

# جزوه زیست یازدهم

## فصل سوم: دستگاه حرکتی



گردآوری: علی اصغر کردی

سال ۱۳۹۷

## الف - اسکلت استخوانی

اجزای دستگاه حرکتی

ب - ماهیچه‌های اسکلتی

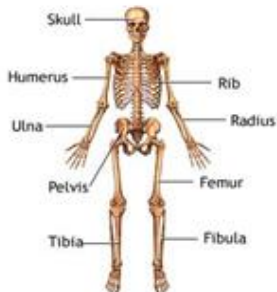
**الف - اسکلت استخوانی:** شامل دو بخش **محوری و جانبی** می‌باشد. استخوان‌های همبسته (شامل کاسه جمجمه و استخوان‌های چهره) و همچنین استخوان‌های ستون مهره‌ها و دنده‌ها و پنجه تشکیل دهنده اسکلت محوری هستند بقیه استخوان‌ها اسکلت جانبی را تشکیل می‌دهند.

**نکته:** استخوان‌ها بخشی از اسکلت انسان هستند مثلاً عظروف نیز در اسکلت انسان وجود دارد.

**نکته:** بخش جانبی نقش بیشتری در حرکات دارد (یعنی بخش محوری هم نقش کمی در حرکات دارد مانند حرکاتی که دنده‌ها انجام می‌دهند).

**نکته:** کوچکترین استخوان بدن، استفوان رکابی است که جزء اسکلت محوری حساب می‌شود و بزرگترین استخوان،

استفوان ران است که جزء اسکلت جانبی محسوب می‌شود.



### نکات شکلی اسکلت انسان

۱- استخوان‌های ترقوه و کتف هر دو در هر دو نمای جلویی و عقبی قابل مشاهده هستند.

۲- در محل مفصل آرنج که از نوع لولایی می‌باشد سه استخوان بازو، زند زیرین و زند زیرین نقش دارند.

۳- استخوان زند زیرین (بالایی) به انگشت شلسل نزدیکتر است.

۴- استخوان نازک‌نی در مفصل زانو شرکت ذخاوه و این مفصل فقط بین استخوان‌های درشت‌نی و ران قرار دارد و نازک‌نی با درشت‌نی مفصل ثابت دارند.

۵- دوازده جفت دنده در هر فرد وجود دارد که دو جفت انتهایی به جناغ متصل نیستند ولی بقیه به کمک عظروف به استخوان جناغ متصل هستند.

۶- کمترین استخوان‌ها از نظر تعداد استخوان‌های دراز هستند.

۷- تمام استخوان‌های جانبی به صورت زوج هستند در حالی که بعضی از استخوان‌های اسکلت محوری به صورت فرد

هستند مانند استفوان پتاخ.

۱- پشتیبانی (شامل تعیین شکل بدن و ایجاد چارچوبی برای استقرار اندام‌ها).

۲- حفاظت از بخش‌هایی مانند مغز، نخاع، قلب و شش‌ها

۳- در مورد استخوان‌های متحرک، انقباض ماهیچه‌های متصل به آن‌ها باعث حرکت می‌شود.

۴- تولید یاخته‌های خونی در مغز قرمز استخوان که پسپاری از استخوان‌ها دارند.

۵- ذخیره مواد معدنی مانند فسفات و کلسیم.

۶- کمک به سخن گفتن، شنیدن و جویدن.

### اعمال استخوان‌ها

۱- دراز: مانند استخوان بازو، ران، استخوان‌های ساعد و ساق پا.

۲- کوتاه: استخوان‌های مچ دست و یا پا و استخوان‌های انگشتان دست و پا.

۳- پهن: استخوان‌های جمجمه و یا لگن، دنده‌ها و استخوان‌های نیم‌لگن.

۴- نامنظم: استخوان‌های مهره‌ها.

### انواع استفوان‌ها

**فشرده (مترکم):** یاخته‌های استخوانی به صورت استوانه‌های هم‌مرکز قرار گرفته‌اند که

بین آن‌ها ماده زمینه‌ای قرار گرفته و در مرکز تمام استوانه‌ها مجرای هاورس قرار دارد.

**اسفنجی:** سلول‌ها و ماده زمینه‌ای استخوان، به صورت تیغه‌های نامنظم قرار دارند

و بین این تیغه‌ها حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز قرمز استفوان پر شده است.

### انواع بافت استخوانی

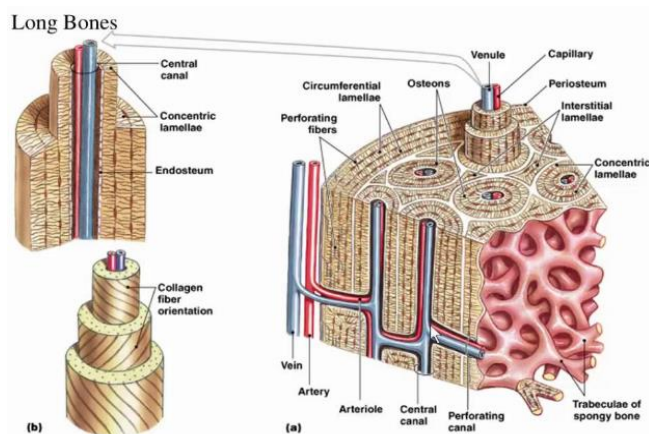
ماده زمینه‌ای در استخوان فشرده و اسفنجی تفاوتی ندارند و از موادی مانند کلاژن و هواره معدنی بویژه

مواد کلسیم‌دار تشکیل شده است.

**نکته:** در مجرای هاورس رگ های قوئی و اعصاب وجود دارند که در استخوان فشرده از طریق مجاری افقی و یا مایل به یکدیگر و همچنین به حفرات استخوان اسفنجی راه دارند.

**نکته:** مجاری مرکزی سیستم های هاورس (مجاری هاورس) نباید با مجرای مرکزی استخوان های دراز اشتباه شود چون در مجاری هاورس رگ های خونی و اعصاب قرار دارند ولی مجرای مرکزی استخوان های دراز، هشز دوره وجود دارد که بیشتر از چیزی تشکیل شده است.

**نکته:** در حفرات بین تیغه های استخوانی در استخوان اسفنجی، هم رگ های خونی و اعصاب و هم مغز قرمز استخوان



وجود دارد که وظیفه اش تولید سلول های خونی و گردها است.

**نکته:** در شرایط کم خونی شدید ممکن است مغز زرد

به مغز قرمز تبدیل شود.

**نکته:** سلول های استخوانی حالت منشعب دارند و از طریق

انشعابات خود که در کانال هایی در زمینه این بافت قرار دارند

با یکدیگر ارتباط دارند البته دور این انشعابات مایع بین یاخته ای کمی وجود دارد.

**نکته:** در یک فرد سالم و در شرایط معمول ، بسیاری از استخوان ها در تولید یاخته های خونی نقش دارند چون بسیاری از استخوان ها دارای مغز قرمز هستند.

**نکته:** در اطراف استخوان، پافت پیوندی رشته ای وجود دارد که رگ ها و اعصاب از این بافت است که به درون استخوان نفوذ می کند البته این بافت در دو سر استخوان های دراز وجود ندارد و به جای آن غشبرو وجود دارد.

**نکته:** در بافت استخوانی فشرده تعدادی از سلول های استخوانی به صورت استوانه های هم مرکز نیستند.

**نکته:** قطر سیاهرگ درون مجرای هاورس از قطر سرخرگ درون آن بیشتر است.

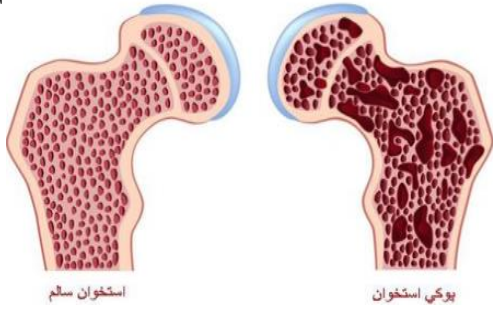
**نکته:** در هر مجرای هاورس یک سرخرگ و یک سیاهرگ وجود دارد و رگ لنفی وجود ندارد.

## تشکیل و تخریب استخوان

متناسب با فشاری که بر استخوان می‌آید تشکیل و تخریب استخوان انجام می‌شود این کار حتی بعد از دوران رشد هم انجام می‌شود یعنی اگر استخوانی به صورت مستمر تحت فشار

خاصی قرار گیرد در همان منطقه افزایش ضخامت اتفاق می‌افتد

و در محلی که فشاری وارد نمی‌شود تخریب استخوان و در نتیجه



نازک شدن اتفاق می‌افتد به همین دلیل است که در فضا نوردان که در شرایط بی‌وزنی هستند و فشار بسیار کمتری نسبت به جو کره زمین بر استخوان‌های آنها وارد می‌شود توده استخوانی به طور کلی دچار تخریب می‌شود.

افزایش توده استخوانی و تراکم آن در شرایط معمول تا اواخر سن رشد اتفاق می‌افتد و بعد از آن کاهش می‌یابد البته ورزش و به طور کلی فعالیت بدنی از این کاهش تا حد زیادی جلوگیری می‌کند.

به دلیل نرم بودن استخوان در سنین پائین، شکستگی‌های بزرگ به ندرت در این سن اتفاق می‌افتد.

در محل شکستگی‌های استخوانی (چه کوچک و چه بزرگ) سرعت تقسیم میتوز افزایش می‌یابد.

اگر سرعت تخریب استخوان از ساخت آن بیشتر شود توده استخوانی کم‌تراکم می‌شود و اصطلاحاً پوکی استخوان

گفته می‌شود که عواملی نظیر کمبود ویتامین D، کمبود کلسیم در غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی، مصرف دفانیات،

افتلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار در کاهش تراکم استخوان و در نتیجه زمینه‌سازی برای پوکی استخوان مؤثرند.

با کمبود ویتامین **D** حتی اگر میزان کلسیم در غذا هم زیاد باشد باز هم زمینه پوکی استخوان ایجاد شده است چون وظیفه ویتامین **D** کمک به هذب کلسیم از روده پارینگ است.

مصرف نوشابه‌های الکلی و یا دخانیات باعث می‌شود حتی در صورتی که کلسیم فون هم زیاد باشد باز هم زمینه پوکی استخوان ایجاد شود یعنی مانع جذب کلسیم غذا نمی‌شود بلکه مانع رسوب کلسیم در استخوان می‌شود.

کمبود هورمون کلسی‌تونین که از غده تیروئید ترشح می‌شود باعث اختلال در رسوب کلسیم در استخوان می‌شود از طرفی افزایش بیش از حد هورمون غده‌های پاراتیروئید نیز می‌تواند منجر به پوکی استخوان شود چون ممکن است باعث برداشت بیش از حد کلسیم از استخوان شود.

نکته: اگرچه شکستگی‌های میکروسکوپی در استخوان‌ها در همه افراد رخ می‌دهد ولی به ویژه در ورزشکاران رزمی که دچار شکستگی‌های بیشتری می‌شوند به تدریج توده استخوانی و تراکم آن افزایش قابل توجهی می‌یابد.



نکته: کاهش ترشح صفرا و یا مسدود شدن مجرای صفراوی

به وسیله سنگ صفرا با ایجاد اختلال در گوارش و جذب

چربیها و از جمله ویتامین D ممکن است منجر به پوکی

استخوان شود.

الف - مفصل ثابت: مانند مفصل بین استخوان‌های جمجمه یا درشت‌نی و نازک‌نی.

انواع مفصل

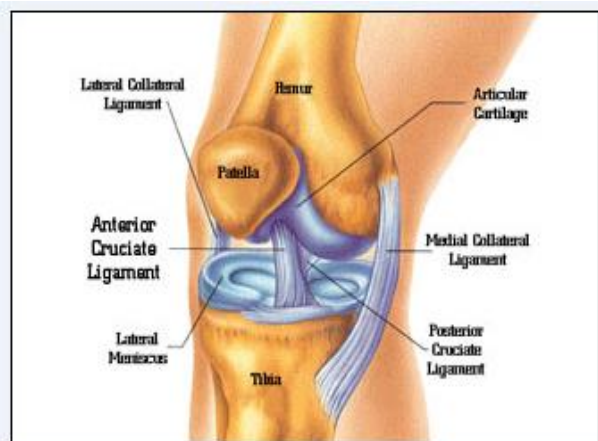
۱- گوی کاسه: مانن مفصل بازو با شانه و یا مفصل ران با نیم‌لگن.

ب - مفصل متحرک

۲- لولایی: مفصل آرنج و یا زانو.

۳- لغزنده: مفصل بخشی از استخوان مهره‌های کمر با مهره دیگر.

نکته: در پیشتر مفصل‌ها اطراف مفصل از نوعی بافت پیوندی رشته‌ای به نام کپسول مفصلی پوشیده شده است که محکم بوده و علاوه بر این که به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کند حرکت استخوان‌ها در محل مفصل را محدود می‌کند.



نکته: در پیشتر مفصل‌ها سر استخوان‌ها در محل مفصل با

غضروف پوشیده شده است.

هم غضروف در سر استخوانها در مفاصل متحرک

و هم مایع مفصلی باعث کاهش اصطکاک می‌شود و همچنین باعث می‌شود سالیان زیاد استخوان‌ها در مجاورت

یکدیگر به راهتی بلغزنده

نکته مهم: مفصل بین خود مهره‌ها یا به عبارتی دیسک بین مهره‌ای مفصل لغزنده نیست

لگانه: در مفاصل ثابت نه غضروف در سر استخوانها قرار دارد و نه در اطراف مفصل ، مایع یا کیسول مفصلی وجود دارد.

آهوه: علاوه بر کیسول مفصلی، رباط و زردپی (هر سه بافت پیوندی رشته‌ای) هم در محدود کردن حرکت استخوانها در مفاصل متحرک و در کنار یکدیگر نگه‌داشتن آنها مؤثرند.

لگانه: آزادانه‌ترین حرکات در مفصل گویی و کاسه‌ای دیده می‌شود و محدودترین حرکات در مفصل لغزنده دیده می‌شود.

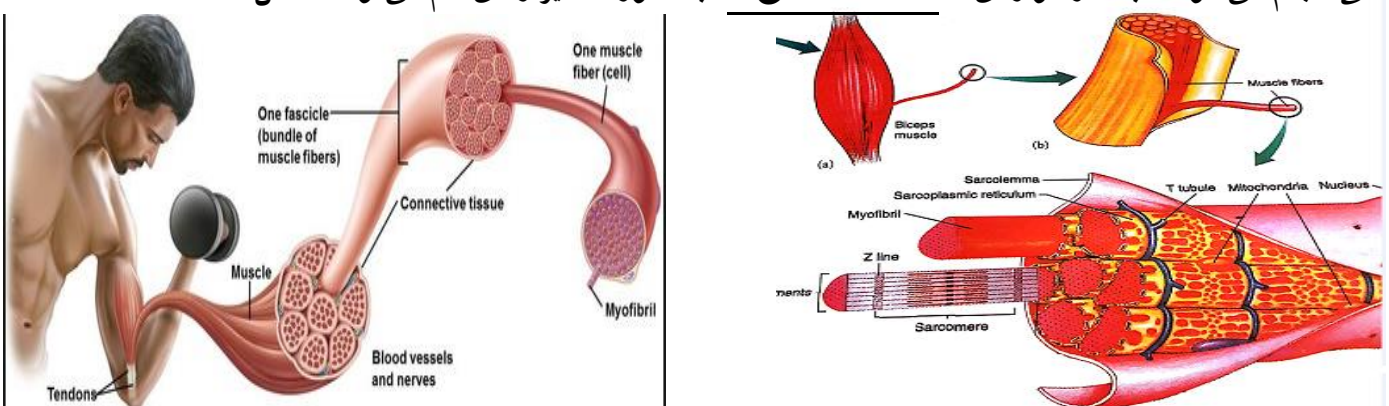
آهوه: بخش صیقلی غضروف که در تماس با مایع مفصلی قرار دارد ممکن است در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیبها و بعضی بیماریها آسیب ببیند که بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند ولی اگر سرعت تخریب از سرعت ترمیم بیشتر باشد منجر به سائیدگی مفصلی می‌شود.

لگانه: اگر اوریک اسید که ماده‌ای دفعی و نیتروژن دار است در مفاصل رسوب کند بیماری نقرس گفته می‌شود.

## ماهیچه اسکلتی

همه انواع ماهیچه‌ها باعث ایجاد حرکت می‌شوند ولی تنها ماهیچه‌ای که باعث حرکت استخوانها و جابجایی بدن می‌شود ماهیچه اسکلتی است.

یادآوری: سلول ماهیچه اسکلتی به صورت رشته‌ای و بدون انشعاب است به همین دلیل هر سلول برای انقباض بایستی از یک پایانه آکسون مجزا پیام عصبی دریافت کند. ظاهر ماهیچه اسکلتی (همانند/ برخلاف) ماهیچه قلبی و (همانند/ برخلاف) ماهیچه صاف، حالت تیره و روشن (مخطط) دارد یعنی سارکومر دارد در ضمن تمام کارهای ارادی توسط ماهیچه‌های اسکلتی انجام می‌شوند البته در مواردی (مانند انعکاسها) به صورت غیرارادی هم می‌توانند عمل کنند.



لگانه: هر نوع کار غیرارادی که ماهیچه اسکلتی انجام می‌دهد انعکاس نیست مانند انقباض دیافراگم در هنگام تنفس.

**نکته:** استخوان‌ها فقط توسط ماهیچه‌های اسکلتی حرکت می‌کنند اما هر ماهیچه اسکلتی هم لزوماً باعث جابجایی استخوان‌ها نمی‌شود مانند: بنداره خارجی مخرج، بنداره ابتدای مری، بنداره خارجی میزراه و ماهیچه حلق.

**نکته:** ماهیچه ذو ذنقه‌ای که ترقوه را به پشت گردن متصل می‌کند و ماهیچه دلتایی که بازو را به شانه متصل می‌کند هم در نمای پشتی و جلویی بدن دیده می‌شوند.

**نکته:** ماهیچه ثوالم پشت ساق پا قرار دارد و در ضمن ماهیچه‌های شکمی، سینه‌ای، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای و حتی دیافراگم و ماهیچه‌های بیرونی چشم مانند ماهیچه پلک‌ها همگی ماهیچه‌هایی اسکلتی هستند.

**نکته:** بسیاری از ماهیچه‌ها (نه همه آنها) به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند مثلاً انقباض ماهیچه سه‌سر بازو باعث پایین آمدن ساعد می‌شود که در این هنگام ماهیچه دوسر در حال استراحت است و عکس آن زمانی است که ساعد با سمت بالا حرکت داده می‌شود.

**نکته:** ماهیچه پشت بازو (سه سر) سه زردپی در بالا دارد که دوتای آنها به استخوان بازو و یک زردپی به کتف متصل است و در پایین یک زردپی به استخوان زند زیرین متصل است و ماهیچه جلوی بازو (دو سر) است که در بالا دو زردپی دارد که یکی از آنها به کتف و دیگری به استخوان بازو متصل است ولی در پایین یک زردپی دارد که به استخوان زند زیرین متصل است.

۱- انجام حرکات ارادی و حرکت دادن استخوان‌ها (همچنین بعضی انعکاس‌ها).

۲- کنترل دریچه‌ها و بعضی بخش‌های بدن مانند دهان و چشم‌ها

۳- حفظ حالت بدن (با انقباضات خفیف و طولانی در بعضی ماهیچه‌ها در هنگام خواب).

۴- ایجاد ارتباط با حرکت زبان، لب‌ها، حرکات نوشتن و یا حرکات چهره.

۵- حفظ دمای بدن با تولید گرمای زیاد در اثر تنفس سلولی و سوختن مواد غذایی.

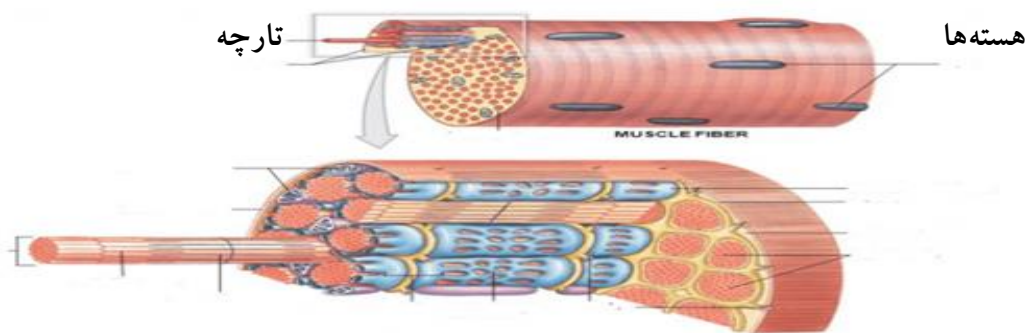
کارهای ماهیچه اسکلتی



## ساختار ماهیچه اسکلتی

هر ماهیچه از تعدادی دسته تار (یاخته) ماهیچه‌ای ساخته شده است که هر دسته از تعدادی تار یا سلول ماهیچه اسکلتی ساخته شده‌اند دور هر دسته و همچنین دور همه دستجات، بافت پیوسته‌ای رشته‌ای وجود دارد که در دو طرف ماهیچه زردپی را می‌سازند وجود زردپی باعث می‌شود نیروی انقباضی تمام تارها با هم جمع شود و با هم به محل زردپی منتقل شود و به این ترتیب، نیروی مؤثری برای حرکت دادن استخوان فراهم می‌شود.

طرز اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً کاهش کمی در طول ماهیچه موجب حرکت زیاد استخوان می‌شود به طور مثال وقتی ماهیچه دوسر ران کمی کوتاه می‌شود ساق پا به مقدار زیادی به سمت عقب کشیده می‌شود.



لکه: بعضی ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی ندارند مانند: بنداره خارجی مخرج، بنداره ابتدای مری و انتهایی میزراه و ماهیچه حلق.

- برای ساخته شدن ماهیچه دوسر بازوی انسان به حضور (یک نوع / بیش از یک نوع) بافت اصلی نیاز است (سراسری-۹۱).

لکه: زردپی‌ها یک نوع نیستند و ممکن است به صورت نواری یا طنابی شکل باشد.

هر تار ماهیچه اسکلتی بعد از تولد سلولی هپریل و چندهسته‌ای (مثل استوانه‌ای طویل) است و علت، این است که در دوران جنینی تعدادی از این یاخته‌ها به صورت طولی به هم متصل شده و غشای بین سلول‌ها از بین می‌رود. در هر تار علاوه بر چندین هسته، تعدادی میتوکندری و تعداد بسیار بیشتری تارچه است که هر یک دارای تعداد زیادی واحد انقباضی یا سارکومر است.

دو طرف هر سارکومر دو خط Z قرار دارد که محل اتصال رشته‌های نازک یا اگتین است و در وسط هر سارکومر رشته‌های ضخیم یا میوزین قرار دارند. مولکول‌های میوزین دارای قسمت سر و دم هستند که دم‌ها در وسط و سرها

به سمت رشته‌های اکتین قرار دارند.

- هر میون (تار) شامل تعدادی میوفیبریل (تارچه) است. (سراسری - ۸۹).

- در ساختار ماهیچه حلقوی چشم انسان، بافت پیوندی رشته‌ای مجموعه میون‌ها (تارها) را در بر گرفته است (سراسری - ۹۰).

- فسفولیپیدها در ساختار سارکومر نقش تدارک (سراسری خارج از کشور - ۸۹).

- در ماهیچه دوسر بازو هر میوفیبریل (تارچه) متشکل از رشته‌های شفیم و تازگ است (سراسری - ۸۷).

- غشای پلاسمایی بیرونی‌ترین بخش یک تار عضلانی است (سراسری خارج - ۸۶).

تک: واحد ساختاری ماهیچه اسکلتی تار ماهیچه‌ای است ولی واحد انقباضی سارکومر است.

تک: هسته‌های تارهای ماهیچه اسکلتی، بیضی شکل هستند و در ضمن در نزدیکی غشای سلول قرار دارند.

تک: در هر سارکومر دو نوار روشن است که دو طرف سارکومر قرار دارند و فقط شامل رشته‌های اگتین است و یک

نوار تیره است که شامل هر دو رشته میوزین و اگتین است البته در وسط نوار تیره یک صفحه روشن [صفحه هسن] هم وجود دارد و در وسط این صفحه، یک خط تیره هم قرار دارد [که مربوط به دم‌های میوزین‌هاست و خط M گفته می‌شود]. این صفحه روشن مربوط به جایی است که فقط رشته‌های میوزین قرار دارد.

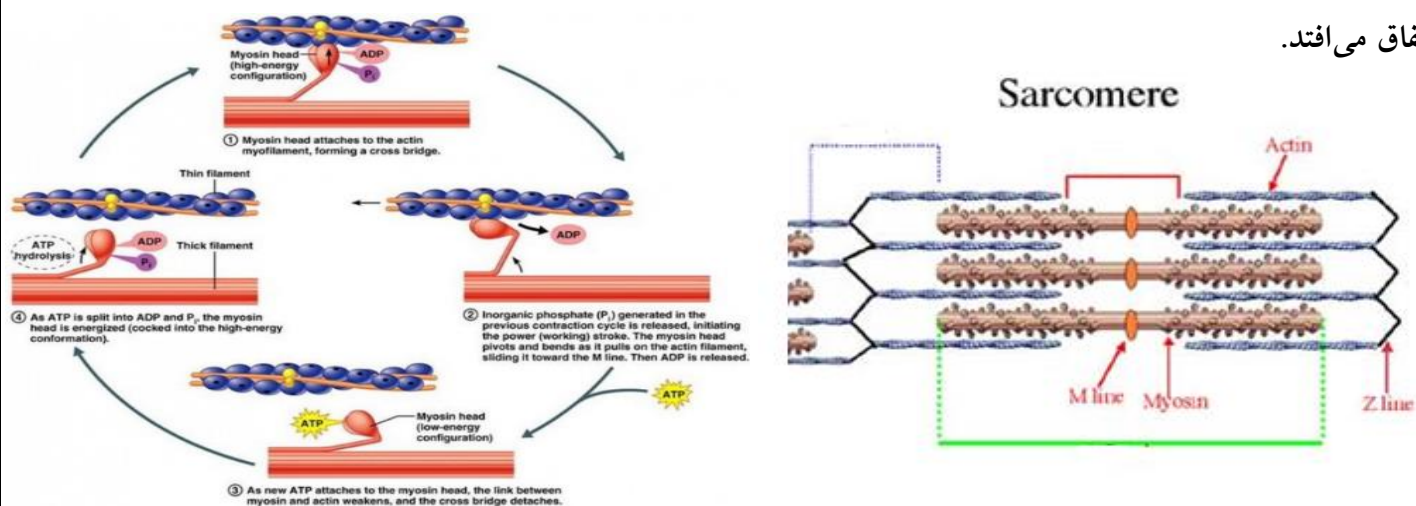
تک: در دو طرف یک خط Z نوارهای روشن وجود دارد.

تک: خطوط Z از رشته‌های ساخته شده‌اند که نه میوز هستند و نه اکتین.

### مکانیسم انقباض ماهیچه

وقتی پیام عصبی به پایانه آکسون نوروون حرکتی مربوط به تارهای ماهیچه اسکلتی می‌رسد و ناقل عصبی [استیل کولین] آزاد می‌شود (با روند آگزیستوز) به غشای تار ماهیچه اسکلتی می‌رسد و به گیرنده مخصوص خود متصل می‌شود و باعث ایجاد پتانسیل عمل و جریان تحریکی در تار ماهیچه‌ای می‌شود. تحریک ماهیچه باعث آزاد شدن یون کلسیم از شبکه آندوپلاسمی [صاف] می‌شود [یون کلسیم محل اتصال سرهای میوزین بر روی اکتین را آزاد می‌کند] سپس سرهای میوزین با دریافت ATP و سپس تجزیه آن به ADP از حالت فمیده به حالت مستقیم در می‌آیند سپس سرهای میوزین

به اکتین وصل می‌شوند و **همزمان** **ADP** هم از آن‌ها جدا می‌شود سپس با خم شدن سرهای میوزین، اکتین به سمت وسط سارکومر کشیده می‌شود و با توجه به این‌که یک طرف اکتین‌ها به خط **Z** متصل است خطوط **Z** هم به همراه اکتین‌ها به سمت وسط سارکومر کشیده می‌شوند و طول سارکومر کوتاه می‌شود با کوتاه شدن همزمان تمام سارکومرهای یک تارچه، کل تارچه و با کوتاه شدن همزمان تمام تارچه‌های یک تار، کل آن تار کوتاه می‌شود و وقتی تمام تارهای یک دسته تار با هم کوتاه شوند آن دسته تار کوتاه می‌شود و وقتی تمام دسته‌تارهای یک ماهیچه با هم کوتاه شوند آن ماهیچه کوتاه شده و نیرویی به زردپی متصل به خود وارد می‌کند و با انتقال نیرو از زردپی به استخوان، حرکت استخوان اتفاق می‌افتد.



**توقف انقباض:** بعد از ایجاد انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت و با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده می‌شوند و دوباره محل‌های اتصال سرهای میوزین بر روی اکتین مخفی می‌شوند و حتی با حضور **ATP** نیز امکان انجام انقباض نیست مگر این‌که پیام دیگری برای انقباض بیاید.

**نکته:** درست است که کار **ATP** در روند انقباض، تغییر حالت سر میوزین از حالت خمیده به مستقیم است اما در ضمن باعث جدا شدن سر میوزین از اکتین هم می‌شود به عبارت دیگر اگر **ATP** نباشد سرهای میوزین از اکتین جدا نمی‌شوند و ماهیچه در حالت انقباض می‌ماند [این حالت پس از مرگ به علت تولید نشدن **ATP** ایجاد شده و جمود نعشی گفته می‌شود].

**نکته مهم:** ماهیچه هم در حالت انقباض و هم استراحت ATP مصرف می‌کند در حالت استراحت برای برگرداندن کلسیم به شبکه آندوپلاسمی با انتقال فعال.

**نکته:** خروج یون کلسیم از شبکه آندوپلاسمی با انتشار تسهیل شده ولی برگشت آن به این شبکه با روند انتقال فعال است.

لاک: در هنگام انقباض یا استراحت طول نوار تیره همچنین طول رشته‌های اکتین و میوزین، ثابت باقی می‌ماند ولی در زمان انقباض طول سارکومر و نوارهای روشن کوتاه می‌شود. و البته صفحه روشن وسط نوار تیره هم کوچک شده و یا حتی ممکن است کاملاً محو شود.

- در یک سلول ماهیچه حلقوی چشم، هر رشته مستقر در نوار تیره سارکومر، تحت شرایطی می‌تواند در تماس با یون کلسیم قرار گیرد. (سراسری - ۹۴)

- در ماهیچه سه سر بازو، هنگام انقباضی با کشش ثابت، از طول نوارهای روشن سارکومرها کاسته می‌شود. (سراسری - ۹۵).

- در یک سلول ماهیچه ذوزنقه‌ای انسان، هر رشته مستقر در دو انتهای سارکومر ممکن است در تماس مستقیم با یون‌های کلسیم قرار گیرد. (خارج از کشور - ۹۴)

- در حین هر نوع انقباض ماهیچه چهار سر ران، یون کلسیم در اطراف تارچه‌ها یافت می‌شود. (سراسری خارج - ۹۳).

### تأمین انرژی انقباض

سوخت اصلی سلول‌های ماهیچه اسکلتی همانند بیشتر سلول‌های بدن گلیکوگن است البته در انقباض‌های طولانی مدت از اسیدهای چرب استفاده می‌شود.

تا زمانی که اکسیژن به ماهیچه‌ها می‌رسد تنفس هوازی در تارهای ماهیچه‌ای انجام می‌شود که محل آن هیپتوگنری است ولی در فعالیت‌های شدید که اکسیژن موجود در تار کافی نیست مجبور به تنفس بی‌هوازی و تخمیر لاکتیکی می‌شود که در نتیجه لاکتیک اسید تولید می‌شود که گیرنده‌های «ر» را تحریک می‌کند ولی به تدریج با تجزیه لاکتیک اسید، گرفتگی و درد ماهیچه‌ای از بین می‌رود.

لاک: تولید لاکتیک اسید باعث تحریک **کلیه‌ها** و **کبد** برای تولید بیشتر هورمون **اریتروپویتین** است.

ATP: با توجه به این که ذخیره زیاد **ATP** در سلول امکان‌پذیر نیست یک منبع خوب برای تأمین فسفات برای تولید مرتب **ATP** ماده‌ای به نام کراتین فسفات است که طبق واکنش زیر عمل می‌شود:



لذا: بعد از مدتی که کراتین فسفات به تحویل فسفات به **ADP** پرداخت ماده کراتین به ماده دفعی نیترोजن داری به نام کراتینین تبدیل می شود که از طریق کلیه ها دفع می شود.

- در حین هر نوع انقباض ماهیچه دوسر بازو مرحله بی هوازی تنفس انجام می شود (سراسری - ۹۳).

**الف - تارهای کند:** هموگلوبین بیشتر (رنگ قرمز) - میتوکندری بیشتر - تنفس بیشتر از نوع هوازی -  
مربوط به حرکات استقامتی (مانند شنا و دوی استقامت).

**ب - تارهای تند:** هموگلوبین کمتر (رنگ سفید) - میتوکندری کمتر - تنفس بیشتر از نوع بی هوازی - در مورد حرکات سریع و کوتاه (مانند وزنه برداری و دوی سرعت) استفاده می شود.

توجه: هر دو نوع تار در بسیاری از ماهیچه ها وجود دارد.

توجه: هر دو نوع تنفس هوازی و بی هوازی در هر دو نوع تار انجام می شود.

توجه: در اثر فعالیت ورزشی، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می شوند به عبارت دیگر در افراد کم تحرک تعداد تارهای تند، بیشتر است.

لذا: میوگلوبین (پروتئین تک رشته ای) همانند هموگلوبین (چهار رشته ای) نوعی پروتئین انتقال دهنده محسوب می شود. درست است که کارش ذخیره مقداری اکسیژن است ولی در موقع نیاز، این اکسیژن را به میتوکندری انتقال می دهد) میوگلوبین به چهار مولکول اکسیژن و هموگلوبین به یک مولکول اکسیژن متصل می شوند).

- هر تار ماهیچه اسکلتی توسط یک نورون مجزا تحریک می شود. درست - نادرست

توضیح: با توجه به این که هر پایانه آکسون نورون حرکتی دارای انشعاباتی می باشد هر نورون به چند تار پایانه می رساند.

## حرکت در جانوران

در تمام جانوران حداقل در بخشی از دوره زندگی جابجایی از نقطه ای به نقطه دیگر وجود دارد که ممکن است به صورت دویدن، خزیدن، شناکردن و یا پرواز کردن باشد.

توجه: در تمام جانوران اساس حرکت این است که نیرویی مخالف جهت حرکت وارد شود. اعمال این نیرو نیازمند ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای است.



توجه: اسکلت داخلی مخصوص مهره‌داران، نیست.

توجه: هر مهره‌داری حتماً اسکلت «الهی» دارد اما این اسکلت لزوماً استخوانی نیست.

- در تشکیل اسکلت درونی هر جانور مهره‌داری که خون تیره پس از ورود به قلب، از آن خارج می‌شود سه نوع استخوان شرکت دارد. **درست - نادرست (سراسری- ۹۵)**

توضیح: در تمام مهره‌داران، خون تیره وارد قلب و سپس خارج می‌شود ولی بعضی از آنها (ماهیان غضروفی) اصلاً استخوان ندارند.

- تمام جانورانی که گردش خون مضاعف دارند همواره اسکلت داخلی و استخوانی دارند. **درست - نادرست**

توضیح: در دوزیستان بالغ، خزندگان، پرندگان و پستانداران، گردش خون مضاعف وجود دارد که همگی اسکلت داخلی و استخوانی دارند.

- تمام جانورانی که شش دارند همواره اسکلت داخلی دارند. **درست - نادرست**

توضیح: در بعضی بی‌مهرگان مانند حلزون‌های خشکی با وجود شش، اسکلت خارجی وجود دارد.

- تمام جانورانی که اسکلت خارجی دارند تنفس ناپیدیسی دارند. **درست - نادرست**

توضیح: حشرات این‌گونه هستند ولی سخت‌پوستان این‌طور نیستند.

معرفی مفتخر نگارنده:

علی اصغر کردی

دبیر زیست شناسی ( با بیست سال سابقه تدریس زیست شناسی )

دبیر دبیرستان تیزهوشان شهید بهشتی شهرستان ایزه در استان خوزستان

شماره تماس : ۰۹۱۶۹۹۱۴۸۳۷