(آناتومی انسان)

گردآورنده: **سیاوش شیروانی پور**

دکتری بیومکانیک ورزشی

واژه آناتومی

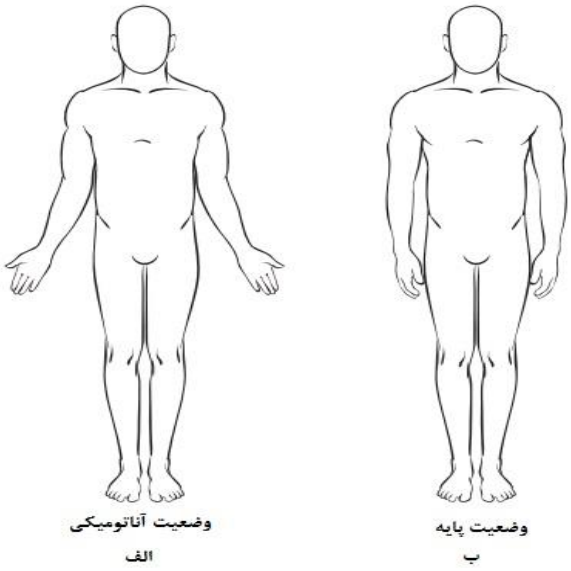
آناتومی علم تشریح ساختار بدن است. آناتومی توصیف یا تشریح یک ساختار است، از راه جدا کردن تکه‌های مختلفی که بر هم سوار شده و آن ساختار را ساخته‌اند. واژه آناتومی (Anatomy) از ترکیب پیشوند ana به معنای up (به مفهوم بر بالای هم سوار شده و ساخته شده و کالبد) و واژه یونانی tomy به معنای (بریدن و قطعه قطعه کردن) بدست آمده است و همان مفهوم از هم جدا کردن، اجزای یک کالبد را می‌دهد. آناتومی (کالبدشناسی) انسان (Human anatomy) عبارتست از "مطالعه ساختارهایی که تن (کالبد) انسان را تشکیل می‌دهند".

در بیان آناتومی گفته می‌شود که مطالعه ساختار بدن انسان است. البته بیشتر آناتومیست‌ها این را قبول ندارند، چرا که آنان بیان می‌کنند این تعریف بدون در نظر گرفتن اعمال مربوط به قسمت‌های مختلف بدن است. بنابراین معنی دقیق آناتومی عبارتست از مطالعه ساختار بدن و ارتباط آن با اعمال قسمت‌های مختلف آن ساختار.

در بررسی آناتومی، چنانچه بررسی با چشم غیر مسلح صورت گیرد آن را کالبد شناسی درشت بین (Macroanatomy) گویند و اگر با کمک میکروسکوپ انجام گیرد، آن را کالبدشناسی ریزبین (Microanatomy) یا بافت‌شناسی (Histology) گویند. شناسایی بدن انسان در دوره جنینی، جنین شناسی یا رویان شناسی (Embryology) نامیده می‌شود. ولی واژه آناتومی یا کالبد شناسی، در زبان فارسی بیشتر بیان کننده همان ماکروآناتومی است. باز بینی و بررسی مجدد که روی جسد انجام می‌گیرد، کالبد شکافی یا تشریح خوانده می‌شود.

بدن انسان فعال است و دائماً در حال حرکت، بنابراین دستخوش تغییرات مکرر در وضعیت خود می‌شود. ارتباط قسمت‌های مختلف بدن با همدیگر نیز تغییر می‌کند. برای اینکه قادر باشیم سازماندهی بدن انسان را توصیف کنیم، لازم است یکسری وضعیت تصادفی را به عنوان نقطه شروع استفاده کنیم که حرکت یا محل ساختارها را با توجه به آن بتوان توصیف نمود. این وضعیت به عنوان **وضعیت آناتومیکی** شناخته می‌شود (تصویر ۱الف) و به این صورت تعریف می‌شود که بدن در وضعیت قامتی ایستاده[1]، چشم‌ها روبه‌جلو نگاه می‌کنند، پاها موازی و نزدیک همدیگرند، بازوها نیز در کنار بدن قرار می‌گیرند به صورتی که کف دست روبه‌جلو است. **وضعیت پایه**[2] (تصویر ۱ب) مثل وضعیت آناتومیکی است به جز این مورد که کف دست به سمت بدن است. این وضعیت اغلب در مبحث روتیشن (چرخش) اندام فوقانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1. Upright posture
2. Fundamental posture



تصویر ۱. وضعیت‌های توصیفی

اصطلاحات ویژه برای توصیف محل یک ساختار و وضعیت آن نسبت به دیگر ساختارها مورد استفاده قرار می‌گیرد (تصویر ۲).

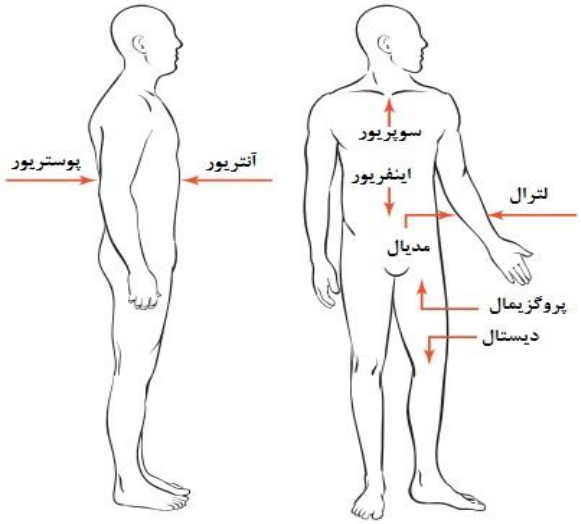
مدیال[۱] (داخلی) به محل یا وضعیتی که به خط مرکزی بدن نزدیک‌تر است اشاره دارد و **لترال**[۲] (خارجی) به محل یا وضعیتی که از خط مرکزی دورتر است اشاره دارد. برای مثال، زند زیرین (اولنا[۳]) در سمت مدیال ساعد و زند زبرین در سمت لترال اولنا قرار دارد.

دیستال و **پروگزیمال** برای توصیف موقعیت‌های اندام‌ها نسبت به مرکز بدن استفاده می‌شوند. دیستال[۴] (دورتر) به معنی دور از تنه و پروگزیمال[۵] (نزدیک‌تر) به معنی نزدیک به تنه می‌باشد. برای مثال، سر استخوان بازو در قسمت پروگزیمال بازو قرار گرفته است. ساعد در سمت پروگزیمال مچ ولی در سمت دیستال شانه قرار دارد.

سوپریور[۶] (بالاتر یا فوقانی) برای نشان دادن محل یک بخش از بدن که روی بخش دیگر قرار دارد استفاده می‌شود یا سطح فوقانی یک ارگان یا ساختار اطلاق می‌گردد. **اینفریور**[۷] (پایین‌تر) نشان می‌دهد که یک بخش از بدن زیر دیگری قرار گرفته است یا به سطح پایینی ارگان یا ساختار اطلاق می‌شود. **آنتریور**[۸] (جلوتر) به قدام بدن یا وضعیتی نزدیک به قدام بدن اطلاق می‌گردد.

1. Medial
2. Lateral
3. Ulna
4. Distal
5. Proximal
6. Superior
7. Inferior
8. Anterior

پوستریور[1] (پشتی‌تر) به پشت جسم یا وضعیتی نزدیک به پشت جسم اطلاق می‌شود. برای مثال، جناغ در قدام قفسه سینه و کتف در پشت آن قرار دارد.



تصویر ۲. اصطلاحات توصیفی

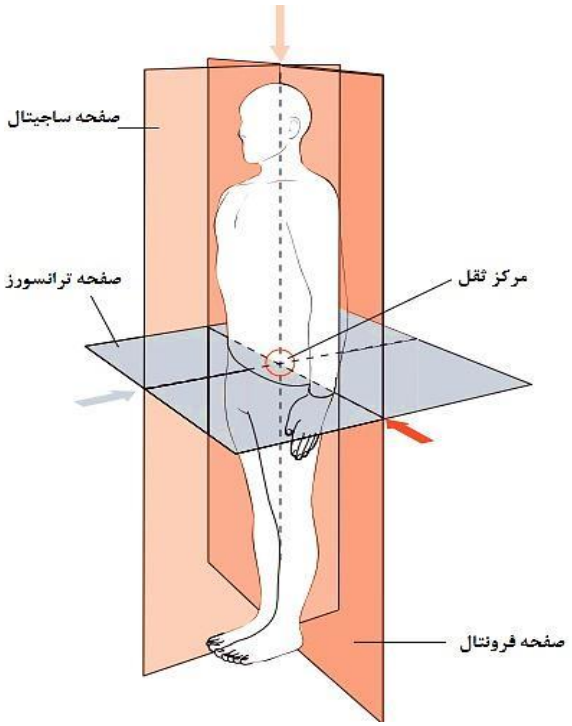
سوپاین[2] یا طاق‌باز و **پرون**[3] یا دمر اصطلاحاتی هستند که وضعیت بدن را حین دراز کشیدن به صورت صاف توصیف می‌کنند. هنگام سوپاین فرد به طور صاف خوابیده و صورت یا سطح قدامی بدن رو به بالا می‌باشد. فرد در وضعیت پرون به صورت افقی قرار گرفته و صورت یا سطح قدامی رو به پایین است.

سطوح و محورها

سطوح، خطوط ثابت و مرجعی هستند که بدن در طول آن‌ها تقسیم می‌شود. سه سطح وجود دارد و هر سطح در یک زاویه عمود نسبت به دو سطح دیگر قرار دارد (تصویر ۳). **سطح ساجیتال**[4] **(سهمی)** از میان بدن از جلو به عقب عبور می‌کند و بدن را به دو بخش چپ و راست تقسیم می‌کند. این سطح را مثل یک دیوار عمودی فرض کنید که اندام در طول آن حرکت می‌کند. حرکات فلکشن و اکستنشن در این سطح اتفاق می‌افتند. سطح **فرونتال**[5] از میان بدن از یک سمت به سمت دیگر می‌گذرد و بدن را به دو بخش جلو و عقب تقسیم می‌کند. این سطح، *کرونال* نیز نامیده می‌شود. حرکات ابداکشن و اداکشن در این سطح اتفاق می‌افتند.

1. Posterior
2. Supine
3. Prone
4. Sagittal
5. Frontal

سطح **ترانسورز**[1] به صورت افقی از میان بدن عبور می‌کند و بدن را به دو بخش بالا و پایین تقسیم می‌کند. این سطح، سطح هوریزنتال نیز نامیده می‌شود. حرکت روتیشن در این سطح اتفاق می‌افتد.



تصویر ۳. سطوح و محورهای حرکتی

محورها نقاطی فرضی هستند که در مرکز یک مفصل قرار گرفته و یک اندام حول آن می‌چرخد (تصویر ۳). محور ساجیتال نقطه‌ای است که در میان یک مفصل از جلو به عقب می‌رود. **محور فرونتال** نقطه‌ای است که در میان یک مفصل از یک سمت به سمت دیگر می‌رود. **محور ورتیکال** که محور *طولی* نیز نامیده می‌شود، از بالا به پایین از یک مفصل عبور می‌کند.

حرکت مفصل همیشه حول محوری اتفاق می‌افتد که به سطح آن عمود است. به بیان دیگر حرکت مفصل در یک سطح و حول یک محور انجام می‌شود. یک حرکت خاص همیشه در همان سطح و حول همان محور انجام خواهد شد. برای مثال فلکشن/اکستنشن همیشه در صفحه ساجیتال و حول محور فرونتال اتفاق خواهد افتاد. ابداکشن و اداکشن همیشه در سطح فرونتال و حول محور ساجیتال اتفاق خواهد افتاد. حرکات مشابه، مثل رادیال دیوییشن و اولنار دیوییشن مچ دست نیز در سطح فرونتال و حول محور ساجیتال اتفاق خواهد افتاد.

حرکات مفصل

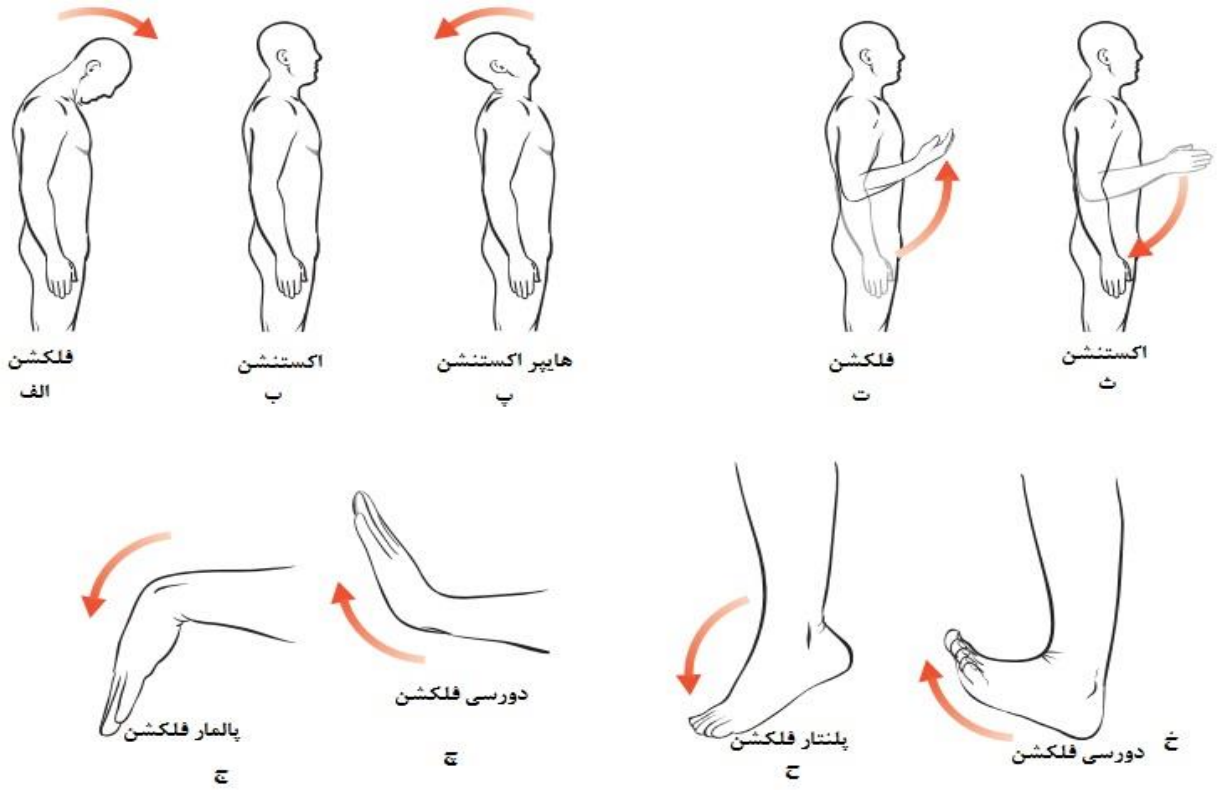
مفاصل در جهت‌های مختلف حرکت می‌کنند. همانطور که بحث خواهد شد، حرکت حول محورهای مفصل و در صفحه مفصل اتفاق می‌افتد. اصطلاحات ذیل برای توصیف حرکات مختلفی که در مفاصل سینوویال رخ می‌دهند استفاده می‌شوند (تصویر ۴). مفاصل

[1]. Transverse

سینوویال، مفاصل آزادی از نظر حرکتی هستند که بیشتر حرکت‌های مفصلی در آن‌ها صورت می‌گیرد. این مفاصل با جزئیات بیشتر در ادامه بحث می‌شوند.

فلکشن[1] حرکت خم شدن یک استخوان روی استخوان دیگر است که موجب رسیدن دو بخش به هم و یک کاهش در زاویه مفصل می‌شود. معمولاً این حرکت بین سطوح قدامی استخوان‌هایی که با یکدیگر مفصل شده‌اند صورت می‌گیرد و سطوح به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. در مورد گردن فلکشن حرکت دولا کردن می‌باشد (تصویر ۴ الف) که سر به سمت بخش قدامی سینه حرکت می‌کند. در فلکشن آرنج، ساعد و بازو به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. فلکشن زانو در حالی اتفاق می‌افتد که سطوح خلفی ران و ساق به سمت یکدیگر حرکت می‌کنند. در فلکشن مفصل ران، زمانی که اندام تحتانی بخش متحرک است، ران به سمت تنه حرکت می‌کند. وقتی اندام تحتانی ثابت شده و تنه بخش در حال حرکت باشد، تنه خم می‌شود. در واقع این که فلکشن، افزایش یا کاهش زاویه در مفصل را نشان دهد به نقطه مرجع شما بستگی دارد. وقتی یک اندازه‌گیری گونیامتریکی از فلکشن آرنج انجام می‌دهید، از وضعیت آناتومیکی (اکستنشن کامل) شروع خواهید کرد که صفر در نظر گرفته می‌شود. برعکس، **اکستنشن،** حرکت باز کردن یک استخوان به دور از استخوان دیگر است و موجب افزایش در زاویه مفصل می‌شود. این حرکت معمولاً بخش‌های بدن را بعد از آن‌که خم می‌شوند به وضعیت آناتومیکی بر می‌گرداند (تصویر ۴ ب، ت). اکستنشن وقتی اتفاق می‌افتد که سر به سمت بالا حرکت می‌کند و از سینه دور می‌شود و ران از تنه دور شده و به وضعیت آناتومیکی برمی‌گردد. هایپراکستنشن ادامه حرکت اکستنشن فراتر از وضعیت آناتومیکی می‌باشد (تصویر ۴ پ) شانه، مفصل ران، گردن و تنه می‌توانند هایپراکستنشن انجام دهند. فلکشن در مچ دست ممکن است **پالمار فلکشن** نامیده شود (تصویر ۴ ج) و فلکشن در مچ پا ممکن است **پلانتار فلکشن** نامیده شود (تصویر۴ح). اکستنشن در مفاصل مچ دست و مچ پا ممکن است **دورسی فلکشن** خوانده شود (تصویر۴ چ، خ).

1. Flexion



تصویر ۴. حرکات فلکشن و اکستنشن مفصل

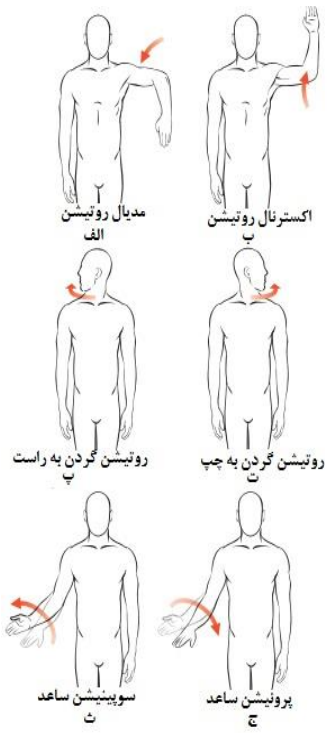
ابداکشن[۱] حرکت دور شدن از خط میانی بدن (تصویر ۵ الف) و **اداکشن**[۲] حرکت به سمت خط میانی بدن می‌باشد (تصویر ۵ ب). مفاصل شانه و ران می توانند دور و نزدیک شوند. انگشتان دست و پا نسبت به این تعریف خط میانی، استثنا هستند. نقطه‌ی رفرنس برای انگشتان دست انگشت میانی می‌باشد. حرکت دور شدن از انگشت میانی ابداکشن است. باید متذکر شد که انگشت میانی دور می‌شود (به سمت چپ و راست) اما نزدیک شدن آن فقط تحت عنوان بازگشت از ابداکشن به خط میانی می‌باشد. نقطه‌ی رفرنس برای انگشتان پا، انگشت دوم می‌باشد مشابه انگشت میانی دست، انگشت دوم پا به سمت چپ و راست دور می‌شود اما جز به عنوان حرکت بازگشت از ابداکشن، نزدیک نمی‌شود.

ابداکشن و اداکشن افقی حرکاتی هستند که نمی توانند در وضعیت آناتومیکی اتفاق افتند. قبل از این دو حرکت باید فلکشن یا ابداکشن مفصل شانه صورت بگیرد و بازو در سطح شانه (افقی) قرار گیرد. حرکت شانه از این وضعیت به سمت عقب **ابداکشن افقی**[۳] (تصویر ۵ پ) و به سمت جلو **اداکشن افقی**[۴] (تصویر ۵ ت) می‌باشد.

1. Abduction
2. Adduction
3. Horizontal abduction
4. Horizontal adduction

رادیال دیوییشن و اولنار دیوییشن اصطلاحاتی هستند که معمولا جهت اشاره نمودن به ابداکشن و اداکشن مچ دست استفاده می‌شوند. وقتی دست به سمت خارج یا به طرف انگشت شست حرکت می‌کند، **رادیال دیوییشن**[1] (تصویر ۵ ث) و وقتی از وضعیت آناتومیکی به سمت داخلی یا به طرف انگشت کوچک حرکت می‌کند **اولنار دِوییشن**[2] (تصویر ۵ ج) می‌باشد.

تصویر ۵. حرکات مفصلی ابداکشن و اداکشن



تصویر ۶. حرکات روتیشن مفصلی

اصطلاح **لترال بندینگ**[3] (خم شدن جانبی) وقتی به کار می رود که تنه به سمت جانبی حرکت کند. تنه می‌تواند به صورت جانبی به طرف راست و چپ خم شود (تصویر ۵ چ، ح). اگر تنه به سمت راست خم شود، شانه به طرف هیپ (مفصل ران) راست حرکت می‌کند که **لترال بندینگ** راست (خم شدن جانبی به راست) نامیده می‌شود. همچنین گردن به همین صورت به سمت جانب خم می‌شود. برخی اوقات اصطلاح لترال فلکشن برای توصیف این حرکت به سمت پهلو استفاده می‌شود.

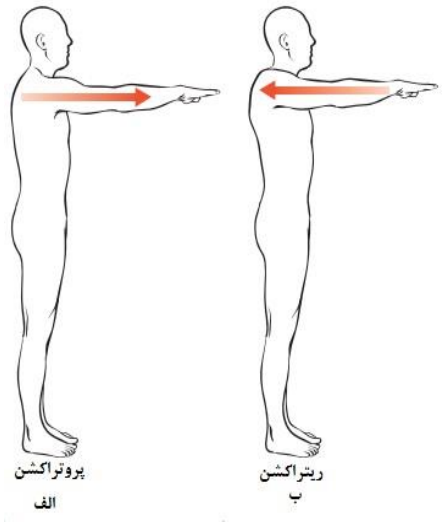
سیرکومداکشن[4] (حرکت دورانی)، حرکتی است که به صورت یک الگوی مدور مخروطی شکل توصیف می‌شود.

1. Radial deviation
2. Ulnar deviation
3. Lateral bending
4. Circummduction

روتیشن[1]، حرکت یک استخوان یا بخش حول محور طولی خود می‌باشد. اگر سطح قدامی به طرف خط میانی بچرخد، **مدیال روتیشن** (چرخش داخلی) نامیده می‌شود این حرکت بعضی اوقات *اینترنال روتیشن* عنوان می‌شود. برعکس اگر سطح قدامی به طرف خارج بچرخد و از خط میانی دور شود **لترال روتیشن** یا *اکسترنال روتیشن* نامیده می‌شود (تصویر ۶ ب). گردن و تنه به سمت راست و چپ می‌چرخند (تصویر ۶ پ، ت). چرخش گردن را همچنان که به سمت شانه راست خود نگاه می‌کنید، در نظر داشته باشید. این حرکت چرخش به راست گردن خواهد بود.

چرخش ساعد با عنوان سوپینیشن و پرونیشن اطلاق می‌شود. در وضعیت آناتومیکی ساعد در حالت **سوپینیشن**[2] است (تصویر ۶ ث). کف دست در این حالت رو به جلو یا قدام است. در **پرونیشن**[3] (تصویر ۶ ج)، کف دست رو به سمت عقب یا خلفی است. وقتی آرنج خم شده است، وضعیت کف دست به بالا *سوپینیشن* و کف دست به پایین *پرونیشن* می‌باشد.

تصویر ۷. اینورشن و اورشن پای چپ



تصویر ۸. پروتراکشن و ریتراکشن

در ادامه اصطلاحاتی هستند که برای توصیف حرکات خاص در مفاصل معین استفاده می‌شوند. **اینورشن**[4]، حرکت کف پا به سمت داخل در مفصل مچ پا (تصویر ۷ الف) و **پروتراکشن**[5]، یک حرکت تقریبا خطی در طول یک صفحه موازی با زمین و به دور از خط میانی است (تصویر ۸ الف) و **ریتراکشن**[6] حرکت تقریبا خطی در همان صفحه اما به سمت خط میانی (تصویر ۸ ب) می‌باشد.

1. Rotation
2. Supination
3. Pronation
4. Inversion
5. Protraction
6. Retraction

پروتراکشن کمربند شانه کتف را از خط میانی دور می‌کند، پروتراکشن فک نیز همان‌طور، در حالی‌که ریتراکشن در هردوی این موارد بخش بدنی (کتف و فک) را به سمت خط میانی یا وضعیت آناتومیکی باز می‌گرداند.

سیستم اسکلتی

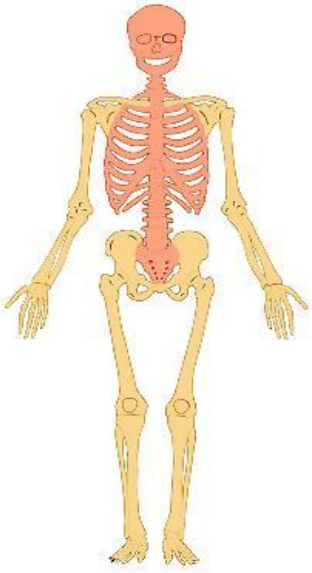
اعمال اسکلت

سیستم اسکلتی که از استخوان‌های زیادی تشکیل شده، چارچوب سخت بدن انسان می‌باشد. این سیستم به بدن شکل و حمایت می‌بخشد. از ارگان‌هایی مانند مغز، طناب نخاعی و قلب محافظت می‌کند. سیستم اسکلتی با فراهم کردن یک ساختار سخت برای اتصال عضلات و دستگاه اهرمی به حرکت کمک می‌کند. سیستم اسکلتی همچنین سلول‌های خونی را در محل‌های مختلف تولید می‌کند. محل‌های اصلی تشکیل خون، خاصره، مهره ها، جناغ سینه و دنده‌ها می‌باشد. این ساخت خون اغلب در استخوان‌های مسطح اتفاق می‌افتد. کلسیم و دیگر نمک‌های معدنی در سرتاسر بافت استخوانی سیستم اسکلتی دخیره شده‌اند.

انواع اسکلت

استخوان‌های بدن در دو گروه اصلی طبقه بندی می‌شوند: محوری و ضمیمه‌ای (تصویر ۹). اسکلت محوری بخش قائم بدن را شکل می‌دهد و تقریباً شامل ۸۰٪ استخوان‌ها متشکل از سر، سینه و تنه می‌باشد. اسکلت ضمیمه‌ای به اسکلت محوری اتصال یافته و شامل ۱۲۶ استخوان اندام‌ها می‌باشد. ۲۰۶ استخوان در بدن وجود دارد. افراد ممکن است علاوه بر این، استخوان‌های سزاموید داشته باشند، مثلا در تاندون خم کننده‌ی انگشت شست دست و شست پا.

استخوان‌های خاجی، دنبالچه و ران هرکدام از استخوان‌های متعدد تشکیل شده‌اند که به هم جوش‌خورده‌اند. در مفصل ران این استخوان‌های ترکیب‌شده تحت عنوان ایلیوم (خاصره)، ایسکیوم (ورک) و پوبیس (عانه) شناخته می‌شوند.



تصویر ۹. اسکلت محوری و ضمیمه‌ای

ترکیب استخوان

استخوان‌ها می‌توانند به صورت یک ارگان مدنظر قرار گیرند، چون از چندین نوع بافت مختلف تشکیل شده‌اند (رشته‌ای، غضروفی، استخوانی، عصبی و عروقی)، که به عنوان بخش‌های جدایی ناپذیر سیستم اسکلتی عمل می‌کنند.

یک سوم استخوان از مواد آلی (زنده) و دو سوم از مواد غیر آلی (غیرزنده) تشکیل شده است. مواد آلی به استخوان خاصیت الاستیسیته (برگشت پذیری) می‌دهد، در حالی‌که مواد غیر آلی سختی و قدرت فراهم می‌کند که باعث می‌شود استخوان در عکسبرداری اشعه ایکس تیره باشد. استخوان چقدر سخت است؟ برآورد می‌شود اگر شما جمجمه‌ی یک انسان را برداشته و به آرامی بر روی آن وزن اعمال کنید، جمجمه می‌تواند سه تن وزن را قبل از شکست تحمل کند.

استخوان متراکم[1] قشر بیرونی سخت و متراکم را تشکیل می‌دهد. این ساختار همواره استخوان را به طور کامل می‌پوشاند و در تنه‌ی استخوان بلند ضخیم و در طول دو انتهای استخوان بلند به نازک بودن می‌گراید. همچنین در صفحات استخوان‌های پهن جمجمه ضخیم می‌باشد.

استخوان اسفنجی، بخش متخلخل و اسفنجی در داخل می‌باشد که *ترابکولا* نامیده می‌شود، در لاتین به معنی «تیرک‌های کوچک» می‌باشد. آنها در یک الگویی مرتب شده‌اند که در مقابل استرس‌ها و استرین‌های موضعی مقاومت کنند. ترابکولا با مغز استخوان پر شده و باعث سبک‌تر شدن استخوان می‌شود. استخوان اسفنجی اغلب انتهای مفصلی استخوان‌ها را تشکیل می‌دهد.

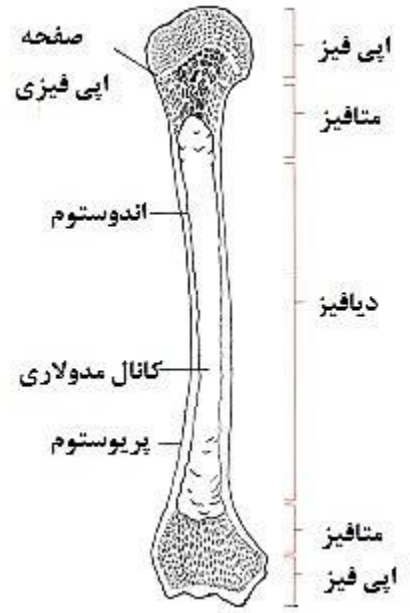
ساختار استخوان

اپی‌فیز ناحیه‌ای در انتهای استخوان‌های بلند است. این ناحیه نسبت به تنه پهن‌تر می‌باشد (تصویر ۱۰). در استخوان بالغ اپی‌فیز استخوانی است؛ در استخوان در حال رشد، اپی‌فیز از مواد غضروفی است که صفحه اپی‌فیز نامیده می‌شود. رشد طولی در اینجا با تولید استخوان جدید صورت می‌گیرد.

انواع استخوان

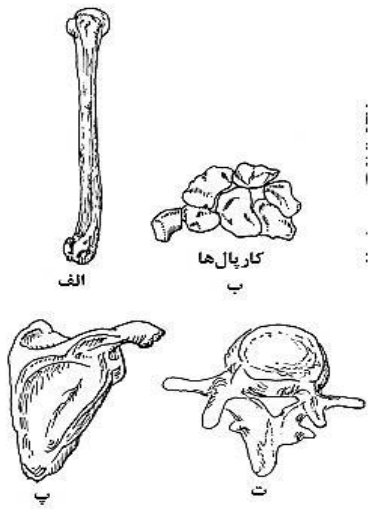
استخوان‌های بلند چون طول آنها از پهنایشان بزرگتر است به این نام خوانده می‌شوند (تصویر ۱۰). آنها بزرگترین استخوان‌های بدن هستند و اغلب اسکلت ضمیمه‌ای را تشکیل می‌دهند. استخوان‌های بلند اساساً لوله‌ای شکل با یک تنه (دیافیز) و دو انتهای پیازی‌شکل (اپی‌فیز) می‌باشند. بخش پهن تنه نزدیک به اپی‌فیز، ***متافیز***[2] نامیده می‌شود (تصویر ۱۰). دیافیز شامل استخوان متراکم پیرامون حفره‌ی مغز استخوان است. متافیز و اپی‌فیز شامل استخوان اسفنجی می‌باشند که با یک لایه نازک از استخوان متراکم پوشیده شده‌اند. رشد استخوان در اپی‌فیز صورت می‌گیرد.

1. Compact bone
2. Metaphysis



تصویر ۱۰. سطح مقطع طولی استخوان بلند

استخوان‌های کوتاه اغلب ابعاد، ارتفاع، طول و پهنای برابر دارند که به آنها شکل مکعبی داده است (تصویر ۱۱ الف). آنها اندازه‌ای بزرگتر از سطوح مفصلی دارند و برعکس استخوان های بلند، معمولاً با بیش از یک استخوان مفصل می‌شوند. ترکیب آنها مانند استخوان های بلند است: یک لایه‌ی نازک از استخوان متراکم، استخوان اسفنجی را که حفره‌ی مغز استخوان در وسط آن قرار دارد، پوشانده است. نمونه‌های استخوان‌های کوتاه شامل استخوان های مچ دست (کارپال) و مچ پا (تارسال) می‌باشد.



تصویر ۱۱. انواع استخوان

استخوان‌های مسطح یک سطح خیلی پهن دارند اما خیلی ضخیم نیستند. آنها بیشتر تمایل به داشتن یک سطح منحنی دارند تا یک سطح پهن (تصویر ۱۱ پ). این استخوان‌ها از دو لایه استخوان متراکم همراه با استخوان اسفنجی و مغز استخوان در بین آنها تشکیل شده اند. ایلیوم (خاصره) و اسکاپولا (کتف) مثال‌های خوبی از استخوان‌های مسطح هستند.

استخوان‌های نامنظم همانگونه که اسم عضلات بیان می‌کند تنوعی از شکل‌های ترکیب شده دارند (تصویر ۱۱ ت). نمونه‌های استخوان‌های نامنظم شامل مهره‌ها و ساکروم (خاجی) می‌باشد که متناسب با گروه بندی‌های دیگر نیستند. آنها همچنین از استخوان اسفنجی و مغز استخوان که توسط لایه نازکی از استخوان متراکم در برگرفته شده‌اند، تشکیل شده‌اند.

استخوان‌های سزاموئید (کنجدی) که شبیه به شکل کنجد می‌باشند، استخوان‌های کوچکی هستند که در میان تاندون انتهای استخوان‌های بلند در اندام ها قرار داده شده‌اند. آنها در تاندون رشد می‌کنند و آن را در مقابل فرسایش بیش از حد محافظت می‌کنند. برای مثال تاندون خم‌کننده‌ی بزرگ انگشت شست در کف (سطح کف پایی) پا کشیده می‌شود و به انگشت بزرگ می‌چسبد. اگر به نحوی از این تاندون حمایت نشود، به طور پیوسته طی قدم گذاری فشرده می‌شود. ماهیت اصلی ایجاد این اتفاق خیلی واضح است. استخوان‌های سزاموئید روی هر دو سمت تاندون نزدیک متاتارس[1] اول (اولین استخوان کف پایی) قرار گرفته‌اند و یک شیار محافظتی جهت عبور تاندون در این ناحیه‌ی تحمل کننده وزن فراهم می‌کنند. استخوان‌های سزاموئید همچنین زاویه‌ی اتصال مفصل را تغییر می‌دهند. کشکک می‌تواند یک استخوان سزاموئید در نظر گرفته شود، چون در تاندون کوادریسپس[2] (چهار سر رانی) قرار گرفته و مزیت مکانیکی کوادریسپس را بهبود می‌بخشد. همان گونه که پیش‌تر ذکر شد استخوان‌های سزاموئید در تاندون خم کننده نیز یافت می‌شوند که از جانب خلفی پا در دو سمت مچ به سوی پا عبور می‌کنند. این استخوان‌ها در اندام فوقانی در تاندون خم کننده‌ی انگشت شست دست نزدیک به مفاصل متاکارپوفالانژیال[3] (کف دستی- بند انگشتی و بین بند انگشتی یافت می‌شوند. گاهی اوقات یک استخوان سزاموئید در نزدیکی مفصل کف دستی- بند انگشتی انگشتان اشاره و کوچک قرار گرفته است.

این باید ذکر شود که هیچ استخوان بلند یا کوتاهی در اسکلت محوری و هیچ استخوان نامنظمی در اسکلت ضمیمه‌ای وجود ندارد. وقتی به استخوان‌های مختلف نگاه می‌کنید، حفره‌ها، فرو رفتگی‌ها، برآمدگی‌ها، شیارها و انواع نشانگرهای گوناگون دیگر خواهید دید. هریک از این نشانگرها در جهت اهداف متفاوتی به کار می‌رود.

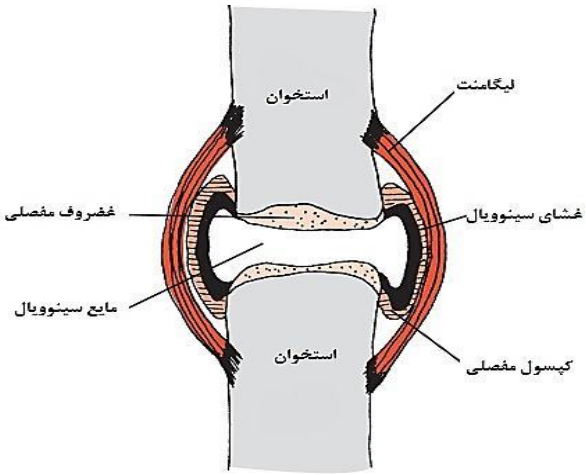
سیستم مفصلی

یک مفصل پیوند بین دو استخوان می‌باشد. اگرچه مفاصل عملکردهای متعددی دارند، شاید مهمترین آنها ایجاد حرکت است. مفاصل همچنین به تحمل وزن بدن و فراهم آوردن ثبات کمک می‌کند. این ثبات ممکن است عمدتاً ناشی از شکل استخوان‌های تشکیل دهنده مفصل باشد، مثل مفصل هیپ، یا ممکن است ناشی از ویژگی‌های بافت نرم باشد، مثل مفاصل شانه و زانو. همچنین مفاصل شامل مایع سینوویال می‌باشند که مفصل را روغن کاری کرده و غضروف را تغذیه می‌کنند.

1. Metatars
2. Quadriceps
3. Metacarpo-phlengeal

انواع مفاصل از نظر ساختاری

- فیبروزی مثل مفصل بین استخوان‌های جمجمه
- غضروفی مثل مفاصل ستون مهره‌ها
- سینوویال



تصویر ۱۲. مفصل سینوویال

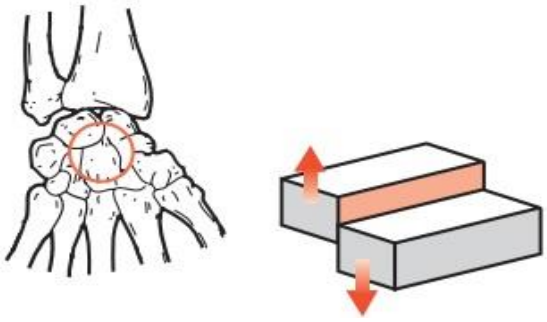
در مفاصل **سینوویال** هیچ ارتباط مستقیمی بین انتهای استخوان‌ها وجود ندارد. در عوض یک حفره پر از مایع سینوویال در یک کپسول غلاف مانند، وجود دارد. لایه خارجی کپسول از بافت فیبروز قوی تشکیل شده است که مفصل را با هم نگه می‌دارد. لایه داخلی با یک غشای سینوویال پوشیده شده که مایع سینوویال را ترشح می‌کند. سطوح مفصلی خیلی صاف و با غضروفی که هیالین یا غضروف مفصلی نامیده می‌شود، پوشیده شده است. به مفصل سینوویال، **مفصل دی‌آرترودیال**[1] نیز گفته می‌شود، چون موجب حرکت آزاد می‌شود. مفصل سینوویال مانند انواع مفاصل دیگر ثابت نیست و اجازه انجام حرکت بیشتری را می‌دهد.

انواع مفاصل سینوویال

در یک **مفصل بدون محور**[2]، حرکت به جای زاویه‌ای تمایل دارد خطی باشد (تصویر ۱۳). سطوح مفصلی نسبتاً مسطح هستند و به جای حرکت یک بخش پیرامون دیگری، روی یکدیگر می‌لغزند و می‌توانند به عنوان یک مفصل مسطح[3] توصیف شوند. حرکتی که بین استخوان‌های کارپال (کف دستی) اتفاق می‌افتد نمونه‌ای از این نوع حرکت می‌باشد. بر خلاف انواع دیگر مفاصل سینوویال، حرکت در مفاصل به دنبال حرکات مفاصل دیگر اتفاق می‌افتد. برای مثال شما می‌توانید بدون حرکت کردن مفاصل دیگر، آرنج خود

1. Diarthrodial
2. Nonaxial
3. Plane joint

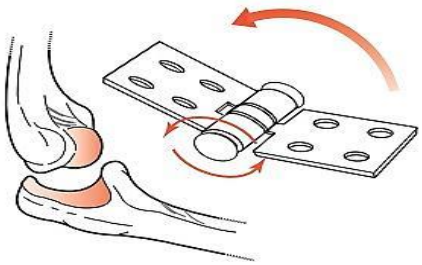
را باز و بسته کنید؛ در حالیکه شما نمی‌توانید استخوان‌های کارپال (کف دستی) خود را بواسطه خودشان حرکت دهید. حرکت کارپال‌ها وقتی اتفاق می‌افتد که مفصل مچ دست یکی از حرکات فلکشن و اکستنشن یا ابداکشن و اداکشن را انجام می‌دهد.



تصویر ۱۳. مفصل مسطح

در **مفصل یک محوره**[1] حرکت زاویه‌ای در یک صفحه و حول یک محور اتفاق می‌افتد، مشابه یک لولا. آرنج یا مفصل هومرو- اولنار (بازویی- زند زیرینی) یک مثال خوب از مفصل **لولایی** می‌باشد که شکل محدب استخوان بازو در شکل مقعر اولنا (زند زیرین) قرار می‌گیرد (تصویر ۱۴). تنها حرکات ممکن در این مفصل فلکشن و اکستنشن هستند که در صفحه ساجیتال و حول محور فرونتال اتفاق می‌افتند. انجام هیچ حرکت دیگری در این مفصل ممکن نیست. مفاصل بین بند انگشتان نیز از نوع مفصل لولایی است.

زانو یک مفصل لولایی است اما این مثال باید روشن شود. طی چند درجه آخر اکستنشن، ران روی درشت نی به سمت داخل می‌چرخد. این چرخش یک حرکت فعال نیست اما بر اثر ویژگی‌های مکانیکی مشخص در ساختار مفصلی، به وجود می‌آید؛ بنابراین بهتر است زانو به عنوان یک مفصل یک محوره طبقه‌بندی شود، چون فقط حول یک محور حرکت فعال دارد.



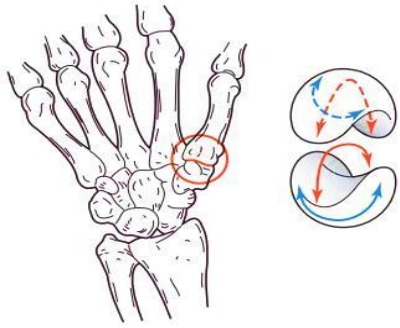
تصویر ۱۴. مفصل لولایی

همچنین در آرنج مفصل رادیو- اولنار وجود دارد که به عنوان مفصل **استوانه‌ای**[2] نوع دیگری از مفصل یک محوره را نشان می‌دهد. طی پرونیشن و سوپینیشن ساعد، سر رادیوس حول اولنای ثابت، می‌چرخد.

1. Uniaxial joint
2. pivot joint

حرکت مفصل دو محوره[1] مثل آنچه در مچ دست دیده می‌شود، در دو جهت مختلف اتفاق می‌افتد فلکشن و اکستنشن حول محور فرونتال و رادیال دیوییشن و اولنار دیوییشن حول محور ساجیتال اتفاق می‌افتد. به علت شکلشان، تحت عنوان **مفاصل کوندیلی**[2] (لقمه‌ای) یا *مفاصل* بیضوی اطلاق می‌شوند.

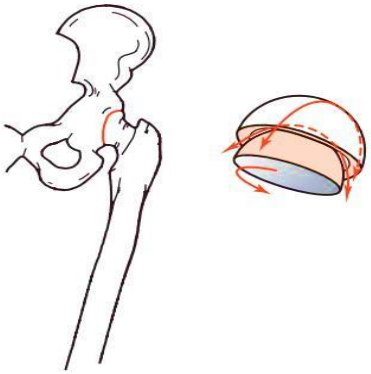
مفصل کارپومتاکارپال شست دست[3] (CMC) دو محوره است اما قدری با مفصل کوندیلی تفاوت دارد. در این مفصل سطح مفصلی هر استخوان در یک جهت محدب و در جهت دیگر مقعر است. استخوان‌ها مشابه یک سوار کار پشت اسب در یک زین با هم جفت می‌شوند، به همین دلیل است که این مفصل، **مفصل زینی**[4] نامیده می‌شود.



تصویر ۱۵. مفصل زینی

در یک **مفصل سه محوره**[5] که گاهی اوقات *مفصل چند محوره* نیز اطلاق می‌شود، حرکت به طور فعال در هر سه محور اتفاق می‌افتد (تصویر ۱۶. این مفصل نسبت به هر نوع مفصل دیگر اجازه حرکت بیشتری را می‌دهد. مفاصل شانه و ران، حول محور فرونتال (فلکشن و اکستنشن)، حول محور ساجیتال (ابداکش و اداکشن) و حول محور ورتیکال (روتیشن) حرکت انجام می‌دهند. به مفصل سه محوره، **مفصل گوی و کاسه**[6] نیز اطلاق می‌شود؛ چون برای نمونه در مفصل ران سر توپی‌شکل استخوان ران در کاسه مقعر استابولوم قرار گرفته و با آن جفت و جور می‌شود.

1. Biaxial joint motion
2. Condyloid joints
3. Carpometacarpal
4. Saddle joint
5- Triaxial joint
6 - ball-and-socket joint



تصویر ۱۶. مفصل گوی و کاسه

سیستم عضلانی

اتصالات عضلاتی

وقتی یک عضله منقبض می‌شود، هیچ جهتی را نمی‌شناسد بلکه به صورت ساده فقط کوتاه می‌شود. اگر یک عضله در دو انتها آزاد بوده و تحریک شود، دو انتهای آن به طرف میانه عضله حرکت خواهند کرد. با این حال عضلات به استخوان‌ها اتصال یافته و حداقل از یک مفصل عبور می‌کنند؛ بنابراین وقتی عضله منقبض می‌شود، یک انتها مفصل را به سمت انتهای دیگر حرکت می‌دهد.

استخوان متحرک‌تر اغلب **اینسرشن**[1] (انتها) اطلاق می‌شود، لذا به سمت استخوانی که پایدارتر بوده و **مبدا**[2] گفته می‌شود حرکت می‌کند. برای نمونه وقتی عضله دوسر بازویی منقبض می‌شود، ساعد به سمت بازو حرکت می‌کند، مثل زمانی که لیوان را به سمت دهانتان می‌برید.

تصویر ۱۷. جهت حرکت اتصالات عضله بایسپس (الف).

1. insertion
2. origin

ویژگی‌های عملکردی بافت عضلانی

بافت عضلانی دارای ویژگی‌های تحریک‌پذیری، انقباض پذیری، کشش پذیری و ارتجاعی (الاستیسیتی) می‌باشد. هیچ بافت دیگری در بدن دارای همه این خصوصیات نمی‌باشد. برای درک بهتر این خصوصیات، برای شما سودمند است که بدانید عضلات یک طول استراحتی نرمال دارند. این طول به عنوان طول عضله هنگامی که تحریک نمی‌شود تعریف می‌گردد به این معنی که نیرو یا استرس-هایی بر عضله وارد نمی‌شود. **تحریک پذیری**[1]، توانایی پاسخ به یک تحریک می‌باشد. عضله وقتی منقبض می‌شود که تحریک شده باشد. این عمل می‌تواند یک تحریک طبیعی حاصل از یک عصب حرکتی یا یک تحریک مصنوعی مثل جریان الکتریکی باشد. **انقباض پذیری**[2]، توانایی عضله برای کوتاه شدن یا انقباض است، وقتی که به میزان کافی تحریک شود.

این ممکن است منتج به کوتاه شدن، ثابت ماندن، و یا طویل شدن شود. **کشش پذیری** توانایی عضله برای کشش یا طویل شدن هنگام اعمال نیرو است. **الاستیسیتی**[3] توانایی عضله برای بازگشت به طول طبیعی هنگام حذف نیروی کششی یا کوتاه‌کننده است. تافی آب نمک کشش پذیری دارد اما الاستیسیتی ندارد. شما می‌توانید آن را بکشید، اما با برداشتن نیرو تافی در حالت کشیده باقی خواهد ماند. فنر سیمی دارای هر دو ویژگی کشش پذیری و الاستیسیتی است. با کشش فنر طویل خواهد شد و با برداشتن کشش، فنر به طول اصلی خود باز خواهد گشت. همین عمل می‌تواند برای عضله گفته شود. با این حال برخلاف تافی یا فنر سیمی، یک عضله قادر به کوتاه شدن بیشتر از طول طبیعی استراحت خود می‌باشد.

ویژگی‌های یک عضله به صورت خلاصه‌شده در زیر آمده است:

یک عضله را تحت کشش قرار بدهید، عضله کشیده می‌شود (کشش پذیری). با برداشتن کشش به طول طبیعی استراحت خود باز خواهد گشت (الاستیسیتی). عضله تحریک شده و به وسیله کوتاه شدن (انقباض پذیری) به تحریک پاسخ می‌دهد (تحریک پذیری). سپس تحریک برداشته می‌شود و عضله به طول طبیعی استراحت خود باز خواهد گشت (الاستیسیتی).

نقش‌های عضلات

نقش‌هایی که یک عضله می‌تواند به عهده بگیرد شامل، آگونیست، آنتاگونیست، ثابت کننده و خنثی‌کننده می‌باشد. **آگونیست** یک عضله گروه عضلانی می‌باشند، که موجب حرکت می‌شوند. این عضلات بعضی اوقات حرکت دهنده اصلی [4] نامیده می‌شوند. عضله‌ای که خیلی موثر نیست اما به انجام حرکت کمک می‌کند، حرکت دهنده کمکی [5] نامیده می‌شود. فاکتورهایی که مشخص می‌نمایند یک عضله حرکت دهنده‌ی اصلی است یا حرکت دهنده‌ی کمکی، اندازه، زاویه کشش، دستگاه اهرمی و پتانسیل انقباضی هستند. طی فلکشن آرنج، عضله دوسر بازویی آگونیست می‌باشد، و به علت اندازه و زاویه کشش آن، عضله پرونیتور ترس، حرکت دهنده کمکی می‌باشد. **آنتاگونیست** عضله‌ای است که مخالف حرکت آگونیست عمل می‌کند. در مورد فلکشن آرنج عضله ترایسپس آنتاگونیست می‌باشد. به خاطر داشته باشید که نقش یک عضله مختص عمل یک مفصل خاص است. در مورد اکستنشن آرنج، عضله

1. Irritability
2. Extensibility
3. Elasticity
4. Prime mover
5. Assisting mover

ترایسپس آگونیست و عضله بایسپس آنتاگونیست می‌باشد. با این حال در فلکشن آرنج، عضله بایسپس آگونیست و عضله ترایسپس آنتاگونیست می‌باشد.

آنتاگونیست قابلیت مخالفت با آگونیست را دارد، اما معمولاً در حالی که آگونیست کار می‌کند، ریلکس می‌باشد. وقتی آنتاگونیست همزمان با آگونیست منقبض می‌شود، منتج به **کوکانتراکشن**[1] (هم انقباضی) می‌شود. هم انقباضی وقتی اتفاق می‌افتد که نیاز به دقت وجود دارد. برخی کارشناسان احساس می‌کنند که کوکانتراکشن وقتی متداول است که فرد یک تکلیف را یاد می‌گیرد. بخصوص یک کار دشوار؛ بنابراین وقتی تکلیف یاد گرفته شد، کوکانتراکشن از بین می‌رود.

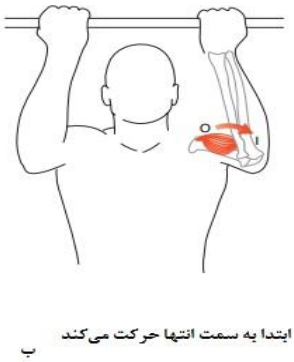
ثابت کننده، عضله یا گروه عضلانی است که یک بخش را حمایت می‌کنند، محکم می‌نمایند و موجب کار موثرتر آگونیست می‌شوند. برای نمونه وقتی شما شنای سوئدی انجام می‌دهید، آگونیست‌ها عضلات اکستنسور آرنج هستند. عضلات شکمی (عضلات فلکسور تنه) به عنوان ثابت کننده‌ها برای صاف نگه داشتن تنه عمل می‌کنند، در حالی که بازوها تنه را به سمت بالا و پایین حرکت می‌دهند. یک ثابت کننده، بعضی اوقات به عنوان یک محکم‌کننده[2] اطلاق می‌شود.

به خاطر داشته باشید عضله هنگامی که منقبض می‌شود راستا را تشخیص نمی‌دهد. اگر یک عضله قادر به انجام دو یا چند عمل باشد، اما تنها یک عمل مورد درخواست است، یک عضله **خنثی کننده** برای جلوگیری از حرکات ناخواسته منقبض می‌شود. برای مثال عضله بایسپس آرنج را خم و ساعد را به داخل می‌چرخاند. اگر تنها فلکش آرنج مورد درخواست است، جزء سوپینیشن باید خنثی شود. بنابراین عضله پرونیتور ترس که ساعد را به داخل می‌چرخاند، برای خنثی کردن جزء سوپینیشن عضله بایسپس منقبض می‌شود و فقط فلکشن آرنج اتفاق می‌افتد.

اتصالات عضلاتی

وقتی یک عضله منقبض می‌شود، هیچ جهتی را نمی‌شناسد بلکه به صورت ساده فقط کوتاه می‌شود. اگر یک عضله در دو انتها آزاد بوده و تحریک شود، دو انتهای آن به طرف میانه عضله حرکت خواهند کرد. با این حال عضلات به استخوان‌ها اتصال یافته و حداقل از یک مفصل عبور می‌کنند؛ بنابراین وقتی عضله منقبض می‌شود، یک انتها مفصل را به سمت انتهای دیگر حرکت می‌دهد. استخوان متحرک‌تر اغلب **اینسرشن**[3] (انتها) اطلاق می‌شود، لذا به سمت استخوانی که پایدارتر بوده و **مبدا**[4] گفته می‌شود حرکت می‌کند. برای نمونه وقتی عضله دوسر بازویی منقبض می‌شود، ساعد به سمت بازو حرکت می‌کند، مثل زمانی که لیوان را به سمت دهانتان می‌برید (تصویر ۱۸ الف).

1. Cocontraction
2. Fixator
3. insertion
4. origin



تصویر ۱۸. جهت حرکت اتصالات عضله بایسپس در عمل معکوس عضلانی (ب).

چنانچه انتهای متحرک‌تر عضله حرکت آن کمتر شود (ثابت شود)، این ترتیب نامگذاری می‌تواند برعکس شود. برای نمونه طی انقباض دوسر بازویی وقتی دست در حال کنترل میله بارفیکس می‌باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ دوسر بازویی هنوز در حال خم کردن آرنج است اما اینبار بازو به سمت ساعد حرکت می‌کند. به عبارتی مبدأ به سمت اینسرشن حرکت می‌کند (تصویر ۱۸ ب). برخی منابع این را به عنوان **عمل معکوس عضلانی**[1] اطلاق می‌کنند. با این حال شما باید همان حرکت مفصلی را که در حال انجام است، دریابید (در این مورد، فلکشن آرنج). چه تغییری صورت گرفته است که به جای حرکت به سمت مبدا، مبدأ به سمت اینسرشن حرکت می‌کند. استخوان پروگزیمال که معمولاً پایدارتر است، متحرک‌تر می‌شود.

مثال دیگری را در یک شکل بسیار ساده در نظر بگیرید. به پشت دراز بکشید، زانویتان را به سینه خود نزدیک نمایید. با استفاده از فلکسور های رانتان، مفصل ران را خم کنید. شما در حال حرکت دادن ران (متحرک‌تر) به سینه خود (پایدارتر) هستید، یا در در حال حرکت دادن اینسرشن به سمت مبدأ می‌باشید. اگر یک نفر پاهای شما را نگه دارد، ران شما انتهای پایدارتر و تنه شما انتهای متحرک‌تر خواهد شد. هنگامی که فلکسورهای ران شما منقبض می‌شوند، مبدا به سمت اینسرشن حرکت می‌کند. تمرینات زنجیره حرکتی بسته روی ثبات بخش دیستال و حرکت بخش پروگزیمال پایه‌گذاری می‌شوند. این روش دیگر به کارگیری عمل معکوس عضله می‌باشد. زنجیره‌های حرکتی باز و بسته بعداً در همین فصل شرح داده خواهند شد.

نام عضله

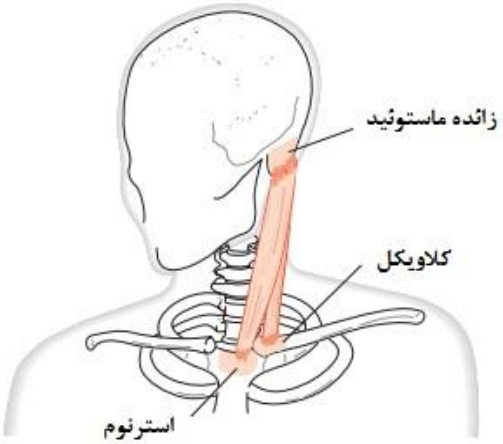
نام عضله اغلب می‌تواند میزان زیادی پیرامون عضله به شما بگوید. نام عضله تمایل به قرارگیری در یک یا بیش از یکی از طبقات زیر دارد:

۱- موقعیت
۲- شکل
۳- عمل
۴- تعداد سرها یا بخش ها

[1]. Reversal of muscle action

۵- اتصالات= مبدأ/اینسرشن
۶- جهت تارها
۷- اندازه عضله

نام عضله تیبیالیس آنتریور نشان می‌دهد که روی سطح قدامی تیبیا قرار گرفته است. عضله رکتوس (در لاتین به معنی «مستقیم» می‌باشد) آبدومینوس، یک عضله عمودی که روی شکم قرار گرفته است. عضله تراپزیوس شکل ذوزنقه‌ای دارد و عضله سراتوس آنتریور دارای شکل دندانه‌دار یا ناهموار بوده و در سمت قدامی اتصال می‌یابد. عضله اکستنسور کارپی اولناریس (بازکننده مچ دستی-زند اسفلی)، به شما می گوید که عملش باز کردن مچ دست در سمت اولنا می‌باشد. عضله ترایسپس براکیالیس یک عضله سه سر در بازو می‌باشد و عضله بایسپس فموریس یک عضله دوسر در ران می‌باشد. عضله استرنوکلیدوماستوئید (جناغی- چنبری-پستانی) (تصویر ۱۹) روی استخوان‌های، استرنوم (خاجی)، کلاویکل (ترقوه) و ماستوئید (پستانی) می‌چسبد.



تصویر ۱۹. عضله استرنوکلیدوماستوئید بواسطه اتصالاتش به استرنوم، کلاویکل و استخوان ماستوئید نامگذاری شده است.

نام عضلات اکسترنال اوبلیک (مایل خارجی) و اینترنال اوبلیک (مایل داخلی) جهت تارها و موقعیت آنها را نسبت به هم توصیف می‌نماید. به همین ترتیب نام‌های *پکتورالیس ماژور* (سینه‌ای بزرگ) و *پکتورالیس مینور* (سینه‌ای کوچک) حاکی از این است که هر دوی این عضلات در ناحیه یکسان قرار دارند، یکی نسبت به دیگری بزرگتر است.

ویژگی‌های عملکردی بافت عضلانی

بافت عضلانی دارای ویژگی‌های تحریک‌پذیری، انقباض پذیری، کشش پذیری و ارتجاعی (الاستیسیتی) می‌باشد. هیچ بافت دیگری در بدن دارای همه این خصوصیات نمی‌باشد. برای درک بهتر این خصوصیات، برای شما سودمند است که بدانید عضلات یک طول استراحتی نرمال دارند. این طول به عنوان طول عضله هنگامی که تحریک نمی‌شود تعریف می‌گردد به این معنی که نیرو یا استرس-هایی بر عضله وارد نمی‌شود. **تحریک پذیری**[۱]، توانایی پاسخ به یک تحریک می‌باشد. عضله وقتی منقبض می‌شود که تحریک شده باشد. این عمل می‌تواند یک تحریک طبیعی حاصل از یک عصب حرکتی یا یک تحریک مصنوعی مثل جریان الکتریکی باشد. **انقباض**

۱. Irritability

پذیری[1]، توانایی عضله برای کوتاه شدن یا انقباض است، وقتی که به میزان کافی تحریک شود. این ممکن است منتج به کوتاه شدن، ثابت ماندن، و یا طویل شدن شود. **کشش پذیری** توانایی عضله برای کشش یا طویل شدن هنگام اعمال نیرو است. **الاستیسیتی**[2] توانایی عضله برای بازگشت به طول طبیعی هنگام حذف نیروی کششی یا کوتاه‌کننده است. تافی آب نمک کشش پذیری دارد اما الاستیسیتی ندارد. شما می‌توانید آن را بکشید، اما با برداشتن نیرو تافی در حالت کشیده باقی خواهد ماند. فنر سیمی دارای هر دو ویژگی کشش پذیری و الاستیسیتی است. با کشش فنر طویل خواهد شد و با برداشتن کشش، فنر به طول اصلی خود باز خواهد گشت. همین عمل می‌تواند برای عضله گفته شود. با این حال برخلاف تافی یا فنر سیمی، یک عضله قادر به کوتاه شدن بیشتر از طول طبیعی استراحت خود می‌باشد.

ویژگی‌های یک عضله به صورت خلاصه‌شده در زیر آمده است:

یک عضله را تحت کشش قرار بدهید، عضله کشیده می‌شود (کشش پذیری). با برداشتن کشش به طول طبیعی استراحت خود باز خواهد گشت (الاستیسیتی). عضله تحریک شده و به وسیله کوتاه شدن (انقباض پذیری) به تحریک پاسخ می‌دهد (تحریک پذیری). سپس تحریک برداشته می‌شود و عضله به طول طبیعی استراحت خود باز خواهد گشت (الاستیسیتی).

نقش‌های عضلات

نقش‌هایی که یک عضله می‌تواند به عهده بگیرد شامل، آگونیست، آنتاگونیست، ثابت کننده و خنثی‌کننده می‌باشد. **آگونیست** یک عضله گروه عضلانی می‌باشند، که موجب حرکت می‌شوند. این عضلات بعضی اوقات حرکت دهنده اصلی [3] نامیده می‌شوند. عضله‌ای که خیلی موثر نیست اما به انجام حرکت کمک می‌کند، حرکت دهنده کمکی [4] نامیده می‌شود. فاکتورهایی که مشخص می‌نمایند یک عضله حرکت دهنده‌ی اصلی است یا حرکت دهنده‌ی کمکی، اندازه، زاویه کشش، دستگاه اهرمی و پتانسیل انقباضی هستند. طی فلکشن آرنج، عضله دوسر بازویی آگونیست می‌باشد، و به علت اندازه و زاویه کشش آن، عضله پرونیتور ترس، حرکت دهنده کمکی می‌باشد. **آنتاگونیست** عضله‌ای است که مخالف حرکت آگونیست عمل می‌کند. در مورد فلکشن آرنج عضله ترایسپس آنتاگونیست می‌باشد. به خاطر داشته باشید که نقش یک عضله مختص عمل یک مفصل خاص است. در مورد اکستنشن آرنج، عضله ترایسپس آگونیست و عضله بایسپس آنتاگونیست می‌باشد. با این حال در فلکشن آرنج، عضله بایسپس آگونیست و عضله ترایسپس آنتاگونیست می‌باشد.

آنتاگونیست قابلیت مخالفت با آگونیست را دارد، اما معمولاً در حالی که آگونیست کار می‌کند، ریلکس می‌باشد. وقتی آنتاگونیست همزمان با آگونیست منقبض می‌شود، منتج به **کوکانتراکشن**[5] (هم انقباضی) می‌شود. هم انقباضی وقتی اتفاق می‌افتد که نیاز به دقت وجود دارد. برخی کارشناسان احساس می‌کنند که کوکانتراکشن وقتی متداول است که فرد یک تکلیف را یاد می‌گیرد. بخصوص یک کار دشوار؛ بنابراین وقتی تکلیف یاد گرفته شد، کوکانتراکشن از بین می‌رود.

1. Extensibility
2. Elasticity
3. Prime mover
4. Assisting mover
5. Cocontraction

ثابت کننده، عضله یا گروه عضلانی است که یک بخش را حمایت می‌کنند، محکم می‌نمایند و موجب کار موثرتر آگونیست می‌شوند. برای نمونه وقتی شما شنای سوئدی انجام می‌دهید، آگونیست‌ها عضلات اکستنسور آرنج هستند. عضلات شکمی (عضلات فلکسور تنه) به عنوان ثابت کننده‌ها برای صاف نگه داشتن تنه عمل می‌کنند، در حالی که بازوها تنه را به سمت بالا و پایین حرکت می‌دهند. یک ثابت کننده، بعضی اوقات به عنوان یک *محکم‌کننده*[1] اطلاق می‌شود.

به خاطر داشته باشید عضله هنگامی که منقبض می‌شود راستا را تشخیص نمی‌دهد. اگر یک عضله قادر به انجام دو یا چند عمل باشد، اما تنها یک عمل مورد درخواست است، یک عضله **خنثی کننده** برای جلوگیری از حرکات ناخواسته منقبض می‌شود. برای مثال عضله بایسپس آرنج را خم و ساعد را به داخل می‌چرخاند. اگر تنها فلکش آرنج مورد درخواست است، جزء سوپینیشن باید خنثی شود. بنابراین عضله پرونیتور ترس که ساعد را به داخل می‌چرخاند، برای خنثی کردن جزء سوپینیشن عضله بایسپس منقبض می‌شود و فقط فلکشن آرنج اتفاق می‌افتد.

1. Fixator