

درسنامه



«فردی که با پای مصنوعی در المپیک با افراد سالم مسابقه داد.»

در این فصل می‌خواهیم به بررسی اجزای اندام‌های حرکتی و ساختار آن‌ها به همراه روش‌های محافظت از آن‌ها و همچنین آسیب‌های احتمالی آن‌ها بپردازیم. با توجه به اینکه تصور زندگی کردن بدون استفاده از دست‌ها و پاها برای همه ما بسیار سخت می‌باشد، مهندسان و محققین در سال‌های اخیر با مطالعه دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوطه، توانسته‌اند اندام‌های پیچیده مصنوعی را جایگزین بخش‌های آسیب‌دیده یا ناقص کنند. برخی از این ساختارهای مصنوعی حتی کارایی بالاتری از اعضای طبیعی دارند و بدین دلیل استفاده از آن‌ها در مسابقات مهمی از جمله پارالمپیک با قوانین سخت‌گیرانه‌ای همراه است چون باعث غلبه بر افرادی با اندام عادی نیز شده است.

گفتار ۱ استخوان‌ها و اسکلت



از علوم هشتم به یاد دارید که برای حرکت بدن به دستگاه عصبی (برای ایجاد نیروی حرکتی)، ماهیچه‌ها و استخوان نیازمندیم که مجموعه ماهیچه‌ها و اسکلت بدن دستگاه حرکتی بدن را ایجاد می‌کنند.

اسکلت بدن بخش زنده‌ای از بافت پیوندی شامل استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل اتصال و ارتباطی بین آن‌ها می‌باشد. به یاد دارید که اغلب استخوان‌های بدن، ابتدا به صورت غضروفی ساخته شده‌اند و سپس همراه با رشد، جذب مواد معدنی مثل کلسیم و فسفر را انجام داده‌اند و به بافت پیوندی سخت استخوانی تبدیل شده‌اند. استخوان‌ها سبب حفاظت از برخی اندام‌ها، حرکت به کمک ماهیچه‌ها و فرم‌دهی به بدن و ذخیره مواد معدنی به همراه ساخت یاخته‌های خونی در مغز قمر خود می‌شوند.

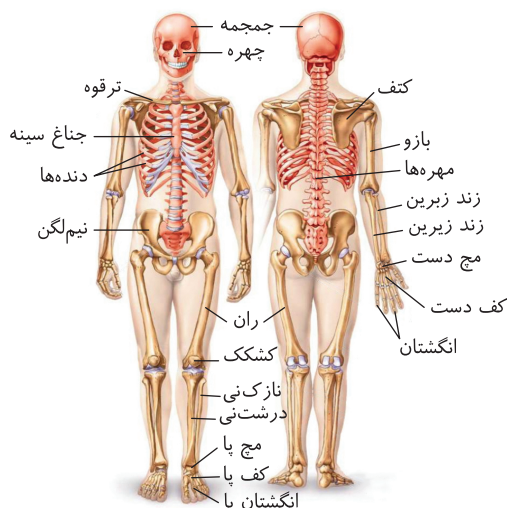
نکته

ران درازترین استخوان بدن و استخوانچه‌های گوش میانی (چکشی، سندانج و رکابی)، کوچکترین استخوان‌های بدن هستند.

نکته

از کتاب سال دهم به یاد دارید که استخوان، غضروف و هر نوع بافت پیوندی دارای نوعی ماده زمینه‌ای است که این ماده زمینه‌ای را یاخته‌های همان بافت پیوندی می‌سازند. این ماده زمینه‌ای در بافت استخوانی پر از مواد آلی پروتئینی و مواد معدنی پرکلسیم می‌باشد.

اسکلت بدن



«اسکلت انسان»

اسکلت بدن انسان شامل استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل ارتباطی آن‌ها می‌باشد. پس بافت استخوانی که نوعی بافت پیوندی با ماده زمینه‌ای سخت پرتراکم می‌باشد، بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهد.

(۱) محوری (مرکزی): این اسکلت محور بدن را تشکیل می‌دهد که در استخوان‌ها و مفاصل موجود در سر، ستون مهره‌ها و قفسه سینه دیده می‌شود. این اسکلت از بخش‌هایی مثل مغز، نخاع، قلب و شش‌ها محافظت می‌کند و بخش‌هایی از آن در جوییدن، شنیدن، صحبت کردن و مقداری نیز در حرکات بدن مؤثرند.

(۲) جانبی: این اسکلت شامل استخوان‌ها، مفاصل و غضروف‌های موجود در اندام‌های حرکتی یعنی در دست‌ها و پاها می‌باشد که به نسبت اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکات بدن دارد. نکته: استخوان‌های موجود در شانه یعنی کتف و ترقوه و استخوان‌های لگن نیز مربوط به اسکلت جانبی می‌باشند.

انواع اسکلت انسان

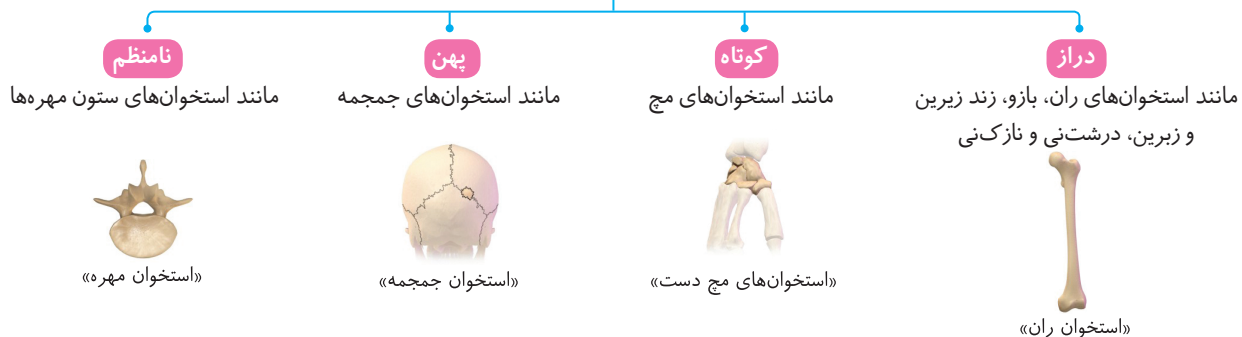
در جدول زیر به طور کلی اعمال استخوان‌ها در اسکلت بدن مشخص شده است که هم در حفاظت و پشتیبانی از اندام‌ها و شکل‌دهی به بدن نقش دارد، هم به کمک انقباض ماهیچه‌های اسکلتی متصل به آن‌ها در حرکت بدن و نیز در تولید یاخته‌های خونی توسط مغز قمرز استخوان و ذخیره مواد معدنی و حتی در اعمال حسی مثل شنوایی و اعمال گفتاری و جویدن نقش دارند.

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین می‌کنند و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا ساختارها بر روی آن مستقر شوند و به علت جاذبه زمین بر روی هم جمع نشوند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آن‌ها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود.
حفاظت اندام‌های درونی	استخوان‌های موجود در اسکلت محوری، بخش‌های حساسی مانند نخاع، قلب، مغز، شش‌ها را احاطه می‌کند.
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها دارای مغز قمرز هستند که این بافت یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان‌ها محل ذخیره مواد معدنی مانند فسفات و کلسیم هستند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

انواع استخوان‌ها و ساختار آن‌ها

در انسان و سایر مهره‌داران، اشکال متفاوتی از استخوان دراز، کوتاه، پهن و نامنظم و دو نوع بافت استخوانی فشرده (مترکم) و اسفنجی (مفرغ) وجود دارد.

انواع استخوان‌ها از نظر شکل



چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱ استخوان‌های بدن، اندازه و نظم متفاوتی دارند، مثلاً ستون مهره‌ها استخوان‌های نامنظمی دارند یا استخوان‌های گوش میانی **بسیار کوچک** ولی استخوان لگن **بزرگ پهن** می‌باشد.
- ۲ استخوانچه‌های کوچک گوش میانی جزء اسکلت **محوری** به حساب می‌آیند.
- ۳ استخوان بزرگ با دراز متفاوت است مثل استخوان لگن که از نوع پهن ولی بزرگ می‌باشد ولی استخوان دراز طول زیادی دارد (مثل راج).
- ۴ **انواع ساختار بافتی استخوان‌ها**
 - **فشرده (مترکم):** بافتی دارای واحدهایی به نام سامانه هاورس در تنه استخوان دراز می‌باشد که از استوانه‌هایی هم‌مرکز، با تیغه‌های استخوانی تشکیل شده است. هر استوانه حاوی یاخته‌های استخوانی و فضای بین‌یاخته‌ای شامل ماده زمینه‌ای (مواد معدنی و پروتئین) و کلاژن می‌باشد که کلاً در اطراف یک مجرا قرار گرفته‌اند.
 - **اسفنجی (مفرغ):** بافتی دارای یاخته‌هایی با قرارگیری به صورت میله‌ها و صفحات استخوانی دارای حفره‌هایی با مغز استخوان می‌باشد.
- ۵ هر استخوان از **دو نوع** بافت استخوانی فشرده (مترکم) و اسفنجی (نرم) با **میزان مختلف و محل قرارگیری مختلف** تشکیل شده است که در ادامه به بررسی بافت‌های استخوانی در هر نوع استخوان می‌پردازیم.
- ۶ دقت کنید که کلاژن قسمتی از ماده زمینه‌ای بافت استخوانی نمی‌باشد.

بررسی ساختار استخوان‌های دراز (ران)

هر استخوان دراز از دو سر و یک طول یا تنه تشکیل شده است. در هر قسمت **مقدار و نوع** بافت استخوانی متفاوتی وجود دارد.

بررسی ساختار تنه (طول) استخوان دراز

الف) خارجی‌ترین قسمت تنه

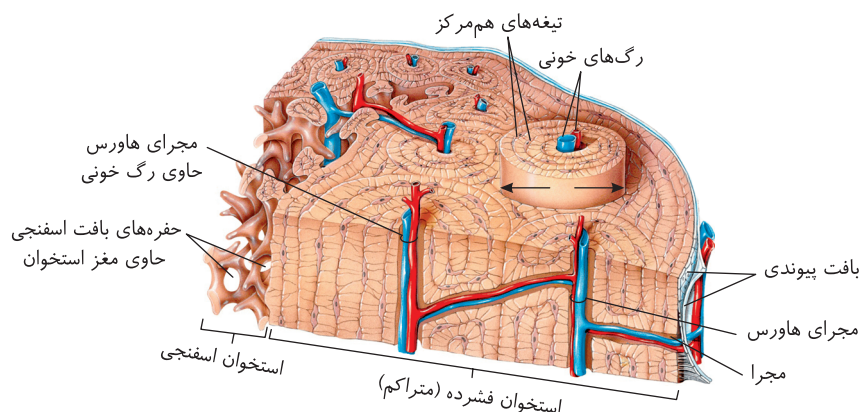
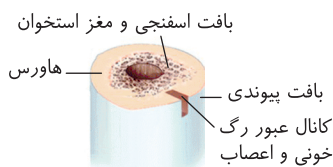
خارج تنه استخوان دراز را بافتی از جنس **پیوندی** احاطه کرده است که **رگ‌ها و اعصاب** توسط منافذ و سوراخ‌های موجود در این سطح به درون استخوان گذارسانی می‌کنند و یا با بیرون استخوان توسط مجاری منتهی به این منافذ ارتباط برقرار می‌کنند.

ب) لایه میانی (اصلی) تنه

بافت استخوانی فشرده متراکم به صورت واحدهایی به نام سامانه یا سیستم هاورس این قسمت را تشکیل داده‌اند. این بخش قطورترین بخش تنه استخوان دراز است که در هر سامانه **هاورس** یاخته‌های استخوانی **منظم** در کنار هم سبب تشکیل تیغه‌هایی به صورت **استوانه‌ها یا حلقه‌های هم‌مرکزی** شده‌اند. بین این یاخته‌ها را فضای بین‌یاخته‌ای، حاوی ماده زمینه‌ای و رشته‌های کلاژن پر کرده است. این ماده زمینه‌ای از پروتئین‌ها به همراه مواد معدنی مثل فسفات و کلسیم تشکیل شده‌اند. در وسط هر سامانه هاورس یک مجرای هاورس وجود دارد که پر از **اعصاب و رگ‌های خونی و لنفی** می‌باشد. **این اعصاب و رگ‌ها ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند (دقت کنید که فضای بین‌یاخته‌ای این قسمت حاوی رشته‌های پروتئینی کلاژن و ماده زمینه‌ای از مواد پروتئینی و معدنی ایجاد شده است).**

ج) درونی‌ترین لایه

داخلی‌ترین قسمت تنه استخوان دراز از بافت **اسفنجی نرم** همراه با مغز استخوان تشکیل شده است دقت کنید که مغز استخوان درون حفره‌های بافت اسفنجی و در حقیقت در مجرای مرکزی وسط تنه استخوان دراز قرار دارد. **اطراف این بافت اسفنجی را سیستم‌ها یا سامانه‌های هاورس پر کرده‌اند و اطراف میله‌ها و صفحات این بافت را مغز استخوان پر کرده است.**



«ساختار بخشی از تنه یک استخوان دراز و اجزای آن»

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

۱ در مجرای **مرکزی** تنه استخوان‌های دراز، مغز قرمز استخوان به تدریج در دوران خردسالی به مغز زرد استخوان تبدیل می‌شود که بیشتر از چربی (نوع بافت پیوندی) تشکیل شده است در این زمان قادر به ساخت یاخته خونی نمی‌باشد ولی در صورت **کم‌خونی‌های شدید** مثل آسیب مخاط معده و کمبود فاکتور داخلی ... مغز زرد می‌تواند دوباره به مغز قرمز تبدیل شود و گویچه‌سازی کند.



۲ هر یاخته بافت متراکم استخوان، یک هسته دارد و دارای انشعابات به صورت کانال (بخشی از یختم و دارای سیتوپلاسم) می‌باشد که ماده زمینه‌ای در اطراف آن‌ها تراکم و فشرده‌گی ایجاد کرده است. این یاخته‌ها در سامانه هاورس روی تیغه‌های استوانه‌ای متحدالمرکزی قرار گرفته‌اند ولی در بافت اسفنجی این یاخته‌ها به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند.

۳ هر سامانه هاورس، تعدادی حلقه یا استوانه متحدالمرکز دارد ولی فقط یک کانال **مرکزی** یا مجرای هاورس برای قرارگیری رگ‌های خونی و اعصاب دارد. (دقت کنید که منافذ عرض نیز در کانال‌ها برای ورود رگ‌ها وجود دارند).

۴ هر دو نوع ساختار استخوانی، دارای رگ‌های خونی می‌باشند.

۵ با توجه به شکل، انشعابات رگ‌های خونی بین مجرای دو سامانه هاورس مجاور، با هم در ارتباط خونی می‌باشند.

بررسی ساختار دو انتهای برآمده استخوان‌های دراز

دو سر استخوان دراز به صورت دو انتهای برآمده می‌باشند که از خارج غضروفی در سطح مفصلی خود دارد. قسمت **اعظم** درون سر استخوان دراز توسط بافت **اسفنجی** پر شده است. در بافت استخوانی اسفنجی، تیغه‌هایی به صورت میله‌ها و صفحه‌های استخوانی **نامنظم** قرار دارند. این صفحات و میله‌ها از کلاژن و کلسیم تشکیل شده‌اند و بین آن‌ها **تعدادی فضاهای (خفرات)** چندوجهی نامنظم ایجاد شده است. در این فضاها، رگ‌ها و **مغز استخوان** به صورت یک **بافت پیوندی نرم** وجود دارد. مغز استخوان در هر قسمتی که از نوع **مغز قرمز** باشد، محل **تشکیل یاخته‌های خونی** می‌باشد.

نکته

در بالغین حفره بین تیغه‌های اسفنجی در تنه استخوان، حاوی مغز زرد پر از بافت چربی در مجرای مرکزی می‌باشد.

تشکیل و تخریب استخوان‌ها

در دوران **جنینی**، استخوان‌ها از بافت‌های **نرمی** تشکیل می‌شوند و اغلب آن‌ها ابتدا به صورت غضروفی نرم بوده‌اند. به **تدریج** و با افزوده شدن نمک‌های کلسیمی، بافت استخوانی سخت‌تر و محکم‌تر می‌شود. همان‌طور که گفتیم، وظیفه ساخت ماده زمینه‌ای استخوان بر عهده یاخته‌های استخوانی است. این یاخته‌ها **از دوران جنینی تا اواخر سن رشد**، ماده زمینه‌ای از پروتئین و نمک‌ها (کلسیم و فوسفور) **ترشح** می‌کنند و سبب افزایش حجم و تراکم توده استخوانی می‌شوند. هر چه سن بالاتر می‌رود، فعالیت یاخته‌های استخوانی نیز **کمر** می‌شود و به تدریج از ضخامت و تراکم توده استخوانی کاسته می‌شود.

نکته

دقت کنید که تغییرات استخوانی در **تمام مراحل طول عمر** در حال انجام شدن است و تحت تأثیر عواملی این تغییرات بیشتر یا کمتر می‌شود.

عوامل مؤثر در افزایش استحکام استخوان‌ها

● (۱) عوامل محیطی

در اثر فعالیت‌های بدنی مثل **ورزش و افزایش وزن**، استخوان‌ها نیز **ضخیم و محکم‌تر** می‌شوند ولی اگر از استخوان‌ها **کمتر استفاده کنیم** یا دچار تحرک کم در زندگی شویم، استخوان‌ها و ماده زمینه‌ای آن‌ها ظریف‌تر و شکننده‌تر می‌شوند (مانند استخوان فمورال که در محیط بی‌وزنی چاهان استخوان آن‌ها کاهش می‌یابد).

● (۲) اثر عوامل هورمونی (با مطالب مرتبط با هورمون‌ها در فصل ۴)

(الف) هورمون رشد: از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود و با تأثیر بر استخوان‌ها، سبب رشد قد و بدن می‌شود (در حقیقت تولید یاخته‌های خونی و رسوب کلسیم در استخوان‌ها را بالا می‌برد).

(ب) هورمون‌های پارائتروئیدی: با افزایش تجزیه ماده زمینه‌ای استخوان، سبب کاهش استحکام استخوان و خارج کردن کلسیم آن می‌شود و کلسیم خون را بالا می‌برند. زیادی این هورمون سبب **پوکی استخوان و تخریب و کاهش حجم استخوان** می‌شود و استخوان را ضعیف و شکننده می‌کند.

(ج) هورمون‌های جنسی و کلسی‌تونین مترشحه از تیروئید: این هورمون‌ها، برعکس هورمون‌های پارائتروئیدی مانع برداشت کلسیم از ماده زمینه‌ای استخوان شده و سبب افزایش تراکم ماده زمینه‌ای و ضخامت استخوان می‌شوند (در حقیقت کلسیم خون را کم می‌کنند).

نکته

استخوان‌ها در پاسخ به علائم هورمونی مثل کلسی‌تونین و هورمون جنسی ساخته شده و متراکم می‌شوند و در اثر زیادی هورمون‌های پارائتروئیدی تخریب و کم‌تراکم می‌شوند.

● (۳) اثر مواد غذایی

ویتامین D، کلسیم و فسفر سبب افزایش استحکام استخوان‌ها می‌شود، پس کمبود ویتامین D (کاهش نور خورشید)، کمبود کلسیم و فسفر در غذا همانند عمل مصرف نوشیدنی‌های **الکلی و دخانیات** سبب **جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها** شده و در مرد و زن پوکی استخوان ایجاد می‌کند.

نکته

مصرف **نوشابه‌های گازدار** نیز در **کاهش تراکم استخوان** نقش دارد.

نکته

به‌طور معمول توده استخوانی زنان تراکم کمتری از مردان هم‌سن دارد. از سن ۲۰ تا ۵۰ سالگی کاهش تراکم استخوانی در مردان بیشتر از زنان می‌باشد ولی بعد از سن ۵۰ سالگی و شروع یائسگی زنان کاهش تراکم استخوان در زنان سرعت بیشتری می‌گیرد.

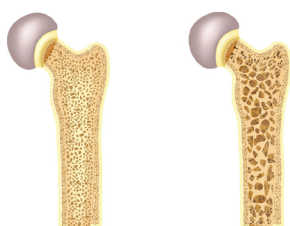
انواع شکستگی استخوان‌های بدن

● (الف) شکستگی میکروسکوپی

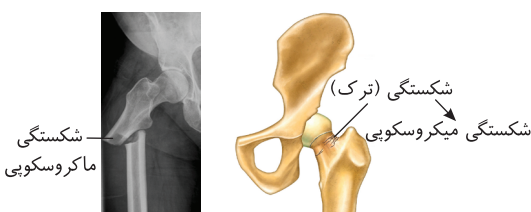
استخوان‌های بدن به‌طور **پیوسته** در اثر **حرکات معمول** بدن دچار شکستگی میکروسکوپی می‌شوند که ما از آن‌ها بی‌خبر هستیم و زود ترمیم می‌شوند.

● (ب) شکستگی ماکروسکوپی

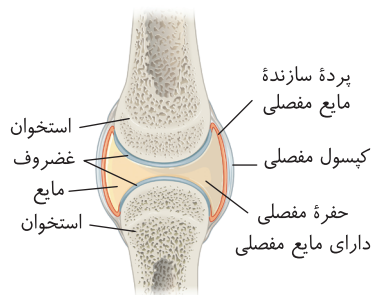
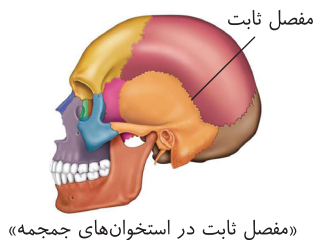
برخی شکستگی‌ها در اثر **ضربه یا برخورد** ایجاد می‌شوند که در این حالت **یاخته‌های نزدیک** محل شکستگی با تقسیم شدن و ساخت یاخته‌های جدید سبب بهبودی استخوان پس از **چند هفته** می‌شوند.



استخوان طبیعی استخوان مبتلا به پوکی
«مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی»



«شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (راست) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران (چپ)»



در این مفصل‌ها دو استخوان در محل اتصال فاقد هرگونه حرکتی می‌باشند.

در این مفاصل غضروف بین استخوان و مایع مفصلی وجود ندارد. این مفاصل در استخوان‌های جمجمه که با لبه‌های دندان‌دار در هم فرو رفته‌اند و محکم شده‌اند دیده می‌شوند.

انواع مفصل‌ها از نظر حرکت استخوان‌ها

بیشتر مفصل‌ها را شامل می‌شود.

سر استخوان، در محل این مفصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است (رانو، آلتان و ران به نیم لگن).

استخوان‌ها در محل مفصل‌ها توسط یک **کپسول با بافت پیوندی رشته‌ای** احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلی است.

در این مفاصل، مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف‌ها به استخوان‌ها تا سالیان متمادی اجازه حرکت می‌دهند و بدون اصطکاک زیاد در کنار هم لیز می‌خورند.

مایع مفصلی از پرده‌ای در زیر کپسول مفصلی به فضای بین دو استخوان در مجاور غضروف‌ها ترشح می‌شود. این پرده از دو انتهای خود به غضروف‌های دو استخوان مختلف متصل است.

در این مفاصل علاوه بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها نیز در کنار هم ماندن استخوان‌ها مؤثرند. مفصل متحرک سه نوع اصلی گوی و کاسه‌ای، لولایی و لغزنده دارد.

نکته

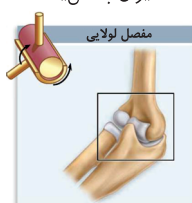
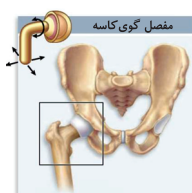
در مفصل‌های متحرک علاوه بر کپسول مفصلی، رباط و زردپی نیز به کنار هم ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط‌ها و زردپی‌ها هر دو از بافت پیوندی محکم رشته‌ای می‌باشند. رباط، دو استخوان را در محل مفصل به هم متصل می‌کند ولی زردپی سبب اتصال ماهیچه اسکلتی به استخوان و انتقال انقباض تارهای آن به استخوان برای حرکت می‌شود (درول کپسول مفصلی، زردپی و ماهیچه اسکلتی، گیرنده حس پیلریک از نوع وضعیتی وجود دارد).

نکته

غشای مفصلی یا پرده سازنده مایع مفصلی زیر کپسول مفصلی، تولیدکننده مایع مفصلی می‌باشد.

نکته

سطح غضروفی سر استخوان‌ها در محل مفصل در اطراف به پرده سازنده مایع مفصلی متصلند.



در بیشتر جهات حرکت می‌کند.

در شانه بین بازو و کتف دیده می‌شود.

در لگن بین ران و نیم لگن مشاهده می‌شود.

در دو جهت حرکت می‌کنند.

آرنج: زند زیرین با بازو مفصل می‌شود.

آرنج و زانو: ران با درشت‌نی مفصل می‌شود.

انواعی مهم از مفصل‌های متحرک

حرکت کمی دارد.

استخوان‌های مج دست و پا در محل اتصال دنده به ستون مهره‌ها یا بین خود ستون مهره‌ها دیده می‌شود.

نکته

در اثر کارکرد زیاد از مفاصل، ضربات، آسیب و یا برخی بیماری‌های بافتی، ممکن است بخش صیقلی غضروف‌ها، تخریب شوند ولی در اغلب موارد بدن دوباره آن‌ها را ترمیم می‌کند. اگر سرعت تخریب آن‌ها از سرعت ترمیم بیشتر باشد، در این صورت می‌تواند سبب ایجاد بیماری‌های مفصلی شود.

نکته

قرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که در اثر رسوب اوریک اسید در مفاصل ایجاد می‌شود. در این بیماری، التهاب و درد در محل مفاصل وجود دارد.

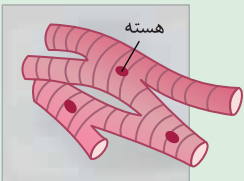
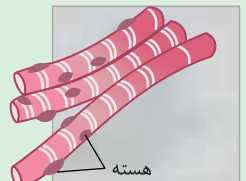
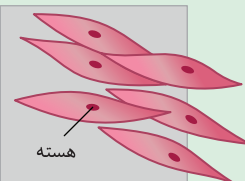
درسنامه

ماهیچه و حرکت

گفتار ۲

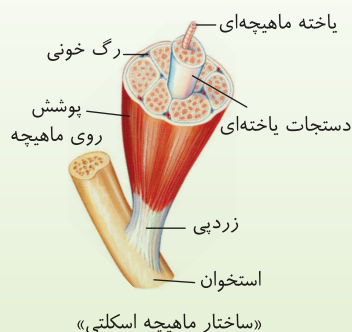


در بدن انسان و سایر مهره‌داران، سه نوع ماهیچه اسکلتی (اراکس = مخطط)، ماهیچه قلبی غیر ارادی و ماهیچه صاف غیر ارادی وجود دارد که بیشترین مقدار وزن بدن را تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های آن‌ها را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

مقایسه انواع ماهیچه‌های بدن		
ماهیچه قلبی	ماهیچه مخطط اسکلتی	ماهیچه صاف
یاخته منشعب استوانه‌ای با صفحات ارتباطی (در هم) بینابینی می‌باشد.	یاخته رشته‌ای استوانه‌ای شکل دارد.	یاخته رشته‌ای دوکی شکل دارد.
یاخته مخطط دارد.	یاخته مخطط دارد.	یاخته غیرمخطط دارد.
واحدهای انقباضی منظم کنار هم دارد.	واحدهای انقباضی منظم کنار هم دارد.	فاقد واحدهای انقباضی منظم می‌باشد.
عموماً تک‌هسته‌ای و برخی دوهسته‌ای دارد.	یاخته چندهسته‌ای دارد.	یاخته تک‌هسته‌ای دارد.
انقباض غیر ارادی دارد.	انقباض ارادی دارد.	انقباض غیر ارادی دارد.
انقباض تند و کوتاه دارد.	انقباض تند و کوتاه دارد.	انقباض کند و طولانی دارد.
انقباض ذاتی دارد ولی با اعصاب خودمختار هم تحریک می‌شود.	تحت کنترل اعصاب پیکری می‌باشد.	تحت کنترل اعصاب خودمختار است.
 «یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی»	 «یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی»	 «یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف»

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

۱ انسان تنها به کمک اسکلت خود که شامل استخوان‌ها، غضروف و مفاصل می‌باشد، قادر به حرکت نیست. حرکت یک اندام در اثر اتصال و همکاری **ماهیچه‌ها و استخوان‌های** آن اندام می‌باشد. در حقیقت ماهیچه‌ها از استخوان به عنوان **تکیه‌گاه** و محل اتصال خود استفاده کرده و نیروی انقباض خود را به استخوان منتقل کرده تا سبب حرکت اندام شوند.



۲ یاخته‌های ماهیچه اسکلتی به صورت دراز و نازک از طول کنار هم قرار گرفته‌اند که چندهسته‌ای می‌باشند. بین این یاخته‌های ماهیچه‌ای و اطراف هر چند یاخته ماهیچه‌ای را یک **بافت پیوندی** پوشانده است که به هر کدام **یک دسته** یاخته ماهیچه‌ای می‌گویند. بین هر دسته با دسته دیگر **رگ خونی** وجود دارد و دور همه دستجات درون یک ماهیچه، یک **پوشش پیوندی** قرار دارد.

۳ مجموعه بافت پیوندی بین رشته‌های ماهیچه‌ای و رشته‌های روی ماهیچه، در دو انتهای ماهیچه ادامه یافته و طناب سفیدی به نام زردپی یا تاندون می‌سازند که معمولاً به استخوان متصل می‌شوند.

۴ وقتی همه یاخته‌های ماهیچه با هم منقبض می‌شوند معمولاً ماهیچه کوتاه‌تر و ضخیم‌تر می‌شود. این عمل به کمک نقش انتقال انقباض‌ها توسط زردپی باعث حرکت استخوان می‌شوند.



در انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی وجود دارد که بسیاری از حرکات بدن در نتیجه انقباضات آنهاست. این ماهیچه‌ها همواره فقط در اثر تحریکات و پیام‌های اعصاب حرکتی پیکری محیطی به انقباض درمی‌آیند.

نکته

رگ‌های خونی غذا دهنده به ماهیچه‌های اسکلتی حاوی ماهیچه صاف هستند که توسط فعالیت اعصاب خودمختار سمپاتیک گشاد شده تا خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی و قلبی را در هنگام آماده‌باش زیاد کنند.

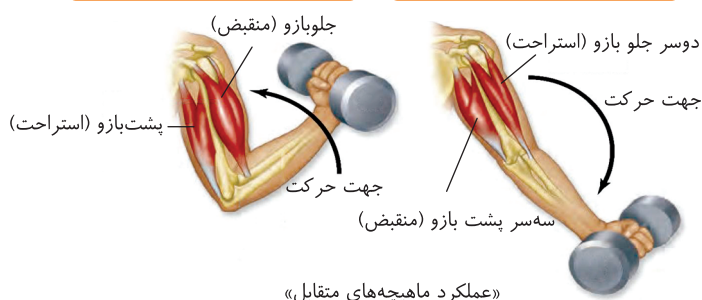
نکته

دقت کنید که ماهیچه‌های اسکلتی در اثر انقباض خود فقط باعث کشیده شدن استخوان می‌شوند و به اصطلاح ماهیچه نمی‌تواند با انقباض خود، سبب هل دادن یک استخوان یا اندام شود. به همین دلیل بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی به صورت جفت سبب حرکت اندام‌های متصل به آن می‌شوند. این جفت ماهیچه‌ها عکس یکدیگر عمل می‌کنند به طوری که وقتی یکی منقبض و مشغول کشیدن استخوان است، ماهیچه دیگر در استراحت می‌باشد.



ماهیچه جلوی بازو
در حال انقباض و ماهیچه پشت بازو
در حال استراحت

ماهیچه پشت بازو
در حال انقباض و ماهیچه جلوی بازو
در حال استراحت



مثال ۱: ماهیچه دوسر بازو (جلوی بازو) در اثر تحریک شدن با اعصاب پیکری منقبض شده، سبب جلو و بالا رفتن ساعد شده که در این حالت ماهیچه سه‌سر بازو (در عقب بازو) در حال استراحت (پتانسیل آرامش) می‌باشد و برعکس وقتی ساعد به حالت اول برمی‌گردد ماهیچه سه‌سر بازو منقبض و دوسر به استراحت درمی‌آید تا ساعد به سمت پایین بیاید.

مثال ۲: ماهیچه چهارسر روی ران با انقباض خود ساق پا را به جلو یا بالا می‌آورد ولی این ماهیچه نمی‌تواند ساق پای خم شده را به پایین هل دهد. برای پایین آمدن ساق پا باید ماهیچه دوسر عقب ران منقبض شود تا پا به سمت پایین بیاید.

نکته

برخی ماهیچه‌های اسکلتی با انقباض خود سبب حرکت استخوان نمی‌شوند. مثلاً اسفنکتر مخرج و ابتدای مری یا ماهیچه‌های ارادی اطراف چشم از نوع ارادی هستند ولی انقباض آنها سبب حرکت استخوان نمی‌شود.

نکته

ماهیچه‌های اسکلتی با اعصاب پیکری در ارتباط هستند. این اعصاب اغلب پیام ارادی را از قشر مخ به ماهیچه اسکلتی می‌فرستند و ماهیچه به صورت ارادی منقبض می‌شود. در برخی موارد نیز مثلاً در برخی انعکاس‌ها، اعصاب پیکری به صورت غیر ارادی سبب انقباض ماهیچه‌های اسکلتی می‌شوند.

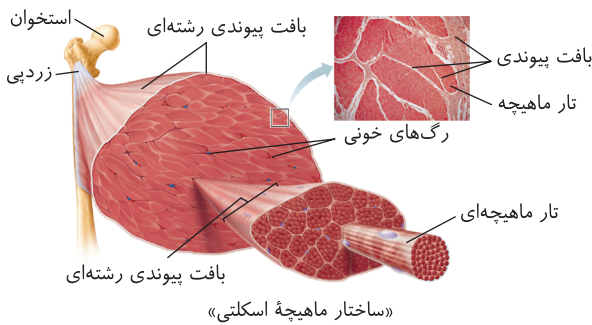
نکته

ماهیچه‌ها با انقباض خود در ایجاد حرارت بدن (ب‌تولید انرژی) و حفظ شکل و حالت بدن (برگشت استخوان) مؤثر می‌باشند.

توضیح	وظیفه ماهیچه
ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.	حرکات ارادی
ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.	کنترل دریچه‌های بدن
ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.	حفظ حالت بدن
حرکات ماهیچه‌های اسکلتی امکان بیان مطالب با نوشتن، رسم و ایجاد حالات چهره برای نشان دادن احساسات مختلف می‌شوند.	ارتباطات
فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن اثرگذار باشد.	حفظ دمای بدن

ساختار ماهیچه اسکلتی

همان‌طور که در قسمت یادآوری ذکر کردیم، هر ماهیچه از تعدادی دسته ماهیچه‌ای تشکیل شده است. درون هر دسته ماهیچه‌ای، تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای چند هسته‌ای قرار گرفته است که در فاصله بین تارها بافت پیوندی و در دور همه تارها نیز یک غلاف از بافت پیوندی رشته‌ای (مکرم) وجود دارد. این غلاف‌های دور هر دسته ماهیچه‌ای به همراه غلاف دور کل ماهیچه، در دو سر ماهیچه به هم می‌پیوندند و زردپی‌ها را ایجاد می‌کنند. زردپی طناب یا نواری محکم از بافت پیوندی رشته‌ای است که معمولاً یک ماهیچه اسکلتی را به دو استخوان مختلف متصل می‌کند. با انقباض همه تارهای ماهیچه‌ای، کل ماهیچه به اندازه کمی کوتاه‌تر می‌شود ولی همین تغییر کم سبب انتقال نیروی زیادی از طریق زردپی‌ها به دو استخوان مختلف شده و سبب جابه‌جایی زیاد دو استخوان و نزدیک شدن آنها به هم می‌شود.



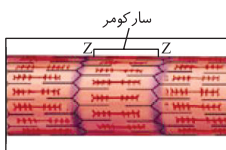
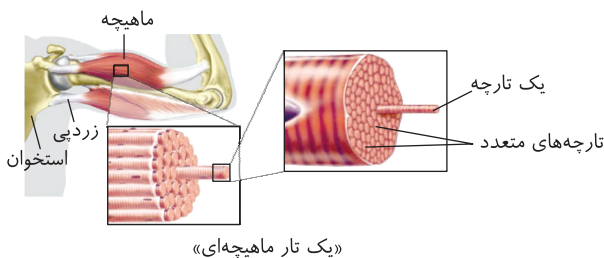
مثلاً در انقباض ماهیچه دوسر جلوی بازو که **یک زردپی** آن به استخوان **زند زیرین** و **دو زردپی** دیگر آن به **بازو و کتف** متصل است، با کوتاه شدن یک سانتی متری ماهیچه دوسر بازو، ساعد دست بالا آمده و به بازو متصل می‌شود.

نکته

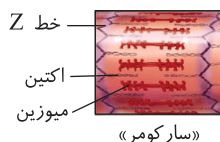
در هر ماهیچه، **رگ‌های خونی** در بین **دسته‌های ماهیچه‌ای** وجود دارند و بین تارهای ماهیچه‌ای نیز بافت پیوندی با یاخته‌ها و مادهٔ زمینه‌ای وجود دارد.

ساختار تار یا یاخته ماهیچه‌ای ماهیچه اسکلتی

به هر یاخته ماهیچه مخطط (اکتینی)، یک تار ماهیچه‌ای می‌گویند. هر یاختهٔ آن‌ها از به هم پیوستن چند یاختهٔ جنینی حاصل شده است به همین علت یاخته‌های استوانه‌ای چند هسته‌ای می‌باشند و پس از تولد بیشتر با افزایش حجم رشد می‌کنند. در فاصلهٔ بین هر تار با تار کناری، نوعی بافت **پیوندی** وجود دارد. در شکل روبه‌رو یک تار ماهیچه‌ای جدا شده را از درون یک دسته تار ماهیچه‌ای مشاهده می‌کنید.



«قسمتی از ساختار یک تارچه عضلانی»



«سارکومر»

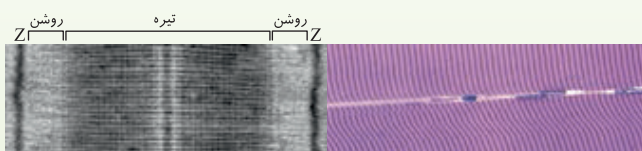
درون هر تار ماهیچه‌ای، تعداد زیادی **تارچه ماهیچه‌ای** وجود دارد که به صورت رشته‌هایی **موازی و طولی** کنار هم **درون یک تار** قرار دارند. در اطراف هر تارچه شبکه آندوپلاسمی پر کلسیمی دیده می‌شود. در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم، تعداد **زیادی** میتوکندری برای تنفس یاخته‌ای و **ATP** سازی مورد نیاز ماهیچه وجود دارد. در شکل روبه‌رو یک تارچه جدا شده را از بین کل تارچه‌های درون یک تار ماهیچه‌ای مشاهده می‌کنید.

سارکومر: درون هر تارچه ماهیچه‌ای، واحدهای تکراری با ظاهر خط‌خطی با مخطط وجود دارد که به هر واحد آن **سارکومر** یا واحد انقباضی می‌گویند. این واحدهای تکراری سبب مخطط شدن ظاهر تار ماهیچه‌ای شده‌اند. در دو انتهای هر سارکومر، خطی به نام خط **Z** که از جنس پروتئین می‌باشد وجود دارد.

در هر سارکومر که **واحد انقباضی تارچه‌ها** می‌باشند، به خطوط **Z**، پروتئین‌های رشته‌ای اکتین نازک متصل هستند. **اکتین‌ها** از یک طرف به خط **Z** متصلند و از یک طرف به **درون سارکومر** کشیده شده‌اند. رشته‌های پروتئینی ضخیم‌تر که در وسط سارکومر و در بین رشته‌های اکتین وجود دارند را **میوزین** می‌گویند.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱ واحد ساختاری ماهیچه اسکلتی را تار ماهیچه‌ای می‌گویند ولی واحد ساختاری هر تار ماهیچه‌ای را تارچه‌های آن تشکیل می‌دهد.
- ۲ دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین که قطر متفاوتی دارند با آرایش خاصی کنار هم قرار گرفته‌اند و سبب ظاهر مخطط تارچه‌ها و تارهای ماهیچه‌ای می‌شوند.
- ۳ در یک سارکومر به فاصلهٔ بین هر خط **Z** تا قسمتی که فقط پروتئین‌های اکتین وجود دارند، بخش یا نوار روشن می‌گویند. نوار روشن فاقد پروتئین‌های میوزین می‌باشد. در وسط هر سارکومر به فاصله‌ای که حاوی کل طول پروتئین‌های میوزین است که قسمتی از اکتین‌ها نیز در لابه‌لای آن وجود دارند، نوار یا بخش تیره می‌گویند.
- ۴ در بخش تیره سارکومر، پروتئین اکتین و میوزین ولی در بخش‌های روشن آن فقط پروتئین اکتین تا خط **Z** وجود دارد.



الف تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط (الف) و سارکومر (ب) که فاقد اکتین می‌باشد. ب قسمت وسط بخش تیره



«بخش‌های مختلف مولکول میوزین»

در وسط هر نوار تیره، قسمتی وجود دارد که فاقد اکتین می‌باشد و فقط دارای بخش وسطی پروتئین میوزین می‌باشد. مشاهده خواهید کرد که طی انقباض ماهیچه، طول این قسمت و بخش‌های روشن هر سارکومر تغییر می‌کند.

در هر سارکومر، دو بخش روشن کناری حاوی اکتین و یک بخش تیره مرکزی حاوی اکتین و میوزین وجود دارد.

در بخش تیره سارکومر، پروتئین‌های میوزین (**رشته‌های قطور**) در لابه‌لای اکتین‌ها (**رشته‌های نازک**) قرار گرفته‌اند. هر میوزین یک بخش به نام دم در بخش وسط نوار تیره سارکومر دارد و یک انتها به نام سر به سمت یک خط **Z** دارد. سرهای میوزین در دو طرف لابه‌لای اکتین‌ها می‌باشند و با تجزیهٔ **ATP**، قدرت اتصال به اکتین‌ها برای شروع انقباض ماهیچه دارند.

مکانیسم انقباض ماهیچه اسکلتی

ماهیچه‌های اسکلتی توسط یاخته‌های عصبی **حرکتی** موجود در اعصاب **پیکری** تحریک می‌شوند. وقتی **پتانسیل عمل** یا همان **پیام عصبی** به انتهای آکسون یاخته عصبی حرکتی می‌رسد، **ناقل شیمیایی** ساخته شده در **این یاخته‌های عصبی** با مکانیسم **برون‌رانی** وارد فضای سیناپسی می‌شود. ناقل عصبی آزاد شده به گیرنده‌های اختصاصی خود در **غشای یاخته ماهیچه‌ای** متصل می‌شود. این گیرنده‌ها که کانال سدیمی نیز می‌باشند باز شده و عبور سدیم از آن‌ها به درون یاخته، سبب ایجاد پتانسیل عمل یا ایجاد یک موج الکتریکی در طول غشای یاخته ماهیچه‌ای می‌شود (**رشته کشنده که ناقل عصبی در محل سیناپس، وارد یاخته ماهیچه‌ای نمی‌شود**). غشای یاخته ماهیچه‌ای دارای **منافذی** می‌باشد که به **درون یاخته** گسترش یافته‌اند، این ساختارها به **غشای شبکه آندوپلاسمی یاخته ماهیچه‌ای** متصل هستند و این شبکه‌های آندوپلاسمی **پرازون کلسیم** برای انقباض ماهیچه می‌باشند. در اثر تحریک غشای یاخته ماهیچه‌ای و ایجاد جریان الکتریکی، ساختارها سبب آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی به داخل **تارچه‌ها** می‌شوند.

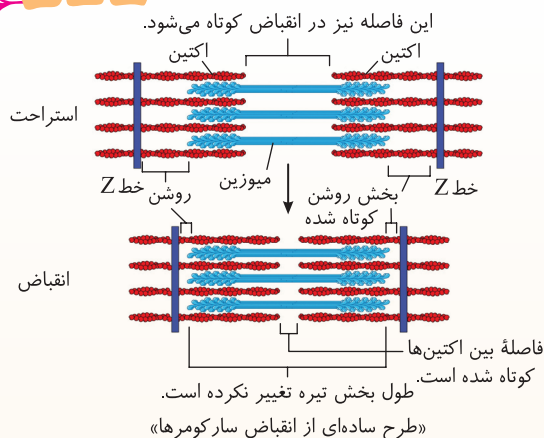
نکته

برای انقباض ماهیچه، **سدیم** وارد **تار** ماهیچه‌ای و **کلسیم** وارد **تارچه** ماهیچه‌ای می‌شود.

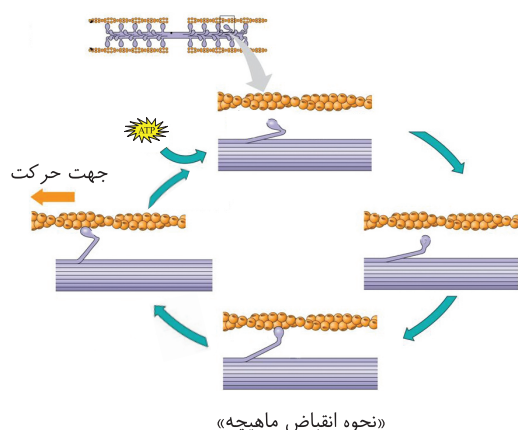
همان‌طور که گفتیم در حالت عادی در یک سارکومر رشته‌های اکتین از یک طرف به خط Z متصلند و از طرف دیگر قسمت آزاد در سارکومر دارند. سرهای رشته‌های قطور میوزین که بین اکتین‌ها هستند با مصرف انرژی می‌توانند ضمن تغییر شکل به اکتین‌ها متصل شوند. با اتصال سرهای پروتئین‌های میوزین به اکتین و **تغییر شکل آن‌ها**، سرهای میوزین با کشیدن اکتین‌ها به سمت داخل، سبب نزدیک شدن دو خط Z در سارکومر به هم شده و با کوتاه شدن سارکومرها سبب انقباض تارهای ماهیچه‌ای و کاهش کل طول ماهیچه می‌شوند.

نکته

وقتی یک تار ماهیچه‌ای منقبض می‌شود و خطوط Z به هم نزدیک می‌شوند، فاصله بین رشته‌های اکتین دو طرف یک سارکومر کم شده و طول قسمت روشن بین خط Z تا سر میوزین کم می‌شود ولی همان‌طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید طول بخش تیره وسط سارکومر و طول پروتئین‌های اکتین و میوزین تغییر نمی‌کند. در این حالت قسمت وسط بخش تیره که فقط حاوی بخش مرکزی یا دم میوزین‌ها بود **تقریباً** ناپدید می‌شود.



نقش میوزین در انقباض ماهیچه

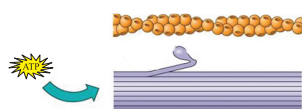


انقباض ماهیچه مانند هر فرایند زیستی دیگری به **انرژی زیستی** نیازمند است که این انرژی از **هیدرولیز ATP** توسط سر میوزین به دست می‌آید. در حقیقت سرهای میوزین‌ها تا وقتی که انرژی آن‌ها برای اتصال **سر میوزین** به **اکتین** تأمین نشود، سبب شروع انقباض ماهیچه نمی‌شوند. برای انقباض ماهیچه ابتدا ATP تجزیه شده و سپس سر میوزین با تغییر شکل به رشته‌های اکتینی متصل می‌شود سپس سبب کشیده شدن رشته‌های اکتین متصل به دو خط Z یک سارکومر به سوی هم می‌شود و سارکومر کوتاه می‌شود. **این حالت شبیه پارو زدن می‌باشد که از دو طرف خطوط Z به هم نزدیک می‌شوند**. دوباره سر میوزین به اکتین متصل می‌شود. سپس سر میوزین به حالت اولیه برمی‌گردد و با هیدرولیز یک ATP دیگر، دوباره به اکتین‌های جلوتر متصل می‌شود. این لیز خوردن و جدا شدن سرهای میوزین **صدها بار در ثانیه** تکرار می‌شود و یک ماهیچه اسکلتی منقبض می‌شود تا استخوانی را با حرکت کششی تکان دهد.

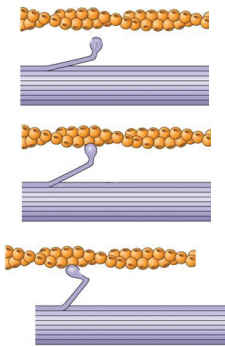
نکته

هم‌زمان با تغییر طول ماهیچه، گیرنده‌های **وضعیتی** حس پیکری در درون ماهیچه اسکلتی تحریک شده تا پیام وضعیت بدن را به مغز ارسال کنند.

خلاصه واکنش انقباض ماهیچه اسکلتی



۱) رسیدن پیام عصبی به انتهای آکسون حرکتی پیکری سبب تحریک یاخته ماهیچه‌ای شده، ابتدا با ورود سدیم به تار، پیام عصبی به صورت یک موج در طول غشای تار ایجاد می‌شود. سپس یون کلسیم با انتشار تسهیل شده از شبکه آندوپلاسمی وارد تارچه می‌شود. این کلسیم‌ها شروع کننده مکانیسم انقباض ماهیچه می‌باشند و تا وقتی وجود دارند این انقباض ادامه خواهد یافت. سرهای میوزین دارای قدرت استفاده از انرژی می‌باشند.



- (۲) با مصرف انرژی حاصل از تجزیه ATP ، سر میوزین تغییر وضعیت (کشاج) می‌دهد.
- (۳) در این موقع سرهای میوزین دو طرف یک سارکومر، از دو طرف رشته‌های اکتین را به سمت درون سارکومر می‌کشند و به هم نزدیک می‌کنند. با این کار طول سارکومر و ماهیچه کوتاه می‌شود و دو خط Z به هم نزدیک می‌شوند. طول دو قسمت روشن کناری سارکومر کوتاه شده ولی طول بخش تیره سارکومر و اندازه پروتئین‌های اکتین و میوزین تغییری نمی‌کند.
- (۴) در آخر دوباره سر میوزین از اکتین جدا شده و ATP دیگری به آن وصل می‌شود. دوباره با مصرف انرژی این مسیر بارها تکرار می‌شود و سر میوزین به بخش جلوتر از اکتین‌ها متصل شده تا در نهایت کل ماهیچه منقبض شود.

نکته

تحریک گیرنده وضعیتی درون ماهیچه اسکلتی با تغییر شکل سر میوزین و کوتاه شدن سارکومر آغاز می‌شود.

توقف انقباض ماهیچه

به یاد دارید که شروع مکانیسم انقباض ماهیچه با رسیدن پیام عصبی و آزاد شدن یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی همراه می‌باشد (فقط برای اینکه مطالب را بهتر بفهمیم باید بگوییم که این یون‌های کلسیم سبب برداشتن نوع پروتئین از روی اکتین می‌شوند تا سرهای میوزین با مصرف انرژی قدرت اتصال به اکتین را پیدا کنند و انقباض انجام شود). این مکانیسم پشت سر هم تا وقتی که پیام عصبی از اعصاب پیکری صادر می‌شود و کلسیم فراوان در تارچه وجود دارد انجام می‌شود و ماهیچه منقبض می‌باشد. با توقف پیام عصبی در اعصاب پیکری، ناقل عصبی به فضای سیناپسی وارد نمی‌شود و این یون‌های کلسیم سریعاً با مکانیسم انتقال فعال از تارچه به شبکه آندوپلاسمی برمی‌گردند (حال در اثر فقدان کلسیم کافی، دوباره پروتئین‌های مهارکننده اکتین‌ها متصل می‌شوند و محل اتصال سرهای میوزین را می‌پوشانند). در این حالت ماهیچه و سارکومر تا رسیدن پیام عصبی بعدی در استراحت می‌مانند (مطالب درون پراکنش فقط برای فهم بهتر در این پراکنش بود).

نکته

کمبود کلسیم در تارچه و عدم قدرت مصرف انرژی توسط سر میوزین سبب عدم انقباض ماهیچه می‌شوند.

توقف انقباض ماهیچه در یک نگاه



نکته

ماهیچه برای به انقباض درآمدن نیاز به فرمان عصبی تحریک کننده دارد ولی برای به استراحت درآمدن ماهیچه نیازی به ارسال پیام عصبی مهارکننده نمی‌باشد. فقط کافی است که پیام عصبی تحریک کننده دیگر صادر نشود.

منابع انرژی برای انقباض ماهیچه‌ها

● ۱ سوختن گلوکز

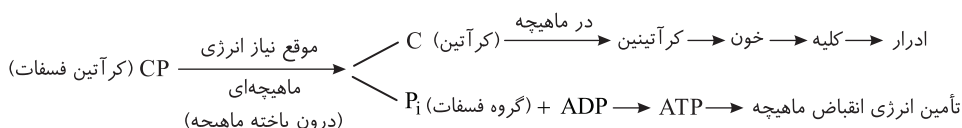
بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن درون یاخته‌ای گلوکز یا همان تنفس یاخته‌ای تأمین می‌شود. ماهیچه‌ها جایگاه ذخیره کننده گلیکوژن نیز می‌باشند که در موقع نیاز و فعالیت ماهیچه‌ای تحت تأثیر هورمون‌ها (اپی نفرین)، گلیکوژن آن‌ها به گلوکز تبدیل شده ولی فقط تا چند دقیقه می‌تواند با سوختن کامل گلوکز، در تنفس هوازی (به کمک اکسیژن)، ATP مورد نیاز خود را به دست بیاورد (طی واکنش تنفس هوازی، از سوختن گلوکز، علاوه بر ATP مقدار کمی CO_2 و آب نیز تولید می‌شود).

● ۲ اسیدهای چرب

اگر فعالیت ماهیچه‌ای طولانی مدت شود و از چند دقیقه عبور کند، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب موجود در خون انرژی زیادی می‌کنند و ATP لازم را به دست می‌آورند.

● ۳ کراتین فسفات

این ماده نیز برای تولید انرژی زیستی به صورت ATP ، درون یاخته ماهیچه‌ای استفاده می‌شود. بدین صورت که در موقع نیاز ماهیچه به انرژی، کراتین فسفات به سرعت تجزیه شده و فسفات خود را از دست می‌دهد. فسفات آزاد شده به ADP متصل می‌شود و سبب ساخت ATP لازم برای اتصال به سر میوزین و تکرار انقباض تار ماهیچه می‌شود (مولکول کراتین حاصل از این تجزیه، درون ماهیچه به ماده دفعی نیتروژن دار کراتین تبدیل می‌شود که این ماده از طریق خون به کلیه‌ها می‌رسد و همراه ادرار دفع می‌شود).



● (۴) لاکتیک اسید

ماهیه‌های اسکلتی اندام‌هایی هستند که علاوه بر اینکه به کمک اکسیژن، طی تنفس **هوازی** و سوختن **کامل گلوکز** می‌توانند CO_2 و آب به دست بیاورند و مقدار **زیادی** نیز **ATP** تولید کنند، این ماهیه‌ها، در نبود **اکسیژن** نیز می‌توانند با تجزیه گلوکز طی تنفس بی‌هوازی یا **تخمیر (لاکتیک)** در سیتوپلاسم خود **ATP کمی** تولید کنند. دقت کنید که واکنش‌های تنفسی **بی‌هوازی** در ماهیه‌ها که طی ورزش و فعالیت بدنی شدید حاصل می‌شوند، مقدار زیادی **اسید لاکتیک** در ماهیه **تولید و جمع‌آوری** می‌کنند. **تجمع اسید لاکتیک** در ماهیه‌ها سبب درد ماهیه‌ای و گرفتگی ماهیه می‌شود ولی **پس از استراحت**، اسید لاکتیک که مقدار زیادی انرژی در خود ذخیره دارد، به **تدریج تجزیه** می‌شود و علاوه بر اینکه اثرات درد و گرفتگی ماهیه‌ای کاهش می‌یابد با مکانیسم‌هایی که در کتاب درسی بحث نشده‌اند، می‌توانند مقدار زیادی انرژی به صورت **ATP** ایجاد کنند.

انواع یاخته‌های بافت ماهیه‌های اسکلتی

در ماهیه اسکلتی، بر اساس **سرعت انقباض** یعنی سرعت تغییر و تبدیل **ATP** به **ADP** توسط سرهای میوزین، دو نوع یاخته ماهیه **سریع (تند) و کند** وجود دارد. **بسیاری از ماهیه‌های اسکلتی بدن هر دو نوع یاخته را دارند.**

الف) تارهای ماهیه‌های کند (قرمز)

تارهایی با رنگدانه قرمز میوگلوبین **زیاد** می‌باشند. میوگلوبین رنگدانه قرمز پروتئینی (با یک رشته پلی‌پپتید) شبیه هموگلوبین (هموگلوبین چهار رشته پلی‌پپتید دارد) گویچه قرمز است که درون سیتوپلاسم یاخته ماهیه‌ای می‌تواند مقداری اکسیژن را ذخیره کند. میوگلوبین زیاد در این تارها موجب می‌شود اکسیژن زیادی در یاخته ذخیره گردد و تارهای کند **بیشتر** انرژی خود را به روش تنفس **هوازی** به دست آورند. این تارها دیرتر خسته می‌شوند و دیرتر به کمبود انرژی گرفتار می‌شوند. اغلب در ورزش‌های طولانی‌مدت مثل دوی مارتن یا شنای استقامتی در مسافت طولانی استفاده می‌شوند و کاربرد دارند. تعداد میتوکندری این تارها **زیاد** می‌باشد، همچنین به علت داشتن مقدار زیادی میوگلوبین، قرمزتر از تارهای دیگر هستند و با ورزش بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود.

نکته

در زیست دوازدهم می‌خوانید که طی تنفس هوازی، پیرووات حاصل از تجزیه گلوکز به **الکترون‌دهی** می‌پردازد تا مقدار زیادی **ATP** تولید شود.

ب) تارهای ماهیه‌های تند (سفید)

این تارها به نسبت نوع کند، میوگلوبین **کمتری** دارند و ذخیره اکسیژن آن‌ها بسیار کم است. این تارها **بیشتر** انرژی خود را از تنفس **بی‌هوازی (تخمیر لاکتیک)** به دست می‌آورند و تجمع اسید لاکتیک و خستگی آن‌ها از تارهای کند بیشتر می‌باشد (چون ذخیره اکسیژن کمی دارند و میتوکندری آن‌ها نیز کمتر از تارهای کند می‌باشد). در نتیجه زود خسته می‌شوند و زود انرژی خود را از دست می‌دهند. تارهای تند مسئول انجام انقباضات سریع مثل دو سرعت یا بلند کردن وزنه هستند. در افراد **کم‌تحرك** بیشتر ماهیه‌ها دارای تارهای **تند** می‌باشند به همین دلیل در فعالیت‌های بدنی زود خسته می‌شوند.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

رشته‌های ماهیه‌ای کند
رشته‌های ماهیه‌ای تند

«تارهای ماهیه‌ای تند و کند»

- در زیست دوازدهم می‌خوانید که در تخمیر لاکتیک که نوعی تنفس بی‌هوازی است، پیرووات‌های حاصل از تجزیه گلوکز، به **الکترون‌گیری** می‌پردازند.
- در افراد ورزشکار بیشتر بخش‌های ماهیه آن‌ها دارای تارهای کند و با انرژی زیاد می‌باشند ولی افراد کم‌تحرك بیشتر دارای تارهای تند در ماهیه‌های خود می‌باشند (البته بسته به نوع ورزش فرد می‌تواند تارهای تند (دو سرعت) یا کند (دو مارتن) بیشتری داشته باشد).
- با ورزش کردن، می‌توان تارهای نوع تند (سفید) را با تولید میوگلوبین بیشتر به تارهای کند (قرمز) تبدیل کرد و ذخایر انرژی را بالا برد.
- تارهای تند و کند فقط مربوط به ماهیه‌های اسکلتی می‌باشند. دقت کنید که منظور از ماهیه با انقباض کند همان ماهیه **صاف** و ماهیه با انقباض تند مربوط به ماهیه‌های مخطط قلبی و اسکلتی می‌باشد.

نکات حرکت در جانوران دیگر

- (A) جانوران **حداقل** در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگر منتقل شوند.
- (B) شیوه‌های حرکتی در جانوران به صورت‌های متنوع شنا کردن، پرواز کردن، دویدن، خزیدن و... می‌باشد.
- (C) با وجود تفاوت در شیوه حرکتی جانوران، **اساس حرکت** همانند اساس تولیدمثل در همه جانوران مشابه می‌باشد و بدین صورت است که اولاً باید جانور نیرویی در خلاف جهت حرکت وارد کند و ثانیاً باید از ساختارهای **اسکلتی** (اسکلت داخلی یا خارج و کپ‌استیک) و ماهیه‌های بدن استفاده بگیرد.

- (۱) تجمع مایع در بدن سبب شکل‌گیری اسکلت می‌شود.
 - (۲) مثلاً در عروس دریایی دیده می‌شود.
 - (۳) در این جانوران خروج پرفشار آب از بدن سبب حرکت جانور به سمت مخالف می‌شود (مانند خروج هوا از بارگنگ که سبب حرکت بارگنگ به سمت مخالف می‌شود).
 - (۱) در حشرات و سخت‌پوستان دیده می‌شود.
 - (۲) اسکلت به حرکت و حفاظت از جانور کمک می‌کند (مانند نقش اسکلت مصری انسان).
 - (۳) با افزایش اندازه جانور اسکلت بیرونی نیز بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شود.
 - (۴) بزرگ شدن این اسکلت به دلیل افزایش وزن سبب محدودیت در حرکت جانور می‌شود.
 - (۵) اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.
 - (۱) در همه مهره‌داران دیده می‌شود.
 - (۲) به جز در ماهی‌های غضروفی مثل کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی که اسکلت داخلی آن‌ها فقط غضروف دارد، سایر مهره‌داران اسکلت داخلی، حاوی استخوان به همراه غضروف هستند.
 - (۳) ساختار استخوان آن‌ها بسیار شبیه استخوان‌های انسان می‌باشد.
- (D) انواع اسکلت در جانوران
- اسکلت بیرونی
 - اسکلت درونی