خلاصهٔ فصل سوّم زیست شناسی (۲) پایهٔ یازدهم

دستگاه حرکتی (ویرایش مرداد ۹۷)

گفتار ۱ : استخوان ها و اسکلت

- استخوان ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می دهند. سایر قسمت ها شامل غضروف ها و مفاصل هستند.
- اسکلت انسان دارای دو بخش محوری و جانبی است:

- **بخش محوری:** محور بدن را تشکیل می دهد.
  - از مغز و نخاع و قلب و شش ها محافظت می کند. که به ترتیب توسط استخوان های جمجمه، مهره ها وقفسه سینه محافظت می شوند.
  - در جویدن،شنیدن،صحبت کردن و حرکات بدن نقش دارد.
  - مثال: جمجمه،استخوان های صورت،جناغ سینه،دنده ها، مهره ها)
- **بخش جانبی:** این استخوان ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن را دارند.
  - مثال : استخوان های دست و پا (ترقوه،کتف،بازو،زندزیرین،زندزبرین،مچ دست،کف دست،انگشتان دست،نیم لگن،ران،کشکک،نازک نی،درشت نی،مچ پا،کف پا، انگشتان پاو ...)

نقش استخوان ها:

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا اندام‌ها بر روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود.
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کند.
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها مغز قرمز دارند. این بافت یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان‌ها محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم‌اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

انواع استخوان ها:

استخوان ها از نظر شکل ظاهری به چند دسته تقسیم می شوند:

- استخوان دراز: استخوان ران و بازو.
- استخوان کوتاه: استخوان های مچ.
- استخوان پهن: استخوان جمجمه.
- استخوان نامنظم: استخوان های ستون مهره.
- استخوان های بدن اندازه های متفاوتی دارند، از استخوان های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.
- **توجه کنید که ما نمی توانیم تمام استخوان ها را در یکی از ۴ دسته ذکر شده قرار دهیم! یعنی نباید از خودتان انتظار داشته باشید که تشخیص دهید که مثلا استخوان لگن یا استخوان انگشتان از کدام نوع است! البته اهمیتی ندارد و فقط باید مواردی که در کتاب ذکر شده را یاد گرفت.**

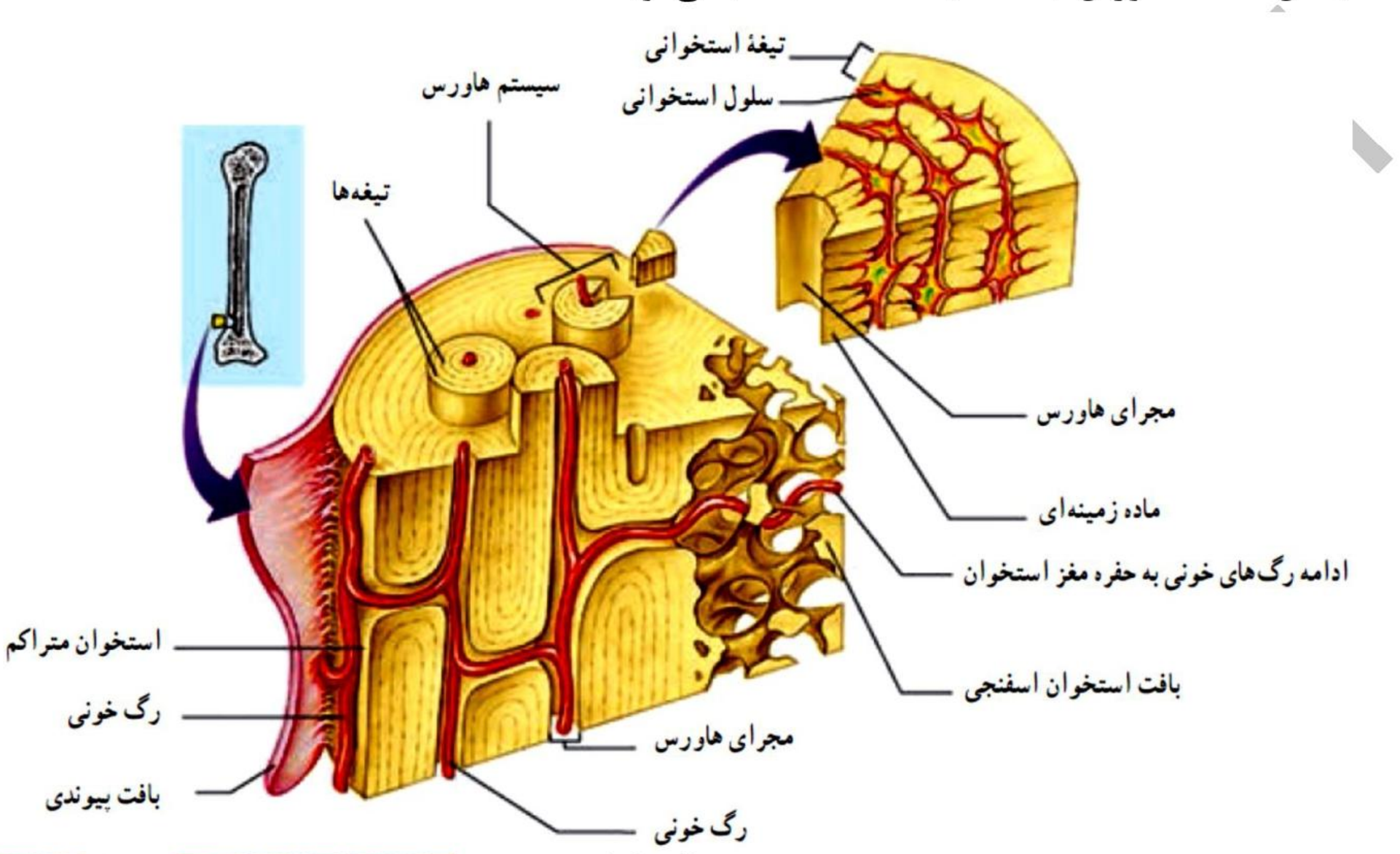
ساختار استخوان:

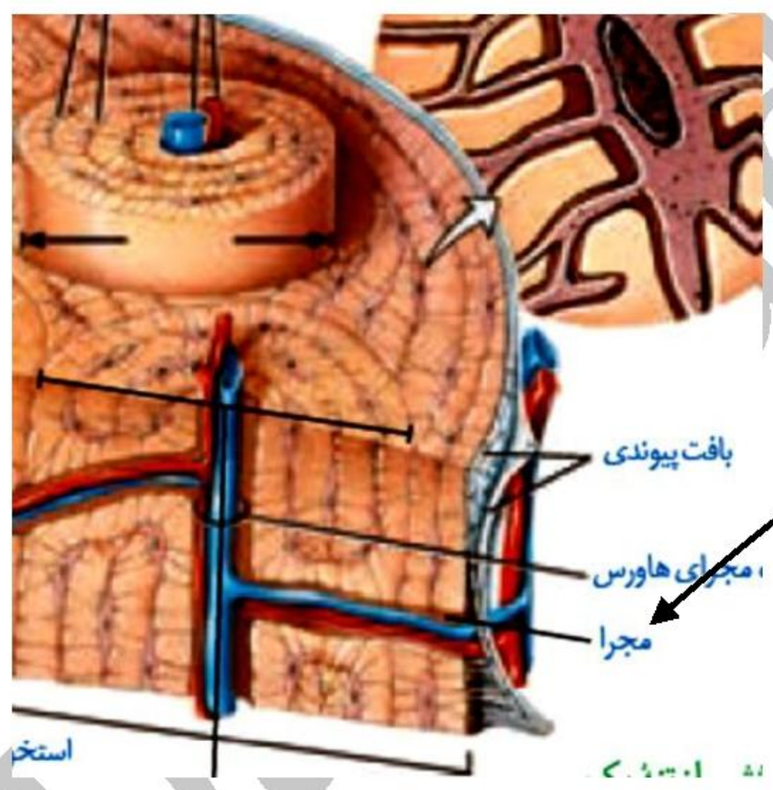
هر استخوانی از دو نوع بافت اسفنجی و فشرده تشکیل شده است. دقت کنید که براساس جمله کتاب، «هر» استخوانی یعنی تمام استخوان ها از این دونوع بافت تشکیل شده اند. اما مقدار و محل قرارگیری این دوبافت در استخوان های مختلف، متفاوت است.

- همان‌طور که سال دهم خواندید، بافت مجموعه یاخته هایی است که در مایع بین یاخته ای قرار گرفته است که در مورد بافت استخوانی (نوعی بافت پیوندی) ماده زمینه ای بین یاخته ها را پر کرده است.
- **بافت استخوانی فشرده:** در مقطع عرضیِ این بافت، یاخته‌های استخوانی به صورت دوایر متحدالمرکز! دیده می‌شود.
- این دایره ها در حقیقت مقطع عرضی استوانه هایی هستند که تعداد زیادی از آن ها، استخوان را تشکیل می‌دهند.

دوایر متحدالمرکز

- طرز قرار گرفتن و ساختمان ماده زمینه ای، نظم خاصی داشته به طوری‌که موادمعدنی و پروتئین های آن به شکل تیغه‌های دایره‌ای متحدالمرکزِ منظمی در کنار هم قراردارند.به این تیغه‌ها، تیغه های استخوانی(Lamella) می‌گویند.
- در مرکز این دوایرِ متحدالمرکزِ تیغه‌ای شکل، یک کانال توخالی وجود دارد که حاوی رگ ها (و اعصاب) است. به این کانال یا مجرا، مجرای هاورس (Haversian canal) می‌گویند.
- یک مجرای هاورس و تعدادی تیغه استخوانی دایره‌ای که دور آن را گرفته‌اند، یک ساختمان ظریف را درست می‌کند که به آن سامانهٔ هاورس (Haversian system) می‌گویند.



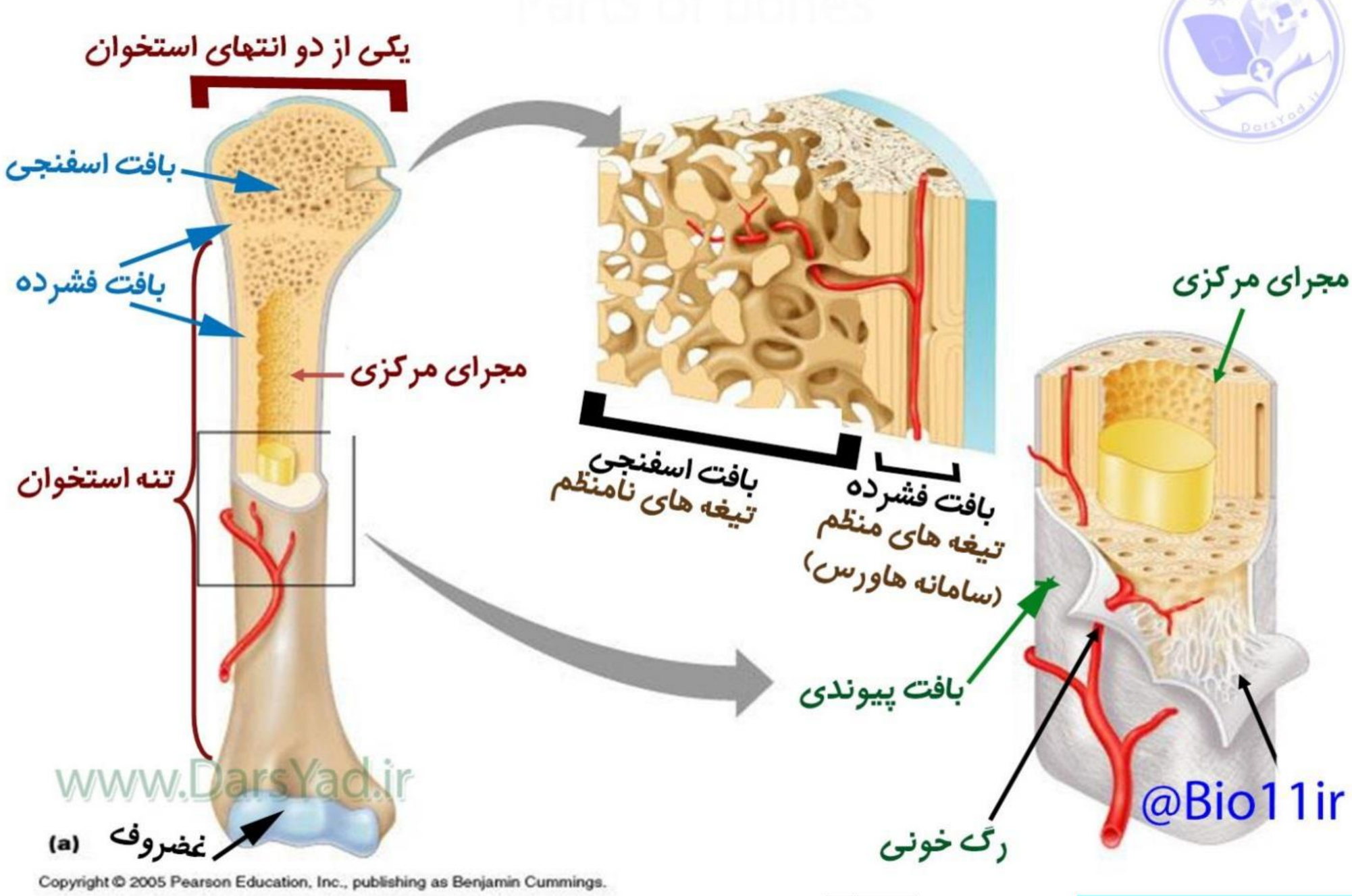


- اعصاب و رگ های درون مجرای هاورس در هر سامانه، ارتباط بافت زنده استخوانی را با بیرون برقرار می‌کنند.
- سطح خارجی استخوان ران (مثال کتاب)، توسط بافت پیوندی احاطه شده است و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.
- در مثال کتاب، بخشِ خارجیِ تنهٔ استخوان ران از نوع بافت استخوانی فشرده است.

به طور کلی بافت فشرده، بخش خارجی استخوان ها را تشکیل می دهد و مقدار و ضخامت آن در استخوان های مختلف متفاوت است.

نکته: تمامی مواردی که در بالا ذکر شد، فقط و فقط مربوط به بافت استخوانی فشرده است و بافت اسفنجی فاقد سامانه و مجرای هاورس و تیغه های استخوانیِ منظم و .... می باشد.

نکته : تا اینجا دو نوع مجرا وجود داشت! یکی مجرایی عمودی که در وسط سامانه هاورس قرار دارد. و دیگری مجرای افقی که رگ ها واعصاب از درون آن، واز سطح خارجی استخوان به مجرای هاورس وارد می شوند. (توضیحات بیشتر و تکمیلی در سایت درس یاد Darsyad.ir و کانال Bio11ir@)



- بافت استخوانی اسفنجی:

- در این بافت، تیغه‌های استخوانی (ماده زمینه ای شامل مواد معدنی و پروتئین ها و...) به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند.
- لابه لای تیغه های استخوانی، حفرات و فضاهای خالی وجود دارد که با مغز قرمز استخوان و رگ ها پر شده اند.
- مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می کند.
- فضای درون استخوان اسفنجی می‌تواند با مغز قرمز پر شود که محل تشکیل یاخته های خونی است. (با توجه به این نکته می توان گفت که گاهی ممکن است فضای درون استخوان با مغز قرمز پر نشده باشد!)
- درون استخوان، مغز زرد نیز وجود دارد که بیشتر آن از چربی تشکیل شده است.
- مغز زرد، درون مجرای مرکزیِ استخوان های دراز مثلا بازو و ران (شکل بالا) را پر می کند.
- در کم خونی های شدید به دلیل اهمیت تولید و افزایش سلول های خونی مخصوصا گلبول های قرمز، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

نکته: اکنون با «مجرای» دیگری نیز آشنا شدید و آن مجرای مرکزی است و نباید با مجرای هاورس اشتباه گرفت! مجرای مرکز در مرکز استخوان به صورت یک کانال بزرگ توخالی قرار گرفته که در استخوان های دراز، با مغز زرد پر می شود. در صورتی که مجرای هاورس، قابل مشاهده با چشم غیرمسلح! نیست و درون ان رگ ها و اعصاب قرار گرفته اند.

نکته: در شکل قبل که می تواند استخوان ران باشد، دو سر استخوان بیشتر از نوع بافت اسفنجی و اطراف آن را (بخش خارجی) بافت فشرده تشکیل می دهد. اما در تنهٔ این استخوان، بیشتر بافت فشرده واقع شده است و بافت اسفنجی که مجرای مرکزی را احاطه می کند، ضخامت بسیار کمتری دارد.

– تشکیل استخوان

- در دوران جنینی، استخوان ها دارای بافت های نرمی هستند که باگذشت زمان، نمک های کلسیم(ترکیبات یونی کلسیم دار) به این بافت ها اضافه شده و استخوان ها سخت تر می شوند.

- یاخته های استخوانی تا اواخر سن رشد (حدود ۲۰ سالگی) ماده زمینه ای ترشح می کنند و باعث افزایش توده استخوانی و افزایش تراکم استخوان می شوند.
- فعالیت های بدنی مانند ورزش و یا افزایش وزن، باعث تراکم و استحکام بیشتر استخوان ها می شود.

– تخریب استخوان

- با افزایش سن، فعالیت یاخته های استخوانی کاهش یافته و توده استخوانی نیز کمتر می شود.
- استخوان هایی که کمتر مورد استفاه قرار می گیرند، ظریف و شکننده تر می شوند مانند فضانوردانی که در شرایط بی وزنی، تراکم استخوانشان کاهش می یابد.
- درنتیجه حرکات معمولی بدن، در استخوان ها مدام شکستگی های میکروسکوپی ایجاد می شود.
- سایر شکستگی ها(ماکروسکوپی!) در اثر ضربه یا برخورد به وجود می آیند.
- هنگام شکستگی،یاخته های استخوانی که در نزدیکی محل شکستگی قرار دارند،تقسیم شده و یاخته های جدیدی را می سازند و باعث می شوند که پس از چندهفته،شکستگی بهبود پیدا کند.

– عوامل موثر بر تغییر تراکم تودهٔ استخوانی:

- تراکم تودهٔ استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان هاست و کاهش تراکم آن، باعث پوکی استخوان می‌شود.
- به طور کلی تراکم تودهٔ استخوانی در مردان، بیشتر از زنان است.
- در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می یابد. در نتیجه استخوان ها ضعیف و شکننده می‌شوند.
- کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات باعث جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها شده و در نتیجه پوکی استخوان ایجاد می گردد.
- اختلال در ترشح بعضی هورمون ها و مصرف نوشابه های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.

– مفصل:

- به محل اتصال استخوان ها به یکدیگر، مفصل گفته می شود.
- استخوان هایی که به هم متصل می شوند، نسبت به هم می توانند بدون حرکت یا دارای حرکت کم و یا زیاد باشند. بر این اساس مفاصل به سه دسته (ثابت – متحرک و نیمه متحرک) تقسیم می شوند:

- مفصل ثابت: در این نوع مفصل، استخوان ها حرکت نمی کنند مثل استخوان های جمجمه .
  - جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده که در محل مفصل‌های ثابت، لبه‌های دندانه‌دار آن‌ها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند.
- مفصل متحرک: بیشتر مفصل های بدن انسان از نوع ثابت هستند. در این نوع مفصل استخوان ها حرکت زیادی نسبت به یکدیگر دارند.
  - سر استخوان‌ها در مفصل متحرک، توسط بافت غضروفی پوشیده شده است.
  - استخوان‌ها در محل این نوع از مفصل ها توسط یک بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند که کپسول نام دارد.

DarsYad.ir

۷ـ بخش‌های تشکیل دهنده

- درون کپسول مفصلی، با مایع مفصلی لغزنده پر شده است.
- مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف، دوعاملی هستند که باعث می‌شوند استخوان‌ها هنگام حرکت،اصطکاک چندانی نداشته باشند.
- مفصل های زانو، انگشتان و لگن نمونه هایی از مفصل های متحرک‌اند.
- بخش صیقلی غضروف ها در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب ها و بعضی بیماری ها تخریب می شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند. (توضیح کاملا مفهومی به همراه نکات تستی در کانال @Bio11ir)
- اگر سرعت تخریب بافت استخوانی، بیشتر از ترمیم آن باشد، می تواند باعث ایجاد بیماری‌های مفصلی شود.
- مفصل‌های متحرک خود به چند دسته تقسیم می شوند که در تصویر زیر ۳ نوع از آن ها را مشاهده می‌کنید:
  - مفصل گوی و کاسه: مانند مفصل بین استخوان ران و نیم لگن و مثل مفصل استخوان بازو و کتف که محدوه حرکت بسیار زیادی دارند و تقریبا به همه جهات حرکت می کند.
  - مفصل لولایی: مثل مفصل آرنج و زانو که محروده حرکت کمتری دارند و فقط در یک جهت مانند لولای در حرکت می کند.
  - مفصل لغزنده که محدوده حرکت آن‌ها نسبت به مفاصل قبلی کمتر است مثل مفصل بین مهرها که هنگام خم شدن روی هم می لغزند.

الف) ب) پ)

شکل ۸ـ انواعی از مفصل متحرک. الف) گوی ـ کاسه‌ای ب) لولایی پ) لغزنده.

- عواملی که استخوان ها را در محل مفصل متحرک، در کنار هم نگه می دارند:
  - کپسول مفصلی، رباط ها و زردپی‌ها
    - رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند.
    - زردپی، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که ماهیچه ها را به استخوان ها متصل می‌کند.
  - توضیحات و مثال مفصل نیمه متحرک در کتاب ذکر نشده است!

گفتار ۲ : ماهیچه و حرکت

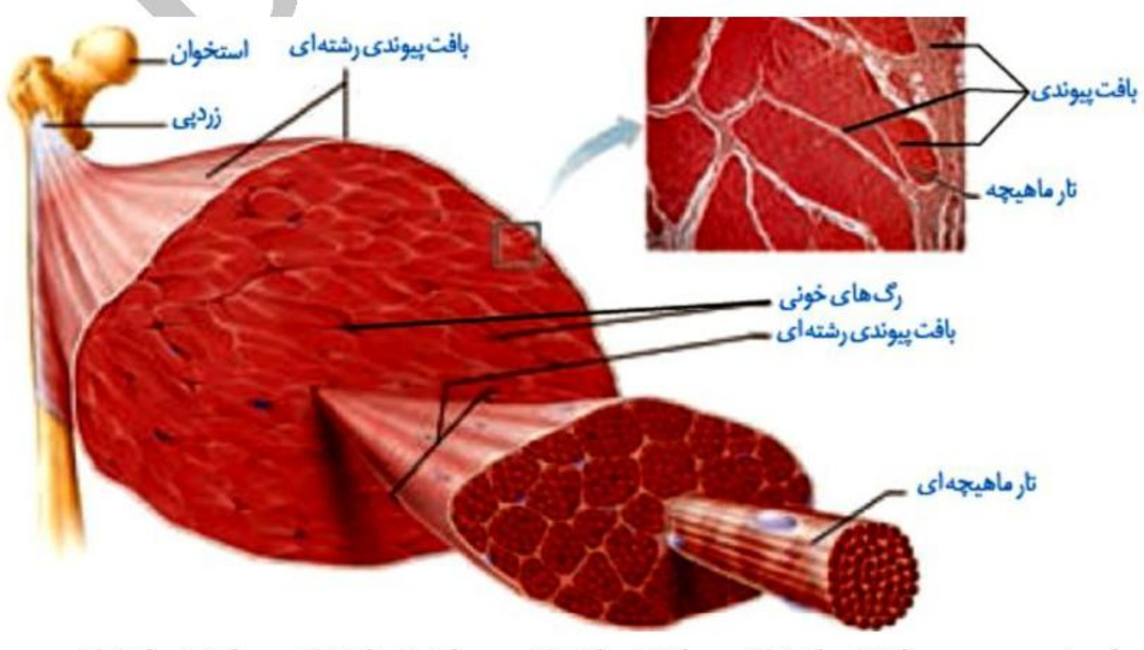
- در بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی وجود دارد که ماهیچه ها عامل اصلی حرکت هستند.
- انقباض هر ماهیچه فقط می تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند (هُل دهد!).
- برای بازگشت استخوان به حالت قبل، ماهیچهٔ دیگری در مقابل باید منقبض شود و دوباره استخوان را بکشد تا به جای قبلی خود بازگردد.
- بنابراین، هنگامی که یکی از جفت ماهیچه های متقابل در حالت انقباض است، ماهیچهٔ دیگر در حال استراحت است.
- بسیاری از ماهیچه ها به این صورت (جفت) باعث حرکات اندام ها می‌شوند؛ که به آن عمل متقابل ماهیچه ها می گویند.
- نوع عمل ماهیچه‌های اسکلتی ارادی است یعنی به طور آگاهانه (ارادی) عمل می‌کنند، ولی بعضی از این ماهیچه‌ها به صورت غیرارادی هم منقبض می‌شوند. (مثلا هنگام انعکاس ...)
- ماهیچه ها با انقباض خود در حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت مؤثرند.
  - منظور از ایجاد حرارت، انرژی گرمایی حاصل از سوخت و ساز سلول های ماهیچه ای است.

وظایف ماهیچه های اسکلتی:

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل دریچه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.
ارتباطات	ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می کنند.
حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت و ساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

ساختار ماهیچه اسکلتی:

- هر ماهیچهٔ اسکلتی از چندین دسته تار ماهیچه‌ای (یاخته ماهیچه ای) تشکیل شده است.
- هر دسته تار ماهیچه ای از تعدادی تار ماهیچه‌ای (همان یاخته ماهیچه ای) تشکیل شده است.
- اطراف دسته تارهای ماهیچه‌ای را غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه کرده است.
- غلاف‌های پیوندی در دو انتهای ماهیچه، به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می‌آیند.

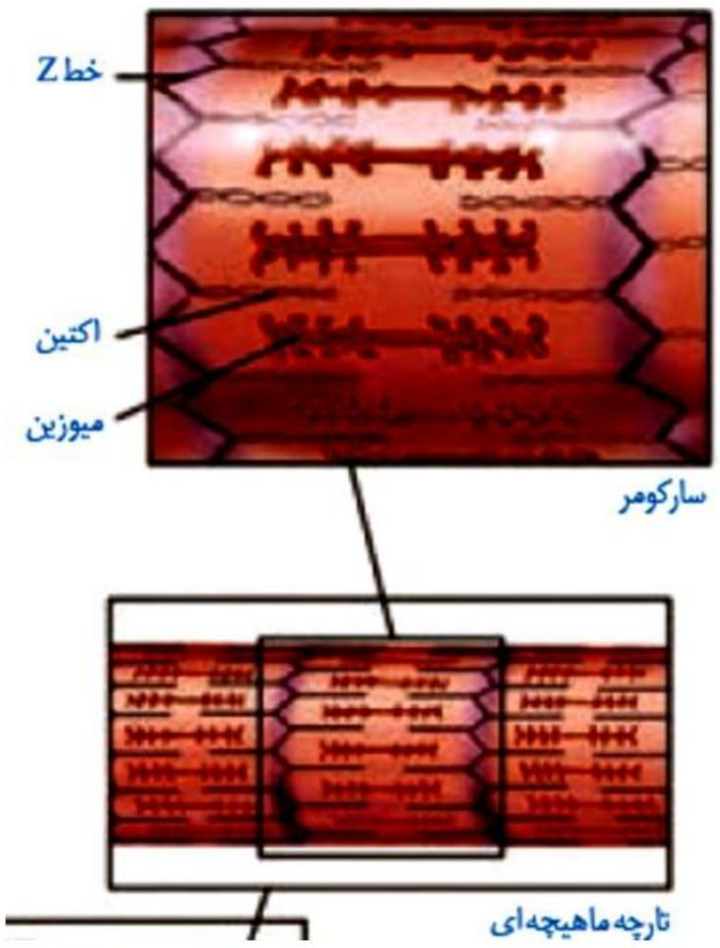


- زردپی های دو انتهای ماهیچه، به استخوان های مختلف متصل می‌شوند.
  - هیچ گاه زردپی های دو انتهای ماهیچه به یک استخوان متصل نیستند!
  - با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند.

- معمولاً با تغییرِ کمِ طول ماهیچه، استخوان به اندازهٔ زیادی جابه جا می‌شود. (اهرم نوع سوم! افزایش سرعت و مسافت اثرنیرو)

تارماهیچه اسکلتی:

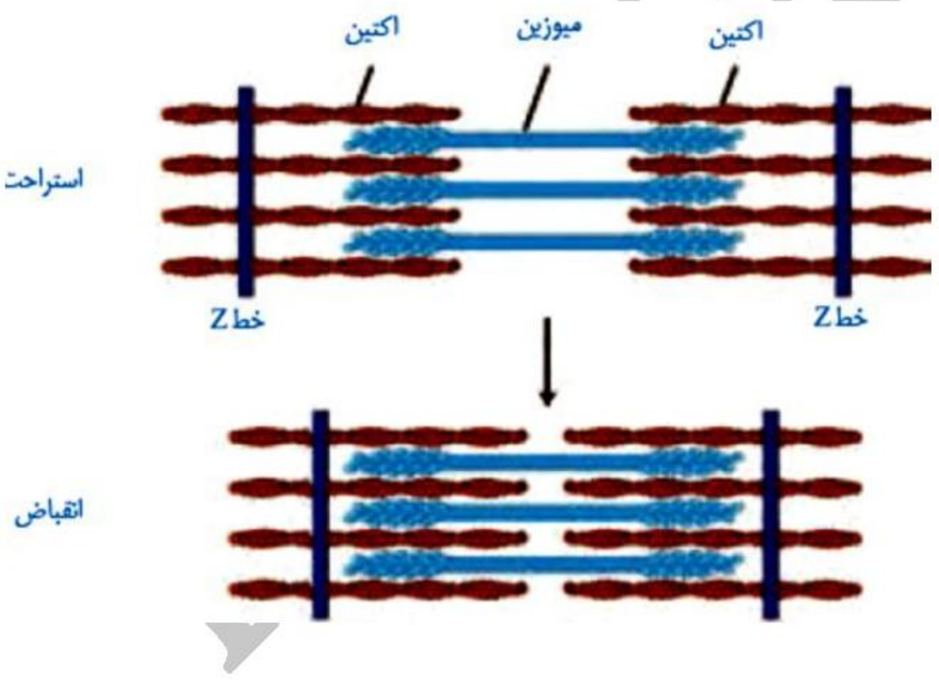
- هر یاخته ماهیچه ای، استوانه ای باریک با چند هسته است.
- علت چندهسته ای بودن یاخته های ماهیچه اسکلتی، این است که در دورهٔ جنینی، هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته ایجاد می شود و به همین علت چند هسته دارد. (پس علت چندهسته ای بودن این یاخته ها، عدم تقسیم سیتوپلاسم نیست!)



- درون هر یاخته (تارماهیچه ای) ، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه ای وجود دارد که موازی هم، در طول یاخته قرار گرفته‌اند.
- هر تارچه از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط می‌دهند. (پس علت مخطط بودن این ماهیچه، وجود سارکومرهاست)
- دو طرف هر سارکومر خطی به صورت زیگزاگ به نام خط Z دیده می شود.
- ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشتهٔ پروتئینی انقباضی به نام های اکتین و میوزین است.
- رشته های اکتین نازک هستند و از یک طرف به خط Z متصل‌شده‌اند و از طرف دیگر درون سارکومر قرار دارند.
- رشته های میوزین، ضخیم هستند و بین رشته های اکتین جاگرفته‌اند. این رشته ها به خط Z متصل نیستند و سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

مکانیسم انقباض ماهیچه

- از سال دهم و فصل اول همین پایه به یاد دارید که پایانه آکسون نورون های حرکتی می تواند با ماهیچه های اسکلتی سیناپس داشته باشد. یعنی یاخته ماهیچه ای می تواند یاخته پس سیناپسی باشد.



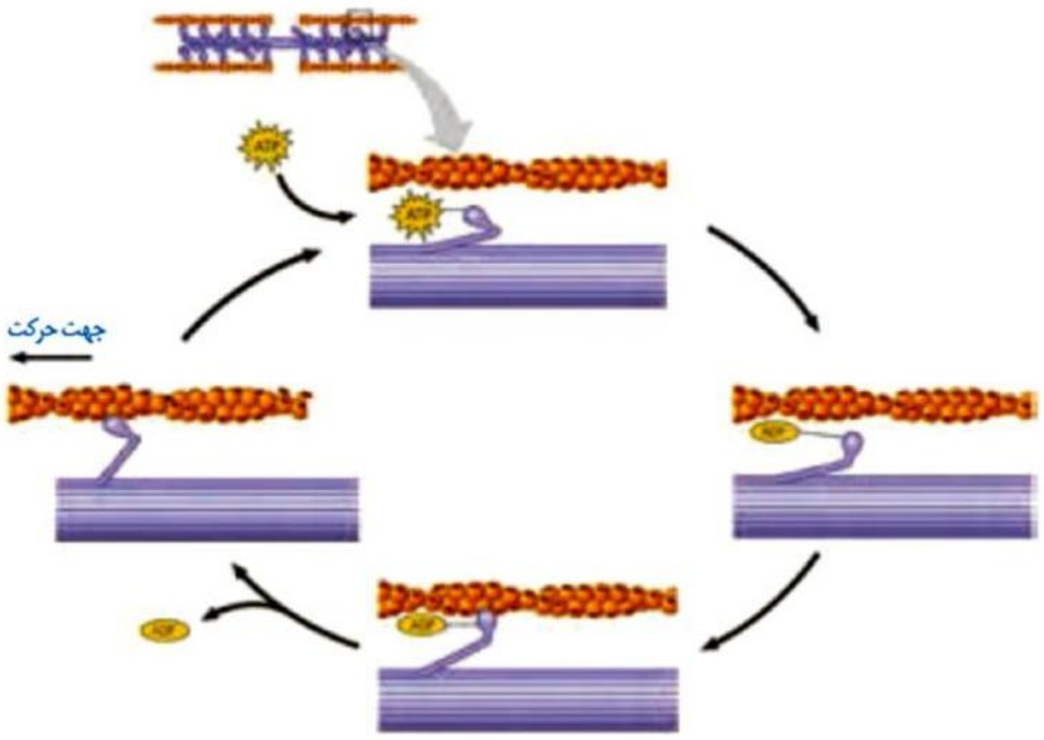
- با رسیدن پیام (پتانسیل عمل) از مغزونخاع به نورون حرکتی، از پایانه این نورون ناقل های عصبی آزاد می شود.
- با اتصال ناقل ها به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می شود.
- با تحریک یاختهٔ ماهیچه ای، یون های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می شود که در نتیجه سرهای رشته های پروتئینی میوزین به رشته های اکتین متصل می شوند.
- با اتصال میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، این رشته ها در هم فرو رفته و رشته های اکتین به وسط سارکومر کشیده می شوند بنابراین خطوط Z دو سوی سارکومر به هم نزدیک می‌شوند.
- نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها شده و براثر کوتاه‌شدنِ تعدادزیادی سارکومر، طول ماهیچه کاهش می‌یابد.

اتصال و حرکت رشته های انقباضی اکتین و میوزین چگونه صورت می گیرد؟

- لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی زیستی نیاز دارد. برای این کار، باید میوزین و اکتین دائماً به هم متصل شده و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده می شوند. (انیمیشن آن در کانال Bio11ir@ موجود است.)

- سپس سرهای میوزینِ متصل شده، جدا می شوند و به بخش جلوتر وصل می‌شوند. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می شود.

- می توان گفت به نظر می‌رسد رشته‌های میوزین ثابت اند و رشته‌های اکتین را از دوطرف به سمت مرکز سارکومر می‌کشند.



توقف انقباض:

- وقتی انقباض ماهیچه تمام می شود، یون های کلسیمی که قبلا از شبکه آندوپلاسمی خارج شده بودند، به سرعت با انتقال فعال به شبکهٔ آندوپلاسمی بازگشته و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند.

- در این حالت، سارکومر در حالت استراحت می ماند تا پیام عصبی دیگری مجددا به آن برسد.

- در مورد شکل ۱۶ صفحه ۵۰ باید گفت که این یک چرخه است و شروع و پایانی ندارد!

تأمین انرژی انقباض

- بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید. که در صورت وجود اکسیژن، یاخته ماهیچه ای می تواند تا چنددقیقه انرژی لاز برای ساختن ATP را تامین کند.

- توجه کنید که با اضافه شدن یک گروه فسفات به ADP و صرف انرژی، ATP حاصل می شود و این انرژی که صرف ساخته شدن ATP شده، در پیوندهای بین گروه های فسفات ذخیره می شود پس ATP مولکول پر انرژی است.

- این ATP که انرژی زیستی دارد،در واکنش های انرژی خواه مصرف شده و انرژی آن صرف واکنش می شود.

- در ماهیچه‌ها گلیکوژنِ ذخیره شده، در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می شود. (تحت تاثیر هرومون گلوکاگون)

- درصورتی که ماهیچه به انقباض طولانی تر نیاز داشته باشد، ماهیچه ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.

- مادهٔ دیگری که در یاخته مصرف شده ومی تواند ATP تولید کند، کرآتین فسفات است که طبق واکنش زیر می تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

C + ATP (کرآتین) → CP + ADP (کرآتین فسفات)

- برای تجزیهٔ کامل گلوکز به اکسیژن نیاز است. اما فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به صورت بی هوازی (بدون حضور اکسیژن) انجام می شود.

- در حالت بی هوازی، ماده ای به نام لاکتیک اسید تولید می شود که باید از بدن دفع شود اما به دلیل تولید زیاد، در ماهیچه انباشته می شود و باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می شود.

انواع یاخته های بافت ماهیچه ای

- یاخته های ماهیچه ای را می توان براساس سرعت انقباض به دو نوع یاخته های تند و کند تقسیم کرد:

- **تار ماهیچه‌ای کند**، برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به نام میوگلوبین (شبیه هموگلوبین) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند.

- این تارها بیشتر انرژی خود را به روش هوازی (در حضور اکسیژن) به دست می آورند
- **تارهای ماهیچه ای تند**، سفید هستند و سریع منقبض می شوند. این تارها مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلندکردن وزنه اند.
- این تارها تعداد میتوکندری کمتری دارند و انرژی خود را بیشتر از راه تنفس بی هوازی به دست می آورند.
- مقدار میوگلوبین این تارها هم کمتر است.
- این تارها سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند.
- افراد کم تحرک، دارای تارماهیچه ای تند بیشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می شوند.

حرکت در جانوران

- جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند.
- حرکت در جانوران بسیار متنوع است: شنا کردن، پروازکردن، دویدن و خزیدن
- برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند.
- **انواع اسکلت در جانوران:** ۱) آب ایستایی، ۲) بیرونی و ۳) درونی
- اسکلت آب ایستایی: در اثر تجمع مایع درون بدن، به بدن شکل می دهد. عروس دریایی اسکلت آب‌ایستایی دارد. در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.
- اسکلت بیرونی: حشرات و سخت پوستان نمونه هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد.
- با افزایش اندازهٔ جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ تر و ضخیم تر شود.
- بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازهٔ این جانوران از حدّ خاصی بیشتر نمی شود.
- اسکلت درونی: مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی ها مانند کوسه ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروف است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد.

پایان گفتار ۲ و پایان فصل سوم

جهت دریافت خلاصه کامل این فصل و سایر فصول ، سوالات تشریحی و تدریس صوتی خط به خط کتاب به صورت کاملا مفهومی در کانال تلگرام ما عضو شوید:

Telegram.me/Bio11ir

تهیه کننده : رضاآقامحمّدی - دبیرزیست شناسی