازی می‌تواند منجر به بیرون زدگی هسته از طریق حلقوی شود که به عنوان فتق هسته پالپوزوس شناخته می‌شود. این بیرون زدگی که معمولاً به عنوان فتق دیسک یا "لغزش" نامیده می‌شود، به ریشه عصب نخاعی فشار وارد می‌کند و علائم مختلفی را ایجاد می‌کند، از جمله درد، گزگز، بی حسی و ضعف در درماتوم ها و میوتوم های انتهایی که توسط ستون فقرات تامین می‌شود. عصب (شکل 11.5).

تعداد قابل توجهی از مشکلات کمر ناشی از استفاده نادرست از کمر در طول زمان است. این مکانیک های نامناسب اغلب منجر به کشیدگی های حاد و اسپاسم عضلانی اکستانسورهای کمری و تغییرات مزمن مکانیکی منجر به فتق دیسک می‌شود. بیشتر مشکلات ناشی از استفاده از ماهیچه های نسبتاً کوچک پشت برای بلند کردن اجسام از حالت خم شدن ستون فقرات کمری به جای نگه داشتن ستون فقرات در حالت خنثی در حین چمباتمه زدن و استفاده از عضلات بزرگتر و قدرتمندتر اندام تحتانی است. علاوه بر این، سبک زندگی ما به طور مزمن ما را در خم شدن کمر قرار می دهد که به مرور زمان منجر به از دست دادن تدریجی لوردوز کمری می‌شود. این سندرم کمر صاف منجر به افزایش فشار روی دیسک کمر و کمردرد متناوب یا مزمن می‌شود.

علاوه بر این، تعدادی از مشکلات دهانه در طول زندگی به دلیل وضعیت نامناسب در ناحیه کمر و قفسه سینه رخ می دهد که منجر به وضعیت سر به سمت جلو و افزایش کشش دهانه می‌شود. ارتفاع نامناسب بالش، عادات خوابیدن، استفاده از تلفن و کامپیوتر همگی ممکن است عوامل موثر باشند. بیشتر حرکت ستون فقرات در ناحیه گردن و کمر اتفاق می افتد. البته مقداری حرکت قفسه سینه وجود دارد، اما در مقایسه با گردن و کمر خفیف است. در بحث حرکات سر، باید به خاطر داشت که این حرکت بین اکسیپوت جمجمه و اولین مهره گردنی و همچنین در داخل مهره های گردنی رخ می دهد. با درک اینکه این حرکات معمولاً با هم اتفاق می‌افتند، برای اهداف ساده‌تر، این متن به تمام حرکات سر و گردن به عنوان حرکات گردن اشاره می‌کند. به طور مشابه، در بحث حرکات تنه، از اصطلاحات حرکتی کمر برای توصیف حرکت ترکیبی که در هر دو ناحیه سینه و کمر رخ می‌دهد استفاده می‌شود. بررسی دقیق تر حرکت خاص بین هر دو مهره خارج از محدوده این متن است.

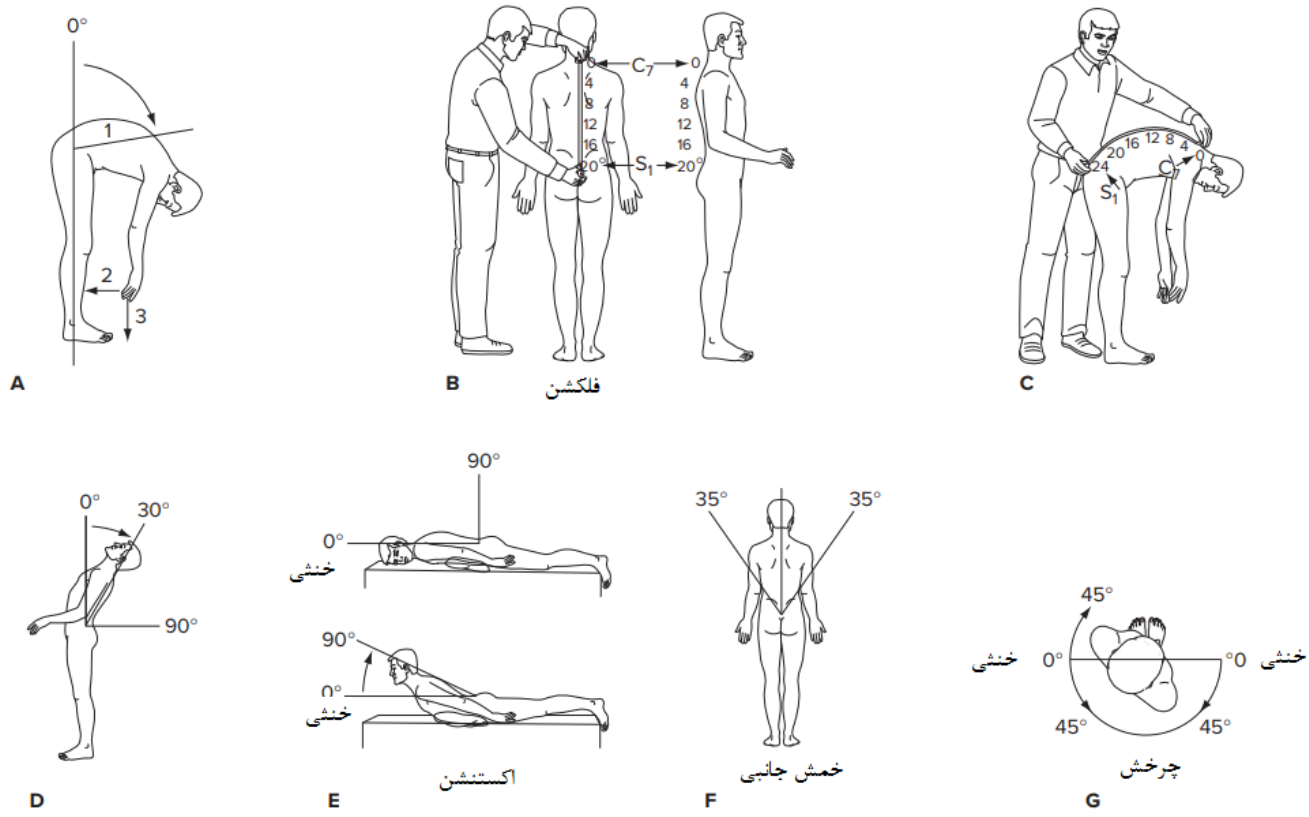


شکل. 11.5 • دیسک های بین مهره ای. A، بخش ساژیتال دیسک های معمولی. B، بخش ساژیتال فتق دیسک؛ ج، فتق دیسک، نمای برتر.




شکل. 11.6 • رام فعال ستون فقرات گردنی. A، خم شدن و اکستنشن را می‌توان بر حسب محل چسبیدن تخمین زد یا با فاصله ای که چانه از لمس قفسه سینه ندارد نشان داد. B، چرخش را می‌توان بر حسب محل چسبیدن یا درصد حرکت در مقایسه در هر جهت تخمین زد. ج، خمیدگی جانبی را می‌توان بر حسب محل چسبیدن تخمین زد یا با فاصله ای که گوش از رسیدن به شانه ها فاقد آن است نشان داد.

ناحیه گردن (شکل 11.6) می‌تواند 45 محل چسبیدن خم شود و 45 محل چسبیدن گسترش یابد. ناحیه دهانه به صورت جانبی 45 محل چسبیدن خم می‌شود و می‌تواند تقریباً 60 محل چسبیدن بچرخد. ستون فقرات کمری که بیشترین حرکت تنه را به خود اختصاص می دهد (شکل 11.7)، تقریباً 80 محل چسبیدن خم می‌شود و 20 تا 30 محل چسبیدن گسترش می یابد. خم شدن جانبی کمر به هر طرف معمولاً در 35 محل چسبیدن است و تقریباً 45 محل چسبیدن چرخش به چپ و راست رخ می دهد.




شکل. 11.7 • رام فعال ستون فقرات قفسه سینه و کمر. الف، فلکشن. حرکت را می‌توان بر حسب محل چسبیدن یا با اندازه گیری از نوک انگشتان تا ساق پا یا به زمین تخمین زد. B و C، با استفاده از اندازه گیری نوار برای مقایسه افزایش طول ستون فقرات کمری و قفسه سینه از وضعیت آناتومیک به وضعیت کاملاً خم شده (نمایش داده نشده است، حرکت معکوس ممکن است برای ارزیابی میزان اکستنشن انجام شود). د، اکستنشن (رانراکستنشن) با ایستادن سوژه. E، اکستنشن (رانراکستنشن) با سوژه دراز کشیده. F، خمش جانبی. ز، چرخش ستون فقرات به سمت راست.

## **حرکات** (شکل. 11.8)

حرکات ستون فقرات اغلب با نامی که به منطقه حرکت داده می‌شود، انجام می‌شود. به عنوان مثال، خم شدن تنه در ستون فقرات کمری به عنوان خم شدن کمر شناخته می‌شود و اکستنشن گردن اغلب به عنوان اکستنشن گردنی شناخته می‌شود. اگرچه معمولاً همراه با خم شدن و اکستنشن سرویکس است، حرکات منفرد سر یا گردن در مفصل آتلانتوسیپیتال از نظر فنی به عنوان خم شدن و اکستنشن سرمایه شناخته می‌شوند. علاوه بر این، همانطور که در فصل 8 بحث شد، کمربند لگنی به دلیل حرکت در مفاصل ران و ستون فقرات کمری به عنوان یک واحد می چرخد. به جدول 8.3 مراجعه کنید.

خم شدن ستون فقرات: حرکت قدامی ستون فقرات در صفحه ساژیتال. در ناحیه گردن ، سر به سمت قفسه سینه حرکت می‌کند. در ناحیه کمر، قفسه سینه به سمت لگن حرکت می‌کند

اکستنشن ستون فقرات: بازگشت از خم شدن؛ حرکت خلفی ستون فقرات در صفحه ساژیتال؛ در ستون فقرات گردنی، سر از قفسه سینه دور می‌شود. در ستون فقرات کمری، قفسه سینه از لگن دور می‌شود. گاهی اوقات به عنوان هایپراکستنشن نامیده می‌شود

خمیدگی جانبی (چپ یا راست): گاهی اوقات به عنوان خم شدن جانبی شناخته می‌شود. سر به سمت جانبی به سمت شانه حرکت می‌کند و قفسه سینه به سمت لگن حرکت می‌کند. هر دو در صفحه فرونتال

چرخش ستون فقرات (چپ یا راست): حرکت چرخشی ستون فقرات در صفحه عرضی. چانه از خنثی به سمت شانه می چرخد و قفسه سینه به سمت یک تاج ایلیاک می چرخد.

کاهش: بازگشت حرکت از خم شدن جانبی به خنثی در صفحه فرونتال

شکل. 11.8 • حرکات ستون فقرات.

## عضلات تنه و ستون فقرات

بزرگترین گروه عضلانی در این ناحیه، ارکتور اسپاینالیس (Sacrospinalis) است که در هر طرف ستون فقرات از ناحیه لگن تا جمجمه امتداد دارد. این ماهیچه به سه عضله تقسیم می‌شود: اسپینالیس، طولانی‌سیموس و iliocostalis. از سمت داخلی به جانبی، در ناحیه کمر، قفسه سینه، گردن و سر دارای چسبندگی است. بنابراین، گروه راست‌کننده ستون مهره‌ها در واقع از 9 بخش ماهیچه ای تشکیل شده است که ستون فقرات را امتداد می دهند، خم می‌کنند و ستون فقرات را می چرخانند. ستون فقرات داخلی و نزدیک به مهره‌ها است و از پایین به بالا دارای بخش‌های توراسیس، گردن و سر است. لایه میانی Longissimus با بخش های توراسیس، سرویسیس و سر است. قسمت‌های جانبی آن iliocostalis با بخش‌های کمر، سینه و سرویسیس است. علاوه بر این، عضلات استرنوکلیدوماستوئید و طحال عضلات بزرگی هستند که در حرکات گردن و سر دخیل هستند. عضلات بزرگ شکم درگیر در حرکات کمر عبارتند از: راست شکم، شکم مایل خارجی و شکم مایل داخلی. چهارگوشlumborum در حرکات ستون فقرات کمری خم شدن جانبی و اکستنشن کمری نقش دارد. برای جزئیات بیشتر به جدول 11.3 مراجعه کنید. همچنین، پسواس ماژور و مینور، همانطور که در فصل 8 بحث شد، در خمیدگی جانبی همان طرف و در خم شدن ستون فقرات کمری نقش دارند.

تعداد زیادی ماهیچه کوچک در ناحیه ستون فقرات یافت می‌شود. بسیاری از آنها از یک مهره سرچشمه می گیرند و در مهره بعدی وارد می شوند. آنها در عملکرد ستون فقرات مهم هستند، اما دانش دقیق این عضلات برای اکثر افرادی که از این متن استفاده می‌کنند، ارزش محدودی دارد. در نتیجه، بحث بر روی عضلات بزرگتر متمرکز خواهد شد که عمدتاً در حرکات تنه و ستون فقرات درگیر هستند (جدول 11.3 را ببینید) و فقط به طور خلاصه به عضلات کوچکتر می پردازد.

برای اینکه ماهیچه های تنه و ستون فقرات بهتر درک شوند، می‌توان آنها را بر اساس مکان و عملکرد گروه بندی کرد. لازم به ذکر است که برخی از عضلات دارای بخش های متعدد هستند. در نتیجه، یک بخش از یک عضله خاص ممکن است در یک ناحیه قرار گرفته و حرکت را انجام دهد، در حالی که بخش دیگری از همان عضله ممکن است در ناحیه دیگری قرار گرفته و در آنجا حرکات را انجام دهد. بسیاری از عضلات تنه و ستون فقرات در حرکت ستون فقرات و همچنین در کمک

به تنفس عمل می‌کنند. تمام عضلات قفسه سینه عمدتاً در تنفس نقش دارند. ماهیچه های دیواره شکم با اکثر ماهیچه های دیگر متفاوت هستند زیرا استخوان به استخوان نمی روند بلکه از استخوان به آپونوروز (فاسیا) در اطراف ناحیه راست شکم متصل می شوند. آنها شکم مایل خارجی، مایل داخلی شکم و عرضی شکم هستند.

## عضلاتی که سر را حرکت می دهند:

قدامی

رکتوس سر قدامی

لانگوس سر

خلفی

ماهیچه درازتر

ماهیچه بالاتر

ماهیچه پایین‌تر

رکتوس سر خلفی - ماژور و مینور

ذوزنقه، الیاف برتر

طحال سر

ماهیچه‌های نیم‌خاری

جانبی

رکتوس کاپیتیس جانبی

استرنوکلیدوماستوئید

عضلات ستون مهره ها

سطحی

راست‌کننده ستون مهره‌ها (Sacrospinalis)

اسپینالیس - کاپیتیس، گردن ، قفسه سینه

Longissimus - کاپیتیس، دهانه ، توراسیس

Iliocostalis - دهانه ، توراسیس، کمر

طحال دهانه

کوادراتوس کمری

عمیق

Longus colli - مایل فوقانی، مایل تحتانی، عمودی

Interspinales - کل ستون فقرات

Intertransversales - کل ستون فقرات

Multifidus - کل ستون فقرات

پسواس مینور

Rotatores - کل ستون فقرات

نیمه نخاعی - گردن ، قفسه سینه

پسواس ماژور و مینور (به فصل 8 مراجعه کنید)

ماهیچه های قفسه سینه

دیافراگم

اینترکوستالیس - خارجی، داخلی

لواتور کوستاروم

Subcostales

Scalenus - قدامی، میانی، خلفی

سراتوس خلفی - برتر، تحتانی

عرضی قفسه سینه

عضلات دیواره شکم

راست شکمی

شکم مایل خارجی (obliquus externus abdominis)

مایل داخلی شکم (obliquus internus abdominis)

عرضی شکم (عرضی شکمی)

## آموزش اصلی

در سال‌های اخیر، توجه زیادی به تمرینات هسته‌ای با هدف خاص عضلات داخل و اطراف ناحیه شکم معطوف شده است. بحث در فصل های 4 و 5 به اهمیت عضلات کتف در ایجاد ثبات پویا برای عملکرد مناسب اندام فوقانی اشاره کرد. همین اهمیت و مفاهیم در مورد هسته شکم برای عملکرد کل بدن صدق می‌کند. اغلب اوقات، تمرکز قابل توجهی روی گروه‌های عضلانی اصلی وجود دارد که از طریق تمرینات معمولی مانند پرس روی نیمکت و اسکات تقویت می‌شوند، با کمترین توجه به پیوند بین بالا و پایین بدن - کمر و هسته شکم. ارائه شرح مفصلی از تمام تمریناتی که ممکن است برای پرداختن به این زمینه مورد استفاده قرار گیرند، خارج از محدوده این متن است، اما مهم است که در طراحی برنامه هایی برای بهبود عملکرد و جلوگیری از آسیB، آموزش اصلی را در نظر بگیرید.

در پرداختن به هسته، مقداری به هسته داخلی و همچنین هسته خارجی توجه می‌شود. هسته داخلی شامل ماهیچه های عمیق تری است که باید به عنوان اولین گام در تثبیت تنه و لگن فعال شوند. این ماهیچه ها از دیافراگم، عرضی شکم، مولتی فیدوس کمری و عضلات کف لگن - عضلاتی که به حلقه استخوانی لگن متصل می شوند، تشکیل شده اند. فعال کردن این عضلات نیاز به سطحی از تمرکز و تمرکز دارد. هسته بیرونی شامل راست شکمی، مایل خارجی، مایل داخلی و ستون فقرات ارکتور است. این ماهیچه‌ها به روش‌های مختلفی تمرین می‌شوند، از جمله، اما نه محدود به، دراز و نشست، دراز و نشست، کرانچ، چرخش، پیچش‌های شکمی، اکستنشن‌های مستعد، تمرینات سوپرمن و غیره.

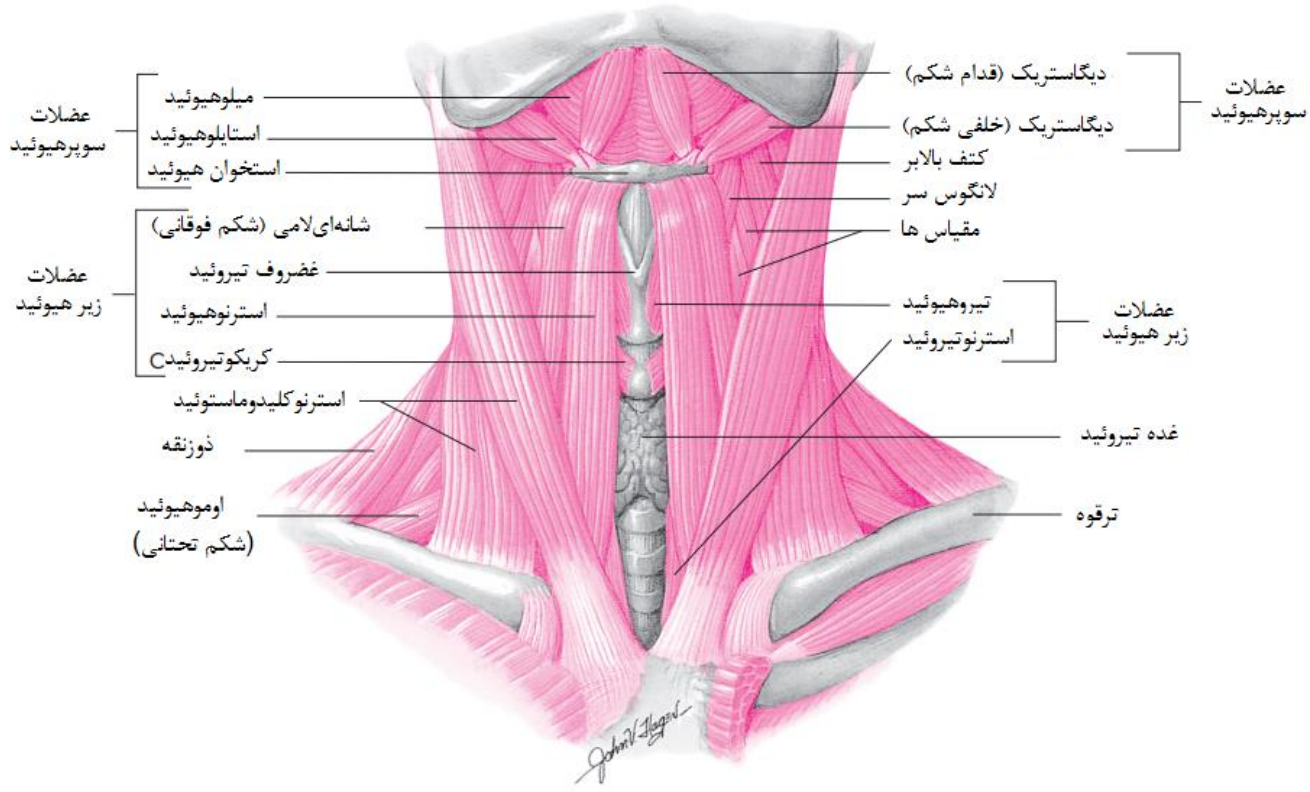
## اعصاب

عصب جمجمه ای 11 و اعصاب نخاعی C2 و C3 استرنوکلیدوماستوئید را **عصب دهی** می‌کنند. شاخه های جانبی خلفی C4 تا C8 عضلات طحال را **عصب دهی** می‌کنند. کل گروه راست‌کننده ستون مهره‌ها از شاخه های خلفی اعصاب نخاعی تامین می‌شود، در حالی که اعصاب بین دنده ای T7 تا T12 رکتوس شکم را **عصب دهی** می‌کنند. هر دو عضلات مایل داخلی و خارجی شکم از اعصاب بین دنده ای (T8-T12)، عصب نیم خاری (T12, L1) و عصب ایلیواینگوینال (L1) عصب دریافت می‌کنند. **عصب دهی** مشابهی برای شکم عرضی ایجاد می‌شود، با این تفاوت که **عصب دهی** با عصب بین دنده ای

T7 آغاز می‌شود. شاخه های T12 و L1چهارگوش کمری را تامین می‌کنند. بررسی شکل‌های. 2.6، 4.8، 4.9 و 8.19. برای فهرست کامل عصب های عضلانی تنه و ستون فقرات به شکل 11.9 مراجعه کنید.

## عضلاتی که سر را حرکت می دهند

تمام ماهیچه‌های نشان‌داده‌شده در اینجا از مهره‌های گردنی منشا می‌گیرند و روی استخوان پس سری جمجمه قرار می‌گیرند، همانطور که از نام "کاپیتیس" آنها مشخص است (شکل‌های 11.10 و 11.11؛ جدول 11.4). سه ماهیچه ماهیچه های قدامی مهره را تشکیل می دهند: ماهیچه های بلندی، رکتوس سر قدامی و رکتوس کاپیتیس جانبی. همه خم کننده های سر و ستون فقرات گردنی بالایی هستند. رکتوس کاپیتیس لترالیس به صورت جانبی سر را خم می‌کند، علاوه بر این به رکتوس سر قدامی در تثبیت مفصل آتلانتواکسیپیتال کمک می‌کند.




شکل. 11.10 • عضلات قدامی گردن.

جدول 11.4 • عضلاتی که سر را حرکت می دهند

| عضله | | ریشه | محل اتصال | عمل | عصب‌دهی |
|---|---|---|---|---|---|
| قدامی | لانگوس سر | فرآیندهای عرضی C3-C6 | قسمت بازیلار استخوان پس سری | خم شدن سر و ستون فقرات گردنی | C1-3 |
| | رکتوس سر قدامی | سطح قدامی توده جانبی اطلس | قسمت بازیلار استخوان اکسیپیتال قدامی تا فورامن مگنوم | خم شدن سر و تثبیت مفصل آتلانتواکسیپیتال | C1-3 |
| | رکتوس کاپیتیس جانبی | سطح برتر فرآیندهای عرضی اطلس | فرآیند ژوگولار استخوان پس سری | خم شدن جانبی سر و تثبیت مفصل آتلانتواکسیپیتال | C1-3 |
| خلفی | رکتوس سر خلفی (ماژور) | فرآیند خاردار محور | بخش جانبی خط پایینی نوکال استخوان پس سری | امتداد و چرخش سر به سمت همان طرف | رامی خلفیC1 |
| | رکتوس سر خلفی (مینور) | توبرکل خاردار قوس خلفی اطلس | بخش داخلی خط پایینی نوکال استخوان اکسیپیتال | امتداد سر | رامی خلفیC1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Obliquus capitisبرتر | فرآیند عرضی اطلس | استخوان اکسیپیتال بین خط پایینی و فوقانی نوکال | اکستنشن و خمیدگی جانبی سر | رامی خلفیC1 |
| | Obliquus capitis inferior | فرآیند خاردار محور | فرآیند عرضی اطلس | چرخش اطلس | رامی خلفیC1 |
| | Semispinalis capitis | فرآیندهای عرضی C4-T7 | استخوان اکسیپیتال، بین خطوط نوکال فوقانی و تحتانی | امتداد و چرخش طرف مقابل سر | رامی اولیه خلفی C3-C5 |

رکتوس سر خلفی ماژور و مینور، مورب سر فوقانی و تحتانی و نیمه اسپینالیس سر در عقب قرار دارند. همه اکستانسورهای سر هستند، به جز مورب سر پایینی که اطلس را می چرخاند. سر مورب سر در خم شدن جانبی سر به رکتوس سر جانبی کمک می‌کند. رکتوس کاپیتیس خلفی ماژور علاوه بر اکستنشن، وظیفه چرخش سر به سمت همان طرف را نیز بر عهده دارد. به کمک نیمه نخاعی سر که سر را به سمت طرف مقابل می چرخاند، کمک می‌کند. اسپلنیوس سر و استرنوکلیدوماستوئید (به جدول 11.3 مراجعه کنید) در حرکت دادن سر و ستون فقرات گردنی بسیار بزرگتر و قدرتمندتر هستند. آنها به تفصیل در صفحات بعدی پوشش داده شده اند. ماهیچه های باقی مانده که روی ستون فقرات گردنی عمل می‌کنند با عضلات ستون مهره ها مورد بررسی قرار می گیرند.

## **عضله استرنوکلیدوماستوئید** (شکل. 11.12)

**ابتدا**

مانوبریوم جناغ سینه

سطح فوقانی قدامی ترقوه داخلی

## محل چسبیدن

فرآیند ماستوئید

## عمل

امتداد سر در مفصل آتلانتواکسیپیتال

خم شدن ستون فقرات گردنی

سمت راست: چرخش به چپ و خم شدن جانبی به سمت راست سر و ستون فقرات گردنی

سمت چپ: چرخش به سمت راست و خم شدن جانبی به سمت چپ سر و ستون فقرات گردنی

### لمس کردن

سمت قدامی گردن، مورب بین مبدا و محل چسبیدن، به ویژه با چرخش به سمت طرف مقابل و خم شدن خفیف گردنی

## عصب دهی

عصب جانبی نخاعی (Cr11, C2, C3)

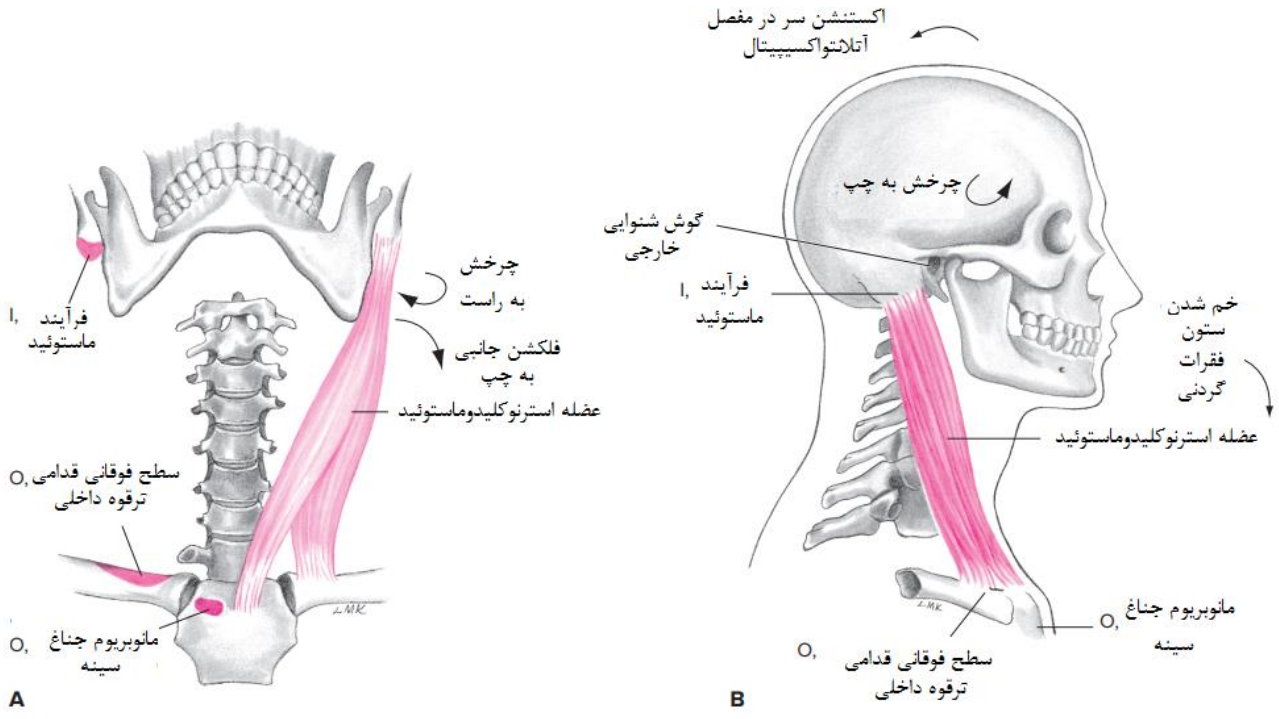
## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

استرنوکلیدوماستوئید در محل چسبیدن اول مسئول خم شدن و چرخش سر و گردن است. هنگامی که سر به سمت مخالف چرخانده می‌شود، ممکن است یک طرف این عضله به راحتی قابل مشاهده و لمس باشد. استرنوکلیدوماستوئید به راحتی

با قرار دادن دست ها روی پیشانی برای اعمال نیرو به سمت عقب در حالی که از این ماهیچه ها برای کشیدن سر به سمت جلو و خم شدن استفاده می‌کند، برای تقویت قدرت کار می‌کند.

همچنین ممکن است از دست در یک طرف فک برای اعمال نیروی چرخشی در جهت مخالف استفاده شود در حالی که استرنوکلیدوماستوئید به صورت متحدالمرکز منقبض می‌شود تا سر را در جهت دست بچرخاند.

هایپراکستنشن دهانه در ترکیب با خمیدگی سر باعث ایجاد کشش دو طرفه استرنوکلیدوماستوئید می‌شود. هر طرف ممکن است به صورت جداگانه کشیده شود. سمت راست با حرکت به سمت چپ لترال فلکشن و چرخش راست گردن همراه با اکستنشن کشیده می‌شود. حرکات مخالف در اکستنشن سمت چپ را کشیده می‌شود.




شکل. 11.12 • عضله استرنوکلیدوماستوئید. الف، نمای قدامی؛ B، نمای جانبی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## ماهیچه های طحال (سرویسیس، کاپیتیس) (شکل. 11.13)

**ابتدا**

طحال گردن: فرآیندهای خاردار مهره های سوم تا ششم قفسه سینه

اسپلنیوس کاپیتیس: نیمه تحتانی رباط نوکائه و فرآیندهای خاردار هفتمین مهره گردنی و سه یا چهار مهره فوقانی سینه ای.

## محل چسبیدن

طحال دهانه : فرآیندهای عرضی سه مهره اول گردنی

Splenius capitis: فرآیند ماستوئید و استخوان پس سری

## عمل

هر دو طرف: اکستنشن سر (اسپلنیوس کاپیتیس) و گردن (سرویسیس طحال و کاپیتیس)

سمت راست: چرخش و خم شدن جانبی به سمت راست سر و ستون فقرات گردنی

سمت چپ: چرخش و خم شدن جانبی به سمت چپ سر و ستون فقرات گردنی

## لمس کردن

طحال سرویسیس: لمس در ستون فقرات گردنی خلفی تحتانی فقط در قسمت میانی تا کتف بالابرنده تحتانی با چرخش همان طرف مقاوم است.

اسپلنیوس کاپیتیس: در عمق به ذوزنقه در قسمت پایین و استرنوکلیدوماستوئید در بالالف با نشستن آزمودنی، لمس در مثلث خلفی گردن بین ذوزنقه فوقانی و استرنوکلیدوماستوئید با چرخش مقاوم به سمت همان طرف

## عصب دهی

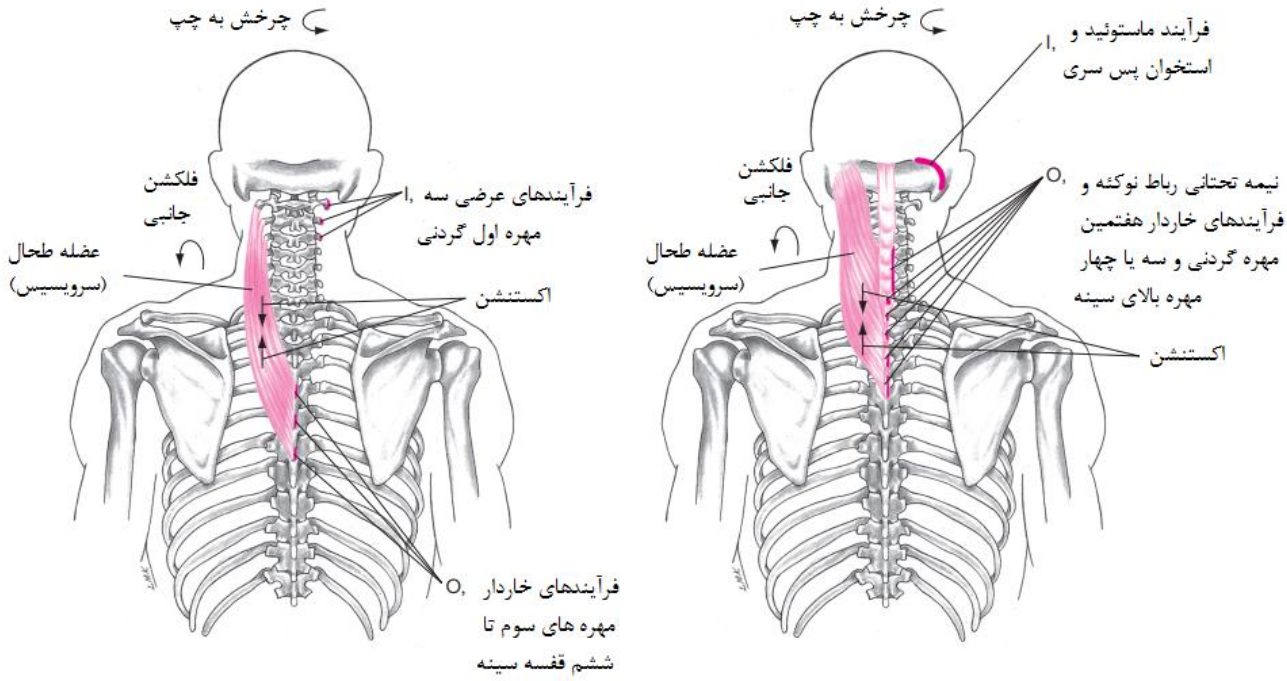
شاخه های جانبی خلفی اعصاب گردنی چهار تا هشت (C4-C8)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

هر حرکت سر و گردن به سمت اکستنشن، به ویژه اکستنشن و چرخش، عضله طحال را به همراه عضله ارکتور و عضلات ذوزنقه فوقانی به شدت وارد بازی می‌کند. تون در عضله طحال تمایل دارد سر و گردن را در موقعیت مناسب قرار دهد.

یک تمرین خوب برای عضله طحال این است که انگشتان پشت سر را به صورت خمیده با آن ببندید و سپس به آرامی عضلات پشت سر و گردن را منقبض کنید تا سر و گردن به حالت اکستنشن کامل حرکت کنند. این تمرین را می‌توان با استفاده از حوله یا شریک برای مقاومت نیز انجام داد.

کل طحال ممکن است با حداکثر خمش سر و ستون فقرات گردنی کشیده شود. سمت راست را می‌توان از طریق حرکات ترکیبی چرخش چپ، خم شدن جانبی چپ و خمیدگی کشید. همین حرکات به سمت راست هنگام کشش سمت چپ اعمال می‌شود.

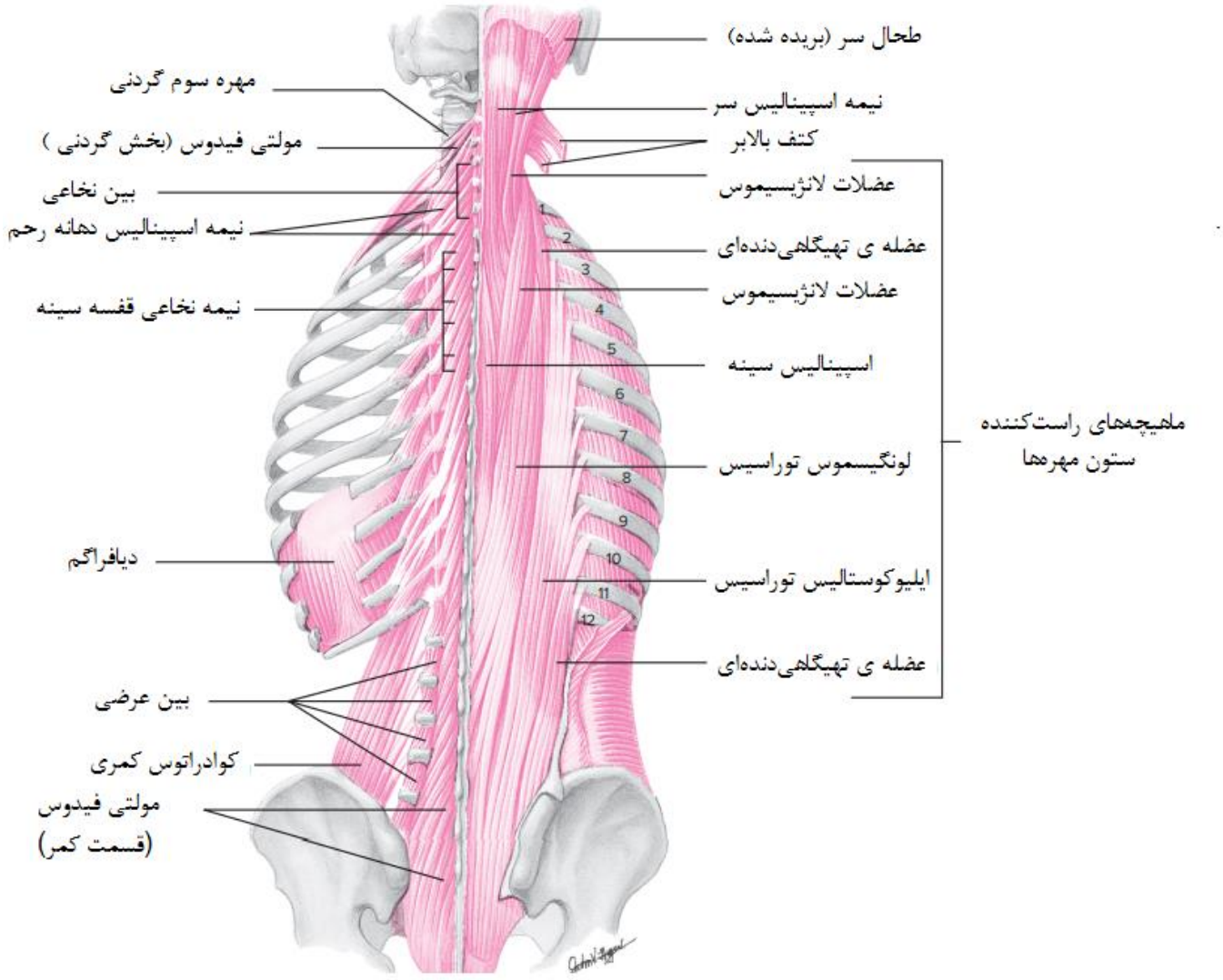



شکل. 11.13 • ماهیچه های طحال (سرویسیس در سمت چپ، سر در سمت راست)، نمای خلفی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

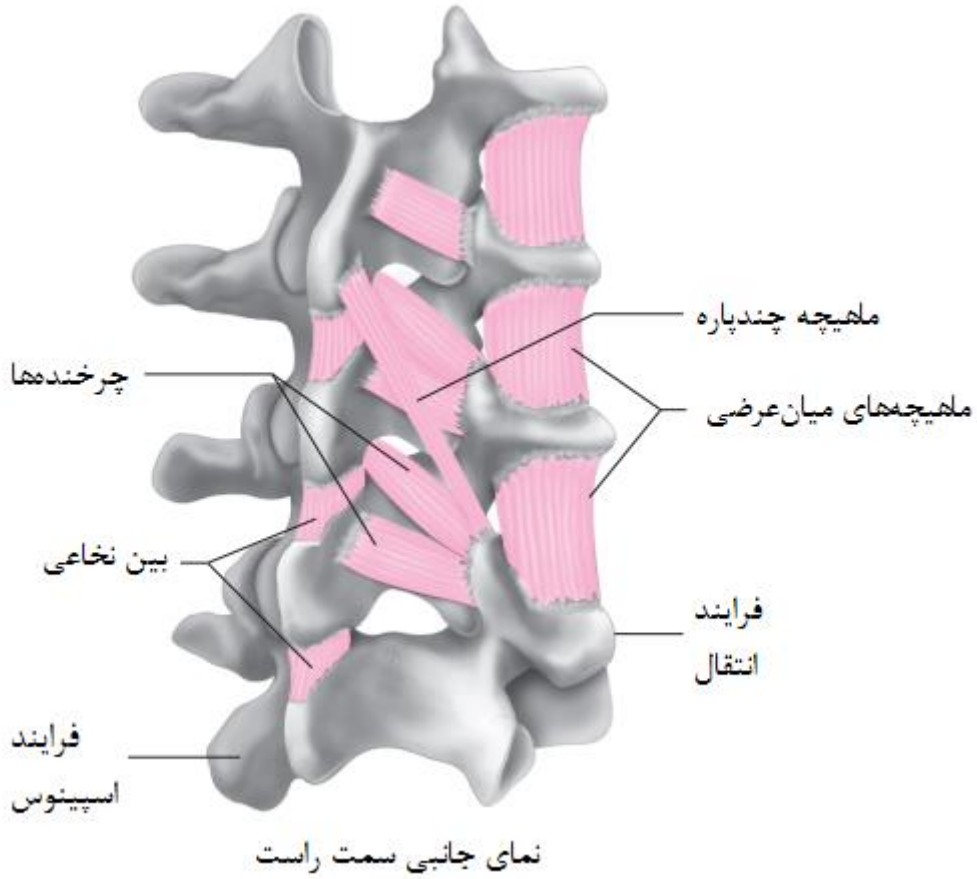
## عضلات ستون مهره ها

در ناحیه گردن، عضلات لونگوس کولی در جلو قرار دارند و مهره های گردنی و فوقانی سینه را خم می‌کنند. در عقB، گروه راست‌کننده ستون مهره‌ها، گروه transversospinalis، گروه intertransversal interspinalin- intertransverse و splenius همگی به صورت عمودی به موازات ستون فقرات قرار دارند (شکل های 11.14 و 11.15؛ جدول 11.5). این مکان آنها را قادر می سازد تا ستون فقرات را گسترش دهند و همچنین به چرخش و خم شدن جانبی کمک کنند. گروه اسپلنیوس و ارکتور اسپاینا در جای دیگری در این فصل به تفصیل پرداخته شده است. گروه transversospinalis شامل ماهیچه های نیمه نخاعی، مولتی فیدوس و چرخشی است. این ماهیچه‌ها همگی از فرآیندهای عرضی مهره‌های مربوطه خود منشا می‌گیرند و عموماً به سمت عقب حرکت می‌کنند تا به فرآیندهای خاردار روی مهره‌ها درست بالای مهره‌های مبدا خود بچسبند. همه اکستانسورهای ستون فقرات هستند و منقبض می شوند تا مهره های مربوطه خود را به سمت طرف مقابل بچرخانند. گروه بین نخاعی-بین عرضی تا عمق چرخاننده ها قرار دارد و از

عضلات بین نخاعی و بین عرضی تشکیل شده است. به عنوان یک گروه، آنها به صورت جانبی خم می شوند و گسترش می یابند اما مهره ها را نمی چرخانند. ماهیچه های intertransversarii با اتصال به فرآیندهای عرضی مهره های مجاور، ستون مهره را به صورت جانبی خم می‌کنند.



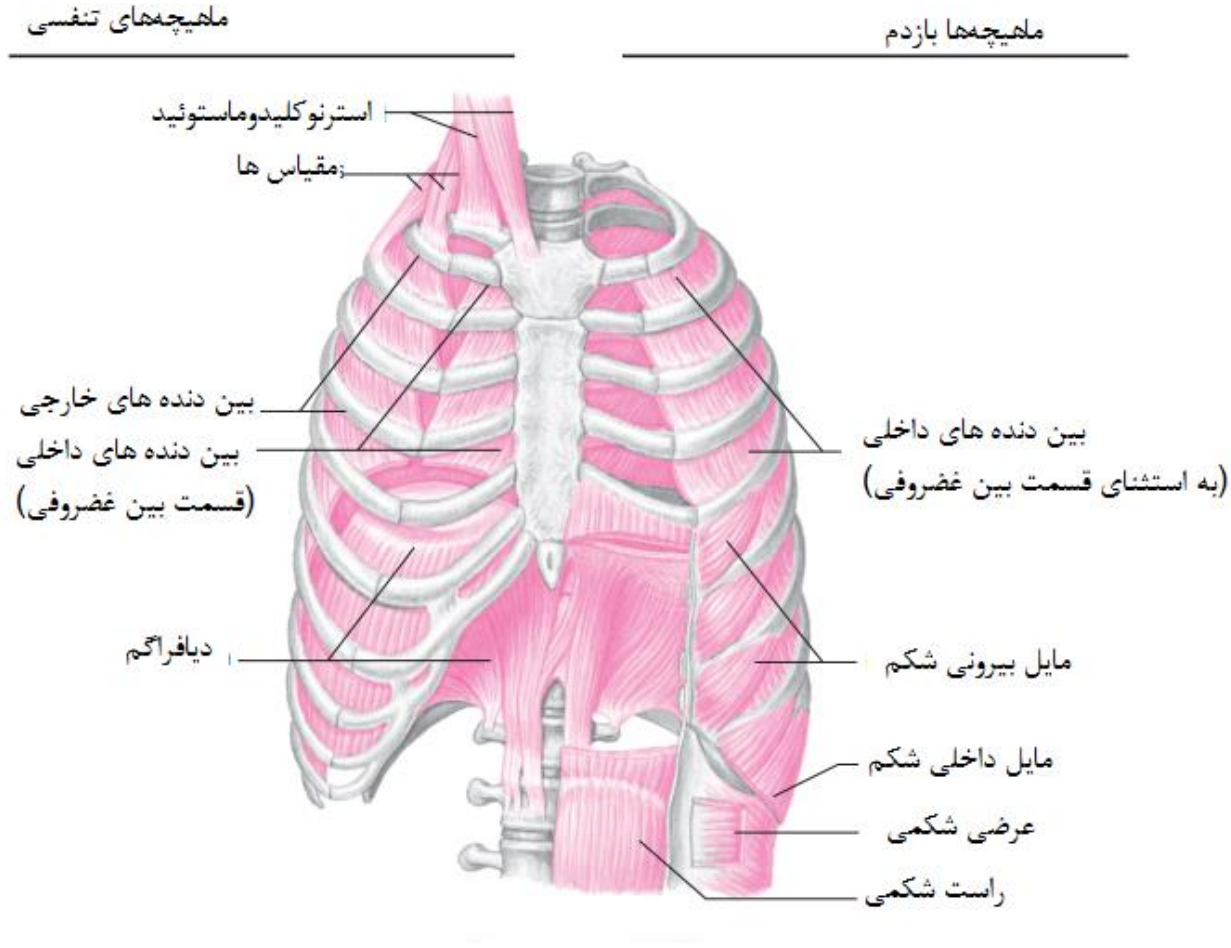

شکل. 11.14 • عضلات عمیق و سطحی پشت، نمای خلفی. درست است، گروه عضلانی راست‌کننده ستون مهره‌ها نشان داده شده است. سمت چپ، این ماهیچه ها برداشته شده اند تا ماهیچه های عمیق تر پشت نمایان شوند.



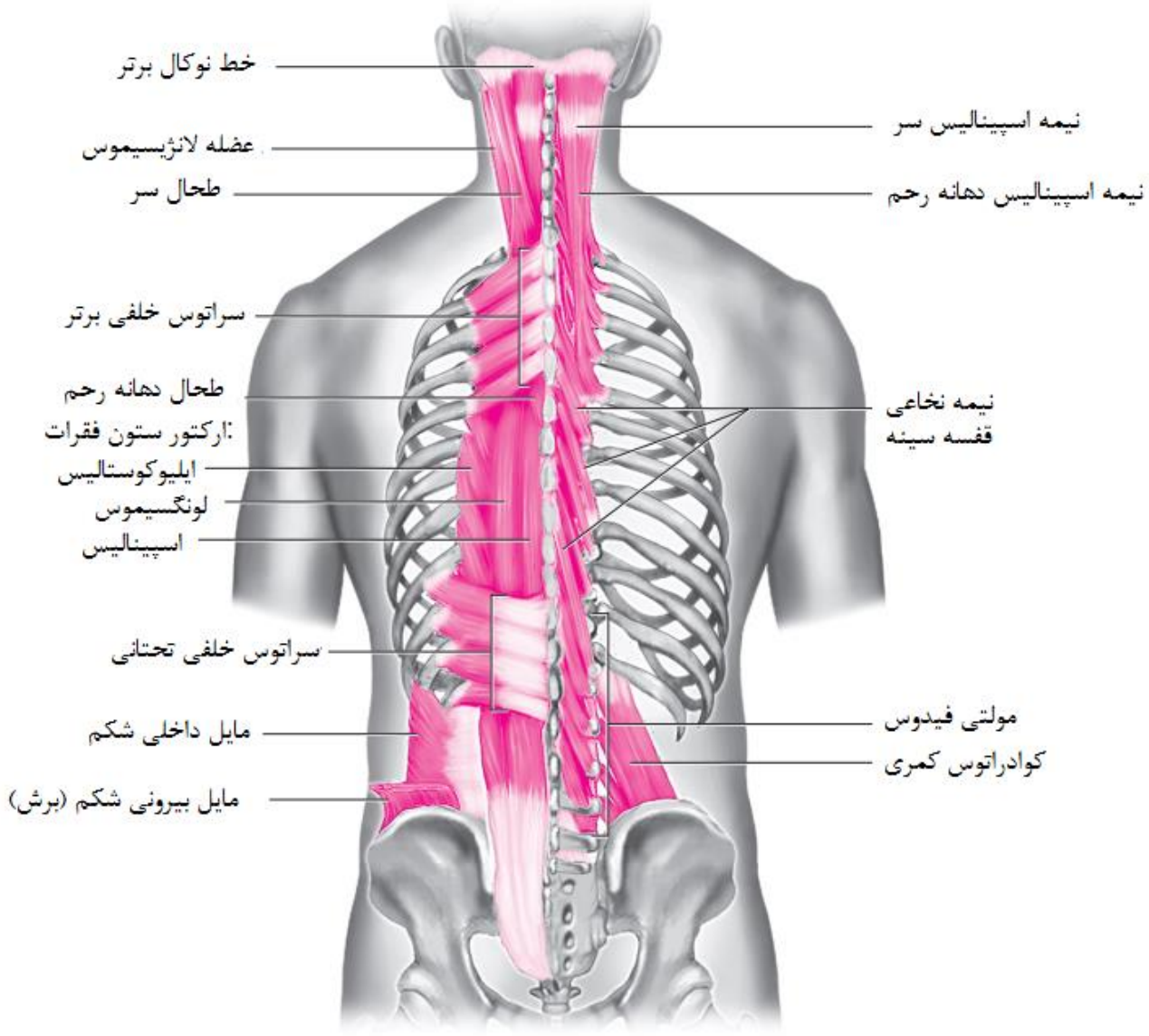

شکل. 11.15 • عضلات عمیق مرتبط با نمای خلفی جانبی مهره ها از سمت راست.

## ماهیچه های قفسه سینه

ماهیچه های قفسه سینه تقریباً به طور کامل در تنفس درگیر هستند (شکل 11.16). در هنگام استراحت آرام، دیافراگم مسئول حرکات تنفسی است. با انقباض و مسطح شدن، حجم قفسه سینه افزایش می یابد و هوا برای یکسان کردن فشار دمیده می‌شود. هنگامی که مقادیر بیشتری هوا مورد نیاز است، مانند هنگام ورزش، سایر عضلات قفسه سینه نقش مهم تری در الهام گرفتن دارند. عضلات اسکلن دو دنده اول را بالا می برند تا حجم قفسه سینه را افزایش دهند. گسترش بیشتر قفسه سینه توسط بین دنده های خارجی انجام می‌شود. ماهیچه‌های اضافی الهام بخش بالابرنده پوست و سراتوس خلفی هستند (شکل 11.17). بازدم اجباری با انقباض بین دنده های داخلی، قفسه سینه عرضی و ساب دنده ها اتفاق می افتد. تمام این عضلات در جدول 11.6 به تفصیل آمده است.




شکل. 11.16 • عضلات تنفسی، نمای قدامی.




شکل. 11.17 • عضلات عمیق تر که روی ستون مهره و قفسه سینه عمل می‌کنند.

## **عضلات برانگیخته ستون فقرات (ساکروسپینالیس)** (شکل‌های. 11.17، 11.18، 11.19)

Iliocostalis

لایه جانبی

Longissimus

لایه میانی

اسپینالیس

لایه داخلی

منشاء Iliocostalis: تاج ایلیاک داخلی، آپونوروز توراکولومبار از ساکروم، دنده های خلفی 3-12

Longissimus: تاج ایلیاک داخلی، آپونوروز توراکولومبار از ساکروم، فرآیندهای عرضی کمری 1-5 و فرآیندهای عرضی 1-5 قفسه سینه، فرآیندهای مفصلی 5-7 گردنی.

نخاعی: رباط نوچا، فرآیند خاردار گردن هفتم، فرآیندهای خاردار 11 و 12 قفسه سینه، و فرآیندهای خاردار 1 و 2 کمری.

Iliocostalis محل چسبیدن: دنده های خلفی 1-12، دهانه 4-7 فرآیندهای عرضی

Longissimus: دهانه 2-6 فرآیندهای خاردار، سینه 1-12 فرآیندهای عرضی، نه دنده تحتانی، فرآیند ماستوئید

اسپینالیس: دومین فرآیند خاردار گردنی، فرآیندهای خاردار 5-12 قفسه سینه، استخوان پس سری.

## عمل

اکستنشن، خم شدن جانبی و چرخش همان طرف ستون فقرات و سر

چرخش لگن قدامی

چرخش لگن جانبی به طرف مقابل

## لمس کردن

تشخیص عمیق و دشوار از سایر عضلات در ناحیه گردن و قفسه سینه. با افراد مستعد، لمس بلافاصله در سمت فرآیندهای خاردار در ناحیه کمر با اکستنشن فعال، مقاومت در برابر چرخش ممکن است بیشتر به لمس عضلات همان طرف کمک کند.

## عصب دهی

شاخه های خلفی اعصاب نخاعی

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

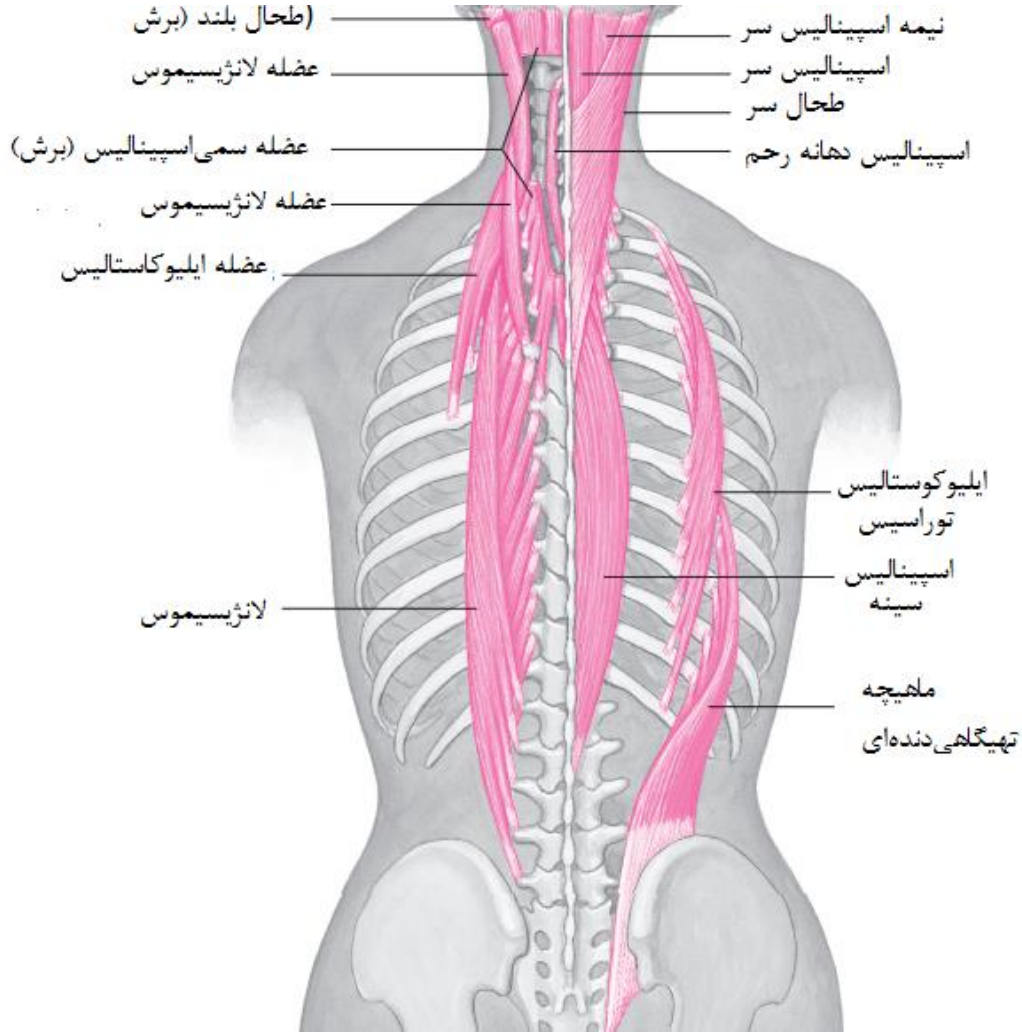
عضلات ارکتور اسپاینا زمانی که لگن به سمت عقب چرخانده می‌شود بهترین عملکرد را دارند. این امر منشاء ستون فقرات را کاهش می دهد و آن را در صاف نگه داشتن ستون فقرات موثرتر می‌کند. همانطور که ستون فقرات صاف نگه داشته می‌شود، دنده ها بلند می شوند، در نتیجه قفسه سینه ثابت می‌شود و در نتیجه عضلات شکم در بالا نگه داشتن لگن در جلو و صاف کردن دیواره شکم موثرتر می شوند.

تمرینی که به عنوان بالابر مرده شناخته می‌شود، با استفاده از هالتر، از ستون فقرات ارکتور در گسترش ستون فقرات استفاده می‌کند. در این تمرین، سوژه خم می‌شود و دست ها و پاها را صاف نگه می دارد. هالتر را برمی دارد؛ و به حالت ایستاده برمی گردد. در انجام این نوع ورزش، استفاده از تکنیک صحیح برای جلوگیری از آسیب دیدگی کمر بسیار مهم است. انقباض استاتیک ارادی ستون فقرات ارکتور در وضعیت ایستاده می‌تواند یک ورزش ملایم را فراهم کند و وضعیت بدن را بهبود بخشد.

ستون فقرات ارکتور و بخش های مختلف ممکن است از طریق اشکال متعدد تمرینات اکستنشن پشت تقویت شوند. این کارها معمولاً در حالت مستعد یا رو به پایین انجام می‌شود که در آن ستون فقرات قبلاً در حالت خمیدگی قرار دارد. سپس آزمودنی از این عضلات برای حرکت بخشی یا تمام ستون فقرات به سمت کشش در برابر جاذبه استفاده می‌کند. برای

افزایش مقاومت ممکن است وزنه ای را در دستان پشت سر نگه دارید. پیچش های تنه نشسته نیز کمک می‌کند، به خصوص در مورد iliocostalis و longissimus.

رانرفلکسیون حداکثری کل ستون فقرات باعث کشیدگی گروه عضلانی ارکتور اسپاینا می‌شود. کشش ممکن است از طریق حرکات خاص به بخش های خاصی جدا شود. حداکثر خم شدن سر و ستون فقرات گردنی باعث کشیدگی بخش های سر و گردن می‌شود. خم شدن همراه با خم شدن جانبی به یک طرف، کشش طرف مقابل را تشدید می‌کند. خم شدن قفسه سینه و کمر کشش را عمدتاً بر روی بخش‌های سینه و کمر قرار می‌دهد.




شکل. 11.19 • ماهیچه های پشت و گردن به حرکت سر کمک می‌کنند (نمای پشتی) و بالاتنه را صاف نگه می دارند. اسپلنیوس سر و نیمه نخاعی در سمت چپ بریده شده اند تا ماهیچه های زیرین را نشان دهند.

## **عضله کوادراتوس کمری** (شکل. 11.20)

**ابتدا**

لب داخلی خلفی تاج ایلیاک

## **محل چسبیدن**

تقریباً نصف طول لبه پایینی دنده دوازدهم و روند عرضی چهار مهره کمری فوقانی

## **عمل**

خمیدگی جانبی به سمت همان طرف

لگن و ستون فقرات کمری را تثبیت می‌کند

گسترش ستون فقرات کمری

چرخش لگن قدامی

چرخش لگن جانبی به طرف مقابل

## **لمس کردن**

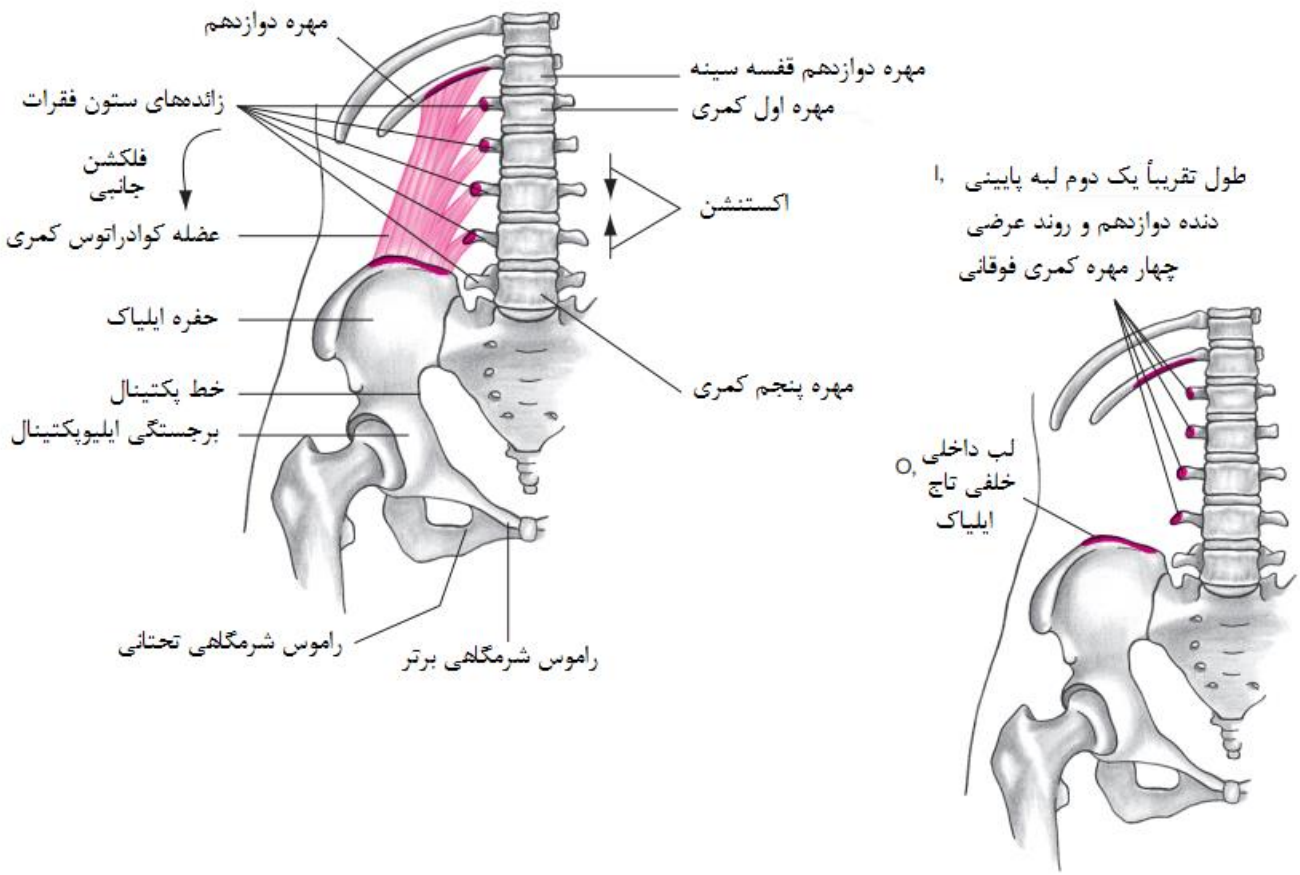
با سوژه مستعد، فقط بالاتر از کرست ایلیاک و ستون فقرات ارکتوری جانبی به کمر با خم شدن جانبی ایزومتریک

## **عصب دهی**

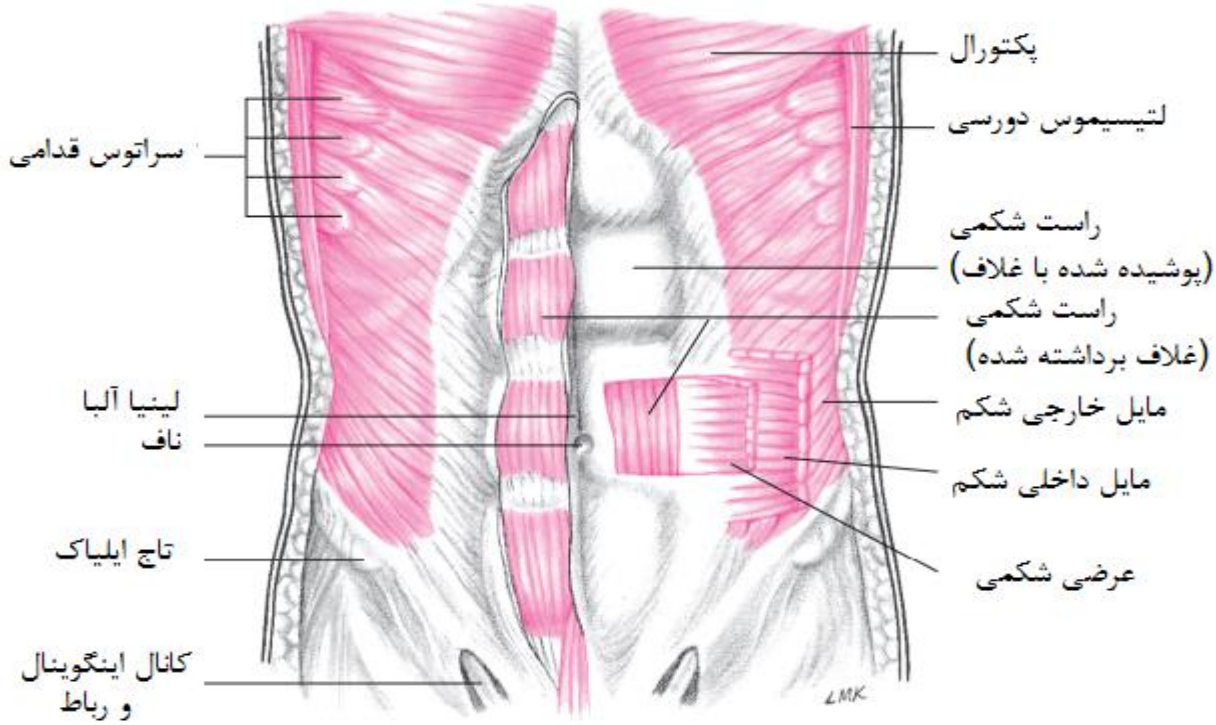
شاخه های اعصاب T12، L1

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

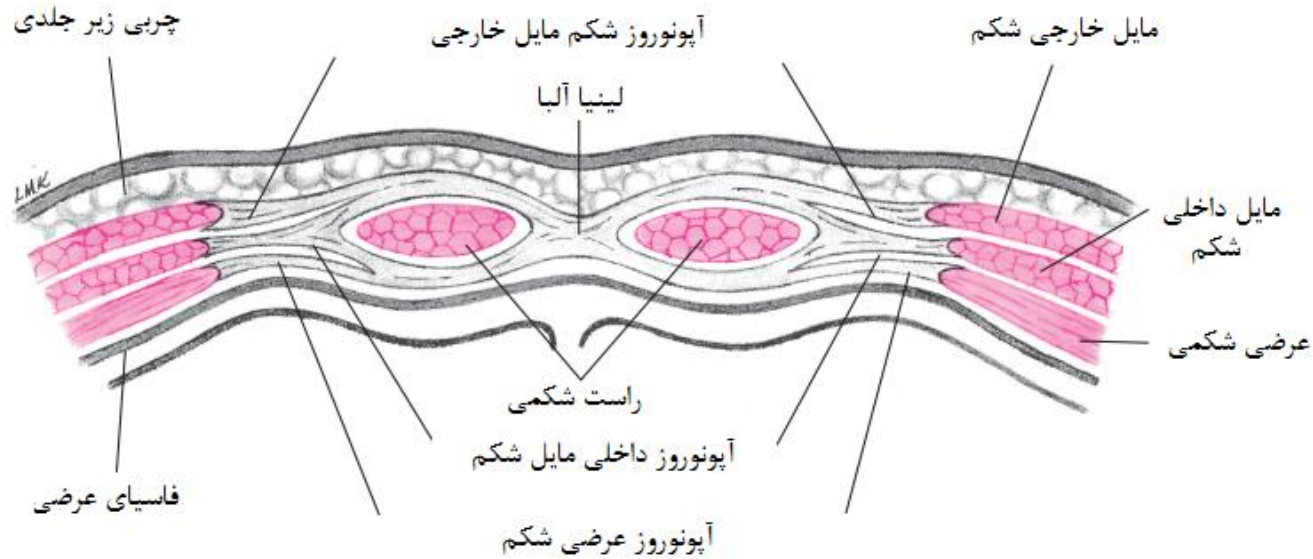
کوادراتوس لومبوروم در خم شدن جانبی کمر و بالا بردن لگن در همان سمت در حالت ایستاده مهم است. چرخش تنه و حرکات خم شدن جانبی در برابر مقاومت تمرینات خوبی برای رشد این عضله هستند. موقعیت بدن نسبت به گرانش ممکن است برای افزایش مقاومت در این و سایر عضلات تنه و شکم تغییر کند. فلکشن جانبی کمر چپ در حالی که در خمیدگی کمر، کوادراتوس کمری راست کشیده می‌شود و بالعکس.




شکل. 11.20 • عضله کوادراتوس کمری. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.




شکل. 11.21 • عضلات شکم: مایل خارجی و راست شکم. غلاف فیبری اطراف راست روده در سمت راست برداشته شده است تا عضله داخل را نشان دهد.




شکل. 11.23 • دیواره شکم بالای ناف. آرایش منحصر به فرد چهار عضله شکمی با چسبندگی فاسیال آنها در داخل و اطراف عضله راست شکم نشان داده شده است. بدون هیچ استخوانی برای اتصال، این عضلات را می‌توان به اندازه کافی از طریق ورزش حفظ کرد.

## عضله راست شکم

شکل. 11.24

**ابتدا**

تاج شرمگاهی

## محل چسبیدن

غضروف دنده های پنجم، ششم و هفتم و فرآیند xiphoid

## عمل

هر دو طرف: خم شدن کمر

چرخش لگن خلفی

سمت راست: خم شدن جانبی ضعیف به سمت راست

سمت چپ: خم شدن جانبی ضعیف به سمت چپ

## لمس کردن

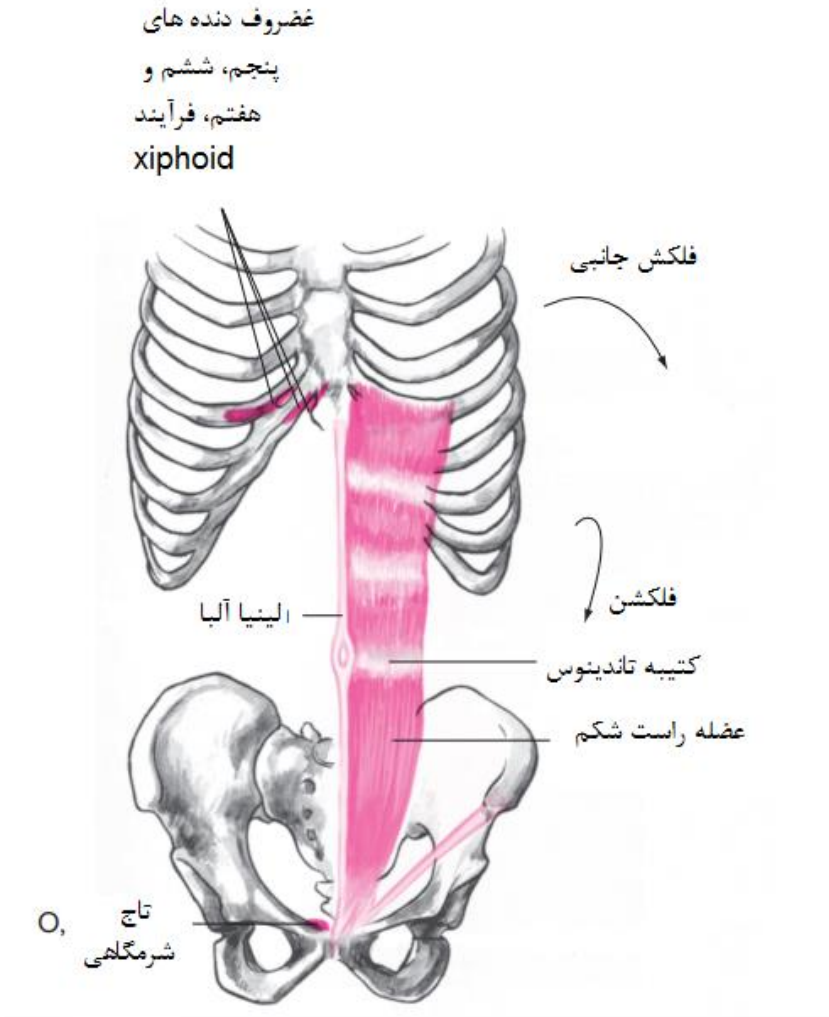
سطح آنترومدیال شکم، بین قفسه سینه و استخوان شرمگاهی با خم شدن تنه ایزومتریک

## عصب دهی

اعصاب بین دنده ای (T7-T12)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله راست شکمی کج شدن لگن و در نتیجه انحنای پایین ستون فقرات را کنترل می‌کند. با چرخش لگن به سمت عقB، رکتوس شکم قسمت پایینی کمر را صاف می‌کند و عضله ارکتور اسپاینا را به عنوان بازکننده ستون فقرات و خم کننده های ران (به ویژه عضله ایلیوپسواس) در بالا بردن پاها موثرتر می‌کند.




شکل. 11.24 • عضله راست شکمی، نمای قدامی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

در یک فرد نسبتا لاغر با شکم توسعه یافته، ممکن است سه مجموعه مشخص از خطوط یا فرورفتگی ها مشاهده شود. هر یک ناحیه ای از بافت همبند تاندونی را نشان می دهد که به جای اتصالات استخوانی، آرایش شکمی عضلات را به هم

متصل یا حمایت می‌کند. حرکت عمودی از فرآیند xiphoid از طریق ناف تا ناحیه شرمگاهی خطی آلبا است. هر رکتوس شکمی را تقسیم می‌کند و به عنوان مرز داخلی آن عمل می‌کند. در کنار هر راست شکمی، خطی به شکل هلال یا ماه به صورت عمودی قرار دارد. این خط نشان دهنده آپونوروز است که مرز جانبی رکتوس شکم و مرز داخلی مایل خارجی و داخلی شکم را به هم متصل می‌کند. کتیبه‌های تاندنی تورفتگی‌های افقی هستند که راست شکم را در سه نقطه یا بیشتر قطع می‌کنند و به ماهیچه ظاهر بخش‌دار آن می‌دهند. به شکل 11.21 مراجعه کنید.

چندین تمرین برای عضلات شکم وجود دارد، مانند دراز و نشست زانوهای خمیده، کرانچ و انقباضات ایزومتریک. دراز و نشست با زانوهای خم شده با بازوهای جمع شده روی قفسه سینه توسط بسیاری به عنوان یک ورزش ایمن و کارآمد در نظر گرفته می‌شود. کرانچ ها حتی برای جدا کردن کار از ناحیه شکم مؤثرتر هستند. هر دوی این تمرینات عضله ایلیوپسواس و سایر فلکسورهای لگن را کوتاه می‌کنند و در نتیجه توانایی آنها برای تولید نیرو را کاهش می دهند. چرخش به چپ و راست باعث انقباض فعال‌تر عضلات مورب می‌شود. در تمام تمرینات فوق، استفاده از تکنیک مناسب مهم است، که شامل حرکت تدریجی به سمت بالا است تا زمانی که ستون فقرات کمری به طور فعال حداکثر خمیده شود و سپس به آرامی به حالت اولیه بازگردد. از حرکات تند و سریع با استفاده از تکانه باید اجتناب شود. حرکت فراتر از تمرینات فلکشن کامل کمر فقط در خم کننده های ران ادامه یافت، که معمولاً یک هدف نیست. حتی اگر همه این تمرینات ممکن است در تقویت شکم مفید باشد، قبل از تصمیم گیری باید تجزیه و تحلیل دقیق انجام شود که در صورت وجود آسیب ها و مشکلات مختلف کمر نشان داده می‌شود.

راست شکمی با افزایش همزمان ستون فقرات کمری و سینه ای کشیده می‌شود. کشش لگن با تشدید چرخش قدامی لگن برای افزایش بیش از حد ستون فقرات کمری به این فرآیند کمک می‌کند.

## **عضله مایل خارجی شکم** (شکل. 11.25)

منشاء مرزهای هشت دنده تحتانی در کنار قفسه سینه، دم کبوتر با عضله قدامی دندانه دار

قرار دادن نیمه قدامی تاج ایلیوم، رباط اینگوینال، تاج شرمگاهی و فاسیای عضله راست شکمی در جلوی پایین

## عمل

هر دو طرف: خم شدن کمر

چرخش لگن خلفی

سمت راست: خم شدن جانبی کمر به راست و چرخش به چپ، چرخش لگن جانبی به چپ

سمت چپ: خم شدن جانبی کمر به چپ و چرخش به راست، چرخش لگن جانبی به راست

## لمس کردن

در حالت خوابیده به پشت، لمس جانبی راست شکم بین تاج ایلیاک و دنده های تحتانی با چرخش فعال به سمت مقابل

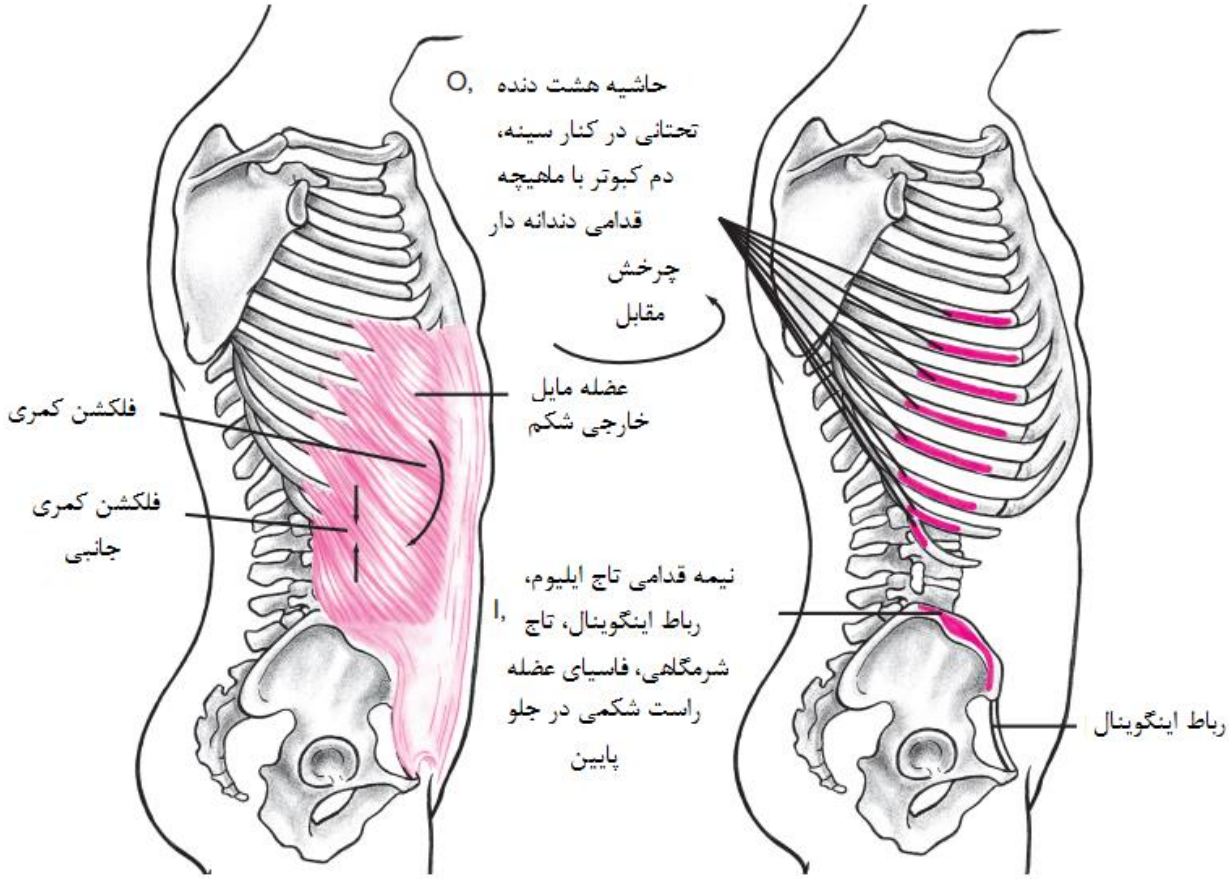
## عصب دهی

اعصاب بین دنده ای (T8-T12)، عصب ایلیو رانوگاستریک (T12، L1) و عصب ایلیواینگوینال (L1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

در هر طرف شکم، عضلات مایل بیرونی شکم به چرخش تنه کمک می‌کنند، وقتی که مستقل از یکدیگر کار می‌کنند. آنها با همکاری یکدیگر، به عضله راست شکمی در عمل خم شدن توصیف شده کمک می‌کنند. عضله مایل بیرونی سمت چپ شکم در هنگام دراز و نشست به شدت منقبض می‌شود، زمانی که تنه به سمت راست می چرخد، مانند لمس آرنج چپ با زانوی راست. چرخش به سمت چپ، مایل خارجی سمت راست را وارد عمل می‌کند.

هر طرف مایل خارجی باید به صورت جداگانه کشیده شود. سمت راست با حرکت به سمت خمیدگی جانبی شدید چپ همراه با اکستنشن یا با چرخش شدید کمر به سمت راست همراه با اکستنشن کشیده می‌شود. حرکات مخالف همراه با اکستنشن سمت چپ را کشیده می‌شود.




شکل. 11.25 • عضله مایل خارجی شکم، نمای جانبی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## عضله مایل داخلی شکم (شکل. 11.26)

### ابتدا

نیمه بالایی رباط اینگوینال، دو سوم قدامی تاج ایلیوم و فاسیای کمری

## محل چسبیدن

غضروف های دنده ای دنده های هشتم، نهم و دهم و خطی آلبا

## عمل

هر دو طرف: خم شدن کمر

چرخش لگن خلفی

سمت راست: خم شدن جانبی کمر به راست و چرخش به راست، چرخش لگن جانبی به چپ

سمت چپ: خم شدن جانبی کمر به چپ و چرخش به چپ، چرخش لگن جانبی به راست

## لمس کردن

در حالت خوابیده به پشت، لمس قدامی شکم بین تاج ایلیاک و دنده های تحتانی با چرخش فعال به سمت همان طرف

## عصب دهی

اعصاب بین دنده ای (T8-T12)، عصب iliohypogastric (T12, L1) و عصب ایلیواینگوینال (L1)

### کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضلات مایل داخلی شکم به صورت مورب در جهت مخالف عضلات مایل خارجی قرار دارند. مایل داخلی چپ به سمت چپ می چرخد و مایل داخلی سمت راست به سمت راست می چرخد.

در لمس آرنج چپ به زانوی راست در کرانچ، عضلات مایل بیرونی چپ و عضلات مایل داخلی راست به طور همزمان منقبض می‌شوند و به عضله راست شکمی کمک می‌کنند تا تنه را خم کنند تا انجام حرکت ممکن شود. در حرکات چرخشی، مایل داخلی و مایل خارجی در طرف مقابل همیشه با هم کار می‌کنند.

مانند مایل خارجی، هر ضلع مایل داخلی باید به صورت جداگانه کشیده شود. سمت راست با حرکت به سمت خم شدن جانبی شدید به سمت چپ و چرخش شدید کمری به چپ همراه با اکستنشن کشیده می‌شود. همان حرکات به سمت راست همراه با اکستنشن سمت چپ را کشیده می‌شود.

## **عضله عرضی شکم** (شکل. 11.27)

### ابتدا

یک سوم جانبی رباط اینگوینال، لبه داخلی تاج ایلیاک، سطح داخلی غضروف های دنده ای شش دنده تحتانی و فاسیای کمری.

## محل چسبیدن

تاج شرمگاهی و خط ایلیوپکتینال

آپونوروز شکمی به خط آلبا

## عمل

بازدم اجباری با کشیدن دیواره شکم به داخل

## لمس کردن

در حالت خوابیده به پشت، لمس کردن شکم قدامی جانبی بین تاج ایلیاک و دنده های تحتانی در حین بازدم شدید. تشخیص از مورب شکم بسیار دشوار است.

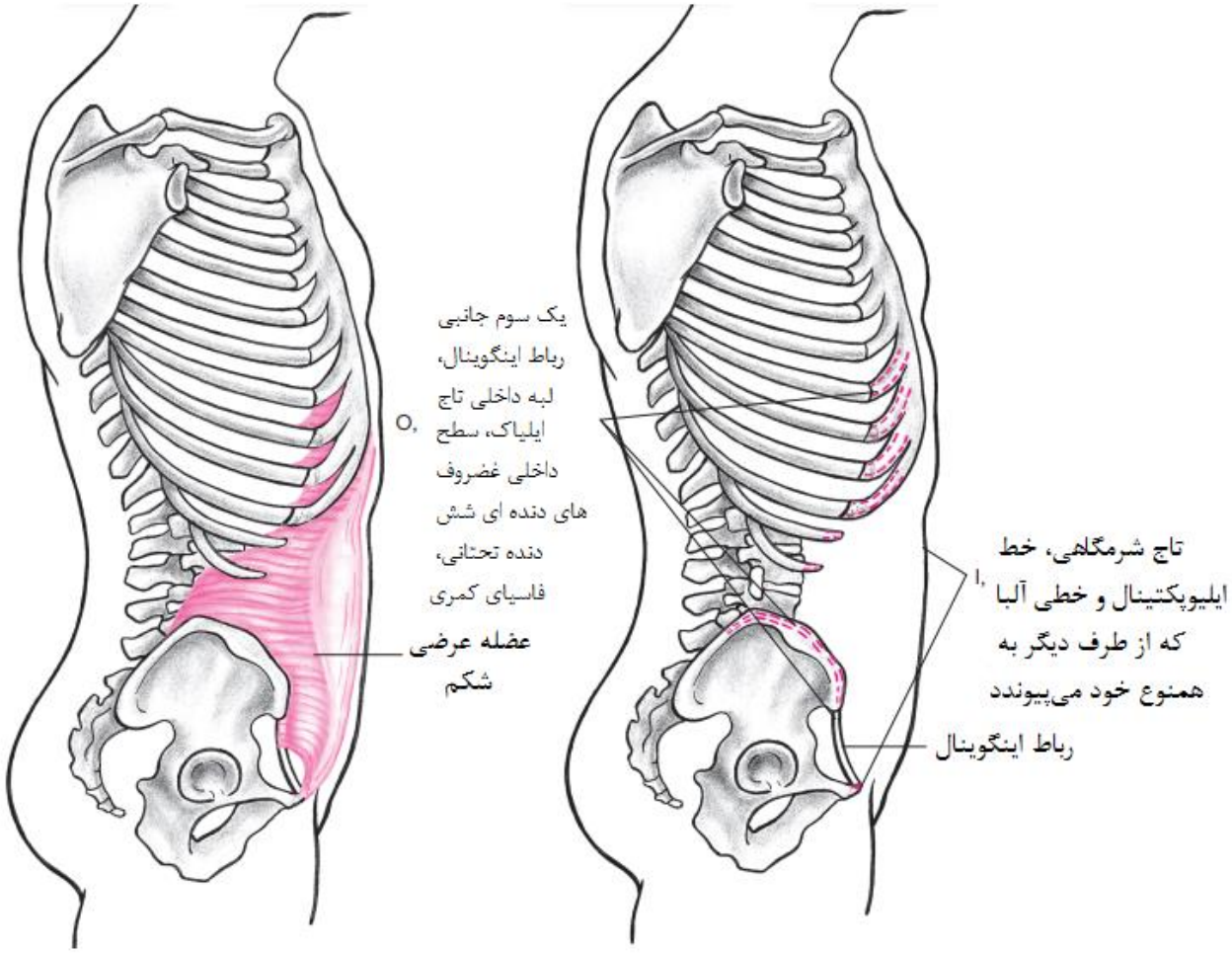
## عصب دهی

اعصاب بین دنده ای (T7-T12)، عصب ایلیو رانوگاستریک (T12، L1) و عصب ایلیواینگوینال (L1)

## کاربرد، تقویت و انعطاف پذیری

عضله عرضی شکم عضله اصلی بازدم اجباری است و به همراه عضلات راست شکمی، ماهیچه های مایل خارجی شکم و عضلات مایل داخلی شکم در کمک به صاف نگه داشتن شکم موثر است. آن را همراه با سایر عضلات شکم، از نظر بسیاری کلیدی در تامین و حفظ ثبات هسته می دانند. این صاف شدن شکم و بیرون راندن اجباری محتویات شکم تنها عمل این عضله است.

عضله عرضی شکم با تلاش برای کشیدن محتویات شکم به سمت ستون فقرات به طور موثر تمرین می‌شود. این ممکن است به صورت ایزومتریک در حالت خوابیده به پشت یا در حالت ایستاده انجام شود. حداکثر الهام گرفته شده در شکم، کشش را اعمال می‌کند.




شکل. 11.27 • عضله عرضی شکم، نمای جانبی. O، ابتدا؛ I، محل چسبیدن.

## تمرین های کاربرگ

برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## کاربرگ 1

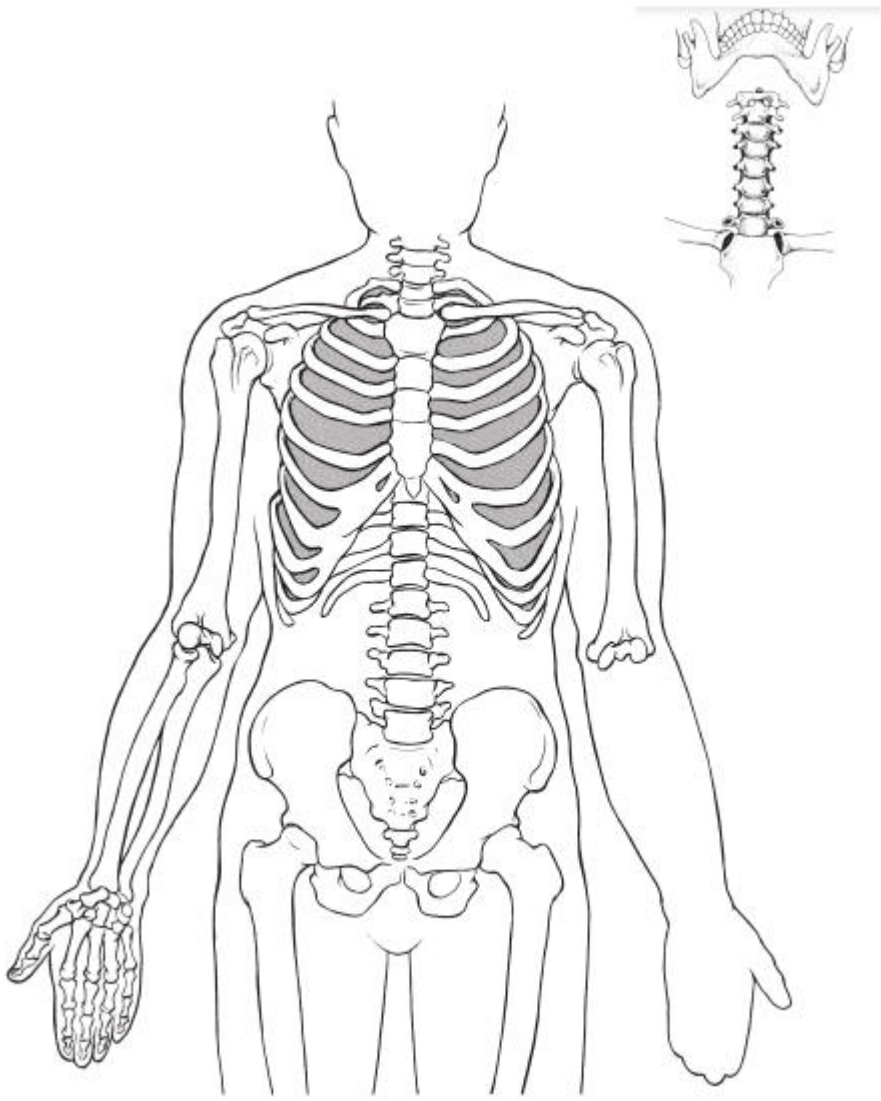
با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدا و محل چسبیدن هر عضله را به ترتیب با یک "O" و "I" نشان دهید و مبدا و محل چسبیدن در نمای قدامی را در صورت لزوم ترسیم کنید.

الف راست شکمی

ب مایل خارجی شکم

ج مایل داخلی شکم

د استرنوکلیدوماستوئید



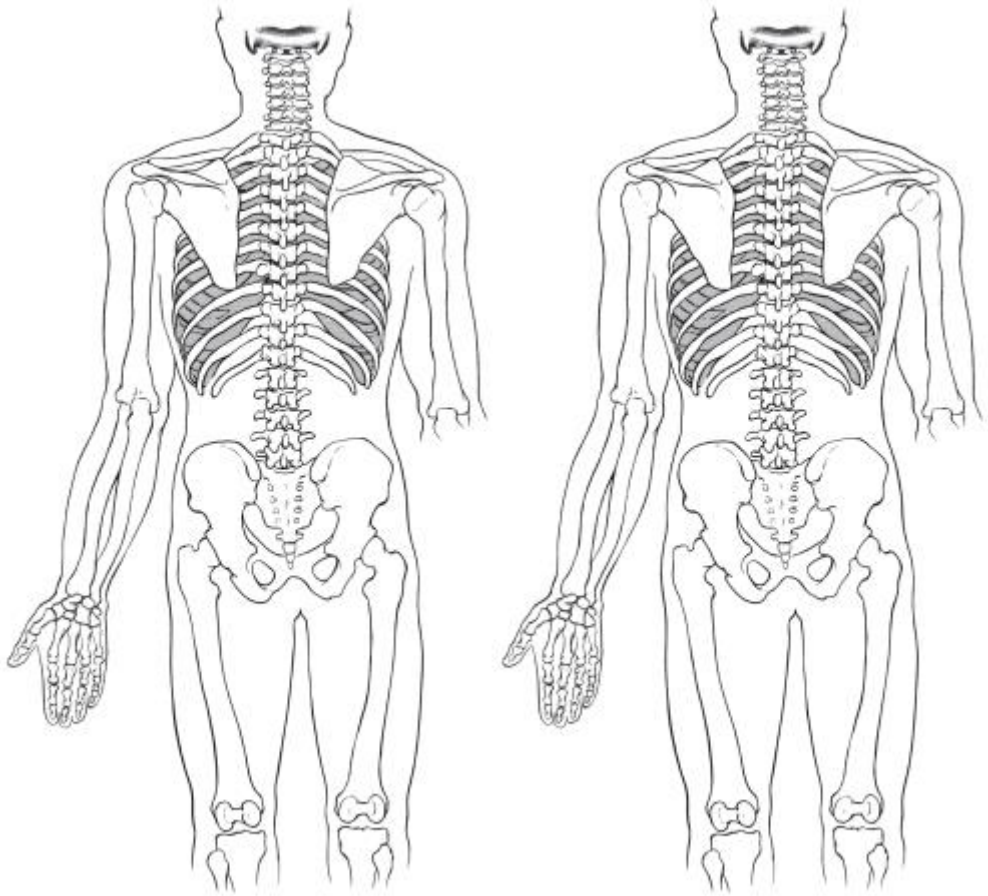
## کاربرگ 2

با استفاده از مداد رنگی یا نشانگرهای رنگی، ماهیچه های زیر را رسم کنید و روی برگه برچسب بزنید. مبدا و محل چسبیدن هر عضله را به ترتیب با یک "O" و "I" نشان دهید و مبدا و محل چسبیدن را در نمای خلفی به صورت مناسب بکشید.

الف راست‌کننده ستون مهره‌ها

ب کوادراتوس کمری

ج طحال - دهانه و سر



**فصل 12**

**تجزیه و تحلیل عضلانی تمرینات منتخب و مفاهیم مرتبط**

**اهداف**

**■ شروع به تجزیه و تحلیل مهارت های ورزشی بر حسب مراحل و حرکات مختلف مفصلی که در آن مراحل رخ می دهد.**

**■ برای درک اصول مختلف شرطی سازی و نحوه به کارگیری آنها برای تقویت گروه های عضلانی اصلی**

**■ تجزیه و تحلیل یک تمرین برای تعیین حرکات و موقعیت های مفصلی، عضلات خاص درگیر و انواع انقباض آنها در انجام آن حرکات، و/یا حفظ آن موقعیت هالف**

**■ برای یادگیری، درک و به کارگیری مفهوم زنجیره جنبشی باز در مقابل بسته**

**■ برای یادگیری گروه بندی عضلات منفرد به واحدهایی که باعث ایجاد، کنترل یا جلوگیری از برخی حرکات مفصلی می شوند**

**■ شروع به فکر کردن به تمریناتی که باعث افزایش قدرت و استقامت گروه های عضلانی فردی می‌شود**

**■ برای یادگیری تجزیه و تحلیل و تجویز تمرینات برای تقویت گروه های عضلانی اصلی**

**عملکرد صحیح اندام های فوقانی و تحتانی و همچنین تنه و ستون فقرات برای اکثر فعالیت های ورزشی و همچنین برای بسیاری از فعالیت های روزمره حیاتی است. قدرت و استقامت در عضلات بدن انسان برای بهبود ظاهر و وضعیت بدن و همچنین برای عملکرد کارآمدتر مهارت ها و فعالیت های کاری/زندگی ضروری است. تمرین‌ها و فعالیت‌های خاص برای آماده‌سازی قسمت‌های مختلف بدن باید با آشنایی کامل با عضلات درگیر، هوشمندانه انتخاب شوند.**

ممکن است از تمرینات ساده برای شروع آموزش افراد برای گروه بندی عضلات برای ایجاد حرکت مفصل استفاده شود. برخی از این تمرینات مقدماتی ساده در این فصل گنجانده شده است.

تجزیه و تحلیل اولیه ورزش، مطالعه حرکت شناسی ساختاری را معنادارتر می‌کند زیرا ما در تلاش برای درک بهتر اهمیت ماهیچه ها و گروه های ماهیچه ای در ایجاد حرکات مفصلی در تمرینات و فعالیت های مختلف هستیم. این فصل شامل تجزیه و تحلیل تمرینات اندام فوقانی، تنه و اندام تحتانی است. برخلاف آنچه که بسیاری از افراد جدید در حرکت شناسی ساختاری معتقدند، تجزیه و تحلیل عضلانی فعالیت ها پس از درک مفاهیم اساسی دشوار نیست.

## فعالیت های اندام فوقانی

به نظر می رسد که کودکان تمایل ذاتی به بالا رفتن، تاب خوردن و آویزان شدن دارند. در چنین حرکاتی از عضلات دست، مچ، آرنج و مفاصل شانه استفاده می‌شود. اما فرصت انجام این نوع فعالیت ها در فرهنگ مدرن ما محدود است. تا زمانی که معلمان تربیت بدنی در مدارس ابتدایی بر رشد این ناحیه از بدن ما تأکید نداشته باشند، هم برای پسران و هم برای دختران، همچنان ضعیف ترین ناحیه بدن ما از نظر عضلانی خواهد بود. ضعف در اندام فوقانی می‌تواند رشد مهارت و عملکرد را در بسیاری از فعالیت های تفریحی رایج و لذت بخش مانند گلف، تنیس، سافت بال و راکتبال مختل کند. همین امر را می‌توان در مورد تنه و اندام تحتانی نیز گفت. با افزایش سن، حجم ماهیچه ها و عملکرد مفاصل کاهش می یابد، که در محل چسبیدن اول به دلیل کاهش فعالیت است. کار به طور خاص برای جلوگیری از این امر می‌تواند از از دست دادن عملکرد و

شرایط پاتولوژیک مرتبط مانند استئوآرتریت جلوگیری کند. مردم از کارهایی که می‌توانند به خوبی انجام دهند لذت می برند و می‌توان به آنها آموزش داد که از فعالیت هایی لذت ببرند که باعث افزایش قدرت و استقامت در سراسر بدن می‌شود. این فعالیت‌ها و سایر فعالیت‌های مشابه را می‌توان در طول زندگی بزرگسالی انجام داد. بنابراین، توسعه مهارت کافی بر پایه قدرت و استقامت عضلانی مناسب برای لذت بردن و پیشگیری از آسیب ضروری است.

اغلB، ما تمرینات تقویتی معمولی را در اتاق وزنه انجام می دهیم، مانند پرس نیمکت، پرس بالای سر، و حلقه دوسر بازو. اینها تمرینات خوبی هستند، اما همه آنها در محل چسبیدن اول بر روی عضلات اندام فوقانی قدامی تمرکز دارند. این می‌تواند منجر به رشد بیش از حد این عضلات نسبت به عضلات خلفی شود. در نتیجه، افراد ممکن است از جلو قوی و سفت شوند و در عقب ضعیف و انعطاف پذیر شوند. به همین دلایل است که فرد باید بتواند تمرینات تقویتی خاص را تجزیه و تحلیل کند و ماهیچه های درگیر را تعیین کند تا تعادل کلی عضلانی از طریق تجویز ورزش مناسب برطرف شود.

بیشتر و بیشتر متخصصان پزشکی و مرتبط با آن بر توسعه گروه‌های عضلانی از طریق تمرینات مقاومتی و فعالیت‌های تمرینی مداری تأکید می‌کنند. ورزشکاران و غیرورزشکاران، چه مرد و چه زن، به رشد کلی عضلانی نیاز دارند. حتی به کسانی که لزوماً تمایلی به توده عضلانی قابل توجهی ندارند توصیه می‌شود که از طریق تمرینات مقاومتی توده عضلانی را توسعه دهند و حفظ کنند. با افزایش سن، معمولاً تمایل به از دست دادن توده عضلانی داریم و در نتیجه متابولیسم ما کاهش می یابد. این عامل، همراه با عادات غذایی نادرست، منجر به تجمع چربی ناسالم و افزایش وزن بیش از حد می‌شود. از طریق افزایش توده عضلانی، ما کالری بیشتری می سوزانیم و کمتر احتمال دارد که چربی بیش از حد به دست آوریم.

مشارکت ورزشی رشد کافی گروه های عضلانی را تضمین نمی‌کند. همچنین در تربیت بدنی و آموزش مهارت های ورزشی بر حرکت شناسی مکانیکی تأکید بیشتری شده است. این مطلوب است و می‌تواند به عملکرد ماهرانه تر کمک کند. با این حال، مهم است که به یاد داشته باشید که اصول مکانیکی بدون قدرت و استقامت کافی سیستم عضلانی، که از طریق تمرینات و فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده توسعه می‌یابد، برای مجریان ارزش کمی یا بدون ارزش خواهد داشت. در انقلاب

تناسب اندام و برجستگیامتی در دهه های اخیر، تأکید بسیار بیشتری بر تمرینات و فعالیت هایی شده است که آمادگی جسمانی، قدرت، استقامت و انعطاف پذیری شرکت کنندگان را بهبود می بخشد.

## مفاهیم برای تحلیل

در تجزیه و تحلیل فعالیت ها، درک این نکته مهم است که عضلات معمولاً بر اساس عملکرد متحدالمرکز خود گروه بندی می شوند و در تقابل زوجی با یک گروه متضاد کار می‌کنند. نمونه‌ای از این گروه‌بندی عضلانی جمعی برای انجام یک عمل مفصلی مشخص است که خم کننده‌های آرنج همه با هم کار می‌کنند. در این مثال، خم کننده های آرنج (دوسر بازو، بازو، بازویی و براکیورادیالیس) به صورت یک گروه آگونیست به صورت متمرکز منقبض می شوند تا خم شوند. همانطور که آنها آرنج را خم می‌کنند، هر عضله به طور قابل توجهی در انجام کار نقش دارد. آنها در تقابل با آنتاگونیست های خود، عضله سه سر بازویی و آنکونئوس کار می‌کنند. عضله سه سر بازویی و آنکونئوس با هم به عنوان یک گروه عضلانی جمعی کار می‌کنند تا باعث کشیدگی آرنج شوند، اما در این مثال آنها در افزایش طول خود همکاری می‌کنند تا به خم کننده ها اجازه دهند وظایف خود را انجام دهند. در این افزایش طول مشترک، عضلات سه سر و آنکونئوس ممکن است تحت کشش فعال باشند یا نباشند. اگر کشش وجود نداشته باشد، در این صورت افزایش طول غیرفعال است که به طور کامل توسط خم کننده های آرنج ایجاد می‌شود. اگر کشش فعال وجود داشته باشد، اکستانسورهای آرنج به طور غیرعادی منقبض می شوند تا میزان و سرعت افزایش طول را کنترل کنند.

یک جنبه اغلب گیج کننده این است که، بسته به فعالیت، این گروه های عضلانی می‌توانند با انقباض غیرعادی، عملکردهای کاملاً مخالف را کنترل کنند. یعنی از طریق انقباضات خارج از مرکز، فلکسورهای آرنج ممکن است اکستنشن آرنج را کنترل کنند، مانند کاهش وزن در حلقه دوسر بازو، و سه سر بازویی و آنکونئوس ممکن است خم شدن آرنج را کنترل کنند، مانند کاهش وزن در اکستنشن سه سر (جدول 12.3 و را ببینید). 12.4). متخصصان ورزش باید بتوانند یک فعالیت را مشاهده کنند و نه تنها تعیین کنند که کدام عضلات در حال انجام حرکت هستند، بلکه بدانند چه نوع انقباض در حال رخ دادن

است و چه نوع تمریناتی برای رشد عضلات مناسب است. فصل 2 مروری بر نحوه انقباض ماهیچه ها برای کار گروهی برای عملکرد در حرکات مفصلی ارائه می دهد.

## تجزیه و تحلیل حرکت

در تجزیه و تحلیل تمرین های مختلف و مهارت های ورزشی، تجزیه تمام حرکات به فاز ضروری است. تعداد مراحل، معمولاً سه تا پنج، بسته به مهارت متفاوت است. عملاً تمام مهارت های ورزشی حداقل یک مرحله مقدماتی، یک مرحله حرکتی و یک مرحله بعدی خواهند داشت. بسیاری نیز با مرحله موضع گیری شروع می شوند و با مرحله بهبودی به پایان می رسند. نام مراحل از مهارتی به مهارت دیگر متفاوت است تا با اصطلاحات مورد استفاده در ورزش های مختلف مطابقت داشته باشد، و همچنین ممکن است بسته به قسمت بدن درگیر متفاوت باشد. در برخی موارد، این مراحل اصلی ممکن است حتی بیشتر تقسیم شوند، مانند بیس بال، که در آن مرحله آماده سازی برای بازوی توپ به خم شدن اولیه و خم شدن دیرهنگام تقسیم می‌شود.

مرحله ایستادن به ورزشکار این امکان را می دهد که وضعیت بدنی راحت و متعادلی را به خود اختصاص دهد تا مهارت ورزشی را از آنجا شروع کند. تاکید بر تنظیم زوایای مختلف مفصل در موقعیت های صحیح خود نسبت به یکدیگر و سطح ورزشی یا پایه تکیه گاه است. به طور کلی، با توجه به فازهای بعدی، فاز ایستادن یک فاز نسبتا ایستا است که شامل دامنه حرکت نسبتاً کوتاهی است. با توجه به حداقل حرکت در این مرحله، اکثریت حفظ موقعیت مفصل در سراسر بدن از طریق انقباضات ایزومتریک انجام می‌شود.

مرحله آماده سازی، که اغلب به عنوان فاز خم شدن یا باد کردن نامیده می‌شود، برای بلند کردن ماهیچه های مناسب استفاده می‌شود، به طوری که آنها در موقعیتی قرار می گیرند که نیرو و تکانه بیشتری تولید کنند، زیرا به طور متمرکز در فاز بعدی منقبض می شوند. بحرانی ترین مرحله در دستیابی به نتیجه مطلوب فعالیت است و با افزایش نیاز به انفجار پویاتر می‌شود. به طور کلی، برای افزایش طول عضلات مورد نیاز در فاز بعدی، انقباضات متحدالمرکز در عضلات آنتاگونیست آنها در این مرحله رخ می دهد.

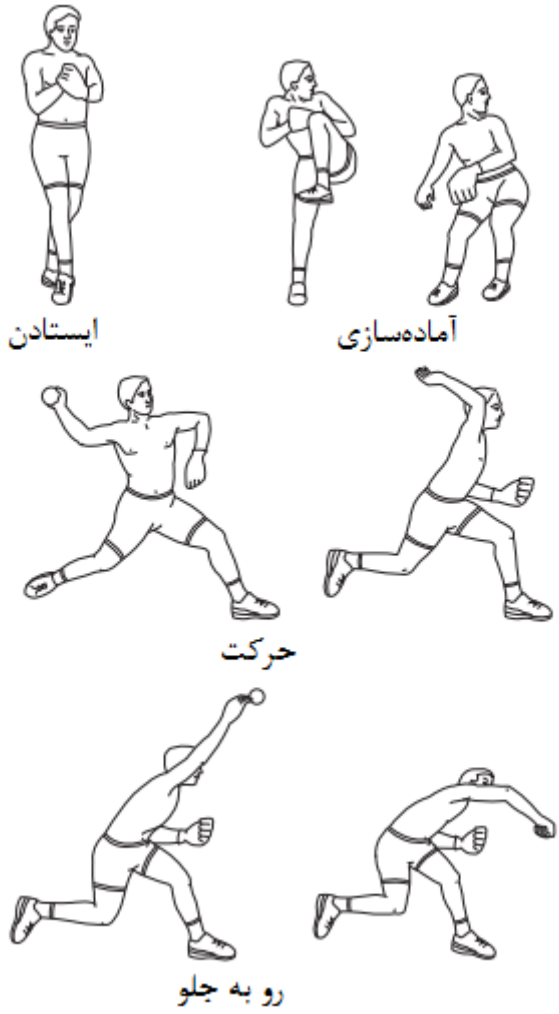
مرحله حرکت که گاهی اوقات به عنوان مرحله شتاB، عمل، حرکت یا تماس شناخته می‌شود، بخش عمل مهارت است. مرحله ای است که در آن مجموع نیرو مستقیماً به توپ، جسم ورزشی/کار یا حریف ایجاد می‌شود و معمولاً با فعالیت متمرکز نزدیک به حداکثر در عضلات درگیر مشخص می‌شود.

مرحله پیگیری بلافاصله پس از اوج مرحله حرکت شروع می‌شود تا شتاب منفی اندام یا بخش بدن درگیر را ایجاد کند. در این مرحله که اغلب به عنوان فاز کاهش سرعت از آن یاد می‌شود، سرعت بخش بدن به تدریج کاهش می یابد، معمولاً در دامنه وسیعی از حرکت. این کاهش سرعت معمولاً ناشی از فعالیت خارج از مرکز بالا در عضلاتی است که آنتاگونیست عضلات مورد استفاده در مرحله حرکت بودند. به طور کلی، هر چه شتاب در مرحله حرکت بیشتر باشد، نیروهای خارج از مرکز، طول و اهمیت فاز دنباله‌روی بیشتر می‌شود. گاهی اوقات، برخی از ورزشکاران ممکن است مرحله پیگیری را خیلی زود شروع کنند، در نتیجه مرحله حرکت را کوتاه کرده و به نتیجه ای کمتر از حد مطلوب در فعالیت می رسند.

مرحله ریکاوری پس از پیگیری برای بازیابی تعادل و موقعیت برای آمادگی برای ورزش بعدی یا تقاضای کاری استفاده می‌شود. تا حدی، ماهیچه‌هایی که به‌طور غیرعادی در مرحله پیگیری برای کاهش سرعت بدن یا بخش بدن مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌طور هم‌مرکز در ریکاوری مورد استفاده قرار می‌گیرند تا بازگشت اولیه به موقعیت عملکردی را ایجاد کنند.

تجزیه و تحلیل مهارت را می‌توان با مثال زمین بیسبال در شکل 12.1 مشاهده کرد. مرحله استقرار زمانی شروع می‌شود که بازیکن قبل از دریافت سیگنال از شکارچی، موقعیتی را با توپ در دستکش به دست می آورد. پارچ مرحله آماده سازی را با گسترش بازوی پرتابی به سمت عقب و چرخش تنه به سمت راست همراه با خم شدن لگن چپ آغاز می‌کند. کمربند شانه راست در ترکیب با ابداکشن و حداکثر چرخش خارجی مفصل گلنوهومرال به طور کامل جمع می‌شود تا این مرحله تکمیل شود. بلافاصله پس از آن، مرحله حرکت با حرکت بازو به جلو آغاز می‌شود و تا رها شدن توپ ادامه می یابد. در زمان رها شدن توپ، مرحله تعقیب آغاز می‌شود، زیرا بازو در همان جهتی که مرحله حرکت تعیین کرده است به حرکت خود ادامه می دهد تا زمانی که سرعت به حدی کاهش یابد که بازو بتواند با خیال راحت جهت حرکت را تغییر دهد. این کاهش سرعت بدن، و به خصوص بازو، با مقادیر زیاد فعالیت غیرعادی انجام می‌شود. در این مرحله، مرحله ریکاوری شروع

می‌شود و بازیکن را قادر می‌سازد تا موقعیت خود را تغییر دهد تا توپ ضربه‌خورده را به میدان برود. در این مثال، اساساً به بازوی پرتابی اشاره شده است، اما شباهت‌های زیادی در سایر مهارت‌های ورزشی بالادست، مانند سرویس تنیس، پرتاب نیزه، و سرویس والیبال وجود دارد. در عمل، حرکات هر مفصل در بدن باید با توجه به مراحل مختلف آنالیز شود.




شکل. 12.1• فازهای تجزیه و تحلیل مهارت-زمین بیس بال. مرحله ایستادن عمدتاً با انقباضات ایزومتریک انجام می‌شود. حرکات در مرحله آماده سازی در محل چسبیدن اول از طریق انقباضات متحدالمرکز انجام می‌شود. مرحله حرکت شامل فعالیت متمرکز قابل توجهی است. فعالیت غیرعادی در طول مرحله پیگیری زیاد است.

## مفهوم زنجیره جنبشی

همانطور که آموخته اید، اندام های ما از چندین بخش استخوانی تشکیل شده است که توسط یک سری مفاصل به هم متصل شده اند. این بخش های استخوانی و سیستم پیوندی مفاصل آنها ممکن است به یک زنجیره تشبیه شوند. درست مانند یک زنجیر، اگر زنجیره باز باشد یا در یک انتها متصل نباشد، هر یک از پیوندهای اندام ممکن است به صورت جداگانه بدون تأثیر قابل توجهی روی سایر پیوندها حرکت کند. با این حال، اگر زنجیره به طور ایمن متصل یا بسته باشد، حرکت قابل توجه هر یک از پیوندها بدون حرکت اساسی و متعاقب سایر پیوندها انجام نمی‌شود.

در بدن، اگر انتهای انتهایی اندام به یک سطح نسبتاً پایدار ثابت نباشد، ممکن است یک اندام به عنوان یک زنجیره جنبشی باز دیده شود. این آرایش به هر مفصل در اندام اجازه می دهد تا بدون نیاز به حرکت سایر مفاصل اندام به طور جداگانه حرکت کند یا عمل کند. این بدان معنا نیست که فعالیت های زنجیره جنبشی باز باید فقط یک مفصل را درگیر کند، بلکه حرکت در یک مفصل نیازی به حرکت در سایر مفاصل زنجیره ندارد. نمونه هایی در اندام فوقانی این تمرینات تک مفصلی عبارتند از شانه بالا انداختن شانه، بالا بردن دلتوئید (ابداکشن شانه) و پیچش عضله دوسر (شکل 12.2، A). نمونه‌های اندام تحتانی شامل خمیدگی لگن نشسته، اکستنشن زانو و تمرینات دورسی فلکشن مچ پا است (شکل 12.2، C). در تمام این مثال‌ها، هسته بدن و بخش پروگزیمال تثبیت می‌شوند در حالی که بخش دیستال آزاد است تا در فضا از طریق یک صفحه منفرد حرکت کند. این نوع تمرینات به عنوان تمرینات انزوا مفصل شناخته می شوند و در جداسازی یک مفصل خاص برای تمرکز بر روی گروه های عضلانی خاص مفید هستند. با این حال، از این نظر که بیشتر فعالیت‌های بدنی، به‌ویژه برای اندام تحتانی، به فعالیت چند مفصلی که گروه‌های عضلانی متعددی را به طور همزمان درگیر می‌کند، بسیار کاربردی نیستند. علاوه بر این، از آنجایی که اتصال به صورت پروگزیمال پایدار است و در قسمت دیستال بارگذاری می‌شود، نیروهای برشی بر روی اتصال وارد می شوند که پیامدهای منفی بالقوه ای را به همراه دارد.

شکل. 12.2 • فعا لیت های زنجیره جنبشی باز در مقابل بسته. A، فعالیت زنجیره باز برای اندام فوقانی. B، فعالیت زنجیره بسته برای اندام فوقانی.

اگر انتهای دیستال اندام ثابت باشد، مانند کشش، فشار، دیپ، اسکات یا بالابر مرده، اندام نشان دهنده یک زنجیره جنبشی بسته است. به شکل 12.2، B و D مراجعه کنید. در این سیستم بسته، حرکت یک مفصل نمی‌تواند بدون ایجاد حرکات

قابل پیش بینی سایر مفاصل در اندام انجام شود. فعالیت های زنجیره بسته بسیار کاربردی هستند و بدن را در ارتباط با بخش دیستال نسبتاً ثابت حرکت می‌کنند. مزیت تمرینات چند مفصلی این است که چندین مفاصل درگیر هستند و گروه‌های عضلانی متعددی باید در ایجاد و کنترل حرکات چند سطحی مشارکت داشته باشند که به شدت با بیشتر فعالیت‌های بدنی مرتبط است. علاوه بر این، اتصال به دلیل نیروهای فشاری مفصل ناشی از تحمل وزن پایدارتر است.

برای بیان تفاوت ها به روشی دیگر، تمرینات با زنجیره باز شامل حرکت اندام به اندام تثبیت شده یا از آن است، در حالی که تمرینات زنجیره بسته شامل حرکت دادن بدن به یا از اندام ثابت شده است. جدول 12.1 مقایسه ای از متغیرهایی را ارائه می دهد که بین تمرینات زنجیره باز و بسته تفاوت دارند و شکل 12.2 نمونه هایی از هر کدام را ارائه می دهد.

هر تمرین یا فعالیتی را نمی‌توان به طور کامل به عنوان یک تمرین زنجیره باز یا بسته طبقه بندی کرد. به عنوان مثال، راه رفتن و دویدن به ترتیب به دلیل چرخش و حالت ایستادن هر دو باز و بسته هستند. مورد دیگر دوچرخه سواری است که از این نظر مخلوط است که لگن روی صندلی ثابت ترین بخش است، اما پاها به پدال های متحرک متصل می شوند.

در نظر گرفتن زنجیره جنبشی باز در مقابل بسته در تعیین ماهیچه ها و انواع انقباضات آنها هنگام تجزیه و تحلیل فعالیت های ورزشی مهم است. درک تفاوت‌های نسبی در نیاز به سیستم اسکلتی عضلانی از طریق تجزیه و تحلیل دقیق حرکات ماهرانه برای تعیین مناسب‌ترین تمرین‌های آماده‌سازی برای بهبود عملکرد حیاتی است. به طور کلی، تمرینات زنجیره جنبشی بسته عملکرد بیشتری دارند و برای نیازهای ورزش و فعالیت بدنی قابل استفاده هستند. بیشتر ورزش ها شامل فعالیت های زنجیره بسته در اندام تحتانی و فعالیت های زنجیره باز در اندام فوقانی است. با این حال، استثنائات زیادی وجود دارد، و تمرینات آماده سازی با زنجیره بسته ممکن است برای اندام هایی که عمدتاً در فعالیت های ورزشی با زنجیره باز درگیر هستند، مفید باشد. تمرینات زنجیره باز در رشد یک گروه عضلانی خاص در یک مفصل مفید است.

## ملاحظات شرطی سازی

هدف این کتاب پرداختن کامل به اصول شرطی سازی نیست، اما مروری کوتاه ارائه شده است تا به عنوان یک مرجع کلی و یادآوری اهمیت به کارگیری صحیح این مفاهیم در هنگام رشد گروه های عضلانی اصلی باشد.

جدول 12.1 • تفاوت بین تمرینات زنجیره باز و بسته

| متغیر | ورزش با زنجیره باز | ورزش با زنجیره بسته |
|---|---|---|
| انتهای دیستال اندام | در فضا آزاد است و ثابت نیست | به چیزی ثابت شده است |
| الگوی حرکت | با استرس دورانی در مفصل مشخص می‌شود (اغلب غیرعملکردی) | با تنش خطی در مفصل مشخص می‌شود (عملکردی) |
| حرکات مشترک | در انزوا رخ می دهد | چندگانه به طور همزمان رخ می دهند |
| استخدام عضلات | ایزوله (حداقل انقباض عضلانی) | چندگانه (هم انقباض عضلانی قابل توجه) |
| محور مشترک | در طول الگوهای حرکتی پایدار است | در درجه اول عرضی |
| هواپیمای حرکتی | معمولا مجرد | چندگانه (سه سطحی) |
| بخش پروگزیمال مفصل | پایدار | سیار |
| بخش دیستال مفصل | سیار | موبایل، به جز بیشتر جنبه های دیستال |
| حرکت رخ می دهد | محور چرخش دیستال به آنی | محور چرخش پروگزیمال و دیستال به آنی |
| عملکرد | اغلب غیرعملکردی، به ویژه اندام تحتانی | عملکردی |
| نیروهای مشترک | برش | فشاری |
| ثبات مفصل | به دلیل نیروهای برشی و حواس پرتی کاهش یافته است | در اثر نیروهای فشاری افزایش یافته است |
| پایدارسازی | ساختگی | نه مصنوعی، بلکه واقعی و کاربردی |

| | | |
|---|---|---|
| بارگذاری | ساختگی | فیزیولوژیکی، بازخورد طبیعی حس عمقی و جنبشی را فراهم می‌کند |

## اصل اضافه بار

یک اصل اساسی فیزیولوژیکی ورزش، اصل اضافه بار است. بیان می‌کند که در پارامترهای مناسB، یک عضله یا گروه عضلانی به نسبت مستقیم با بار اضافه بر روی آن افزایش می‌یابد. در حالی که توضیح کامل کاربردهای خاص اصل اضافه بار برای هر یک از اجزای آمادگی جسمانی از حوصله این متن خارج است، برخی از مفاهیم کلی به دنبال آن هستند. برای بهبود قدرت و عملکرد عضلات اصلی، این اصل باید برای هر گروه عضلانی بزرگ بدن، به تدریج در طول هر سال، در تمام سطوح سنی اعمال شود. در عمل واقعی، مقدار اضافه بار اعمال شده به طور قابل توجهی بر اساس چندین عامل متفاوت است. به عنوان مثال، یک فرد تمرین نکرده که یک برنامه تمرینی قدرتی را شروع می‌کند، معمولاً در چند هفته اول برنامه تمرینی، در میزان وزنه ای که می‌تواند بلند کند، افزایش قابل توجهی خواهد داشت. بیشتر این افزایش توانایی به دلیل اصلاح عملکرد عصبی عضلانی است تا افزایش واقعی قدرت بافت عضلانی. به طور مشابه، فردی که به خوبی آموزش دیده باشد، بهبودهای نسبتاً جزئی را در میزان وزنه ای که می‌توان در مدت زمان طولانی تری بلند کرد، مشاهده خواهد کرد. بنابراین، میزان و میزان اضافه بار پیشرونده بسیار متغیر است و باید متناسب با نیازهای خاص اهداف ورزشی فرد تنظیم شود.

اضافه بار ممکن است با تغییر هر یک یا ترکیبی از سه متغیر تمرین - فرکانس، شدت و مدت زمان اصلاح شود. فرکانس معمولاً به تعداد دفعات در هفته اشاره دارد. شدت معمولاً درصد معینی از حداکثر مطلق است و مدت زمان معمولاً به تعداد دقیقه در هر مسابقه ورزشی اشاره دارد. افزایش سرعت انجام تمرین، تعداد تکرارها، وزنه و دفعات تمرین همگی راه هایی برای اصلاح این متغیرها و اعمال اصل اضافه بار هستند. همه این عوامل در تعیین حجم کل تمرین مهم هستند.

اضافه بار همیشه به تدریج افزایش نمی یابد. در دوره های خاصی از شرطی سازی، اضافه بار باید در واقع به طور تجویزی کاهش یا افزایش یابد تا نتایج کل برنامه بهبود یابد. این واریانس عمدی در یک برنامه تمرینی در فواصل زمانی منظم به عنوان دوره‌بندی شناخته می‌شود و برای ایجاد دستاوردهای بهینه در عملکرد بدنی انجام می‌شود. بخشی از مبنای دوره بندی این است که ورزشکار در رقابتی ترین بخش فصل در اوج سطح خود باشد. برای رسیدن به این هدف، ممکن است

تعدادی متغیر دستکاری شود، از جمله تعداد ست‌ها در هر تمرین یا تکرار در هر ست، انواع تمرینات، تعداد تمرینات در هر جلسه تمرین، دوره‌های استراحت بین ست‌ها و تمرین‌ها، مقاومت مورد استفاده برای یک ست، نوع تمرین انقباض عضلانی و تعداد جلسات تمرین در روز و در هفته.

## اصل SAID

اصل SAID (انطباق های خاص با خواسته های تحمیلی) باید در تمام جنبه های آمادگی و تمرین فیزیولوژیکی در نظر گرفته شود. این اصل که بیان می‌کند که بدن به تدریج و در طول زمان به طور خاص خود را با استرس ها و بارهای اضافی که تحت آن قرار می گیرد سازگار می‌کند، در هر شکلی از تمرین عضلانی و همچنین در سایر سیستم های بدن قابل اجرا است. به عنوان مثال، اگر فردی قرار باشد چندین هفته تمرینات قدرتی را برای یک مفصل خاص از طریق دامنه حرکتی محدود انجام دهد، ماهیچه های خاص درگیر در اجرای تمرینات تقویتی در محل چسبیدن اول توانایی حرکت در برابر افزایش مقاومت از طریق یک مفصل خاص را بهبود می بخشد. دامنه حرکت استفاده شده در بیشتر موارد، حداقل افزایش قدرت به طور قابل توجهی فراتر از دامنه حرکتی مورد استفاده در تمرین وجود دارد. علاوه بر این، سایر اجزای آمادگی جسمانی - مانند انعطاف پذیری، استقامت قلبی تنفسی، و استقامت عضلانی - به حداقل ممکن افزایش می یابد. به عبارت دیگر، برای دستیابی به مزایای خاص، برنامه های ورزشی باید به طور خاص برای سازگاری مورد نظر طراحی شوند.

باید توجه داشت که این انطباق ممکن است مثبت یا منفی باشد، بسته به اینکه از تکنیک های صحیح استفاده شده و در طراحی و اجرای برنامه شرطی سازی تاکید شود. خواسته های نامناسب یا بیش از حد بر روی بدن در یک بازه زمانی بسیار کوتاه می‌تواند منجر به آسیب شود. اگر تقاضاها خیلی کم باشند یا به ندرت در یک دوره زمانی بسیار طولانی اجرا شوند، بهبود کمتر از حد مطلوب رخ خواهد داد. برنامه های آماده سازی و تمرینات گنجانده شده در آنها باید تجزیه و تحلیل شوند تا مشخص شود که آیا آنها از ماهیچه های خاصی که برای آنها در نظر گرفته شده اند به درستی استفاده می‌کنند یا خیر.

## اختصاصی

ویژگی ورزش به شدت به بحث در مورد اصل SAID مربوط می‌شود. اجزای آمادگی جسمانی - مانند قدرت عضلانی، استقامت عضلانی و انعطاف‌پذیری - ویژگی‌های عمومی بدن نیستند، بلکه مختص هر ناحیه بدن و گروه عضلانی هستند. بنابراین، هنگام طراحی یک برنامه تمرینی باید به نیازهای خاص فرد توجه شود. اغلB، تجزیه و تحلیل تمرینات و تکنیک های مهارتی یک فرد برای طراحی یک برنامه تمرینی برای رفع نیازهای خاص او ضروری است. تمرینات بالقوه مورد استفاده در برنامه شرطی سازی باید برای تعیین تناسب آنها با نیازهای خاص فرد مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. اهداف برنامه تمرینی باید با توجه به نواحی خاص بدن، زمان ترجیحی برای رسیدن به اوج بدنی و نیازهای آمادگی جسمانی مانند قدرت، استقامت عضلانی، قدرت، چابکی، تعادل، هماهنگی، حس عمقی، انعطاف پذیری، استقامت قلبی تنفسی و ترکیب بدن تعیین شود. . پس از تعیین اهداف، یک رژیم شامل متغیرهای اضافه بار فرکانس، شدت و مدت ممکن است تجویز شود تا کل بدن یا نواحی خاص را در بر گیرد به گونه‌ای که به بهبود اجزای آمادگی جسمانی ترجیح داده شود. مشاهده منظم و تجزیه و تحلیل حرکت پیگیری برای اطمینان از رعایت صحیح تکنیک و انجام تنظیمات در صورت نیاز ضروری است.

## رشد عضلانی

سال‌ها تصور می‌شد که فرد از طریق شرکت در فعالیت‌های ورزشی قدرت، استقامت و انعطاف‌پذیری عضلانی کافی را به دست می‌آورد. امروزه اعتقاد بر این است که فرد برای اینکه بتواند به طور ایمن و مؤثر در فعالیت های ورزشی شرکت کند، باید قدرت، استقامت و انعطاف عضلانی را توسعه دهد.

قدرت عضلانی کافی، استقامت و انعطاف پذیری کل بدن از سر تا پا باید با استفاده صحیح از اصول صحیح تمرین ایجاد شود. افراد مسئول این توسعه باید تمرین های مناسبی را تجویز کنند که این اهداف را برآورده کند.

در مدارس این پیشرفت باید از سنین پایین شروع شود و در تمام سالهای مدرسه ادامه یابد. نتایج تست های تناسب اندام مانند دراز و نشست، پرش طول ایستاده و دویدن مایل نشان می دهد که نیاز به بهبود قابل توجهی در این زمینه در کودکان در ایالات متحده وجود دارد. قدرت و استقامت عضلانی کافی در سال‌های بزرگسالی برای فعالیت‌های روزمره زندگی و همچنین برای نیازهای شغلی و نیازهای تفریحی مهم است. بسیاری از مشکلات کمر و سایر بیماری های جسمی را می‌توان با نگهداری مناسب از سیستم اسکلتی عضلانی اجتناب کرد. در صورت نیاز به فصل های 4 تا 11 مراجعه کنید.

## تجزیه و تحلیل تمرینات انتخاب شده

برای کمک به توسعه تمرین تجزیه و تحلیل عضلات مورد استفاده برای فعالیت های خاص، چندین صفحه بعدی تجزیه و تحلیل مختصری از چندین تمرین رایج ارائه می دهد. هنگامی که این تکنیک ها به طور گسترده تمرین می شوند و تبرجستگیط پیدا می‌کنند، فرد آماده تجزیه و تحلیل و تجویز تمرینات و فعالیت هایی برای قدرت و استقامت عضلانی مورد نیاز در فعالیت های ورزشی و برای زندگی سالم است. تمام ماهیچه های ذکر شده در آنالیز به صورت متحدالمرکز منقبض می شوند، مگر اینکه به طور خاص به انقباض خارج از مرکز یا ایزومتریک اشاره شده باشد. لازم به ذکر است که این تجزیه و تحلیل ها فقط بر روی مفاصل اصلی درگیر در حرکات تمرکز می‌کنند و یک تجزیه و تحلیل کامل باید شامل فعالیت

اساساً در تمام قسمت های بدن باشد. به عنوان مثالی از اهمیت کل بدن، یک پارچ بیس بال می‌تواند به طور قابل توجهی توسط نقص عملکردی در هر نقطه بین انگشتان پا و نوک انگشتان آسیب ببیند.

برای کمک بیشتر به تجزیه و تحلیل عضلات درگیر در تمرینات، استفاده از ضمیمه 4 و تعیین عضلات درگیر در مراحل مختلف با استفاده از کاربرگ تجزیه و تحلیل مهارت موجود در تمرینات کاربرگ در پایان این فصل مفید خواهد بود. کاربرگ ها با هم برای تجزیه و تحلیل حداکثر شش فاز مختلف ارائه می‌کنند.

## مانور والسالوا

بسیاری از مردم هنگام تلاش برای بلند کردن چیزی سنگین، نفس خود را بدون فکر کردن حبس می‌کنند. این فشار، که به مانور والسالوا معروف است، با بازدم در برابر اپی گلوت بسته (پره غضروف پشت زبان که مسیر هوا را هنگام بلع می‌بندد) انجام می‌شود و بسیاری تصور می‌کنند توانایی بلند کردن بدن را افزایش می‌دهد. در اینجا برای احتیاط در مورد استفاده از آن ذکر شده است، زیرا باعث افزایش چشمگیر فشار خون و به دنبال آن کاهش شدید فشار خون می‌شود. استفاده از مانور والسالوا می‌تواند باعث سبکی سر و غش شود و در افراد مبتلا به بیماری قلبی عوارضی را به دنبال داشته باشد. به جای استفاده از مانور والسالوا، افرادی که بلند می‌کنند باید همیشه از تنفس ریتمیک و مداوم استفاده کنند. معمولاً توصیه می‌شود در مرحله بلند کردن یا انقباض بازدم و در مرحله پایین آمدن یا ریکاوری دم انجام دهید.

## کشش شانه

## شرح

در حالت ایستاده یا نشسته، آزمودنی انگشتان خود را در جلوی قفسه سینه قفل می‌کند و سپس سعی می‌کند آنها را از هم جدا کند (شکل 12.3). این انقباض به مدت 5 تا 20 ثانیه حفظ می‌شود.

## تحلیل و بررسی

در این نوع تمرین، حرکت عضلات منقبض کم یا اصلا وجود ندارد. در برخی تمرینات ایزومتریک، انقباض عضلات متضاد به اندازه انقباض عضلاتی است که برای تولید نیروی حرکتی تلاش می‌کنند. گروه‌های ماهیچه‌ای که برای ایجاد حرکت منقبض می‌شوند، آگونیست‌ها هستند. در تمرینی که توضیح داده شد، آگونیست های اندام فوقانی راست با آگونیست های اندام فوقانی چپ آنتاگونیست هستند و بالعکس (جدول 12.2). این تمرین منجر به انقباضات ایزومتریک مچ و دست، آرنج، مفصل شانه و عضلات کمربند شانه می‌شود. قدرت انقباض به زاویه کشش و اهرم مفصل درگیر بستگی دارد. بنابراین، در هر نقطه یکسان نیست.

تمرینات ایزومتریک بسته به نوع تمرین و مفاصلی که در آن حرکت انجام می‌شود، از نظر تعداد عضلات منقبض متفاوت است. تمرین کشش شانه باعث ایجاد مقداری انقباض عضلات آگونیست در چهار مجموعه مفاصل می‌شود. به جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 مراجعه کنید.

شکل. 12.3 • کشش شانه.

## حلقه بازو (دوسر بازو)

## شرح

در حالی که سوژه در وضعیت ایستاده قرار دارد، دمبل در دست نگه داشته می‌شود و کف آن به سمت جلو است. دمبل تا زمانی که آرنج کاملاً خم شود بلند می‌شود (شکل 12.4). سپس به موقعیت شروع بازگردانده می‌شود.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بلند کردن به حالت خم شده و (2) مرحله پایین آوردن به حالت کشیده (جدول 12.3). توجه: فرض بر این است که هیچ حرکتی در مفصل شانه و کمربند شانه رخ نمی دهد، اگرچه بسیاری از عضلات شانه و کمربند شانه به صورت ایزومتریک به عنوان تثبیت کننده عمل می‌کنند. جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 را مرور کنید.

شکل. 12.4 • فرش بازو. الف، موقعیت شروع در گسترش؛ B، موقعیت خمیده.

## اکستنشن سه سر بازو

## شرح

آزمودنی ممکن است از دست مخالف برای کمک به حفظ بازو در وضعیت خم شدن شانه استفاده کند. سپس، با گرفتن دمبل و شروع خم شدن کامل آرنج، آزمودنی آرنج را تا زمانی که بازو و ساعد صاف شوند، دراز می‌کند. مفصل شانه و کمربند شانه توسط دست مخالف تثبیت می شوند. در نتیجه، هیچ حرکتی در این مناطق فرض نمی‌شود. با این حال، این تمرین ممکن است بدون مخالف با استفاده از دست مخالف برای تثبیت بازوی درگیر همانطور که در شکل 12.5 نشان داده شده است. در این موارد، کمربندهای متعدد شانه‌ای و عضلات مفصل گلنوهومرال به صورت ایزومتریک برای حفظ این موقعیت نسبتا ایستا استفاده می‌شود.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بلند کردن به حالت کشیده و (2) مرحله پایین آوردن به وضعیت خم شده (جدول 12.4). توجه: فرض بر این است که هیچ حرکتی در مفصل شانه و کمربند شانه رخ نمی دهد، اگرچه بسیار مهم است که بسیاری از عضلات شانه و کمربند شانه به صورت ایزومتریک منقبض شوند تا این ناحیه تثبیت شود تا تمرین به درستی انجام شود. جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 را مرور کنید.

شکل. 12.5 • کشتن سه سر بازو. A، موقعیت شروع در خم شدن؛ B، موقعیت گسترده.

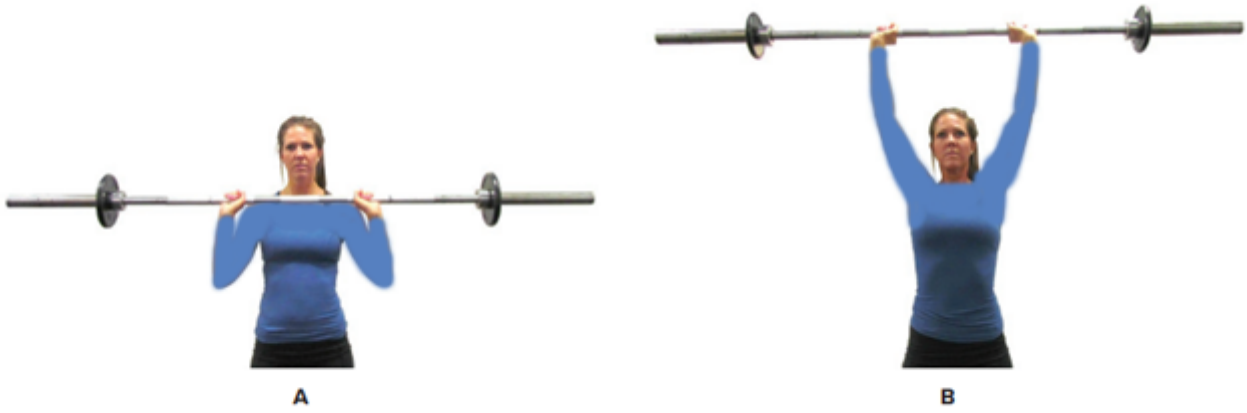
## پرس هالتر

## شرح

این تمرین زنجیره جنبشی باز گاهی اوقات به عنوان پرس بالای سر یا پرس نظامی شناخته می‌شود. هالتر در موقعیتی بالا در جلوی سینه، با کف دست ها رو به جلو، پاها به راحتی باز شده و پشت و پاها صاف نگه داشته می‌شود (شکل 12.6، A). از این موقعیت، هالتر به سمت بالا رانده می‌شود تا کاملاً بالای سر باشد (شکل 12.6، B) و سپس به موقعیت شروع باز می گردد. به جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 مراجعه کنید.

## تحلیل و بررسی

این تمرین برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بلند کردن تا موقعیت کامل بالای سر و (2) مرحله پایین آوردن به موقعیت شروع (جدول 12.5).




شکل. 12.6 • پرس هالتر. A، موقعیت شروع؛ B، موقعیت سربار کامل.

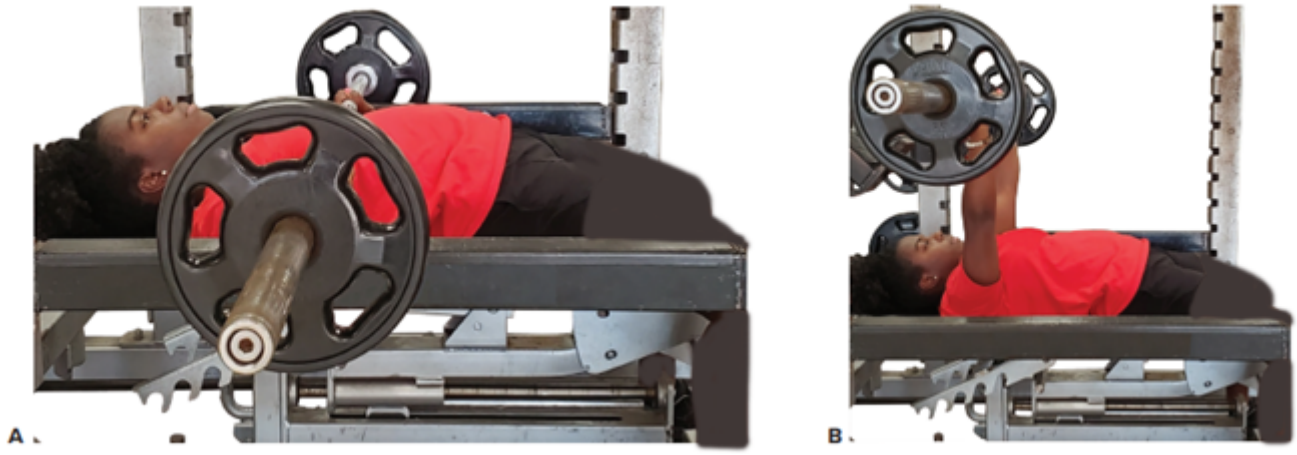
## پرس سینه (پرس سینه)

## شرح

آزمودنی روی نیمکت تمرین در وضعیت خوابیده به پشت دراز می کشد، هالتر را می گیرد و وزنه را در دامنه کامل حرکت بازو و شانه به سمت بالا فشار می دهد (شکل 12.7). سپس وزنه به موقعیت شروع کاهش می یابد. به جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 مراجعه کنید.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز را می‌توان برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم کرد: (1) مرحله بلند کردن به موقعیت بالا و (2) مرحله پایین آوردن به موقعیت شروع (جدول 12.6).




شکل. 12.7 • پرس سینه (پرس نیمکت). A، موقعیت شروع؛ B، موقعیت بالالف

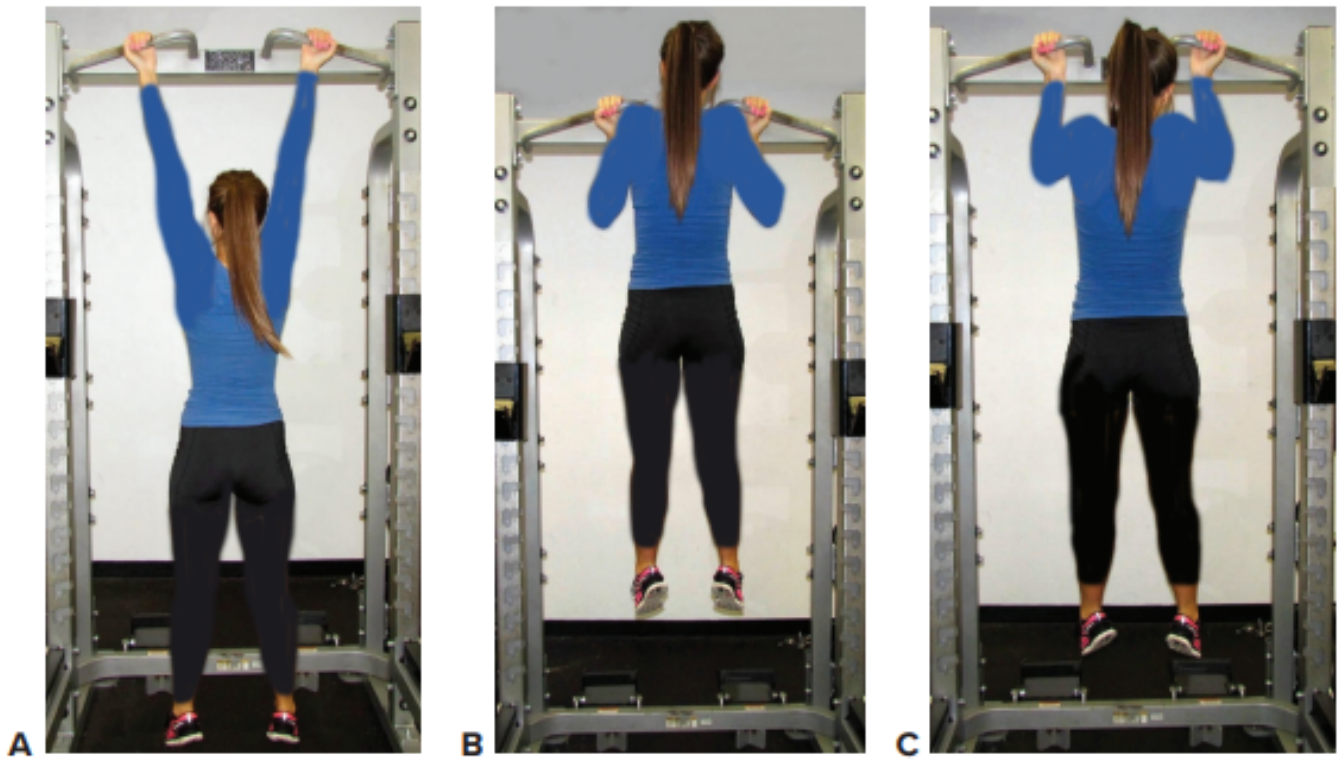
## چانه بالا (کشش)

## شرح

آزمودنی یک میله یا نردبان افقی را با کف دست ها دور از صورت می گیرد (شکل 12.8، A). از حالت آویزان روی میله، سوژه به سمت بالا کشیده می‌شود تا زمانی که چانه بالای میله قرار گیرد (شکل 12.8، B) و سپس به موقعیت شروع باز می گردد (شکل 12.8، C). پهنای دستگیره روی میله چانه بالا تا حدی بر حرکات شانه تأثیر می گذارد. یک گیره باریک به اکستنشن و خمش گلنوهومرال بیشتر اجازه می دهد، در حالی که یک چنگال پهن تر، همانطور که در شکل 12.8 نشان داده شده است، به ترتیب به اداکشن و ابداکشن بیشتری نیاز دارد. برای بررسی کامل عضلات درگیر در چانه بالا، به جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 مراجعه کنید.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی بسته برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بالا کشیدن تا موقعیت چانه زدن و (2) مرحله پایین آوردن به موقعیت شروع (جدول 12.7).




شکل. 12.8 • کشش به بالالف الف، آویزان با بازوی مستقیم. B، چانه بیش از نوار. ج، بازو خم شده در راه بالا یا پایین آویزان است.

## کشش لاتیسموس (لاتیسیموس کش)

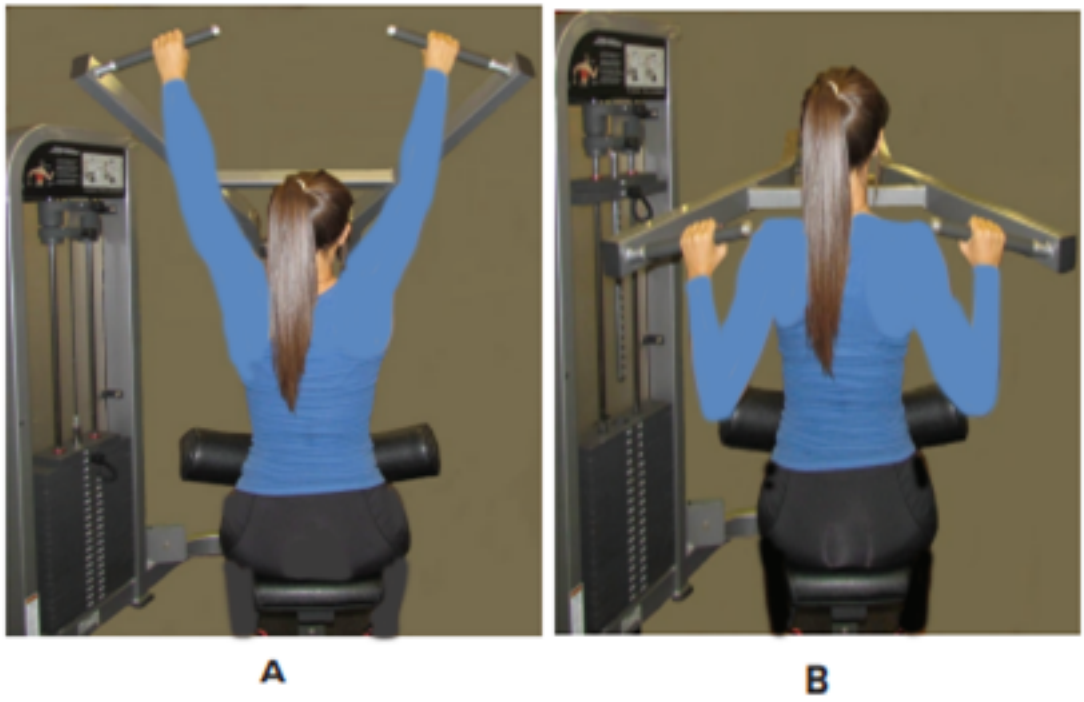
## شرح

از حالت نشسته، سوژه به سمت بالا می آید و یک میله افقی را می گیرد (شکل 12.9، A). میله تا یک موقعیت زیر چانه به پایین کشیده می‌شود (شکل 12.9، B). سپس به آرامی به موقعیت شروع بازگردانده می‌شود. پهنای دستگیره روی میله افقی تا حدی بر حرکات شانه تأثیر می گذارد. یک چنگ باریک امکان اکستنشن و خمش گلنوهومرال بیشتری را فراهم

می‌کند، در حالی که گرفتن عریض‌تر رایج‌تر، همانطور که در شکل 12.9 نشان داده شده است، به ترتیب به اداکشن و ابداکشن بیشتری نیاز دارد. جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 فهرست کاملی از عضلات مورد استفاده در این تمرین را ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله پایین آمدن به پایین موقعیت چانه و (2) مرحله بازگشت به موقعیت شروع (جدول 12.8).




شکل. 12.9 • کشش لاتیسیموس (لاتیسیموس کش). A، موقعیت شروع؛ B، موقعیت رو به پایین.

## فشار دادن

## شرح

آزمودنی روی زمین در حالتی دراز کشیده و پاها را کنار هم قرار می دهد، کف دست ها با زمین تماس دارند و دست ها به سمت جلو و تقریباً زیر شانه ها هستند (شکل 12.10، A). با صاف نگه داشتن پشت و پاها، سوژه به سمت بالا فشار می آورد و سپس به موقعیت شروع باز می گردد (شکل 12.10، B).

فشارآپ یک تمرین کل بدن است که در آن عضلات گردن و کمر، لگن، زانو، مچ پا و پا به صورت ایزومتریک فعال هستند تا نواحی مربوطه را تثبیت کنند. جدول 12.9 فقط شامل عضلات اندام فوقانی در تجزیه و تحلیل است. جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 پوشش بیشتری از عضلات درگیر در قسمت اندام فوقانی فشار آپ را ارائه می دهند.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی بسته برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله هل دادن به موقعیت بالا و (2) مرحله پایین آوردن به موقعیت شروع (جدول 12.9).

چانه‌آپ و هل‌آپ تمرین‌های عالی برای ناحیه شانه، کمربند شانه، مفصل شانه، مفصل آرنج و مچ دست و دست هستند (شکل‌های 12.8 و 12.10 را ببینید). استفاده از وزنه‌های آزاد، ماشین‌ها و سایر تمرین‌های آماده‌سازی به تقویت قدرت و استقامت این قسمت از بدن کمک می‌کند.

شکل. 12.10 • Push-up. A، موقعیت شروع؛ B، موقعیت بالالف

## ردیف خمیده دمبل

## شرح

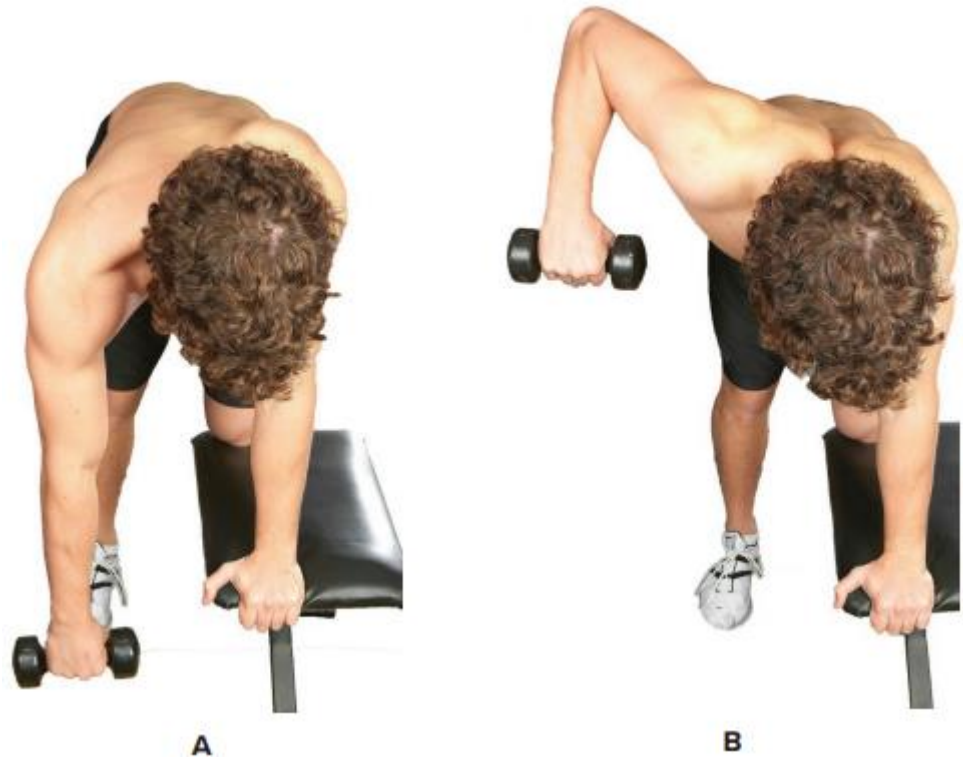
این تمرین زنجیره جنبشی باز ممکن است در وضعیت پران نیز انجام شود و به همین دلیل گاهی اوقات به عنوان ردیف مستعد نیز شناخته می‌شود. آزمودنی روی یک نیمکت زانو زده یا روی میز دراز کشیده است تا بازوی درگیر با زمین تماس نداشته باشد (شکل 12.11، A). هنگام زانو زدن، آزمودنی از بازوی طرف مقابل برای حمایت از بدن استفاده می‌کند. دمبل در دست نگه داشته می‌شود و بازو و شانه مستقیماً به زمین آویزان است. از این موقعیت، آزمودنی کمربند شانه را جمع می‌کند و مفصل شانه را به صورت افقی می رباید (شکل 12.11، B). سپس دمبل به آرامی به موقعیت شروع پایین می آید. جداول 4.3، 5.4، 6.3 و 7.3 جزئیات بیشتری در مورد عضلات مورد استفاده در این تمرین ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود:

(1) مرحله کشش به موقعیت ربوده شده افقی و

(2) پایین آوردن فاز به موقعیت شروع (جدول 12.10).



شکل. 12.11 • ردیف خمیده دمبل. A، موقعیت شروع؛ B، موقعیت بالالف

**جمع شدن شکم** (شکل. 12.12)

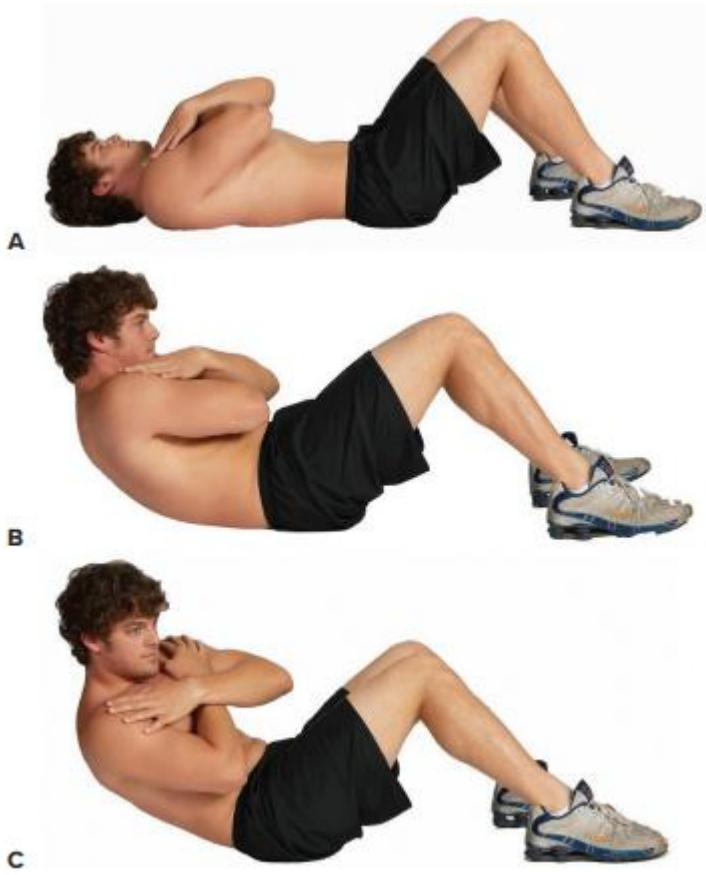
## شرح

شرکت‌کننده به پشت دراز می‌کشد، ساعدها روی قفسه سینه دراز کشیده، زانوها تقریباً 90 محل چسبیدن خم شده و پاها به اندازه عرض لگن از هم باز هستند. باسن و زانوها به این ترتیب خم می شوند تا طول خم کننده های ران کاهش یابد و در نتیجه سهم آنها در پیچش کاهش یابد.

شرکت‌کننده خم شدن تنه را تا حالت پیچشدن انجام می‌دهد، تنه را به سمت راست می‌چرخاند و آرنج چپ را به سمت لگن قدامی راست (خطهای ایلیاک فوقانی قدامی) نشانه می‌گیرد و سپس به موقعیت شروع باز می‌گردد. در تکرار بعدی، برای رشد متعادل عضلانی، شرکت‌کننده باید به جای چرخش به راست به سمت چپ بچرخد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز برای تجزیه و تحلیل به چهار مرحله تقسیم می‌شود: (1) فاز خم شدن تنه به حالت پیچشدن، (2) چرخش به فاز راست/چپ، (3) مرحله بازگشت به حالت پیچشدن و (4) بازگشت. مرحله تا موقعیت شروع (جدول 12.11).




شکل. 12.12 • پیچ شدن شکم. A، شروع وضعیت آرام؛ B، خم شدن تنه به حالت حلقه شدن. C، حالت خم شدن تنه و چرخش راست به سمت بالالف

**پسوند مستعد متناوب** (شکل. 12.13)

## شرح

شرکت‌کننده در یک وضعیت دراز کشیده، رو به پایین، با شانه‌های کاملاً خمیده در وضعیتی آرام و در جلوی بدن دراز می‌کشد. سر، تنه فوقانی، اندام فوقانی راست و اندام تحتانی چپ از روی زمین بلند می شوند. زانوها در حالت اکستنشن کامل نگه داشته می شوند. سپس شرکت کننده به موقعیت شروع باز می گردد. در تکرار بعدی، سر، تنه فوقانی، اندام فوقانی چپ و اندام تحتانی راست از روی زمین بلند می شوند. جداول 4.3، 5.4، 6.3، 7.3، 8.4، 9.3، 10.3 و 11.3 جزئیات بیشتری در مورد عضلات مورد استفاده در این تمرین ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی باز برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بلند کردن برای بلند کردن اندام فوقانی راست از سطح و بالا بردن اندام تحتانی چپ از روی زمین و (2) مرحله پایین آوردن به حالت آرام (جدول 12.12).

شکل. 12.13 • پسوندهای مستعد متناوب. A، شروع وضعیت آرام؛ B، موقعیت ارتقا یافته.

**اسکات** (شکل. 12.14)

## شرح

شرکت‌کننده یک هالتر را روی شانه‌های پشت گردن می‌گذارد و آن را با حالت کف دست‌ها به جلو می‌گیرد. شرکت‌کننده به سمت پایین چمباتمه می‌زند، در حالی که ستون فقرات را در راستای طبیعی نگه می‌دارد، تا زمانی که ران‌ها با زمین موازی شوند، در لگن خم می‌شوند. سپس شرکت کننده به موقعیت شروع باز می گردد. این تمرین معمولاً با اجازه دادن به زانوها به سمت جلو و فراتر از صفحه پا به سمت جلو انجام می‌شود که خطر آسیب را تا حد زیادی افزایش می دهد. باید مراقب باشید که ساق پا تا حد ممکن در طول این تمرین عمودی باقی بماند.

پاها باید موازی باشند و اندام تحتانی کمی چرخش خارجی داشته باشند. زانوها باید روی مچ پاها و پاها قرار گیرند بدون اینکه جلو، بین یا خارج از صفحه عمودی پا قرار بگیرند. این ورزش همچنین ممکن است با اجازه دادن به خم شدن کمر که به مشکلات کمر کمک می‌کند، به درستی انجام شود. ضروری است که اکستانسورهای کمری بیشتر به عنوان تثبیت کننده های ایزومتریک کمر برای حفظ وضعیت لوردوتیک استفاده شوند در حالی که کشنده های ران و زانو به همراه فلکسورهای کف پا مچ پا لیفت را در این تمرین انجام می دهند. جداول 4.3، 5.4، 6.3، 7.3، 8.4، 9.3، 10.3 و 11.3 جزئیات بیشتری در مورد عضلات مورد استفاده در این تمرین ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی بسته برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله پایین آوردن به حالت چمباتمه زدن و (2) مرحله بلند کردن به موقعیت شروع (جدول 12.13). نکته: فرض بر این است که هیچ حرکتی در مفصل شانه، کمربند شانه، مچ دست، دست، پشت یا پا انجام نمی‌شود، اگرچه برای حفظ موقعیت مناسبB، فعالیت عضلات ایزومتریک در این نواحی مورد نیاز است.

شکل. 12.14 • اسکوات. A، موقعیت شروع؛ B، وضعیت چمباتمه زده.

**بالابر مرده** (شکل. 12.15)

توضیحات شرکت‌کننده در حالت خم شدن لگن/زانو و حالت خمیده پشتی مچ پا شروع می‌کند، بازوها، پاها و پشت را صاف نگه می‌دارد و هالتر را روی زمین می‌گیرد. سپس حرکتی به سمت حالت ایستاده با دراز کردن باسن انجام می‌شود. این ورزش، زمانی که با اجازه دادن به خم شدن کمر به طور نامناسب انجام شود، ممکن است به مشکلات کمر کمک کند. مشابه اسکوات، ضروری است که اکستانسورهای کمری بیشتر به عنوان تثبیت کننده های ایزومتریک کمر مورد استفاده قرار گیرند در حالی که اکستانسورهای لگن اکثریت لیفت را در این تمرین انجام می دهند. جداول 4.3، 5.4، 6.3، 7.3، 8.4، 9.3، 10.3 و 11.3 جزئیات بیشتری در مورد عضلات مورد استفاده در این تمرین ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی بسته برای تجزیه و تحلیل به دو مرحله تقسیم می‌شود: (1) مرحله بلند کردن به حالت باز شده/کشیده زانو و (2) مرحله پایین آوردن به حالت شروع خم شده/زانو خم شده (جدول 12.14).

شکل. 12.15 • بالابر مرده. A، حالت خم شدن ران/زانوی خم شده در ابتدالف B، پایان دادن به حالت کشیده شده باسن/زانو.

## تمرینات ایزومتریک

یک تکنیک ورزشی به نام ایزومتریک نوعی فعالیت عضلانی است که در آن گروه‌های عضلانی انقباض با کوتاهی یا بدون کوتاهی عضله وجود دارد. اگرچه از نظر افزایش قدرت کلی به اندازه ایزوتونیک کارآمد نیست، ایزومتریک روشی موثر برای ایجاد و حفظ قدرت عضلانی در محدوده حرکتی محدود است.

چند تمرین ایزومتریک منتخب به صورت عضلانی تجزیه و تحلیل می شوند تا نشان دهند که چگونه برای توسعه گروه های عضلانی خاص طراحی شده اند. اگرچه رویکردهای متفاوتی برای ایزومتریک وجود دارد، اما اکثر مقامات موافق هستند که انقباضات ایزومتریک باید تقریباً 7 تا 10 ثانیه برای تأثیر تمرین نگه داشته شوند.

**انقباض شکم** (شکل. 12.16)

## شرح

شرکت‌کننده ماهیچه‌های ناحیه قدامی شکم را تا جایی که ممکن است بدون حرکت تنه یا باسن منقبض می‌کند. این تمرین را می‌توان در حالت نشسته، ایستاده یا دراز کشیده انجام داد. هرچه این انقباض در چند ثانیه طولانی‌تر باشد، تمرین تا حدی ارزشمندتر خواهد بود.

## تحلیل و بررسی

شکم

اختصار

راست شکمی

مایل خارجی شکم

مایل داخلی شکم

عرضی شکمی

شکل. 12.16 • انقباض شکمی. A، موقعیت آغازین؛ B، سمت قراردادی.

## **تمرین قایقرانی** (شکل. 12.17)

## شرح

شرکت‌کننده روی یک صندلی متحرک می‌نشیند و زانوها و لگن‌ها را نزدیک به سینه خم کرده است. بازوها به سمت جلو دراز می شوند تا یک میله افقی را بگیرند. در حالی که دست ها به سمت قفسه سینه کشیده می شوند، پاها به زور کشیده می شوند. سپس پاها و بازوها به حالت اولیه باز می گردند. جداول 4.3، 5.4، 6.3، 7.3، 8.4، 9.3، 10.3 و 11.3 جزئیات بیشتری در مورد عضلات مورد استفاده در این تمرین ارائه می دهد.

## تحلیل و بررسی

این تمرین زنجیره جنبشی بسته برای تجزیه و تحلیل به دو حرکت تقسیم می‌شود: (1) کشش بازو به سینه / فشار پا برای کشش زانوها و فاز لگن و (2) مرحله بازگشت به موقعیت شروع (جدول 12.15).

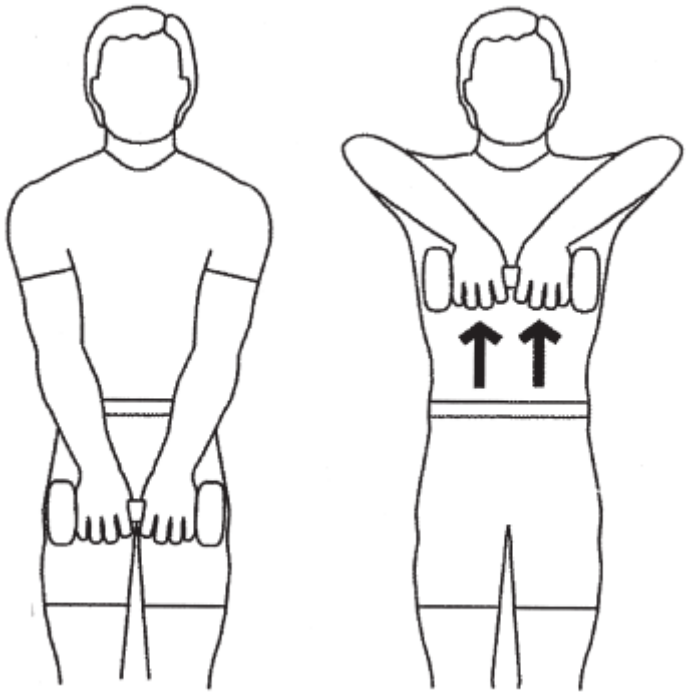
شکل. 12.17 • ماشین تمرین قایقرانی. A، موقعیت شروع؛ B، جنبش.

## تمرین های کاربرگ

## برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

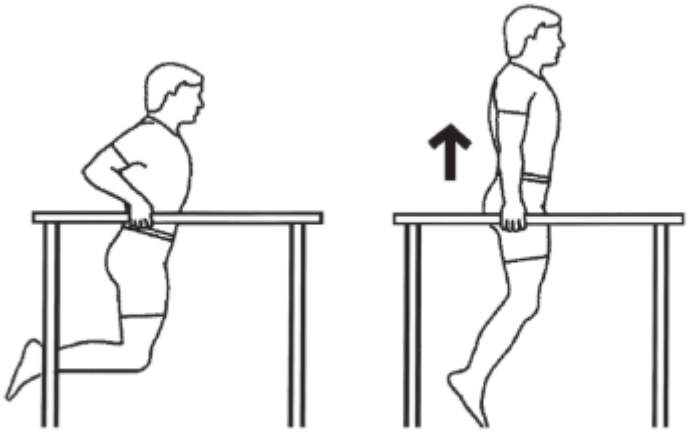
## کاربرگ تمرین ردیف عمودی

حرکاتی را که در هر مفصل هنگام بلند کردن وزنه توسط سوژه در اجرای ردیف‌های عمودی و سپس پایین آوردن وزنه رخ می‌دهد، فهرست کنید. برای هر حرکت مفصل، ماهیچه‌های مسئول اصلی را فهرست کنید و مشخص کنید که آیا آنها به‌ترتیب با ««C، E»» یا «I» به‌طور متمرکز، خارج از مرکز یا ایزومتریک منقبض می‌شوند.



## کاربرگ تمرین دیپ

حرکاتی را که در هر مفصل رخ می‌دهد، در حالی که سوژه بدن را به سمت بالا و پایین حرکت می‌دهد، فهرست کنید. برای هر حرکت مفصل، ماهیچه‌هایی را که مسئول اصلی هستند فهرست کنید و مشخص کنید که به ترتیب با ««C، E»» یا «I» به صورت متمرکز، خارج از مرکز یا ایزومتریک منقبض می‌شوند.



## تمرین های کاربرگ

## برای تکالیف داخل یا خارج از کلاس یا برای آزمایش، از این کاربرگ استفاده کنید.

## تجزیه و تحلیل مهارت های ورزشی انتخابی

یک مهارت را برای تجزیه و تحلیل در ستون سمت چپ زیر انتخاب کنید و دور آن دایره کنید. در تحلیل خود حرکات هر مفصل را در هر مرحله از مهارت فهرست کنید. ممکن است ترجیح دهید موقعیت های اولیه ای را که مفاصل در مرحله ایستادن قرار دارند فهرست کنید. پس از هر حرکت، عضله(های) را که مسئول اصلی ایجاد/کنترل آن حرکات یا حفظ موقعیت هستند فهرست کنید. در کنار هر عضله در هر حرکت نوع انقباض را به صورت زیر نشان می دهد: I-isometric؛ C-مرکز؛ الکترونیکی پیچیده.

# Appendix

## Appendix 1

Range of motion for diarthrodial joints of the body

| Joint | Type | Motion | Range |
|---|---|---|---|
| Sternoclavicular | Arthrodial (sellar, according to some authorities) | Protraction | Moves anteriorly 15° |
| | | Retraction | Moves posteriorly 15° |
| | | Elevation | Moves superiorly 45° |
| | | Depression | Moves inferiorly 5° |
| | | Upward rotation | 45° |
| | | Downward rotation | 5° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acromioclavicular | Arthrodial | Protraction–retraction | 20°–30° rotational and gliding motion |
| | | Elevation–depression | 20°–30° rotational and gliding motion |
| | | Upward rotation–downward rotation | 20°–30° rotational and gliding motion |
| Scapulothoracic | Not a true synovial joint, all movement totally dependent upon AC and SC joints | Abduction–adduction | 25° total range |
| | | Upward rotation–downward rotation | 60° total range |
| | | Elevation–depression | 55° total range |
| | | Flexion | 90°–100° |
| | | Extension | 40°–60° |
| | | Abduction | 90°–95° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Glenohumeral | Enarthrodial | Adduction | 0° prevented by trunk, 75° anterior<br>to trunk |
| | | Internal rotation | 70°–90° |
| | | External rotation | 70°–90° |
| | | | |
| | | Horizontal abduction | 45° |
| | | Horizontal adduction | 135° |
| Elbow (ulnohumeral and<br>radiohumeral) | Ginglymus | Extension | 0° |
| | | Flexion | 145°–150° |
| Radioulnar | Trochoid | Supination | 80°–90° |
| | | پرونیشن | 70°–90° |

Range of motion for diarthrodial joints of the body *(continued)*

| Joint | Type | Motion | Range |
|---|---|---|---|
| Wrist (primarily radiocarpal) | Condyloid | Flexion | 70°–90° |
| | | Extension | 65°–85° |
| | | Abduction | 15°–25° |
| | | Adduction | 25°–40° |
| Thumb carpometacarpal | Sellar | Flexion | 15°–45° |
| | | Extension | 0°–20° |
| | | Adduction | 0° |
| | | Abduction | 50°–70° |
| Thumb | Ginglymus | Extension | 0° |
| | | Flexion | 40°–90° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| metacarpophalangeal | | | |
| Thumb interphalangeal | Ginglymus | Flexion | 80°–90° |
| | | Extension | 0° |
| 2nd, 3rd, 4th and 5th metacarpophalangeal joints | Condyloid | Extension | 0°–40° |
| | | Flexion | 85°–100° |
| | | Abduction | Variable 10°–40° |
| | | Adduction | Variable 10°–40° |
| 2nd, 3rd, 4th and 5th proximal interphalangeal joints | Ginglymus | Flexion | 90°–120° |
| | | Extension | 0° |
| 2nd, 3rd, 4th and 5th distal interphalangeal joints | Ginglymus | Flexion | 80°–90° |
| | | Extension | 0° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Atlantooccipital | Condyloid | Flexion | 20° |
| | | Extension | 10° |
| | | Lateral flexion | 5° |
| Atlantoaxial | Trochoid | Flexion | 5° |
| | | Extension | 10° |
| | | Rotation unilaterally | 40° |
| Cervical C2-C7 | Arthrodial | Flexion | 45° |
| | | Extension | 45° |
| | | Lateral flexion | 45° |
| | | Rotation unilaterally | 60° |
| Thoracic | Arthrodial | Flexion | 30°–35° |
| | | Extension | 20°–25° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Lateral flexion | 25°–30° |
| | | Rotation unilaterally | 30°–35° |

Range of motion for diarthrodial joints of the body *(continued)*

| Joint | Type | Motion | Range |
|---|---|---|---|
| Lumbar | Arthrodial | Flexion | 80° |
| | | Extension | 20°–30° |
| | | Lateral flexion | 35° |
| | | Rotation unilaterally | 45° |
| Hip (acetabulofemoral) | Enarthrodial | Flexion | 130° |
| | | Extension | 30° |
| | | Abduction | 35° |
| | | Adduction | 0°–30° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | External rotation | 50° |
| | | Internal rotation | 45° |
| Knee (tibiofemoral)<br><br>*For internal and external*<br><br>*rotation to occur, the knee*<br><br>*must be flexed 20° or more* | Ginglymus<br><br>(trochoginglymus) | Extension | 0° |
| | | Flexion | 140° |
| | | Internal rotation | 30° |
| | | External rotation | 45° |
| Ankle (talocrural) | Ginglymus | Plantar flexion | 50° |
| | | Dorsal flexion | 15°–20° |
| Transverse tarsal (talo-<br><br>navicular and calcaneo-<br><br>cuboid) and subtalar | Arthrodial | Inversion | 20°–30° |
| | | اِورسیون | 5°–15° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (talocalcaneal) | | | |
| Great toe metatarsophalangeal | Condyloid | Flexion | 45° |
| | | Extension | 70° |
| | | Abduction | Variable 5°–25° |
| | | Adduction | Variable 5°–25° |
| Great toe interphalangeal | Ginglymus | Flexion | 90° |
| | | Extension | 0° |
| 2nd, 3rd, 4th and 5th metatarsophalangeal joints | Condyloid | Flexion | 40° |
| | | Extension | 40° |
| | | Abduction | Variable 5°–25° |
| | | Adduction | Variable 5°–25° |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2nd, 3rd, 4th and 5th<br><br>proximal interphalangeal<br><br>joints | Ginglymus | Flexion | 35° |
| | | Extension | 0° |
| 2nd, 3rd, 4th and 5th<br><br>distal interphalangeal<br><br>joints | Ginglymus | Flexion | 60° |
| | | Extension | 30° |

## Appendix 2

Commonly used exercises for strengthening selected muscles

Some exercises may be more or less specific for certain muscles. In some cases, certain exercises are designed to emphasize specific portions of a particular muscle more than other portions. Some exercises may be modified slightly to further emphasize or deemphasize certain muscles or portions of muscles. In addition to the muscles listed, numerous other muscles in surrounding joints or other parts of the body may be involved by contracting isometrically to maintain appropriate position of the body for the muscles listed to carry out the exercise movement. Appropriate strength and endurance of these stabilizing muscles is essential for correct position and execution of the listed exercises. Finally, these exercises may be documented by different names by different authorities. Illustration and documentation of the proper techniques and indications for these exercises is beyond the scope of this text. Please consult several strength and conditioning texts for further details.

Upper extremity

| | |
|---|---|
| | |

| Muscle groups | Muscles | Exercise |
|---|---|---|
| Scapula abductors | Serratus anterior | Front press |
| | | Dumbbell flys |
| | | Dumbbell press |
| | | Bench press |
| | | Close-grip bench press |
| | Pectoralis minor | Incline press |
| | | Push-ups |
| | | Incline dumbbell press |
| | | Pec deck flys |
| | | Cable crossover flys |
| Scapula adductors | Rhomboid | Bent-over lateral raises |
| | | Pec deck rear delt laterals |
| | Trapezius, lower fibers | Seated rows |
| | | Bent rows |
| | Trapezius, middle fibers | T-bar rows |
| | | Dead lifts |
| | | Sumo dead lifts |
| Scapula upward rotators | Serratus anterior | Dumbbell press |
| | Trapezius, lower fibers | Dumbbell flys |
| | | One-arm dumbbell press |
| | Trapezius, middle fibers | Lateral raises |
| | | Upright rows |
| Scapula downward rotators | Pectoralis minor | Parallel bar dips |
| | | Dumbbell pullovers |
| | Rhomboid | Barbell pullovers |
| | | Chin-ups |
| | | Reverse chin-ups |
| | | Lat pulldowns |
| | | Back lat pulldowns |
| | | Close-grip lat pulldowns |
| | | Straight-arm lat pulldowns |
| | | One-arm dumbbell rows |

| | | |
|---|---|---|
| Scapula elevators | Rhomboid<br>Levator scapulae<br>Trapezius, upper fibers<br>Trapezius, middle fibers | Upright rows<br>Barbell shrugs<br>Dumbbell shrugs<br>Machine shrugs<br>Dead lifts |
| Scapula depressors | Pectoralis minor<br>Trapezius, lower fibers | Parallel bar dips<br>Body dips |

Upper extremity

| Muscle groups | Muscles | Exercise |
|---|---|---|
| Shoulder flexors | Deltoid, anterior fibers<br>Deltoid, middle fibers<br>Pectoralis major, clavicular fibers<br>کوراکوماهیچه بازویی | Arm curls<br>Triceps dips<br>One-arm dumbbell press<br>Front raises<br>Low pulley front raises<br>One-dumbbell front raises<br>Barbell front raises |
| | ماهیچه پشتی بزرگ<br>ترس ماژور<br>Triceps brachii, | Dumbbell pullovers |

| | | |
|---|---|---|
| Shoulder extensors | long head<br>Pectoralis major,<br>sternal fibers<br>Deltoid, posterior<br>fibers<br>ماهیچه زیرخاری<br>ترس minor | Barbell pullovers<br>Reverse chin-ups<br>Close-grip lat pulldowns<br>Straight-arm lat pulldowns<br>One-arm dumbbell rows |
| Shoulder abductors | Deltoid, anterior<br>fibers<br>Deltoid, posterior<br>fibers<br>Deltoid, middle<br>fibers | Back press<br>Front press<br>Dumbbell press<br>One-arm dumbbell press<br>Lateral raises<br>Side-lying lateral raises<br>Low pulley lateral raises |
| | Pectoralis major,<br>clavicular fibers<br>Supraspinatus | Upright rows<br>Nautilus lateral raises<br>Upright rows |
| Shoulder adductors | Pectoralis major<br>ماهیچه پشتی بزرگ<br>ترس ماژور<br>Subscapularis<br>کوراکوماهیچه بازویی | Triceps dips<br>Parallel bar dips<br>Chin-ups<br>Lat pulldowns<br>Back lat pulldowns |
| Shoulder internal rotators | Pectoralis major<br>ماهیچه پشتی بزرگ<br>ترس ماژور<br>Subscapularis | Triceps dips<br>Side-lying internal rotations<br>Standing internal rotations at 90 degrees abduction |

| | | |
|---|---|---|
| Shoulder external rotators | ماهیچه زیرخاری<br>ترس minor | Side-lying external rotations<br>Standing external rotations at 90 degrees abduction |

| Upper extremity | | |
|---|---|---|
| Muscle groups | Muscles | Exercise |
| Shoulder horizontal abductors | ماهیچه پشتی بزرگ<br>ماهیچه زیرخاری<br>ترس minor<br>Deltoid, middle<br>fibers<br>Deltoid, posterior fibers | Low pulley bent-over<br>lateral raises<br>Pec deck rear delt laterals<br>Bent rows<br>T-bar rows |
| Shoulder horizontal adductors | Pectoralis major | Dumbbell flys<br>Triceps dips<br>Dumbbell press<br>Bench press<br>Close-grip bench press<br>Incline press<br>Decline press<br>Push-ups<br>Incline dumbbell press<br>Incline dumbbell flys<br>Pec deck flys<br>Cable crossover flys<br>Seated rows |
| Elbow flexors | کوراکوماهیچه بازویی<br>Biceps brachii<br>ماهیچه بازویی<br>بازویی‌زبرزندی | Arm curls<br>concentration curls<br>Hammer curls<br>Low pulley curls<br>High pulley curls<br>Barbell curls<br>Machine curls<br>Preacher curls<br>Reverse barbell curls<br>Chin-ups<br>Reverse chin-ups<br>Lat pulldowns |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Back lat pulldowns | extensors | Triceps brachii, long head | One-arm reverse pushdowns |
| | | Close-grip lat pulldowns | | | |
| | | Seated rows | | Triceps brachii, medial head | Parallel bar dips |
| | | One-arm dumbbell rows | | | |
| | | Bent rows | | | Pushdowns |
| | | T-bar rows | | Anconeus | |
| | | Upright rows | | | Push-ups |
| | | Barbell pullovers | | | Reverse pushdowns |
| | | Bench press | | | Seated dumbbell triceps extensions |
| | | Close-grip bench press | | | Seated ez-bar triceps extensions |
| | | Decline press | | | Triceps dips |
| | | Dumbbell press | | | Triceps extensions |
| | | Dumbbell pullovers | | | Triceps kickbacks |
| | | Dumbbell triceps extensions | | | |
| | | Front press | | | |
| | | Incline dumbbell press | | | |
| | Triceps brachii | | | | |
| | | Incline press | | | |
| | Triceps brachii, lateral head | One-arm dumbbell triceps extensions | | | |
| Elbow | | | | | |

Upper extremity

| Muscle groups | Muscles | Exercise |
|---|---|---|
| Wrist flexors | Flexor carpi radialis<br>Palmaris longus<br>Flexor carpi ulnaris<br>Flexor digitorum superficialis<br>Flexor digitorum profundus | Wrist curls |
| Wrist extensors | Extensor carpi radialis longus<br>Extensor carpi radialis brevis<br>Extensor carpi ulnaris | Reverse barbell curls<br>Reverse wrist curls<br>Reverse pushdowns |
| Finger flexors | Hand intrinsics<br>Flexor digitorum profundus<br>Flexor digitorum superficialis<br>Flexor pollicis longus | Ball squeezes<br>Putty squeezes<br>Rice bucket grips<br>Wrist curls<br>Dead lifts |
| Finger extensors | Extensor digitorum<br>Extensor digiti minimi<br>Extensor indicis | Reverse barbell curls<br>Reverse wrist curls<br>Rubber band stretches |

Lower extremity

| Muscle groups | Muscles | Exercise |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Hip flexors | ماهیچه راست رانی<br>تهیگاهی‌مازویی<br>ماهیچه شانه‌ای<br>تنسور فاشیا لاته | Crunches<br>Sit-ups<br>Gym ladder sit-ups<br>Calves over bench<br>sit-ups<br>Incline bench sit-ups<br>Specific bench sit-ups<br>Machine crunches<br>Incline leg raises<br>Leg raises<br>Hanging leg raises |
| | Gluteus maximus | Stiff-legged dead lifts<br>Dead lifts<br>Back extensions<br>Dumbbell squats<br>Squats<br>Front squats |

| | | |
|---|---|---|
| Hip extensors | ماهیچه دوسر رانی،<br>long head<br>ماهیچه نیم‌وتری<br>ماهیچه نیم‌غشایی | Power squats<br>Angled leg press<br>Good mornings<br>Lunges<br>Cable back kicks<br>Machine hip extensions<br>Floor hip extensions<br>Bridging<br>Prone arches |
| Hip abductors | Gluteus medius<br>Gluteus maximus<br>Tensor fascia latae | Cable hip abductions<br>Standing machine hip abductions<br>Floor hip abductions<br>Seated machine hip abductions |

| Lower extremity | | |
|---|---|---|
| Muscle groups | Muscles | Exercise |
| Hip adductors | Adductor magnus<br>Adductor longus<br>Adductor brevis<br>ماهیچه نواری | Sumo dead lifts<br>Power squats<br>Cable adductions<br>Machine adductions |
| Hip external rotators | Gluteus maximus<br>Piriformis<br>Gemellus superior<br>Gemellus inferior<br>Obturator externus<br>Obturator internus<br>چهارگوش femoris | Hip turn-outs<br>Body turn-aways |
| Knee extensors | عضله پهنِ میانی<br>عضله پهن اندرمیانی<br>ماهیچه راست رانی<br>عضله پهن پهلویی | Leg extensions<br>Dead lifts<br>Sumo dead lifts<br>Dumbbell squats<br>Squats<br>Front squats<br>Angled leg press<br>Power squats<br>Hack squats<br>Lunges |
| Knee flexors | ماهیچه نیم‌وتری<br>ماهیچه دوسر رانی, long head<br>ماهیچه دوسر رانی, short head<br>ماهیچه نیم‌غشایی<br>Gastrocnemius, lateral head | Standing leg curls<br>Seated leg curls<br>Lying leg curls |

| | | |
|---|---|---|
| | Gastrocnemius, medial head | |
| Ankle dorsiflexors | Tibialis anterior<br>Extensor hallucis longus<br>Extensor digitorum longus<br>Peroneous tertius | Towel pulls<br>Elastic band pulls |
| Ankle plantar flexors | Gastrocnemius, lateral head<br>Soleus<br>Gastrocnemius, medial head | Standing calf raises<br>One-leg toe raises<br>Donkey calf raises<br>Seated calf raises<br>Seated barbell calf raises |
| Transverse | Tibialis anterior | Towel drags |
| tarsal/ subtalar inversion | Tibialis posterior<br>Flexor digitorum longus<br>Flexor hallucis longus | Elastic band<br>turn-ins |
| Transverse tarsal/ subtalar اِوِرسیون | Extensor digitorum longus<br>Peroneus longus<br>Peroneus brevis<br>Peroneus tertius | Towel drags<br>Elastic band<br>turn-outs |
| Toe extensors | Extensor hallucis longus<br>Extensor digitorum longus | Towel pulls<br>Elastic band pulls |
| | Flexor digitorum longus | Towel curls |

| | | |
|---|---|---|
| Toe flexors | Flexor hallucis longus<br><br>Foot intrinsics | Marble pickups<br><br>Pencil pickups |

Cervical spine and trunk

| Muscle groups | Muscles | Exercise |
|---|---|---|
| Cervical extensors | Splenius cervicis<br>Splenius capitus<br>Trapezius, upper fibers | Dead lifts<br><br>Neck extensions |
| Cervical flexors | Sternocleidomastoid | Chin tucks<br><br>Sit-ups |
| Cervical rotators | Sternocleidomastoid<br><br>Splenius cervicis<br><br>Splenius capitus | Machine neck rotations |
| Trunk extensors | راست‌کننده ستون مهره‌ها | Back extensions<br>Alternating prone extensions |

| | | |
|---|---|---|
| | | Prone arches |
| Trunk flexors | Rectus abdominis<br>External oblique abdominal<br>Internal oblique abdominal | Dead lifts<br>Crunches<br>Crunch twists<br>Sit-ups<br>V Sit-ups<br>Gym ladder sit-ups<br>Calves over bench<br>sit-ups<br>Incline bench sit-ups<br>Specific bench sit-ups<br>High pulley crunches<br>Machine crunches<br>Incline leg raises<br>Leg raises<br>Hanging leg raises |
| | | Crunches<br>Crunch twists<br>Sit-up twists<br>V Sit-ups |

| | | |
|---|---|---|
| | | Gym ladder sit-ups<br>Calves over bench<br>sit-ups |
| Trunk rotators | External oblique abdominal<br>Internal oblique abdominal | Incline bench sit-ups<br>Specific bench sit-ups<br>High pulley crunches<br>Machine crunches<br>Incline leg raises<br>Leg raises<br>Hanging leg raises<br>Broomstick twists<br>Machine trunk rotations |
| | External oblique | Crunches<br>Crunch twists<br>Sit-ups<br>V Sit-ups<br>Gym ladder sit-ups |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Trunk lateral flexors | abdominal<br>Internal oblique<br>abdominal<br>چهارگوش<br>lumborum | Calves over bench sit-ups<br>Incline bench sit-ups<br>Specific bench sit-ups<br>High pulley crunches<br>Machine crunches | Rectus abdominis | Incline leg raises<br>Leg raises<br>Hanging leg raises<br>Broomstick twists<br>Dumbbell side bends<br>Roman chair side bends |

## Appendix 3

Etymology of commonly used terms in kinesiology

Below are some of the most commonly used terms in naming the muscles, bones, and joints as well as some additional terms utilized in explaining their function. This etymology is provided in order to better understand the ابتدا and historical development of these terms and to provide a more meaningful background as to how they came to be used in the study of the body and its movement today.

abdominis Latin: belly

abductor Latin: abducere

acromion Greek: akron, extremity + omus, shoulder

adductor Latin: adducere, adduct-, to bring tO، contract

amphiarthrodial Greek: amphO، both + arthron, joint + eidos, form, shape

anconeus Greek: agkon, elbow

antebrachial Latin: ante, before + brachium, arm

antecubital Latin: ante, before + cubitum, elbow

anterior Latin: comparative of ante, before

appendicular Latin: appendere, to hang to

arthrodial Greek: arthron, joint + eidos, form, shape

axillary Latin: axilla

axon Greek: axon, axis

biceps Latin: two-headed, bi-, two، caput, head

ماهیچه بازویی Latin: ماهیچه بازویی, brachial, arm

brachii Latin: bracchium, arm

بازوییزبرزندی Latin: bracchium, arm + radialis, radius

brevis Latin: (adj.) short, low, little, shallow

buccal Latin: cheek

bursa Greek: a leather sack

calcaneus Latin: calcaneus, heel, from Latin calcaneum, from calx, calc

cancellous Latin: cancellus, lattice

capitate, capitis Latin: caput, head

carpal Latin: carpalis, from carpus, wrist

carpus, carpi Latin: from Greek karpos, wrist

caudal Latin: caudalis, tail

celiac Greek: koilia, belly

cephalic Greek: kephale, head

cerebellum Latin: little brain

cerebrum Latin: cerebrum, brain

cervicis Latin: cervix, neck

clavicle French: clavicule, collarbone؛ Latin: clavicula, little key

coccyx Greek: kokkyz, cuckoo

colli Latin: collare, necklace, band or chain for the neck, from collum, the neck

concentric Latin: con, together with + centrum, center

condyle Greek: kondylos, knuckle

condyloidal Greek: kondylos, knuckle + eidos, form, shape

کوراکوماهیچه بازویی Greek: from کوراکوid korax, crow؛ eidos,

form؛ Greek: brachion + Latin, radial

کوراکوid Greek: korax, raven + eidos, form, shape

coronal Greek: korone, crown

coronoid Greek: korone, something curved, kind of crown + eidos, form, shape

cortical Latin: rind

costal Latin: costa, rib

coxal Latin: coxa, hip

cranial Latin: cranialis, cranium؛ Greek: kranion

crest Latin: crista, crest

crural Latin: cruralis, pertaining to leg or thigh

cubital Latin: cubitum, elbow

cuboid Greek: kybos, cube

cuneiforms Latin: cuneus, wedge + forma, form

deltoid, deltoidius Latin: deltoides: Greek deltoeides,

triangular: delta, delta + -oeides, -oid

dendrite Greek: dendrites, pertaining to a tree

derma Greek: derma, skin

dermatome Greek: derma, skin + tome, incision

diaphysis Greek: diaphysis, a growing through

diarthrodial Greek: dis, two + arthron, joint + eidos, form, shape

digital, digitorum Latin: digitus, finger or toe

distal Latin: distare, to be distant

dorsal Latin: dorsalis, dorsualis, of the back, from dorsum, back

dorsi Latin: dorsi, genitive of dorsum, back

eccentric Greek: ek, out + kentron, center

enarthrodial Greek: en, in + arthron, joint + eidos, form, shape

endosteum Greek: endon, within + osteon, bone

epiphyseal Greek: epi, above + phyein, to grow

epiphysis Greek: a growing upon

erector Latin: erigere, to erect

extensor Latin: extendere, to stretch out

external, externus Latin: externus, outside, outward

fabella Latin: faba, little bean

facet French: facette, small face

fasciae Latin: fascia, band

femoris Latin: femur, thigh, genitive of femur, thigh

femur Latin: thigh

fibers Latin: fibra, a fiber, filament, of uncertain ابتدا,

perhaps related to Latin: filum, thread

fibrous Latin: fibra, fiber

fibula Latin: clasp, brooch

flexor Latin: bender

foramen Latin: hole

fossa Latin: ditch

fovea Latin: pit

frontal Latin: frontem (nom, frons), forehead, literally that which projects

fusiform Latin: fusus, spindle + forma, shape

gaster Greek: gaster, belly

gastrocnemius Greek: gaster, belly + kneme, leg

gemellus Latin: twin

ginglymus Greek: ginglymos, hinge

gluteus Greek: gloutos, buttock

gomphosis Greek: bolting together

goniometer Greek: gonia, angle + metron, measure

ماهیچه نواری Latin: graceful

greater Middle English: grete؛ Old English: great, thick,

coarse؛ French: grand, which is from Latin: magnus

hallucis Latin: hallex, large toe

hamate Latin: hamatus, hooked

head Latin: from caput

humerus Latin: a misspelling borrowing umerus, shoulder

hyaline Greek: hyalos, glass

iliacus Latin: ilium, flank

iliocostalis Latin: ilium, flank + costa, rib

ilium Latin: ilium, groin, flank, variant of Latin: ilia

indicis Latin: forefinger, pointer, sign, list

inferior Latin: inferior, lower

ماهیچه زیرخاری, infraspinous Latin: infra, below 1 spina, spine

inguinal Latin: inguinalis, groin

insertion Latin: in, into + serere, to join

intermediate Latin: intermediates, lying between؛ Latin: intermedius, that which is between؛ from inter, between + medius, in the middle

intermedius Latin: inter, between, mediare, to divide that which is between

internal, internus Latin: internus, within

interossei Latin: inter, between + os, bone

interspinalis Latin: inter, between + spina, spine

intertransversarii Latin: inter, between + transverses, cross-direction

ischium Greek: ischion, hip joint

isokinetic Greek: isos, equal + kinesis, motion

isometric Greek: isos, equal + metron, measure

isotonic Greek: isos, equal + tonus, tone

kinematic Greek: kinematos, movement

kinesiology Greek: kinematos, movement + logos, word, reason

kinesthesia Greek: kinematos, movement + aesthesis, sensation

kyphosis Greek: humpback

latae Latin: latus, side

lateral, lateralis Latin: lateralis, belonging to the side

latissimus Latin: latissimus, superlative of latus, wide

lesser Middle English: lesse؛ Latin: minor

levator Latin: levator, lifter

lever Latin: levare, to raise

linea Latin: linea, line

longissimus Latin: longest, very long

longus Latin: long

lordosis Greek: lordosis, bending

lumbar, lumborum Latin: lumbus, loin

lumbricals Latin: lumbus, loin؛ referred to vermiform؛

Latin: vermis, worm + forma, form

lunate Latin: lunatus, past participle of lunare, to bend like a crescent, from luna, moon

magnus Latin: great

major Middle English: majour؛ Latin: major

malleolus Latin: malleolus, little hammer

mammary Latin: mamma, breast

mandible Latin: mandibula, jaw؛ Latin: mandere, to chew

manubrium Latin: handle, from manus, hand

margin Latin: marginalis, border

maxilla Latin: upper jaw, of mala, jaw, cheekbone

maximus Latin: greatest

meatus Latin: meatus, passage

medial, medialis Latin: medialis, of the middle؛ Latin:

medius, middle

medius Latin: middle

mental Latin: mentum, chin

metacarpal Greek: meta, after, beyond, over + Latin:

carpalis, from carpus, wrist

metatarsals Greek: meta, after, beyond, over + tarsos, flat surface

middle Old English: middle؛ Latin: medium

مینیموس, minimi Latin: minimum, smallest

minor Latin: lesser, smaller, junior

multifidus Latin: multus, many + clefts or segments

muscle Latin: musculus

myo Greek: mys, muscle

myotome Greek: mys, muscle + tome, incision

nasal Latin: nasus, nose

navicular Latin: navicula, boat, diminutive of navis, ship

neural Latin: neuralis, nerve

neuron Greek: neuron, nerve, sinew

notch French: noche, indention, depression

nuchal Latin: nape (back) of the neck

oblique, obliquus Latin: obliquus, slanted

obturator Latin: obturare, to close

occiput Latin: occiput (gen. occipitis), back of the skull, from ob, over against, behind + caput, head

olecranon Greek: elbow

omos Greek: omos, shoulder

opponens Latin: opponentem (nom. opponens), prp. of opponere, oppose, object tO، set against

oral Latin: oralis, mouth

orbital Latin: orbita, track

ابتدا Latin: origO، beginning

osseous Latin: osseus, bony

otic Greek: otikos, ear

palmar Latin: palma, palm of the hand

palmaris Latin: palma, palm

patella Latin: pan, kneecap

ماهیچه شانه‌ای Latin: pectin, comb

pectoralis Latin: pectoralis, from pectus, pector-, breast، Middle English, French, Latin: pectorale, breastplate, from neuter of pectoralis

pedal Latin: pedalis, foot

pennate Latin: penna, feather

perineal Greek: perinaion, perineum

periosteum Greek: peri, around + osteon, bone

peroneus Greek: perone, brooch

phalanges A plural of phalanx Greek: phalangos, finger or toe bone

phalanx Greek: phalangos, finger or toe bone

piriformis Latin: piriformis, pear shaped

pisiform Latin: pisa, pea + forma, form

plantae Latin: planta, sole of the foot

pollicis Latin: from pollex, thumb, big toe

popliteus Latin: poples, ham of the knee

posterior Latin: comparative of posterus, coming after, from post, afterward

process Latin: processus, going before

profundus Latin: deep, bottomless, vast

پروناتور Latin: pronare, to bend forward

proximal Latin: proximitatem (nom. proximitas),

nearness, vicinity, from proximus, nearest

psoas Greek: psoa, muscle of the loin

pubis Latin: (os) pubis, bone of the groin

چهارگوش Latin: چهارگوش, square

quartus Latin: fourth

quinti Latin: quintus, fifth

radialis Latin: radialis, radius, beam of light

radiate Latin: radiatre, to emit rays

radius Latin: beam of light

ramus Latin: branch

rectus Latin: rectus, straight

rhomboids, rhomboidus From the word rhombus؛ Latin: flatfish, magician’s circle؛ from Greek: rhombos, rhombus

rotatores Latin: rotare, to rotate

sacrum Latin: os sacrum, sacred bone

sartorius Latin: sartor, tailor

scaphoid Latin: skiff, boat shaped + eidos, form

scapulae, scapula Latin: shoulder؛ Latin: scapulae, the shoulder blades

scoliosis Greek: scoliosis, crookedness

sellar Latin: Turkish saddle

ماهیچه نیم‌غشایی Latin: semi, half + membrane, membrane

semispinalis Latin: semi, half + spina, spine

ماهیچه نیم‌وتری Latin: semi, half + tendere, to stretch

serratus Latin: serratus, saw-shaped, from serra, saw

sesamoid Latin: sesamoides, resembling a grain of sesame in size or shape

sinus Latin: curve, hollow

soleus Latin: solea, sandal

somatic Greek: soma, body

sphincter Greek: sphincter, hand

spinae Latin: thorn

spinal Latin: spinalis, spine

splenius Greek: splenion, bandage

sternocleidomastoid Greek: sternon, chest + kleis, key + mastos, breast + eidos, form

sternum Greek: sternon, chest, breast, breastbone

styloid Anglo-Saxon: stigan, to rise + eidos, form

subscapularis Latin: sub, beneath + scapulae, shoulder blades

sulcus Latin: groove

superficialis Latin: superficies, of or pertaining to the surface

superior Latin: superiorem, higher

سوپیناتور Latin: reflectere, to bend back

supraspinatus, supraspinous Latin: supra, above + spina, spine

sural Latin: sura, calf

suture Latin: sutura, a seam

symphysis Greek: symphysis, growing together

synarthrodial Greek: syn, together + arthron, joint + eidos, form, shape

synchondrosis Greek: syn, together + chondros, cartilage + osis, condition

syndesmosis Greek: syndesmos, ligament + osis, condition

synovial Latin: synovia, joint fluid

talus Latin: ankle, anklebone, knucklebone

tarsal Greek: tarsalis, ankle

temporal Latin: temporalis, of time, temporary, from tempus (temporis), time, season, proper time or season

tendon Latin: tendO، tendon

tensor Latin: tendere, to stretch

ترس Latin: rounded

tertius Latin: third

thoracic Greek: thorax, chest

tibia Latin: shinbone

tibialis Latin: tibia, pipe, shinbone

transverse Latin: transverses, oblique

trapezium Greek: trapezion, a little table

trapezius Latin: trapezium, trapezium, from the shape of the muslces paired

trapezoid Greek: trapezoeides, table shaped

triceps Latin: three-headed، tri-, tri- + caput, head

triquetrum Latin: neuter of triquetrus, three-cornered

trochanter Greek: trokhanter, to run

trochlear Greek: trokhileia, system of pulleys

tubercle Latin: turberculum, a little swelling

tuberosity Latin: tuberositas, tuberosity

ulna Latin: elbow

ulnaris Latin: ulna, elbow

umbilical Latin: umbilicus, naval

vastus Latin: immense, extensive, huge

vertical Latin: verticalis, overhead, vertex, highest point

visceral Latin: viscera, body organs

volar Latin: vola, sole, palm

xiphoid Greek: xiphos, sword + eidos, form, shape

zygoma Latin: zygoma, zygomat-, from Greek zugoma, bolt, from zugoun, to join

## Appendix 4

Determining if a muscle (or muscle group) is contracting and, if sO، the contraction type (isometric, concentric, or eccentric)

## Glossary

aggregate muscle action Muscles working together in groups rather than independently to achieve given joint motions. agonist A muscle or muscle group that is described as being primarily responsible for a specific joint movement when contracting.

acceleration The rate of change in velocity.

accessory motion The actual change in relationship between the articular surface of one bone relative to another, char-acterized as roll, spin and glide.

action potential Electrical signal transmitted from the brain and spinal cord through axons to the muscle fibers in a particular motor unit providing the stimulus to contract.

active insufficiency Point reached when a muscle becomes shortened to the point that it cannot generate or maintain active tension.

active tension Tension in muscles that is generated via an active contraction of the respective muscle fibers in that muscle.

afferent nerves Nerves that bring impulses from receptors in the skin, joints, muscles and other peripheral aspects of the body to the central nervous system.

all or none principle States that regardless of the number involved, the individual muscle fibers within a given motor unit will fire and contract either maximally or not at all.

anatomical position The position of reference in which the subject is in the standing position, with feet together and palms of hands facing forward.

angular displacement The change in location of a rotating body.

angular motion Motion involving rotation around an axis. arthrokinematics Motion between the actual articular surfaces of the bones at a joint.

arthrosis Joint or articulation between two or more bones. Articular Pertaining to the hyaline cartilage covering at the end of bones where diarthrodial joints move upon one another. axis of rotation

The point in a joint about which a bone moves

or turns to accomplish joint motion.

axon An elongated projection that transmits impulses away from the neuron cell body.

balance The ability to control equilibrium, either static or dynamic.

basal ganglia A group of neuron clusters (nuclei) located deep beneath the cerebral cortex in the brain.

biomechanics The study of mechanics as it relates to the func-tional and anatomical analysis of biological systems, espe-cially humans.

brain stem The most basic region of the brain which is a tube-shaped mass of nervous tissue located at the base of the brain to form the connection between the brain and the spinal cord.

cancellous bone Spongy, porous bone that lies under cortical bone.

cardinal plane Specific planes that divide the body exactly into two halves.

carpal tunnel syndrome A condition characterized by swell-ing and inflammation with resultant increased pressure in the carpal tunnel, which interferes with normal function of the median nerve, leading to reduced motor and sen-sory function of its distribution; particularly common with repetitive use of the hand and wrist in manual labor and clerical work such as typing and keyboarding.

carpal tunnel A three-sided arch, concave on the palmar side and formed by the trapezium, trapezoid, capitate and hamate. It is spanned by the transverse carpal and volar carpal ligaments creating a tunnel.

carrying angle In the anatomical position, the angle formed by the forearm deviating laterally from the arm, typically 5 to 15 degrees.

center of gravity The point at which all of the body's mass and weight are equally balanced or equally distributed in all directions.

center of rotation The point or line around which all other points in the body move.

central nervous system (CNS) Consists of the cerebral cortex, basal ganglia, cerebellum, brain stem and spinal cord.

Cerebellum Comprised of white matter and a thin, outer layer of densely folded gray matter, situated at the base of the skull, above the brainstem and beneath the occipital lobes of the cerebral cortex.

cerebral cortex The thin layer of the brain that covers the outer portion of the cerebrum, often referred to as gray matter.

closed kinetic chain When the distal end of an extremity is fixed, preventing movement of any one joint unless predictable movements of the other joints in the extremity occur.

coefficient of friction The ratio between the force needed to overcome friction over the force holding the surfaces together.

concurrent Movement pattern allowing the involved biar-ticular muscle to maintain a relatively consistent length because of the same action at both of its joints.

contractility The ability of muscle to contract and develop ten-sion or internal force against resistance when stimulated.

contraction phase In a single muscle fiber contraction, it is the phase following the latent perion in which the muscle fiber actually begins shortening؛ lasts about 40 milliseconds.

cortex Diaphyseal wall of long bones, formed from hard, dense compact bone.

countercurrent Movement pattern resulting from opposite actions occurring simultaneously at both joints of a biar-ticular muscle resulting in substantial shortening of the biarticular muscle.

curvilinear motion Motion along a curved line.

Davis's law States that ligaments, muscle, and other soft tis-sue when placed under appropriate tension will adapt over time by lengthening and conversely when maintained in a loose or shortened state over a period of time will gradually shorten.

dendrite One or more branching projections from the neu-ron cell body that transmit impulses to the neuron and cell body.

dermatome A defined area of skin supplied by a specific spi-nal nerve.

diaphysis The long cylindrical portion or shaft of long bones. dislocating component When the angle of pull is greater than 90 degrees, the force pulls the bone away from its joint

axis, thereby increasing joint distraction forces. displacement A change in position or location of an object

from its ابتدا al point of reference.

distance The path of movement؛ refers to the actual sum length of units of measurement traveled.

duration An exercise variable usually referring to the number of minutes per exercise bout.

dynamic equilibrium Occurs when all of the applied and iner-tial forces acting on the moving body are in balance, result-ing in movement with unchanging speed or direction.

dynamics The study of mechanics involving systems in motion with acceleration.

eccentric force Force that is applied in a direction not in line with the center of rotation of an object with a fixed axis. In objects without a fixed axis, it is an applied force that is not in line with the object's center of gravity.

efferent nerves Nerves that carry impulses to the outlying regions of the body from the central nervous system.

elasticity The ability of muscle to return to its ابتدا al length following stretching.

endochondral bones Long bones that develop from hyaline cartilage masses after the embryonic stage.

endosteum Dense, fibrous membrane covering the inside of the cortex of long bones.

epiphyseal plate Thin cartilage plate separating the diaphysis and epiphysis during bony growth؛ commonly referred to as growth plate.

epiphysis The end of a long bone, usually enlarged and shaped to join the epiphysis of an adjacent bone, formed from cancellous or trabecular bone.

equilibrium State of zero acceleration in which there is no change in the speed or direction of the body.

Excitability The muscle property of being sensitive or respon-sive to chemical, electrical, or mechanical stimuli.

extensibility The ability of muscle to be stretched back to its ابتدا al length following contraction.

follow-through phase Phase that begins immediately after the climax of the movement phase, in order to bring about negative acceleration of the involved limb or body segment؛ often referred to as the deceleration phase. The velocity of the body segment progressively decreases, usually over a wide range of motion.

force arm The perpendicular distance between the location of force application and the axis. The shortest distance from the axis of rotation to the line of action of the force. Also known as the moment arm or torque arm.

force magnitude Amount of force usually expressed in newtons.

force The product of mass times acceleration.

frequency An exercise variable usually referring to the num-ber of times exercise is conducted per week.

friction Force that results from the resistance between the surfaces of two objects moving upon one another.

fundamental position Reference position essentially the same as the anatomical position, except that the arms are at the sides and the palms are facing the body.

gaster The central, fleshy, contractile portion of the muscle that generally increases in diameter as the muscle contracts.

glide (slide) (translation) A type of accessory motion char-acterized by a specific point on one articulating surface coming in contact with a series of points on another surface.

goniometer Instrument used to measure joint angles or com-pare the changes in joint angles.

goniometry Measuring the available range of motion in a joint or the angles created by the bones of a joint.

ground reaction force The force of the surface reacting to the force placed on it, as in the reaction force between the body and the ground when running across a surface.

heel-strike First portion of the walking or running stance phase characterized by landing on the heel with the foot in supination and the leg in external rotation.

hyaline cartilage Articular cartilage; covers the end of bones at diarthrodial joints to provide a cushioning effect and reduce friction during movement.

hyperextension Extension beyond the normal range of extension.

hyper- Prefix combined with a term to emphasize motion beyond normal.

hypo- Prefix combined with a term to emphasize motion below normal.

impingement syndrome Occurs when the tendons of the rotator cuff muscles, particularly the supraspinatus and ماهیچه زیرخاری, become irritated and inflamed as they pass through the subacromial space between the acromion pro-cess of the scapula and the head of the humerus, typically resulting in pain, weakness and loss of movement.

impulse The product of force and time.

inertia Resistance to action or change; resistance to accelera-tion or deceleration. Inertia is the tendency for the current state of motion to be maintained, regardless of whether the body segment is moving at a particular velocity or is motionless.

instantaneous center of rotation The center of rotation at a specific instant in time during movement.

intensity An exercise variable usually referring to a certain percentage of the absolute maximum that a person can sustain.

interneurons Central or connecting neurons that conduct impulses from sensory neurons to motor neurons.

irritability The property of muscle being sensitive or respon-sive to chemical, electrical, or mechanical stimuli.

isokinetic Type of dynamic exercise usually using concentric and/or eccentric muscle contractions in which the speed (or velocity) of movement is constant and muscular con-traction (usually maximal contraction) occurs throughout the movement.

joint capsule Sleevelike covering of ligamentous tissue sur-rounding diarthrodial joints.

joint cavity The area inside the joint capsule of diarthrodial or synovial joints.

kinematics The description of motion, including consider-ation of time, displacement, velocity, acceleration and space factors of a system’s motion.

kinesthesis The awareness of the position and movement of the body in space؛ sense that provides awareness of bodily position, weight, or movement of the muscles, tendons and joints.

kinetic friction The amount of friction occurring between two objects that are sliding upon one another.

kinetics The study of forces associated with the motion of a body.

kyphosis Increased curving of the spine outward or backward in the sagittal plane.

latent period In a single muscle fiber contraction, it is the brief period of a few milliseconds following the stimulus before the contraction phase begins.

lateral epicondylitis A common problem quite frequently associated with gripping and lifting activities that usu-ally involves the extensor digitorum muscle near its ابتدا on the lateral epicondyle؛ commonly known as tennis elbow.

law of acceleration A change in the acceleration of a body occurs in the same direction as the force that caused it and is directly proportional to the force causing it and inversely proportional to the mass of the body.

law of reaction For every action there is an opposite and equal reaction.

ligament A type of tough connective tissue that attaches bone to bone to provide static stability to joints.

linea alba Tendinous division and medial border of the rec-tus abdominis running vertically from the xiphoid process through the umbilicus to the pubis.

linea semilunaris Lateral to the rectus abdominis, a crescent, or moon-shaped, line running vertically that represents the aponeurosis connecting the lateral border of the rectus abdominis and medial border of the external and internal abdominal obliques.

linear displacement The distance that a system moves in a straight line.

linear motion Motion along a line؛ also referred to as transla-tory motion.

Lombard's paradox Refers to the concurrent movement pat-tern of the hamstrings and ماهیچه راست رانی in the squat where there is simultaneous contraction of both sets of muscles despite their being antagonists to each other, which provides for efficient movement in gait, both walk-ing and running. The ماهیچه راست رانی is both a knee extensor and a hip flexor while the hamstrings are both hip exten-sors and knee flexors. The ماهیچه راست رانی has a smaller hip moment arm since it attaches close to the joint, whereas at the knee its moment arm (attaches further away from the knee axis of rotation) is larger than the hamstring moment arm. The hamstrings have a greater moment arm (attaches farther away from its axis of rotation) at the hip than the ماهیچه راست رانی. As a result, the greater moment arm of the ماهیچه راست رانی at the knee and the greater moment arm of the hamstrings at the hip result in knee extension and hip extension, respectively.

lordosis Increased curving of the spine inward or forward in the sagittal plane.

lumbar kyphosis A reduction of its normal lordotic curve, resulting in a flat-back appearance.

mass The amount of matter in a body.

maximal stimulus A stimulus strong enough to produce action potentials in all of the motor units of a particular muscle.

mechanical advantage The advantage gained through the use of machines to increase or multiply the applied force in performing a task؛ enables a relatively small force to be applied to move a much greater resistance؛ determined by dividing the load by the effort.

mechanics The study of physical actions of forces؛ can be sub-divided into statics and dynamics.

medial epicondylitis An elbow problem associated with the medial wrist flexor and پروناتور group near their ابتدا on the medial epicondyle؛ frequently referred to as golfer's elbow.

median Relating tO، located in, or extending toward the mid-dle, situated in the middle, mesial.

medullary cavity Marrow cavity between the walls of the diaphysis, containing yellow or fatty marrow.

midsagittal (median) plane Cardinal plane that bisects the body from front to back, dividing it into right and left sym-metrical halves.

midstance Middle portion of the walking or running stance phase characterized by پرونیشن and internal rotation of the foot and leg؛ may be divided into loading response, midstance and terminal stance.

momentum The quality of motion, which is equal to mass times velocity.

motor neurons Neurons that transmit impulses away from the brain and spinal cord to muscle and glandular tissue.

motor unit Consists of a single motor neuron and all of the muscle fibers it innervates.

movement phase The action part of a skill, sometimes known as the acceleration, action, motion, or contact phase. Phase in which the summation of force is generated directly to the ball, sport object, or opponent, and is usually charac-terized by near-maximal concentric activity in the involved muscles.

myotatic or stretch reflex The reflexive contraction that occurs as a result of the motor neurons of a muscle being activated from the CNS secondarily to a rapid stretch occurring in the same muscle؛ the knee jerk or patella tendon reflex is an example.

myotome A muscle or group of muscles supplied by a specific spinal nerve.

neuromuscular junction Connection between the nervous system and the muscular system via synapses between efferent nerve fibers and muscle fibers.

neuron cell body Portion of a neuron containing the nucleus but not including the axon and dendrites.

neuron Nerve cell that is the basic functional unit of the ner-vous system responsible for generating and transmitting impulses.

nonrotary component (horizontal component) Component (either stabilizing or dislocating) of muscular force acting parallel to the long axis of the bone (lever).

open kinetic chain When the distal end of an extremity is not fixed to any surface, allowing any one joint in the extremity to move or function separately without necessitating move-ment of other joints in the extremity.

osteoblasts Specialized cells that form new bone. osteoclasts Specialized cells that resorb new bone. osteokinematic motion Motion of the bones relative to the three

cardinal planes, resulting from physiological movements. palpation Using the sense of touch to feel or examine a muscle

or other tissues.

parasagittal plane Planes parallel to the midsagittal plane. passive insufficiency State reached when an opposing muscle

becomes stretched to the point where it can no longer lengthen and allow movement.

passive tension Tension in muscles that is due to externally applied forces and is developed as a muscle is stretched beyond its normal resting length.

periodization The intentional variance of overload through a prescriptive reduction or increase in a training program to bring about optimal gains in physical performance.

periosteum The dense, fibrous membrane covering the outer surface of the diaphysis.

peripheral nervous system (PNS) Portion of the nervous system containing the sensory and motor divisions of all the

nerves throughout the body except those found in the central nervous system.

پنجه غازی Distal tendinous expansion formed by the sar-torius, ماهیچه نواری and ماهیچه نیم‌وتری and attaching to the anteromedial aspect of the proximal tibia below the level of the tibial tuberosity.

plica An anatomical variant of synovial tissue folds that may be irritated or inflamed with injuries or overuse of the knee. preparatory phase Skill analysis phase, often referred to

as the cocking or wind-up phase, used to lengthen the appropriate muscles so that they will be in position to gen-erate more force and momentum as they concentrically contract in the next phase.

primary mover Muscles that contribute significantly to causing a specific joint movement when contracting concentrically.

proprioception Feedback relative to the tension, length and contraction state of muscle, the position of the body and limbs, and movements of the joints provided by inter-nal receptors located in the skin, joints, muscles and tendons.

Q angle (quadriceps angle) The angle at the patella formed by the intersection of the line of pull of quadriceps with the line of pull of the patella tendon.

range of motion (ROM) The specific amount of movement possible in a joint.

recovery phase Skill analysis phase used after follow through to regain balance and positioning to be ready for the next sport demand.

rectilinear motion Motion along a straight line.

relaxation phase In a single muscle fiber contraction, it is the phase following the contraction phase in which the muscle fiber begins relaxing؛ lasts about 50 milliseconds.

resistance arm The distance between the axis and the point of resistance application.

resistance Component of the lever that is typically being attempted to be moved, usually referred to as load, weight, or mass.

retinaculum Fascial tissue that retains tendons close to the body in certain places such as around joints like the wrist and ankle.

roll (rock) A type of accessory motion characterized by a series of points on one articular surface contacting with a series of points on another articular surface.

rolling friction The resistance to an object rolling across a sur-face, such as a ball rolling across a court or a tire rolling across the ground.

rotary component (vertical component) Component of mus-cular force acting perpendicular to the long axis of the bone (lever).

scalar Mathematical quantities are described by a magnitude (or numerical value) alone such as speed, length, area, volume, mass, time, density, temperature, pressure, energy, work and power.

scoliosis Lateral curving of the spine.

sensory neurons Neurons that transmit impulses to the spinal cord and brain from all parts of the body.

shin splints Slang term frequently used to describe an often chronic condition in which the tibialis posterior, tibialis anterior and extensor digitorum longus muscles are inflamed, typically a tendinitis of one or more of these structures.

speed How fast an object is moving, or the distance an object travels in a specific amount of time.

spin A type of accessory motion characterized by a single point on one articular surface rotating clockwise or counterclock-wise about a single point on another articular surface.

spinal cord The common pathway between the central nervous system and the peripheral nervous system.

stability The resistance to a change in the body's acceleration؛ the resistance to a disturbance of the body's equilibrium.

stabilizing component When the angle of pull is less than 90 degrees, the force pulls the bone toward its joint axis, thereby increasing joint compression forces.

stance phase Skill analysis phase that allows the athlete to assume a comfortable and balanced body position from which to initiate the sport skill; emphasis is on setting the various joint angles in the correct positions with respect to one another and to the sport surface.

static equilibrium The body at complete rest or motionless. static friction The amount of friction between two objects that have not yet begun to move.

statics The study of mechanics involving the study of sys-tems that are in a constant state of motion, whether at rest with no motion or moving at a constant velocity without acceleration. Involves all forces acting on the body being in balance, resulting in the body being in equilibrium.

stretch-shortening cycle An active stretch via an eccentric contraction of a muscle followed by an immediate concen-tric contraction of the same muscle.

structural kinesiology The study of muscles, bones, and joints as they are involved in the sci¬ence of movement.

submaximal stimuli Stimuli that are strong enough to produce action potentials in multiple motor units, but not all motor units of a particular muscle.

subthreshold stimulus Stimulus not strong enough to cause an action potential and therefore does not result in a contraction. summation When successive stimuli are provided before the relaxation phase of the first twitch is complete allowing the subsequent twitches to combine with the first to produce a sustained contraction generating greater tension than a single contraction would produce on its own.

swing Phase of gait that occurs when the foot leaves the ground and the leg moves forward to another point of contact. synergists (helping) Muscles that have an action common to each other, but also have actions antagonistic to each other; they help another muscle move the joint in the desired manner and simultaneously prevent undesired actions.

synergists (true) Muscles that contract to prevent an undesired joint action of the agonist and have no direct effect on the agonist action.

tendinous inscriptions Horizontal indentations that transect the rectus abdominus at three or more locations, giving the muscle its segmented appearance.

tetanus When stimuli are provided at a frequency high enough that no relaxation can occur between muscle contractions.

threshold stimulus When the stimulus is strong enough to produce an action potential in a single motor unit axon and all of the muscle fibers in the motor unit contract.

toe-off Last portion of the walking or running stance phase characterized by the foot returning to supination and the leg returning to external rotation.

torque Moment of force؛ the turning effect of an eccentric force.

Trabecular Porous bone composed of a series or group of par-titions formed by bands or columns of bone tissue.

treppe A staircase effect phenomenon of muscle contrac-tion that occurs when rested muscle is stimulated repeat-edly with a maximal stimulus at a frequency that allows complete relaxation between stimuli, the second contrac-tion produces a slightly greater tension than the first, and the third contraction produces greater tension than the second.

triceps surae The gastrocnemius and soleus together؛ triceps referring to the heads of the medial and lateral gastrocne-mius and the soleus؛ surae referring to the calf.

vector Mathematical quantity described by both a magnitude and a direction such as velocity, acceleration, direction, displacement, force, drag, momentum, lift, weight and thrust.

velocity Includes the direction and describes the rate of displacement.

Wolff's law States that bone in a healthy individual will adapt to the loads it is placed under. When a particular bone is subjected to increased loading, the bone will remodel itself over time to become stronger to resist that particular type of loading.

# Index

Note: Page numbers in *italics* refer to tables and illustrations.

A

abdominal contractions, 406, *406* abdominal curl-ups, 402, *402* abdominal wall muscles, 357, 360, *373* abduction

  defined, 22

  diagonal. *See* diagonal abduction of fingers, *188*, 192, *193* of hip, *233*, 235, *235*

  horizontal. *See* horizontal abduction of shoulder girdle, 24, 98, *99*

  of shoulder joint, 24, *120*, *124*, 125, *125* of thumb, *188*, 192, *193*

  of wrist and hand, 192, *193*

abductor digiti minimi muscle, 218, 219, 220, 334, *336* abductor hallucis muscle, 334, *336* abductor pollicis brevis muscle, 218, *219*

abductor pollicis longus muscle, 198, *198*, 201, 217, *217* AC (acromioclavicular) joints, 94, *96*, 97, *97*, 421 acceleration, law of, 84–85, 88

acceleration phase, 387 accessory motions, 27–28, *27–28* acetabulum, 229–230

Achilles tendon, 42, 302, 315–317

ACL (anterior cruciate ligament), 278, *280*

acromioclavicular (AC) joints, 94, *96*, 97, *97*, 421

action of muscles. *See* contraction/action of muscles

action phase, 387

action potential, 59

active insufficiency, *65*, 65–66

active tension, 60, *61*

activities. *See* exercises and activities adduction

  defined, 22

  diagonal. *See* diagonal adduction

of fingers, *188*, 192, *193* of hip, *233*, 235, *235*

horizontal. *See* horizontal adduction

of shoulder girdle, 24, 98, *99*

of shoulder joint, 24, *120*, *124*, 125, *125* of thumb, *188*, 192, *193*

of wrist and hand, 192, *193*

adductor brevis muscle, 241, *243*, 256, *256*

adductor ماهیچه نواری muscle. *See* ماهیچه نواری muscle

adductor hallucis muscle, 334, *337*

adductor longus muscle, 241, *243*, 257, *257*

adductor magnus muscle, 241, *243*, 249, 258, *258*

adductor pollicis muscle, 218, *219*

afferent nerves, 51

aggregate muscle action, 37, 386 agonist muscles

of ankle and foot joints, *318–319* contraction/action of, *44*, 46, 393

of elbow and radioulnar joints, *165–166* of hip joint and pelvic girdle, *242–246* of knee joint, *284–285*

of shoulder girdle, *102–103*

of shoulder joint, *127–128*

of trunk and spinal column, *358–359* of wrist and hand joints, *194–198*

alignment variation terminology, 5

all or none principle, 58

alternating prone extensions, 403, *403*

amphiarthrodial joints, 16, *16*, 17, *17*

amplitude of muscle fibers, 42

anatomical directional terminology, *3–4*, 3–5

anatomical directions, 2, *2*

anatomical position, 2, *2*

anatomical snuffbox, 215

anconeus muscle, 163, *166*, 167, 173, *173*

angle of pull, 63, *64*

angular displacement, 83

angular motion, 83

ankle and foot joints, 299–340. *See also* toes arches of, 306, *308*

bones of, 301–302, *301–302*

functions of, 299

ankle and foot joints (*continued*)
icons for, *25–27*
joint characteristics, 302–306, *307–312* ligaments of, *309–312*
movements of, 313–314, *313–314* muscles of, 315–317, *315–319*, 322–338 nerves of, 320–321, *320–321*
range of motion of, *308* walking, phases of, 299–300, *300*
ankle sprains, 302, 306
annular ligament, 157, *159*
annulus fibrosus, 353
antagonist muscles, *44*, 46
anterior, defined, 4
anterior axillary line, 3
anterior cruciate ligament (ACL), 278, *280*
anterior inferior iliac spine (AIIS), *231*
anterior longitudinal ligament, *351*, 351–352, *352*
anterior meniscofemoral ligament, 280
anterior pelvic rotation, *234*, 236, *236*
anterior superior iliac spine (ASIS), *231*, 282, *283* anterior tilt of shoulder girdle, 99, *100* anteroinferior, defined, 4 anterolateral, defined, 4
anteromedial, defined, 4
anteroposterior, defined, 4
anteroposterior axis, *6–7*, 7
anteroposterior plane, 5, *6*
anterosuperior, defined, 4
antاِورسیون, 5
aponeurosis, 42
appendicular skeleton, 10, 11
AP plane, 5, *6*
arches of ankle and foot, 306, *308*
arm. *See* elbow and radioulnar joints؛ wrist and hand joints
arm curls, 394, *394*
arthrodial joints, 18, *19*, 93, 94 arthrokinematics, 27–28, *27–28* arthroses. *See* joints
arthrosis, 16

articular cartilage, 13, 18, *351*

ASIS (anterior superior iliac spine), 282, *283*

assistant movers, 46

atlantoaxial joint, 351

atlantooccipital joint, 351

atlas (vertebrae), 346, *347*

axes of rotation, 6–7, *6–7,* 74, 83

axial plane, 6, *6, 7*

axial skeleton, 10, 11

axillary nerve, *128,* 132, *132*

axis (vertebrae), 346, *347*

axles and wheels, *81,* 81–82

axons, 52, 53

B

balance, *86,* 86–87, 88 ball-and-socket joints, *19,* 20, 120, 227 barbell press, 396, *396* basal ganglia, 50

baseball pitching, 387, *387*

bench press, 110, 136, 140, 172, 397, *397* bent-knee sit-ups, 374 biarticular muscles, 63–64, *65*

biaxial ball-and-socket (condyloidal) joints, *19,* 20 biceps brachii muscle, *41,* 42, *44,* 47, 48, *53,* 64, 78, 127, *128, 162,* 163, 169, *169*

ماهیچه دوسر رانی muscle, 49, *49,* 241, *244,* 249, 262, *262*

bilateral, defined, 4

bilateral axis, 7, *7*

Biodex exercise machines, 46 biomechanics, 73–88. *See also* levers

balance, equilibrium, and stability, *86,* 86–87, 88

defined, 73

force and, 74, 87

friction, *85,* 85–86

functional application of, 88

mechanical advantage, 74, 75, *77*, 79–82, *81*
mechanical loading, 87, *88*

motion, measurement and laws of, 83–85, *84–85*, 88 pulleys, *82*, 82–83

wheels and axles, *81*, 81–82

bipennate muscles, 40

blood cell formation, 10

body parts/regions, 8–9, *8–9*

bones, 11–15. *See also* skeletal system; *specific bones* of ankle and foot joints, 301–302, *301–305*, 305–306 of appendicular skeleton, 10, 11

of axial skeleton, 10, 11 classification by shape, 11, *11*
development and growth of, 13–14

of elbow and radioulnar joints, 153, *154* features of, 12–13

of fingers, *184*, 184–185, *185*

of hip joint and pelvic girdle, 227–229, *228–229*, *230* joint stability and mobility affected by, 20

of knee joint, 275–276, *276–277*, 278, *280–281* markings on, 14, *15*

properties and composition of, 14 of shoulder girdle, 93, *94*, *95* of shoulder joint, 120, *121–122*

of toes, 301, 306, *308*

of trunk and spinal column, 345–350, *346–348* of wrist and hand joints, *184*, 184–185, *185*

ماهیچه بازویی muscle, *165*, 170, *170*

brachial plexus

components and functions of, *50*, 52, *53* elbow and radioulnar joints and, 167

shoulder girdle and, 104, *104*

shoulder joint and, 132

wrist and hand joints and, 201
بازویی‌زبرزندی muscle, 163, *165*, 167, 171, *171* brain stem, 51

C

calcaneofibular ligament (CFL), *309* calcaneus, 301, 302 calcium carbonate, 14

calcium phosphate, 14

cancellous bone, 12, 14

capitate bone, 184

cardinal planes of motion, 5

carpals, *186*

carpal tunnel/carpal tunnel syndrome, 184, 198 carpometacarpal (CMC) joint, 187, *187, 188, 190* carrying angle, 157, *160*

cartilage, joint stability and mobility affected by, 20

caudal, defined, 4

caudocephalad, defined, 4

center of gravity, 86

center of rotation, 83

central nervous system (CNS), 50, 55

cephalic, defined, 4

cephalocaudal, defined, 4

cerebellum, 50

cerebral cortex, 50

cervical nerves, *50*, 52

cervical plexus, *50*, 52, *53*, 104, *104* cervical spine, *23*, *27*, 346, *349, 402* cervical vertebrae, 346, *351*

CFL (calcaneofibular ligament), 306, *309*

chest press. *See* bench press

chinning, 169

chin-ups, 63, 109, 398, *398*, 400

circuit-training, 386

circumduction, defined, 23

clavicle, 93, *94*. *See also* shoulder girdle closed kinetic chain activities, *388–389*, 389 CMC (carpometacarpal) joint, 187, *187, 188, 190* CNS (central nervous

system), 50, 55 coccygeal nerves, *50*, *51*, 52, *54* coccyx, 227, 228, *231*

coefficient of friction, 85

collagen, 14

collar bone. *See* clavicle

collateral ligaments, 155, 276, 278 compartment syndrome, 316, 317, 331 concave-convex rule, 28

concentric contractions, 43, *44*, 387, *387*, 430 concurrent movement patterns, 64–65, *65*

conditioning principles, 389–391. *See also* exercises and activities

condyloidal joints, *19*, 20

connective tissue, joint stability and mobility affected by, 20–21

contact phase, 387

contractility, defined, 40

contraction/action of muscles

- agonist muscles, *44*, 46, 393
- defined, 42, 43
- determination of, 48–49, *49*, 430
- in exercises and activities, 392
- force-velocity relationship in, 61–62, *62*
- length-tension relationship in, 60–61, *61*, *62*
- tension development, factors affecting, 58–60, *59–60*
- types of, 43–46, *44–45*

contraction phase, 59

contralateral, defined, 4

contralateral muscles, 46

کوراکوماهیچه بازویی muscle, *120*, 127, 129, 140, *140*

core training, 360

coronal axis, 6–7, *7*

coronal plane, 5, *6*

cortex, 12

cortical bone, 14

countercurrent movement patterns, 65

cranial nerve, 360

crunches, 374

cuboid, 301, *304*

cuneiform bones, 301, 302

curvilinear motion, 83

Cybex exercise machines, 46

D

Davis's law, 20

dead lifts, 371, 389, 405, *405*

deep, defined, 4

deltoid ligament, 306, *309*

deltoid muscle, 127, *128*, 129, *130*, 134, *134* deltoid tuberosity, *122* dendrites, 52

depression of shoulder girdle, 24, 98, *99* dermatomes, 52, *53–54* dexter, defined, 4

diagonal abduction

defined, 23

of hip, *235*, 236

of shoulder joint, *120*, 125, *126*

diagonal adduction

defined, 23

of hip, *235*, 236

of shoulder joint, *120*, 125, *126*

diagonal axis, 7, *7*

diagonal plane, 6, *7*

diaphragm muscle, 367, *369*

diaphysis, 12

diarthrodial joints, 16, *16*

classification of, 17–20, *19*

range of motion of, 421–423

stability and mobility, factors affecting, *20*, 20–21 structure of, 17–21, *18*

DIP (distal interphalangeal) joints, 187, *187*, *188*, *191*, *305*, 306

dislocating components, 63

dislocation of shoulder, 124

displacement, 83, *84*

distal, defined, 4

distal interphalangeal (DIP) joints, 187, *187*, *188*, *191*, *305*, 306

distance, defined, 83

distinct motions, 230, 232

dorsal, defined, 4

dorsal flexion

ankle and foot joints, 23

of wrist and hand, 24

dorsal interossei muscles, 218, *219*, *338*

dorsal scapular nerve, *103*, 104

dorsiflexion, 23, *187*, 192, 313, *313*

downward rotation of shoulder girdle, 24, 98, *99*

downward tilt of shoulder girdle, 99, *100*

dumbbell bent-over row, 401, *401*

duration of exercise, 390

dynamic contractions, 43

dynamic equilibrium, 86

dynamics, study of, 73–74

E

eccentric contractions, 43, *44*, 386, *394–405*, *408*

eccentric force, 78

efferent nerves, 51

elasticity of muscles, 40

elbow and radioulnar joints, 153–176 bones of, 153, *154*

icons for, *25*

joint characteristics, 154–160
ligaments of, 155, 157, *158*, *159* movements of, 24, *25*, 161, *161–162* muscles of, 163, *163–166*, 169–176, *169–176* nerves of, 167, *167*

range of motion, 157, *160*, 421 synergy with shoulder joint, 160
views of, *154–155*, *158*

electrical muscle stimulation, 48
electromyography (EMG), 48 elevation of shoulder girdle, 24, 98, *99*

ellipsoid (condyloidal) joints, *19*, 20

EMG (electromyography), 48

enarthrodial joints, *19*, 20, 120, *121*, 229

endochondral bones, 13, *13*

endosteum, 12

epiphyseal plate, 12, *12*

epiphysis, 12–13

equilibrium, *86*, 86–87, 88

راست‌کننده ستون مهره‌ها muscles, 357, *358*, *366*, 370, *370*, 371, 374 اِورسیون of ankle and foot joints, 23, *23*, 313, *313*
excitability of muscles, 40

exercises, muscular analysis
of abdominal contractions, 406, *406* abdominal curl-ups, 402, *402* alternating prone extensions, 403, *403* analysis of movement in, 387–388 arm curls, 394, *394*

barbell press, 396, *396*

bench press, 110, 136, 140, 172, 397, *397* chin-ups, 63, 109, 398, *398* conditioning principles, 389–391 dead lifts, 371, 405, *405* dumbbell bent-over row, 401, *401*

kinetic chain activities, open *vs.* closed, 388–389, *388–390*

latissimus pulls, 138–140, 142, 399, *399* push-ups, 110, 111, 112, 136, 172, 400, *400* rowing exercise, 407, *407–408* shoulder pulls, 393, *393*

squats, 404, *404*

triceps extensions, 395, *395*

Valsalva maneuver, 392

exercises and activities. *See also specific exercises and activities*

baseball pitching, 387, *387* circuit-training, 386 conditioning principles, 389–391 contraction/action of muscles in, 392 core training, 360

isometric exercises, 393, 406

joint-isolation exercises, 388

resistance training, 386

for trunk and spinal column, 367, 371, 372, 374, 392–408

extensibility of muscles, 40

extension

defined, 22

of elbow and radioulnar joints, *160*, 161, *161* of fingers, *188*, 192, *193* of hip, *233*, 235, *235*

of knee joint, 282, *282*

of shoulder joint, *120*, *124*, 125, *125* of spine, 356, *356–357* of thumb, 192, *193*

of toes, 313, *314*

of wrist and hand, 192, *192*, 196

ماهیچه کوتاه بازکننده مچ به زند بالایی muscle, 171, 194, *196*, 198, 201, 207, *207*

اکستانسور کارپی رادیالیس بلند muscle, 171, 194, *196*, 198, 201, 208, *208*

extensor carpi ulnaris muscle, 194, *196*, 198, 201, 206, *206*

بازکننده انگشت کوچک دست muscle, 194, *197*, 201, 214, *214*

extensor digitorum brevis muscle, 334, *338*

extensor digitorum longus muscle, 302, 316, *319*, 328, *328*

extensor digitorum muscle, 163, *197*, 201, 212, *212* extensor hallucis longus muscle, 302, *319*, 329, *329* extensor indicis muscle, 194, *197*, 201, 213, *213* extensor pollicis brevis muscle, 198, *198*, 201, 216, *216* extensor pollicis longus muscle, *197*, 198, 201, 215, *215* extensor retinaculum, 198

external oblique abdominal muscles, 359, 375, *375* external rotation

defined, 23

of hip, *233*, *235*, 236

of knee joint, 282, *282*

of shoulder joint, *120*, *124*

external rotation of shoulder girdle, 99, *100* extrinsic muscles, 40, 42

F

fascia, 42

fast muscle fibers, 58

femoral nerve, *242–243*, 248, *248*, *276*, *279* femur, 227, *228*, *231*, *232*

fibula, 229, *231*, 275, 276, *276*, 278, *280*, 291 fibular, defined, 4

fibularis brevis muscle. *See* peroneus brevis muscle fibularis tertius muscle. *See* peroneus tertius muscle fibular nerve. *See* peroneal nerve

fingers. *See also* thumb; wrist

and hand joints bones of, *184*, 184–185, *185*

icons for, *25*

joints of, 185, 187

ligaments of, 187, *189*

movements of, 192, *193*

muscles of, 194, *194–198*, 198–199, 211–212, *211–213* nerves of, 201

range of motion of, 185, 187, *188*, 422 fingertip push-ups, 184

first-class levers, 74, 75, *75*, 76, 77, 78, *79*

fixator muscles, 46

flat-back syndrome, 353

flat bones, *11*, 11–12

flat muscles, 40

flexion

of ankle and foot joints, 23, *318–319* defined, 22

of elbow and radioulnar joints, *160*, 161, *161* of fingers, 185, 187, *188*, 192, *193* of hip, *233*, 235, *235*

of knee joint, 282, *282*

of shoulder joint, *120*, *124*, 125, *125* of spine, 24, 356, *356* of thumb, 192, *193*

of toes, 313, *313–314*

of wrist and hand, 24, 185, *187*, 192, *192*

flexor carpi radialis muscle, 194, *194*, 198, 201, 203, *203* flexor carpi ulnaris muscle, 194, *194*, 198, 205, *205* flexor digiti minimi brevis muscle, 199, 218, 219, *220*,

334, *337*

flexor digitorum brevis muscle, 334, *336*

flexor digitorum longus muscle, 301, 302, *318*, 332, *332* flexor digitorum profundus muscle, 194, *195*, 201, 210,

*210*

flexor digitorum superficialis muscle, 194, *195*, 201, 209, *209*

flexor hallucis brevis muscle, 334, *337*

flexor hallucis longus muscle, 301, 302, *318*, 333, *333* flexor pollicis brevis muscle, 218, *219*

flexor pollicis longus muscle, 194, *195*, 211, *211*

flexor retinaculum, 175

follow-through phase, 387

foot. *See* ankle and foot joints؛ toes force, application of, 74, 87 force arm, 78, *78–80*

force couples, 47, *47*

force magnitude, 78

force-velocity relationship, 61–62, *62*

frequency of exercise, 390

friction, *85*, 85–86

frontal axis, 6–7, *7*

frontal plane, 5, *6*

fulcrum. *See* axes of rotation

full-can exercise, 143

fundamental position, 2

funny bone, 201

fusiform muscles, 40

G

gaster, 42

gastrocnemius muscle, 315–317, *318*, 322, *322* gemellus inferior muscle, 241, *246*, 267, *267* gemellus superior muscle, 241, *246*, 267, *267* Gerdy's tubercle, 229, 275, 276, 283

ginglymus joints, *19*, 20, 154, 187, 278, 305, 421–423 glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), 124 glenohumeral joint. *See* shoulder joint glenohumeral ligaments, 120, *121*

glenoid labrum, 124

glide, 27–28, *27–28*

gliding (arthrodial) joints, 18, *19*, 94

gluteus maximus muscle, 228, 241, *244*, 263, *263* gluteus medius muscle, 241, *245*, 248, 264, *264* gluteus مینیموس muscle, 241, *245*, 248, 265, *265* golfer’s elbow, 163

Golgi tendon organs (GTO), 55, 56–57, *57*, *58*, 62

gomphosis joints, 16

goniometry, *21*, 21–22, *22*

ماهیچه نواری muscle, 229, 241, *243*, 259, *259*, 283

greater tubercle, *122*

ground reaction force, 85

growth plates, 12, *12*

GTO (Golgi tendon organs), 55, 56–57, *57*, *58*, 62 guiding muscles, 46

H

hamate bone, 184, *186*

hammer exercise, 176

hamstring curls, 260, 262

hamstring muscles, 241, 249, 282, 283, 291, *291*

hand. *See* fingers؛ thumb؛ wrist and hand joints

head muscles, *363*

heel-strike, 299

helping synergists, 46

hemopoiesis, 10, 11

herniated disk, *354*

high ankle sprain, 302

hinge (ginglymus) joints, *19*, 20 hinge joints. *See* ginglymus joints hip joint and pelvic girdle, 227–267

agonist muscles of, *242–246* bones of, 227–229, *228–229*, *230* icons for, *26*

joint characteristics, 229–232, *231–233* ligaments of, 229–230, *232*, *234* movements of, 235–236, *235–237*

muscles of, 238–241, *238–246*, 248, *248–249*, *251*, 251–267, *253–267*

nerves of, 247–249, *247–249* range of motion of, 230, *233*, 423 views of, *228–229*, *230*

hitchhiker muscle. *See* بازویی‌زبرزندی muscle horizontal abduction

of hip, 236

of shoulder joint, 24, *120*, *124*, 125, *126* horizontal adduction

of hip, 236

of shoulder joint, 24, *120*, *124*, 125, *126* horizontal plane, 6, *6*, *7*

humerus, 119, 120, *121*, *122*, *123*, 153, *156* hyaline cartilage, 13, 18

hyper, as prefix, 22

hyperextension, 22, 125, *160*, *233*

hypO‹ as prefix, 22

hypothenar eminence, 218, *220*

I

iliac spine, 228

iliacus muscle. *See* تهیگاهی‌مازویی muscle iliocostalis muscle, 357, *358*, 370–371, *370–371*
iliohypogastric nerve, 360
ilioinguinal nerve, 360

تهیگاهی‌مازویی muscle, 240, *242*, 248, *251*, 251–252

ilium, 227, *231*

impingement syndrome, 141

impulse, 87

inclinometers, 22

inertia, law of, 84, *84*

inferior, defined, 4

inferolateral, defined, 4

inferomedial, defined, 4

ماهیچه زیرخاری muscle, 124, 127, 129, *131*, 141, 144, *144*

innervation, 42

insertion of muscles, 42

instantaneous center of rotation, 83, *83* intensity of exercise, 390 intercostal muscles, 367, *369*

intercostal nerves, *359*, 360

intermuscular septa, 241

internal oblique abdominal muscles, 357, *359*, 376, *376* internal rotation

defined, 23

of hip, *233*, *235*, 236

of knee joint, 282, *282*

of shoulder joint, *120*, *124*, 125, *126* internal rotation of shoulder girdle, 98, *100* interneurons, 55, *55*

interphalangeal (IP) joint, 187, 306 interspinalis muscles, 366, *367* interspinous ligaments, 352, *352* intertransversarii muscles, 366, *367* intertransverse ligaments, 352, *352* inter-tubercular (bicipital) groove, *122*

intervertebral disks, *351*, 353, *354* intrinsic muscles

defined, 40

of foot, 334, *335–338*

of hand, 199, 218–219, *218–220*

inversion, of ankle and foot joints, 23, 313, *313*

inward tilt of shoulder girdle, 99, *100*

IP (interphalangeal) joint, 187, 306

ipsilateral, defined, 4

irregular bones, *11*, 12

irritability of muscles,

ischial tuberosity, 228, *231*

ischiofemoral ligament, 230

ischium, 227, *231*

isokinetics, 45

isometric contractions, 43, *44–45*, 387, *387* isometric exercises, 393, 406 isotonic contractions, 43, *44–45*

J

joint capsules, 17

joint cavities, 17

joint-isolation exercises, 388

joint palpation, *277*, *303–305*

spine and trunk bone, *349–350*

joints, 16–28. *See also* ankle and foot joints؛ elbow and radioulnar joints؛ hip joint and pelvic girdle؛ knee joint؛ shoulder joint؛ *specific joints and joint types*

accessory motions, 27–28, *27–28*
classifications of, *16*, 16–21 concave-convex rule, 28 of fingers, 185, 187

icons for, 24, *25–27*

movement terminology, 22–24, *23*

physiological movements, 27–28, *27–28*

range of motion, methods for measuring, 21–22

of shoulder girdle, 93–98, *94*, *95*, *96–98*

stability and mobility, factors affecting, *20*, 20–21

of thumb, 187, *188*

of toes, 306

of trunk and spinal column, 351–355, *351–355*

K

kinematics, 74

kinesiology

defined, 1, 73

etymology of commonly used terms in, 427–429 structural. *See* structural kinesiology

kinesthesis, 55–58

kinetic chain activities, 388–389, *388–389* kinetic friction, 85, *85* kinetics, 74

knee bone, *277*

knee jerk reflex, 56, *56*

knee joint, 275–292

bones of, 275–276, *276–277*

icons for, *26*

joint characteristics, 278–281, *279*, *281*

ligaments of, *280*

movements of, 282, *282*

muscles of, 282–283, *284–285*, 287–292, *287–292* nerves of, 285

palpation, *277*

range of motion of, *281*, 423

Krause’s end-bulbs, 55, 57, *58*

kyphosis, 5, 102, 346

L

latent periods, 59

lateral, defined, 4

lateral axis, 6–7, *7*

lateral collateral ligament (LCL), 278 lateral epicondylitis, 163

lateral flexion of spine, 24, 356, *356–357* lateral plane, 5, *6*

lateral tilt of shoulder girdle, 98, *100*

ماهیچه پشتی بزرگ muscle, 127, 129, 132, 136, *137*, 137–138 latissimus pulls, 138–140, 142, 399, *399* law of acceleration, 84–85, 88

law of inertia, 84, *84*

law of reaction, 85, *85*, 88

laws of motion, 83–85, *84–85*, 88 LCL (lateral collateral ligament), 278 left lateral

pelvic rotation, *234*, 236, *236*
left transverse pelvic rotation, *234*, 236 length-tension relationship, 60–61, *61*, 62 lesser tubercle, *122*

levator costarum muscle, 367, *369*

levator scapulae muscle, *100*, 101, *101*, 102, *103*, 108, *108* levers, 74–81

classification of, 75–78, *77*

defined, 74

factors affecting use of, *78–80*, 78–81 first-class, 74, 75, *75*, 76, 77, 78, *79* mechanical advantage of, 74, 75, *77*, 79–82, *81* second-class, 74, *76*, 77, *79* third-class, 75, *76*, 77–78, *80*

ligaments

of ankle and foot joints, 306, *309–312*

of elbow and radioulnar joints, 155, 157, *158*, *159* of fingers, 187, *189*

of hip joint and pelvic girdle, 229–230, *232*, *234* joint stability and mobility affected by, 17, 20–21 of knee joint, 278, *280*

of trunk and spinal column, *352–353* of wrist and hand joints, 187, *189–191*

ligaments of shoulder girdle, *97–98* ligamentum flavum, 352, *352* رباط پس‌گردنی, 352, *352* linea alba, 374

linear displacement, 83

linear motion, 83

linea semilunaris, 374

lines of pull, 49, *49*

Lister’s tubercle, *186*

Lombard’s Paradox, 64

long bones, 11, *11*, 12–14

longissimus muscle, 357, 370

longitudinal arches, 306, *308*

longitudinal axis, 7, *7*

long thoracic nerve, 102, *103*, 104 longus capitis muscle, 363, *363* longus colli muscles, 366, *367* lordosis, 5, 102, 346, 353 lumbar kyphosis, 346

lumbar nerves, *50*, *51*, 52, *242* lumbar spine, *27*, *349*, 353–354, *355* lumbosacral plexus, *50*, 52, *54*, 247, *247* lumbrical muscles, 218, 219, *219*, 334, *337* lunate bone, 184, 185, *186*

M

malleoli, 301

manubrium, 346

mass, 85

mastoid process, 346

maximal stimulus, 59, *60*

MCL (medial collateral ligament), 278

MCP (metacarpophalangeal) joints, 185, 187, *187*, *189*, *191*

mechanical advantage, 74, 75, *77*, 79–82, *81* mechanical loading, 87, *88*

mechanics, defined, 73. *See also* biomechanics medial, defined, 4

medial collateral ligament (MCL), 278 medial epicondylitis, 163

medial tilt of shoulder girdle, 99, *100* median, defined, 4

median nerve, *165*, 167, *167*, 201

median plane, 5

mediolateral axis, 6–7, *7*

medullary cavity, 12

Meissner’s corpuscles, 55, 57, *58*

menisci, 278, *279*

metacarpals, *186*

metacarpophalangeal (MCP) joints, 185, 187, *187*, *189*, *191*

metatarsals, 301–302, *304*

metatarsophalangeal joints, 301, 306, *312*

mid-axillary line, 3

mid-clavicular line, 3

mid-inguinal point, 3

midsagittal plane, 5

midstance, 299

mid-sternal line, 3

military press, 396, *409*

mobile wad of three, 171

momentum, 87

motion

laws of, 83–85, *84–85*, 88

measurement, 83–84

planes of, 5–6, *6*, *7*

motion phase, 387

motor control, 21

motor neurons, 50, 55, *55*, *56*

motor units, 58, *58*, *59*

movement phase, 387

movements

accessory motions, 27–28, *27–28*

of ankle and foot joints, 23–24, 313, *313–314* concurrent movement patterns, 64–65, *65* countercurrent movement patterns, 65 differentiation, 43, 45–46

of elbow and radioulnar joints, 24

of fingers, 192, *193*

of hip joint and pelvic girdle, 235–236, *235–237* icons for, 24, *25–27*

of knee joint, 282, *282*

neural control of voluntary movement, 50–55, *50–55* passive, 43

phases of, 387–388

physiological, 27–28, *27–28*

of shoulder girdle, 24, 98–100, *99–100* of shoulder joint, 24, 125, *125–126* terminology for, 22–24, *23* of thumb, 24, 192, *193*

of toes, 313, *314*

of trunk and spinal column, 24, 357, *358–359* voluntary movement, neural control of, 50–55, *50–55* of wrist and hand joints, 24, 185, 187, *187–188*, 192, *192–193*

multiarticular muscles, 63–64

multiaxial ball-and-socket joints. *See* enarthrodial joints

multifidus muscle, 366, *367*

multipennate muscles, 40

muscle fibers, *58*, 58–59

muscles, 37–66. *See also* contraction/action of muscles; neuromuscular concepts; *specific muscles and muscle types*

of abdominal wall, 360, 373, *373*

of ankle and foot joints, 315–317, *315–333*, 322–334, *335–338*

development of, 391. *See also* exercises, muscular analysis of; exercises and activities

of elbow and radioulnar joints, 163, *163–166*, 169–176, *169–176*

features of, 37

of fingers, 194, *194–198*, 198–199, 211–212, *211–213* functions of, 37, 46–47

for head and neck movement, 360, 362–363, *362–363* of hip joint and pelvic girdle, 238–241, *238–246*, 248, *248–249*, *251*, 251–267, *253–267*

joint stability and mobility affected by, 21 of knee joint, 282–283, *282–292*, 287–292 nomenclature, 37–39

proprioception and kinesthesis, 55–58, *56–58* role, 46–47

shape and fiber arrangement classifications, 39–40, *41* shoulder girdle, 101–103, *101–105*, 106–112, *106–112* of shoulder joint, 127–145, *127–145* terminology, 40, 42

of thorax, 360, 367, *368–369*

of thumb, 194, *194–198*, 198–199, 215–218, *215–218*

tissue properties of, 40

of toes, 334

of trunk and spinal column, 357, *358–359*, *361–363*, 364–377, *364–377*

of vertebral column, 360, 366, *366–367* views of, *38–39*

of wrist and hand joints, 194, *194–200*, 198–199, 203–219, *203–220*

muscle spindles, 55, 56, *56*, *58*, 62 musculocutaneous nerve, 132, *132*, *165*
myotatic reflex, 55, 56
myotomes, 52

N

navicular, 301

neck muscles, 356, *358–359*, 360, *361–363*, 362 nerves and nervous system. *See also specific nerves*

of ankle and foot joints, 320, *320–321* central nervous system (CNS), 50–52, *50–55* components of, 50–52, *50–55*

of elbow and radioulnar joints, 167, *167*

of hip joint and pelvic girdle, 247–249, *247–249* of knee joint, 285, *286*

peripheral nervous system (PNS), 51 of shoulder girdle, 104, *104*, *105* of shoulder joint, 132, *132*

of trunk and spinal column, 360, *361* voluntary movement, role in, 50–55, *50–55* of wrist and hand joints, 201, *201*

neuromuscular concepts, 58–66

active and passive insufficiency, *65*, 65–66 all or none principle, 58 angle of pull, 63, *64*

concurrent and countercurrent movement patterns, 64–65, *65*

fiber types, 58

force-velocity relationship, 61–62, *62*

length-tension relationship, 60–61, *61*, 62

motor units, 58, *58, 59*

reciprocal inhibition or innervation, 62–63 stretch-shortening cycle, 62

tension development, factors affecting, 58–60, *59–60*

neuromuscular junction, 58

neuron cell body, 52

neurons, 52, *55*, *56*

neutralizer muscles, 47

Newton’s laws of motion, 83–85, *84–85*, 88 nonrotary components, 63 nucleus pulposus, 353

O

oblique abdominal muscles, 357, *359*, 375–376, *375–376*

oblique axis, 7, *7*

oblique plane, 6, *7*

obliquus capitis inferior muscle, 360, *363* obliquus capitis superior muscle, 360, *363* obturator externus muscle, 241, *246*, 267, *267* obturator internus muscle, 241, *246*, 267, *267* obturator nerve, *243*, 248, *249*

open kinetic chain activities, 388–389, *388–389* opponens digiti minimi muscle, 218, 219, *220* opponens pollicis muscle, 218, *219* opposition of thumb, 24, *188*, 192, *193* ابتدا of muscles, 42

os coxae, 227

osteoarthritis, 230

osteoblasts, 13

osteoclasts, 13

osteokinematic motion, 27

osteology, 11. *See also* bones؛
skeletal system outward tilt of shoulder girdle, 98, *100* overhead press, 110, 396, *396*

overload principle, 390–391 ovoid (condyloidal) joints, *19*, 20

P

پاچینی corpuscles, 55, 57, *58*

palmar, defined, 4

palmar flexion of wrist and hand, 24, *187*, *188*, 192 palmar interossei muscle, 218, *219* palmaris brevis muscle, 218, *220*

palmaris longus muscle, 194, *194*, 201, 204, *204*

palpation, 48

palpation, joint
elbow and radioulnar bone and, *156–157* hip and pelvic girdle bone and, *231* shoulder joint bone and, *122*
wrist and hand bone and, *186–187* parallel muscles, 40

parasagittal plane, 5

passive insufficiency, *65*, 65–66 passive movements, 43 passive tension, 60, *61* patella, 229, 275–276, *276*

patellar tendon reflex, 56, *56*
patellofemoral joint. *See* knee joint PCL (posterior cruciate ligament), 278 ماهیچه شانه‌ای
muscle, 241, *243*, 248, 255, *255*

pectoralis major muscle, *101*, 127, *127*, 129, *130*, 132, *135*, 135–136, *136*

pectoralis minor muscle, *100*, 101, *101*, 102, *102*, 104, *105*, 111, *111*

pectoral nerves, 104, 132

pelvic bone, 229, *229*

rotation, *234*

pelvic girdle. *See* hip joint and pelvic girdle

pennate muscles, 40

periodization, 391

periosteum, 12

peripheral nervous system (PNS), 51 peroneal nerve, 249, 285, 320, *320*

peroneus brevis muscle, 316, 320, 320–*321*, 326, *326* peroneus longus muscle, 316, 320, *321*, 325, *325* peroneus tertius muscle, 316, 320, 320–*321*, 327, *327* پنجه غازی, 283

phalanges, *186*, 192, 301, *304*, 306. *See also* fingers؛ toes physical fitness. *See* exercises and activities physiological movements, 27–28, *27–28*

PIP (proximal interphalangeal) joints, 185, 187, *187*, *191*, *305*, 306

piriformis muscle, 241, *246*, 267, *267* pisiform bone, 184, *186* pitching, 141, 144, 157, 201

pivot (trochoidal) joints, *19*, 20, 157 plane (arthrodial) joints, 18, *19*
planes of motion, 5–6, *6*, *7*
plantar, defined, 5 plantar fascia, 306

plantar fasciitis, 306

plantar flexion, of ankle and foot joints, 23, 313, *313* plantar interossei muscles, 334, *337*

plantaris muscle, 316, 323, *323* plantar nerve, 320 plica, 281

plyometric training, 62

PNS (peripheral nervous system), 51

popliteus muscle, 285, *285*, 292, *292*, 316

posterior, defined, 5

posterior axillary line, 3

posterior cruciate ligament (PCL), 278, *280* posterior inferior iliac spine (PIIS), *231* posterior longitudinal ligament, 352, *352* posterior pelvic rotation, *234*, 236, *236* posterior superior iliac spine (PSIS), *231* posterior tilt of shoulder girdle, 99, *100* posteroinferior, defined, 5 posterolateral, defined, 5 خلفی داخلی, defined, 5

posterosuperior, defined, 5

posture, 102

preparatory phase, 387, *387*

primary movers, 1, 46

پرونیشن

of ankle and foot joints, 23, 313, *314*

of elbow and radioulnar joints, 161, *161*, *162* of radioulnar joint, 24

چهارگوش پروناتور muscle, 163, *165*, 175, *175* ترس پروناتور muscle, 163, *165*, 174, *174* prone, defined, 2

proprioception, 21, 55–58, *56–58* protraction. *See* abduction protraction, of shoulder girdle, 24 proximal, defined, 5

proximal interphalangeal (PIP) joints, 185, 187, *187*, *191*, *305*, 306

proximodistal, defined, 5

psoas muscle. *See* تهیگاهی‌مازویی muscle pubis, 227, 228, *231* pubofemoral ligament, 229 pulleys, *82*, 82–83

pull-ups. *See* chin-ups push-ups, 110, 111, 112, 136, 172, 400, *400*

Q

Q angle, 282, *283*

چهارگوش femoris muscle, 241, *246*, 267, *267* چهارگوش lumborum muscle, 357, *359*, 372, *372* چهارگوش plantae muscle, 334, *337*

quadriceps muscles, *49*, 229, 282, 287, *287*, *405*, *407*

R

radial, defined, 5

radial deviation of wrist and hand, 192, *193*

radial flexion, of wrist and hand, 24, 192

radial nerve, *165*, *166*, 167, *167*, 201

radiate muscles, 40

radiocarpal joint, 185

radioulnar joints. *See* elbow and radioulnar joints radius, 153, 154, *156*, 157, 184, *186* ramus, *231*

range of motion (ROM)

of ankle and foot joints, 305, *308*, 423 of diarthrodial joints, 421–423

of elbow and radioulnar joints, 157, *160*, 421 of fingers, 185, 187, *188*, 422

of hip joint and pelvic girdle, 230, *233*, 423 of knee joint, *281*, 423 measuring, 21–22, *22*

of thumb, 187, *188*, 422

of toes, *308*, 423

of trunk and spinal column, 354, *354–355*, 421 of wrist and hand joints, 185, 187, *187–188*, 422

reaction, law of, 85, *85*, 88

reciprocal inhibition, 62–63

reciprocal innervation, 62–63

recovery phase, 387

rectilinear motion, 83

rectus abdominis muscle, 357, *359*, *373*, 374, *374* rectus capitis anterior muscle, 360, *363* rectus capitis lateralis muscle, 360, *362*, *363* rectus capitis posterior muscle, 360, *362*, *363*

ماهیچه راست رانی muscle, 49, *49*, 64–65, *65*, 228, 241, *242*, 248, 253, *253*, 276, 283, *284*

recurvatum, 5

reduction of spine, 24, 346, 356

reference lines, 3, *3*

reference positions, *2*, 2–3

relaxation phase, 59

reposition of thumb, 24, 192, *193*

resistance, application of, 74

resistance arm, 78, *78–80*, 80

resistance training, 386

retinaculum, 42

retraction. *See* adduction

retraction, of shoulder girdle, 24

retroversion, 5

reversal of muscle function, 48

rhomboid muscles, 101, 102, *103*, 104, *105*, 109, *109* ribs, 346, *348*

right lateral pelvic rotation, *234*, 236

right transverse pelvic rotation, *234*, 236, *236*

roll, 27–28, *27–28*

rolling friction, *85*, 85–86

ROM. *See* range of motion

rope climbing, 138, 139, 142, 169

rostral, defined, 5

rotary components, 63

rotary motion, 83

rotation

axes of, 6–7, *6–7*, 74, 83

center of, 83

of hip, *233*, *235*, 236

instantaneous center of, 83, *83*

of knee joint, 282, *282*

of pelvis, *234*, 236, *236*

shoulder girdle, 24, 98, 99

of shoulder joint, *120*, *124*, 125, *126* of spine, 356, *356–357* types of, 23

rotator cuff muscles, 119, 124, 141, *141* rotatores muscle, 366, *367* rowing exercise, 407, *407–408*

روفینی's corpuscles, 55, 57, *58*

running muscles. *See* hamstring muscles

S

sacral nerves, *50*, *51*, 52

sacral plexus. *See* lumbosacral plexus
sacroiliac joints, 229
sacrum, 227, 228, 229, *231*

saddle (sellar) joint, *19*, 20

sagittal axis, 7, *7*

sagittal plane, 5, *6*

SAID (Specific Adaptations to Imposed Demands)

principle, 391

sartorius muscle, 229, 241, *242*, 248, 254, *254*, 276 scalar quantities, 83

scalene muscles, 367, *368* scaphoid bone, 184, *184*, 185, *186* scaption, of shoulder joint, 24

scapula, 93, *95*, 102, *102*, *103*, 119, 120, *122*, *131*, 153, *156*, *231*. *See also* shoulder girdle

scapula line, 3

scapular plane, defined, 5
scapular winging, 102
scapulohumeral rhythm, 123
scapulothoracic joints, 94, 97, 421 sciatic nerve, *243*, *244*,

249, 267, 285, 320 scoliosis, 5, 346

screw (trochoidal) joints, *19*, 20

SC (sternoclavicular) joints, 93, 94, *97*, 421 second-class levers, 74, *76*, 77, *79* sellar (saddle) joint, *19*, 20

ماهیچه نیم‌غشایی muscle, 46, 49, *49*, 229, 241, *244*, 249, 261, *261*, 276

semispinalis muscles, 360, *362*, 363, *363* ماهیچه نیم‌وتری muscle, 46, 49, *49*, 229, 241, *244*, 249, 260, *260*, 276

sensory neurons, 55, *55*, *56*

sensory receptors, *58*. *See also* proprioception serratus anterior muscle, 47, *47*, 97, 102, *103*, 104, *105*, 110, *110*

serratus posterior muscle, 367, *369*
sesamoid bones, 12, 184, 275, 301 shin splints, 317, 331 short bones, 11, *11*

shoulder blade. *See* scapula

shoulder girdle, 93–112
bones of, 93, *94*, *95*

icons for, *25*

joints of, 93–98, *94*, *95*, *96–98*

ligaments of, *97–98*

movements of, 24, 98–100, *99–100*

muscles of, 101–103, *101–105*, 106–112, *106–112*

nerves of, 104, *104*, *105*

synergy with shoulder joint, 100–101 views of, *94*, *95*

shoulder joint, 119–145
agonist muscles of, *127–128*
bones of, 120, *121–122*
icons for, *25*
injuries common tO. 124
joint characteristics, 120–124
movements, 125, *125–126*
movements of, 24
muscles of, 127–145, *127–145*
nerves of, 132, *132*
palpation, *122*
range of motion of, 421
synergy with elbow and radioulnar joints, 160 synergy with shoulder girdle, 100–101 views of, *121*, *122*
shoulder pulls, 393, *393*
side bending of spine, 24, 356, *356–357*
sinister, defined, 5
SITS acronym, 141
sit-ups, 374
skeletal muscles. *See* muscles
skeletal system, 10, *10*, 11–15. *See also* bones
slide, 27–28, *27–28*
slipped disk, 353
slow muscle fibers, 58
soleus muscle, 316, *318*, 324, *324*
Specific Adaptations to Imposed Demands (SAID) principle, 391
specificity of exercise, 391
speed, defined, 84
spheroidal joints. *See* enarthrodial joints sphincter muscles, 40 spin, 27–28, *27–28*
spinal column. *See* trunk and spinal column spinal cord, 51, *51–52*, *56*
spinalis muscle, 357, *358*, 370, *370* spinal nerves, *50–54*, 51–52, 360 spinous processes, 346
splenius muscles, 357, *358*, 360, 365, *365* sprains, ankle, 306
squats, 404, *404* stability, *86*, 86–87, 88 stabilizer

muscles, 46 stabilizing components, 63 stance phase, 299, *300*, 387, *387* static contractions, 43 static equilibrium, 86

static friction, 85, *85*

statics, study of, 73

sternoclavicular (SC) joints, 93, 94, *97*, 421 sternocleidomastoid muscle, 357, 360, 364, *364*, *368*, *379*, *383*

strap muscles, 40

strength-training. *See* exercises and activities

stretch reflex, 55, 56

stretch-shortening cycle, 62

structural kinesiology

alignment variation terminology, 5 anatomical directional terminology, *3–4*, 3–5

ankle and foot joints, 299–338. *See also* ankle and foot joints

axes of rotation, 6–7, *6–7*, 74, 83 biomechanics, 73–88. *See also* biomechanics body parts/regions, 8–9, *8–9* concave-convex rule, 28 defined, 1

elbow and radioulnar joints. *See* elbow and radioulnar joints

exercises. *See* exercises, muscular analysis of; exercises and activities

hip joint and pelvic girdle. *See* hip joint and pelvic girdle joints, 16–28. *See also* joints

knee joint, 275–292. *See also* knee joint

muscles, 37–66. *See also* muscles

planes of motion, 5–6, *6*, *7*

reference lines and positions, 2–3, *2–3* shoulder girdle, 93–112. *See also* shoulder girdle shoulder joint. *See* shoulder joint

skeletal system, 10, *10*, 11–15. *See also* bones

trunk and spinal column, 345–377. *See also* trunk and spinal column

wrist and hand joints. *See* wrist and hand joints subclavius muscle, *101*, 102, *103*, 112, *112*
subcostale muscles, 367, *369*
submaximal stimuli, 59, *60*

subscapularis muscle, 124, 129, *130*, 141, 142, *142* subscapular nerves, 132

subthreshold stimulus, 59, *60*
summation of contractions, 59, *60*
superficial, defined, 5 superior, defined, 5 Superman exercise, 403, *403*

superolateral, defined, 5

superomedial, defined, 5

supination

of ankle and foot joints, 24, 313, *314*

of elbow and radioulnar joints, 161, *161*, *162* of radioulnar joint, 24

سوپیناتور muscle, *162*, 163, *166*, 167, 176

supine, defined, 3

suprascapula nerve, *128*

suprascapular nerves, 132

supraspinatus muscle, 124, 127, 129, *131*, 141, 143, *143*

supraspinatus nerve, 132

supraspinous ligament, 352, *352*

suture joints, 16

swimmer’s muscle, 138. *See also* ماهیچه پشتی بزرگ muscle swimming, 141

swing phase, 299

symphysis joints, 16, *16*, 17

symphysis pubis, 229

synarthrodial joints, 16, *16*, *17*

synchondrosis joints, 16, *16*, 17, *17*

syndesmosis joints, 16, *16*, 17, *17*, 157, 302–306

synergist muscles, 46–47

synovial cavity, 281, *351*

synovial joints. *See* diarthrodial joints

T

tailor's muscle. *See* sartorius muscle talocrural joint. *See* ankle and foot joints
talofibular ligament, 306
talus, 306

tarsals, 306

tendinous inscriptions, 374

tendons, 42

tennis elbow, 163

tension, 58–60, *59–60*, *61*, *62*. *See also* contraction/action of muscles

تنسور فاشیا لاته muscle, 241, *245*, 248, 266, *266*
ترس ligament, 229

ترس ماژور muscle, 127, *128*, 129, *131*, 139, *139*
ترس minor muscle, 124, 127, *128*, 129, *131*, 141, 145, *145*

tetanus, 59

thenar eminence, 218
thigh, 238, *239–241*
third-class lever, 75, *76*, 77–78, *80*
thoracic nerves, *51*, 52, *53*
thoracodorsal nerve, *128*, 132

thorax. *See also* trunk and spinal column bones of, 346, *348*

muscles of, 360, 367, *368–369*
threshold stimulus, 59, *60*
throwing, 141

throwing, biomechanics of, 88

thumb. *See also* fingers; wrist and hand joints icons for, *25–26*

joints of, 187, *188*

movements of, 24, 192, *193*

muscles of, 194, *194–198*, 198–199, 215–218, *215–218* range of motion of, 187, *188*, 422

tibia, 229, *231*, 275–276, *276–277*, 278, 281–283, 301, *301*, 302

tibial, defined, 5

tibialis anterior muscle, 316, 317, *319*, 330, *330* tibialis posterior muscle, 316, 317, *318*, 331, *331* tibial nerve, 249, *249*, 320

tibiofemoral joint. *See* knee joint tibiofibular joint, 302, *309*

toe-off, 299

toes. *See also* ankle and foot joints bones of, 301, *308*

icons for, *26*

joints of, 306

movements of, 313, *314*

muscles of, 334

range of motion of, 423

Tommy John procedure, 157

torque, 78–81, *80*

trabecular bone, 12

training. *See* exercises and activities

translation, *27*, 27–28

translatory motion, 83

transverse arches, 306, *308*

transverse plane, 6, *6*, *7*

transverse processes, 346, 352

transverse rotation of pelvis, *234*, 236, *236* transversus abdominis muscle, 357, *359*, *373*, 377, *377* transversus thoracis muscle, 367, *369* trapezium bone, 184, *186*

trapezius muscle, 101, *101*, 102, *103*, 104, 106–107, *106, 131*

trapezoid bone, 184

Trendelenburg gait, 264

treppe, 59, *61*

triceps brachii muscle, 127, 163, *166*, 167, 172, *172* triceps extensions, 395, *395*

triceps surae, 315, 322. *See also* gastrocnemius muscle; soleus muscle

triquetrum bone, 184, 185

trochanter, 227, 228

trochoidal joints, *19*, 20

true synergists, 46

trunk and spinal column, 345–377 bones of, 345–350, *346–350* core training, 360

exercises and activities for, 393–407 icons for, *27*

joints of, *351–353*, 351–355 ligaments of, *352–353* movements of, 24, 356, *356–357*

muscles of, 357, *358–359*, *361–377*, 362–377 nerves of, *50–54*, 51–52, 360 range of motion of, *354–355*

twitches, phases of, 59, *60*

U

UCL (ulnar collateral ligament), 155 ulna, 153, *156*, 157, 184, *186* ulnar, defined, 5

ulnar collateral ligament (UCL), 155

ulnar deviation of wrist and hand, 192, *193* ulnar flexion, of wrist and hand, 24,

lnar nerve, 201, *201*

uniarticular muscles, 63–64

unipennate muscles, 40

upper extremity activities, 385–386

upward rotation of shoulder girdle, 24, 98, *99* upward tilt of shoulder girdle, 99, *100*

V

valgus, 5

Valsalva maneuver, 392

varus, 5

عضله پهن اندرمیانی muscle, 241, 248, 276, 282, *284*, 285, 289, *289*

عضله پهن پهلویی muscle, 241, 248, 276, 282, *284*, 288, *288* عضله پهنِ میانی muscle, 241, 248, 276, 282, *284*, 290, *290* عضله پهنِ میانی obliquus (VMO), 290

vector quantities, 83 velocity, defined, 84 velocity-force relationship, 61–62, *62* ventral, defined, 5

vertebral column. *See also* trunk and spinal column bones of, 345–346, *346–347*, 351

muscles of, 360, 366, *366–367* vertebral line, 3

vertical axis, 7, *7*

VMO (obliquus), 290 volar, defined, 5

voluntary movement, neural control of, 50–55, *53–55*

W

walking, phases of, 299–300, *300* wheels and axles, *81*, 81–82
Wolff's law, 14, 20

workouts. *See* exercises and activities

wrist and hand joints, 183–220. *See also* fingers؛ thumb bones of, *184*, 184–185, *185*

icons for, *25–26*

importance of, 183

ligaments of, 187, *189–191*

movements of, 24, 192, *192–193*

muscles of, 194, *194–200*, 198–199, 203–219, *203–220*

nerves of, 201, *201*

range of motion of, 185, 187, *187–188*, 422 views of, *184*, *185*

wrist curls, 203

X

xiphoid process, 346