گفتار ۱

اسکلت انسان

- شامل استخوان‌ها، مفاصل و غضروف‌ها می‌باشد که سبب حرکت بدن، محافظت از برخی اندام‌ها، ذخیرهٔ مواد معدنی و... می‌شوند.

انواع اسکلت

- اسکلت محوری
  - محور بدن می‌باشد که شامل استخوان‌های سر و ستون مهره‌ها، دنده‌ها، جناغ و استخوان‌های گوش میانی می‌باشد.
  - ساختارهایی مثل مغز، نخاع، قلب و شش‌ها را محافظت کرده و در حرکات، جویدن، صحبت کردن و شنیدن نقش دارند.
- اسکلت جانبی
  - شامل استخوان‌های دست و پا می‌باشد.
  - نسبت به اسکلت محوری، نقش **بیشتری** در حرکات بدن دارد.

استخوان‌ها

اعمال

- حفاظت و پشتیبانی اندام‌ها، حرکت به کمک انقباض ماهیچه‌های **اسکلتی** متصل به آن‌ها و حفاظت از اندام‌های درونی را دارند.
- ذخیرهٔ مواد معدنی، کمک به شنوایی، تکلم و تولید یاخته‌های خونی در آن‌ها صورت می‌گیرد.

انواع از نظر شکل

- دراز ← مثل استخوان ران و بازو
- کوتاه ← مثل استخوان‌های مچ
- پهن ← مثل استخوان‌های جمجمه
- نامنظم ← مثل استخوان‌های ستون مهره‌ها

استخوان مهره (نامنظم) — استخوان جمجمه (پهن) — استخوان‌های مچ دست (کوتاه) — استخوان ران (دراز)

«انواع استخوان»

انواع از نظر اندازه

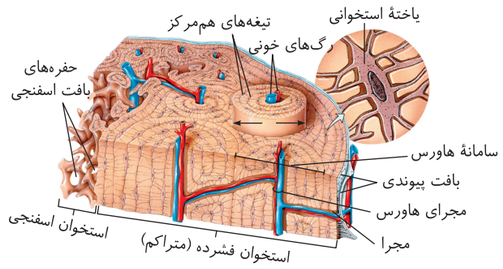
- کوچک ← مثل استخوانچه‌های گوش میانی
- بزرگ ← مثل لگن

ساختار استخوان‌ها

- هر استخوان دو نوع بافت پیوندی استخوانی دارد
  - بافت فشرده (*متراکم*)
  - بافت اسفنجی
- میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف، **متفاوت** می‌باشد ← هر دو بافت حاوی رگ خونی می‌باشند.

ساختار استخوان دراز

- **تنه یا طول استخوان**
  - سطح خارجی ← بافت پیوندی حاوی مجاری برای خروج رگ‌ها و اعصاب دارد.
  - سطح میانی (*حجیم‌ترین*) ← سامانهٔ **هاورس** دارد
    - استوانه‌هایی هم‌مرکز **منظم** از تیغه‌های استخوانی دارد.
    - تیغه‌های هم‌مرکز از یاخته‌های استخوانی به همراه رشته‌های کلاژن و مادهٔ زمینه‌ای متشکل از پروتئین و مادهٔ معدنی ایجاد شده است.
    - هر سامانه یک مجرا حاوی اعصاب و رگ‌ها برای ارتباط بافت زنده با بیرون دارد.
  - سطح درونی ← بافت اسفنجی حاوی صفحات و میله‌هایی است که بین آن‌ها حفرات پر از مغز استخوان دارد.
- **سر یا انتهای برآمدهٔ آن**
  - بیشتر بافت اسفنجی دارد
    - حفرات متعدد در بین صفحات و میله‌های استخوانی قرار دارد.
    - در حفره‌های بین تیغه‌ها، رگ‌ها و مغز استخوان وجود دارد.
    - مغز استخوان آن بافت نرمی برای تولید یاخته‌های خونی می‌باشد.
- **مغز زرد**
  - بیشتر از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی تنه یا طول استخوان را پر کرده است.
  - در کم‌خونی‌های شدید (*مثل آسیب شدید مخاط معده*)، به مغز قرمز تبدیل می‌شود.



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

تشکیل استخوان‌ها

- در دوران جنینی ابتدا از بافت نرم **غضروفی** هستند و به تدریج با افزودن نمک **کلسیمی** سفت می‌شوند.
- یاخته‌های استخوانی **تا اواخر سن رشد**، مادهٔ زمینه‌ای محکم ترشح می‌کنند و تودهٔ استخوانی متراکم‌تر می‌شود.
- با افزایش سن و **کم‌کار** شدن **یاختهٔ** استخوانی، تراکم تودهٔ استخوانی به تدریج کم می‌شود.
- تغییرات استخوانی در کل عمر در حال انجام است.
- ورزش و افزایش وزن، سبب ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر شدن استخوان‌ها می‌شود.
- استفادهٔ کمتر از استخوان‌ها مثل فضانوردان و محیط بی‌وزن، تراکم استخوان را کم می‌کند.

تخریب استخوان‌ها

- شکستگی میکروسکوپی ← در نتیجهٔ حرکات معمول بدن به‌طور **پیوسته** صورت می‌گیرد.
- شکستگی بزرگ
  - در اثر ضربه یا برخورد صورت می‌گیرد.
  - پس از چند **هفته** در اثر تقسیم یاخته‌های **نزدیک** محل شکستگی بهبود می‌یابند.

تراکم تودهٔ استخوانی

- پوکی استخوان
  - کاهش تراکم استخوان همراه افزایش تخریب استخوان است.
  - استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند.
  - کمبود ویتامین D و کلسیم سبب آن می‌شود (*اشکال در تولید صفرا و یا جذب در روده باریک*).
  - نوشیدنی الکلی، نوشابهٔ گازدار و اختلال در ترشح برخی هورمون‌ها (*کمبود هورمون جنسی، زیادی پاراتیروئیدی‌ها و کمبود کلسی‌تونین*) سبب آن می‌شود.

اسکلت انسان

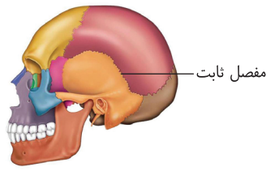
اجزاء

غضروف
- نوعی بافت پیوندی با مادهٔ زمینه‌ای نیمه‌جامد و انعطاف‌پذیر است.
- در سطح خارجی سر استخوان دراز در مفاصل وجود دارد.
- سطح صیقلی دارد و به لیز خوردن استخوان‌ها در مجاور هم و کاهش اصطکاک آن‌ها کمک می‌کند.

مفصل‌ها
- محل اتصال استخوان‌ها با هم است.

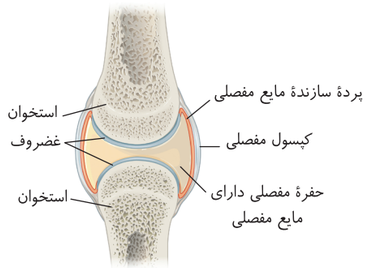
انواع

بدون تحرک (ثابت)
- استخوان‌ها در محل آن حرکت نمی‌کنند.
- غضروف و مایع مفصلی در آن‌ها وجود ندارد.
- جمجمه دارای چند استخوان پهن می‌باشد که لبه‌های دندانه‌دار آن‌ها در محل مفصل ثابت در هم فرو رفته و محکم شده‌اند.



«مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه»

متحرک
- بیشتر مفصل‌ها می‌باشند که استخوان‌های آن‌ها قابلیت **حرکت** دارند.
- سر استخوان‌ها در محل این مفاصل، حاوی غضروف می‌باشند.
- یک کپسول از جنس بافت پیوندی **رشته‌ای**، استخوان‌ها را در محل این مفاصل پوشانده است.
- کپسول مفصلی، زردپی‌ها و رباط‌ها که همگی بافت پیوندی رشته‌ای دارند به همراه ماهیچه‌ها به در کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند.
- پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در سطح داخلی کپسول مفصلی قرار دارد که مایع مفصلی را در تماس با غضروف‌ها ترشح می‌کند.
- مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف‌ها، سبب لیز خوردن استخوان‌های مجاور هم طی سالیان طولانی می‌شوند.
- رباط‌ها بافت پیوندی رشته‌ای محکمی برای ارتباط و اتصال استخوان‌ها به هم می‌باشند.
- کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و برخی بیماری‌ها سبب تخریب بخش صیقلی غضروف‌ها می‌شوند که بدن آن را ترمیم می‌کند.
- بیماری‌های مفصلی هنگامی ایجاد می‌شوند که سرعت تخریب غضروف‌ها از سرعت ترمیم آن‌ها بیشتر باشد.
- نقرس نوعی بیماری مفصلی در اثر رسوب اوریک اسید می‌باشد ← التهاب مفاصل دارد و دردناک است.



«بخش‌های تشکیل دهندهٔ مفصل»

انواع مفصل متحرک

گوی و کاسه‌ای
- استخوان‌ها در همهٔ جهات حرکت می‌کنند.
- مانند مفصل ران با نیم‌لگن یا مفصل بازو با کتف.

لولایی
- استخوان‌ها در دو جهت حرکت می‌کنند.
- مانند مفصل بازو با استخوان‌های ساعد (*آرنج*) یا مفصل ران با درشت‌نی (*زانو*).

لغزنده
- حرکت استخوان‌ها در آن بسیار کم است.
- مانند استخوان‌های ستون مهره‌ها.

«انواع مفصل متحرک»

وظایف اسکلت استخوانی بدن انسان

پشتیبانی
- شکل بدن را ایجاد می‌کنند.
- چارچوبی برای استقرار اندام‌ها ایجاد می‌کنند.

حرکت
- با انقباض ماهیچه‌های اسکلتی متصل به آن‌ها صورت می‌گیرد.

حفاظت از اندام‌های درونی
- به‌طور عمده توسط اسکلت محوری برای حفاظت از مغز، نخاع، قلب و شش‌ها صورت می‌گیرد.

تولید یاخته‌های خونی
- **بسیاری** از استخوان‌ها مغز قرمز دارند ← تولید یاخته‌های خونی می‌کند.

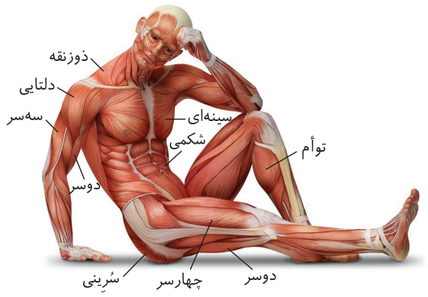
ذخیرهٔ مواد معدنی
- هر استخوانی ذخیرهٔ مواد معدنی مثل فسفات و کلسیم دارد.

کمک به شنیدن، تکلم و ...
- اسکلت محوری با استخوان‌های گوش و چهره انجام می‌دهد.

گفتار ۲

ویژگی‌های کلی

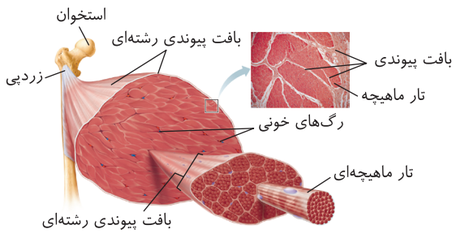
- بیش از ۶۰۰ تا در بدن انسان وجود دارند ← با انقباض خود سبب **بسیاری** از حرکات بدن می‌شوند.
- **بسیاری** از آن‌ها به صورت جفت عمل کرده و سبب حرکت می‌شوند
  - انقباض ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو ← ساعد را جلو یا بالا می‌برد
    - از پایین به زند زبرین متصل است.
    - از بالا به بازو و کتف متصل است.
  - انقباض ماهیچهٔ سه‌سر عقب بازو ← ساعد را به عقب برمی‌گرداند
    - از پایین به زند زیرین متصل است.
    - از بالا به بازو و کتف متصل است.
- انقباض ماهیچه ← سبب **کشاندن** استخوان به جهت خاصی می‌شود ولی آن‌ها را **هل نداده** و به حالت اول برنمی‌گرداند.
- همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی برای حرکت استخوان‌ها نمی‌باشند (*مثلاً اسفنکتر مخرج*).
- همواره تحت کنترل اعصاب حرکتی **پیکری** قرار دارند که همگی کنترل ارادی دارند ولی **برخی** انعکاس‌های غیرارادی نیز دارند.
- ماهیچه‌ها در حفظ شکل و حالت بدن، کنترل دریچه‌های بدن، حرکات ارادی، ارتباطات و حفظ دمای بدن (*با فعالیت‌های متابولیسمی*) مؤثرند.



«ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان»

ساختار ماهیچهٔ اسکلتی

- یک ماهیچهٔ اسکلتی از تعدادی دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است.
- یک دسته تار ماهیچه‌ای
  - تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای دارد که بین تارها نیز بافت پیوندی وجود دارد.
  - دور همهٔ یاخته‌ها، غلافی از یک بافت پیوندی رشته‌ای محکم وجود دارد.
- رگ‌های خونی در بین تارها و دسته تارها وجود دارند.
- غلاف‌های پیوندی دور دسته‌های ماهیچه‌ای در دو انتهای ماهیچه، طناب یا نوار محکمی به نام **زردپی** برای اتصال به استخوان‌های متفاوت ایجاد می‌کنند.
- دو انتهای هر ماهیچهٔ اسکلتی، زردپی دارد که زردپی‌های دو انتهای مختلف به استخوان‌های متفاوت وصل می‌شوند.
- انقباض ماهیچه، سبب کشیده شدن دو استخوان به طرف هم می‌شود.
- انقباض ماهیچهٔ اسکلتی ← تغییر **کوتاهی** در طول ماهیچه ← جابه‌جایی دو استخوان به اندازهٔ **زیاد** می‌شود.

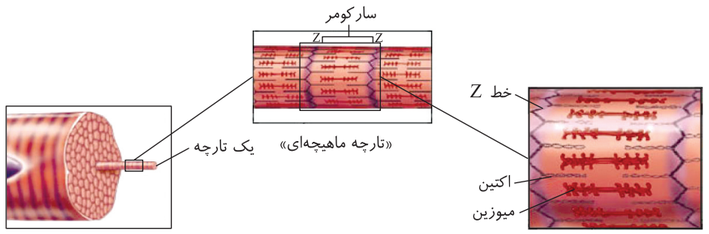


«ساختار ماهیچهٔ اسکلتی»

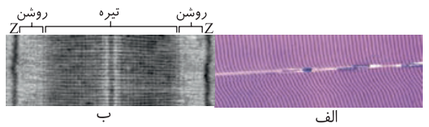
نکات ماهیچه‌های اسکلتی

ساختار یاخته یا تار ماهیچه‌ای

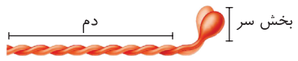
- به شکل استوانه‌هایی چندهسته‌ای هستند ← هر یاختهٔ آن از به هم پیوستن چند یاخته در دورهٔ جنینی ایجاد شده است.
- سیتوپلاسم کم به همراه سایر اندامک‌ها درون تار عضلانی وجود دارد که یک غشا دور یاخته وجود دارد.
- در مادهٔ زمینه‌ای سیتوپلاسم آن عمل گلیکولیز و تخمیر لاکتیکی صورت می‌گیرد.
- در راکیزه‌های سیتوپلاسم خود، بخش هوازی تنفس یاخته‌ای را انجام می‌دهد.
- درون هر یاخته، تعداد **زیادی** رشته به نام تارچه‌های ماهیچه‌ای به صورت موازی با هم در طول یاخته وجود دارد.
- هر تارچه از واحدهای تکراری پشت سر هم به نام **سارکومر** تشکیل شده است که سبب ظاهر مخطط (*خط‌خط*) به تار ماهیچه‌ای می‌شود.
- هر سارکومر بین دو خط Z وجود دارد. درون سارکومر دو نوع رشتهٔ پروتئینی نازک (*اکتین*) و قطور (*میوزین*) با آرایش خاص وجود دارد.
- رشته‌های اکتین از یک طرف به خط Z متصلند ولی از طرف دیگر به درون سارکومر کشیده شده‌اند.
- رشته‌های میوزین به خط Z متصل نیستند ولی در بین رشته‌های اکتین قرار دارند که سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.
- سرهای میوزین قطورتر از دم آن می‌باشند. سر میوزین‌های سارکومر، در دو طرف بین اکتین‌ها قرار دارند.
- دو بخش روشن هر سارکومر، فقط حاوی پروتئین اکتین نازک بوده که فاصلهٔ بین خط Z تا سر میوزین در هر طرف سارکومر می‌باشند.
- یک بخش تیره متشکل از کل میوزین‌ها و بخشی از اکتین‌ها در وسط هر سارکومر می‌باشد.



«تار ماهیچه‌ای» «سارکومر»



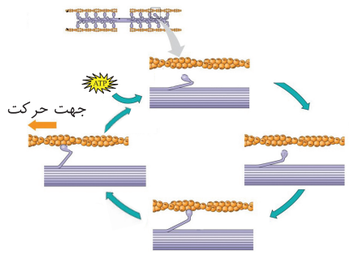
ب الف
«تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچهٔ مخطط (الف) و سارکومر (ب)»



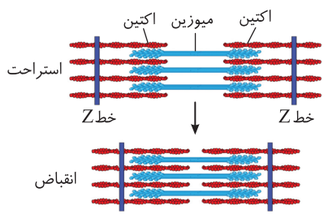
«بخش‌های مختلف مولکول میوزین»

مکانیسم انقباض ماهیچه

- پیام عصبی عصب حرکتی پیکری ← سبب آزاد شدن ناقل عصبی شده ← ناقل عصبی به گیرندهٔ خود در غشای یاختهٔ ماهیچه‌ای متصل شده
- موج الکتریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود (*کانال‌های تار عضلانی را باز می‌کند*).
- تحریک یاختهٔ عضلانی، سبب آزاد شدن یون **کلسیم** از شبکهٔ آندوپلاسمی به تارچه‌های ماهیچه‌ای می‌شود (*با مکانیسم انتشار تسهیل شده*).
- ATP متصل به سر میوزین، هیدرولیز شده و سر میوزین با تغییر شکل به اکتین‌های دو طرف متصل می‌شوند.
- سپس سر میوزین با کشش اکتین‌ها، دو خط Z هر سارکومر را به هم نزدیک می‌کند.
- پل‌های اتصالی میوزین و اکتین دائماً تشکیل و پاره‌مانند جدا می‌شوند و دوباره به بخش جلوتر اکتین متصل می‌شوند.
- لیز خوردن و جدا شدن سرهای میوزین، صدها مرتبه در **ثانیه** تکرار شده تا در نهایت کل ماهیچهٔ اسکلتی منقبض می‌شود.
- با کوتاه شدن سارکومر، دو بخش روشن کوتاه شده ولی طول بخش تیره و پروتئین‌های اکتین و میوزین تغییر نمی‌کند.



«نحوهٔ انقباض ماهیچه»



«طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها»

نکات ماهیچه‌های اسکلتی

توقف انقباض عضلانی

- استراحت یا پایان توقف ماهیچه، نیازی به پیام مهاری از طرف عصب ندارد.
- با توقف پیام عصبی، یون‌های کلسیم به **سرعت** با انتقال فعال از تارچه‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی برگردانده می‌شوند.
- سپس اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند.
- سارکومر تا رسیدن پیام عصبی بعدی توسط عصب پیکری، در حالت استراحت باقی می‌ماند ← ناقلین عصبی سیناپس نیز یا تجزیه می‌شوند و یا به نورون پیش‌سیناپسی برمی‌گردند.

تأمین انرژی انقباض ماهیچه

- ATP انرژی رایج و مستقیم مورد استفاده برای انقباض تار عضلانی است که توسط منابع زیر تأمین می‌شود.
- **بیشتر** انرژی انقباض ماهیچه‌ها از سوختن **گلوکز** به دست می‌آید
  - تنفس هوازی (*با مصرف* O_2) ← ATP زیادی ایجاد می‌کند ← فقط در حد چند دقیقه مؤثر است.
  - تنفس بی‌هوازی (*بدون* O_2)
    - ATP کمی می‌دهد ← در فعالیت‌های **شدید** عضلانی صورت می‌گیرد.
    - لاکتیک‌اسید در ماهیچه جمع می‌شود و سبب درد می‌شود ← با استراحت به تدریج تجزیه شده و اثرات درد کم می‌شود.
- گلیکوژن ذخیره‌ای ماهیچه در صورت لزوم و به کمک عمل هورمون اپی‌نفرین، به گلوکز هیدرولیز می‌شود.
- تجزیهٔ گلوکز به کمک اکسیژن، فقط تا چند **دقیقه** انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم می‌کند.
- در انقباض **طولانی‌مدت**، ماهیچه‌ها از سوزاندن اسیدهای چرب، ATP به دست می‌آورند.

کرآتین فسفات

- مولکولی اختصاصی در ماهیچه‌ها به منظور تولید ATP در سطح پیش‌مادهٔ آلی می‌باشد.
- با اتصال گروه فسفات آن به ADP، مولکول ATP تولید می‌شود و سپس کرآتینین دفعی کلیوی ایجاد می‌شود.
- کرآتین فسفات + ADP ← ATP
- کرآتین ← کرآتینین (ماهیچه) ← خون ← کلیه ← مادهٔ زائد نیتروژن‌دار دفعی

انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای اسکلتی

- **بسیاری** از ماهیچه‌های بدن، براساس **سرعت انقباض** یاخته‌های خود، دو نوع تار یا یاختهٔ تند و کند دارند.

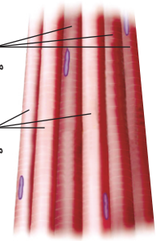
تار ماهیچه‌ای کند (قرمز)

- سرعت انقباض کم به همراه مقدار **زیادی** رنگدانهٔ قرمز **میوگلوبین** دارند.
- می‌توانند مقداری اکسیژن ذخیره کنند و میتوکندری **زیادی** دارند.
- بیشتر انرژی خود را از راه تنفس **هوازی** به دست می‌آورند ← بیشتر به اکسایش پیرووات‌ها در راکیزه می‌پردازند.
- برای حرکات استقامتی مثل شنا کردن و دوی ماراتن ویژه شده‌اند.

تار ماهیچه‌ای تند (سفید)

- سرعت انقباض زیادی دارند ولی مقدار میوگلوبین آن‌ها کمتر از تار کند است.
- میتوکندری کمتری دارند و بیشتر از راه تنفس بی‌هوازی انرژی به دست می‌آورند ← بیشتر پیرووات‌های آن به الکترون‌گیری می‌پردازند.
- سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند.
- مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه می‌باشند.

- افراد کم‌تحرک، تار ماهیچه‌ای **تند** بیشتری دارند که با ورزش به نوع کند تبدیل می‌شوند ← نسبت تارهای یک ماهیچه در طول عمر تغییر می‌کند.



«تارهای ماهیچه‌ای تند و کند»

حرکت در جانوران

- جانوران شیوه‌های حرکتی بسیار متنوعی با **اساس حرکت** مشابه دارند و در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگر بروند.
- هر جانوری برای حرکت در هر سو، باید نیرویی در خلاف آن جهت وارد کند که نیاز به ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای دارد.

انواع اسکلت جانوری

آب‌ایستایی

- با تجمع مایع درون بدن، به حرکت آن جانور شکل می‌دهد.
- عروس دریایی دارای اسکلت آب‌ایستایی می‌باشد ← حفرهٔ گوارشی با دهان و مخرج مشترک دارد.
- با فشار جریان خروج آب از منفذ حفرهٔ گوارشی به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

اسکلت بیرونی

- در حشرات و سخت‌پوستان وجود دارد که سبب کمک به حرکت و حفاظت از بدن می‌شود (*مانند اسکلت محوری انسان عمل می‌کند*).
- با افزایش اندازهٔ جانور ← اسکلت خارجی هم بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شود.
- اسکلت خارجی بزرگ‌تر ← سنگین‌تر شدن جانور ← محدودیت بیشتر حرکات جانور
- اندازهٔ جانوران دارای اسکلت خارجی از حد خاصی بیشتر نمی‌شود تا سبب عدم حرکت نشود.
- استخوان ندارند.

اسکلت درونی

- در مهره‌داران وجود دارد.
- در برخی ماهی‌ها مثل کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی از جنس غضروف می‌باشد ← فاقد استخوان می‌باشند.
- در سایر مهره‌داران استخوانی به همراه غضروف است.
- ساختار استخوان‌های آن‌ها بسیار شبیه استخوان‌های انسان می‌باشد.

۱ کدام گزینه در مورد دستگاه حرکتی در انسان صحیح نمی‌باشد؟

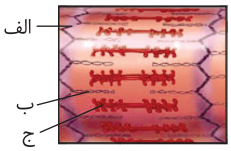
۱) هر ماهیچهٔ اسکلتی، تحت کنترل ارادی منقبض می‌شود.
۲) برخی ماهیچه‌های اسکلتی انعکاس غیر ارادی هم دارند.
۳) در هنگام بالا بردن ساعد، انتقال دهندهٔ عصبی، ماهیچهٔ پشت بازو را به استراحت درمی‌آورد.
۴) تحریک اعصاب پیکری در حفظ شکل بدن مؤثر می‌باشند.

۲ در مورد یک تار ماهیچه‌ای کند موجود در ماهیچهٔ دلتایی در زنان، وجود چند مورد زیر صادق نمی‌باشد؟

الف) تعداد سارکومر بیشتر از تارچه
ب) بیش از دو نوع کروموزوم جنسی
ج) توانایی تنفس هوازی و بی‌هوازی
د) شبکهٔ آندوپلاسمی در اطراف هر تارچه

۱) ۲ مورد ۲) ۱ مورد ۳) ۴ مورد ۴) ۳ مورد

۳ در انسان و در شکل مقابل .....



۱) فاصله (الف) تا (ج) در هر سارکومر بیانگر بخش روشن می‌باشد.
۲) بخش (ب) برخلاف (ج) در هنگام انقباض ماهیچه کوتاه می‌شود.
۳) بخش (ج) و (ب) برخلاف بخش تیرهٔ سارکومر در انقباض تار ماهیچه‌ای تغییر طول نمی‌دهند.
۴) در استراحت تار ماهیچه‌ای انتهای آزاد بخش (ب) تا انتهای دم‌های بخش (ج) ادامه دارد.

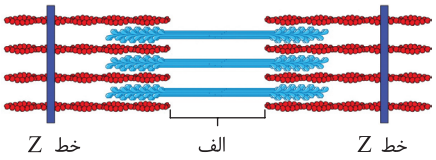
۴ در انسان و در پی برگشتن یون‌های کلسیم به درون شبکهٔ آندوپلاسمی تار ماهیچه‌ای، چند اتفاق زیر رخ می‌دهد؟

الف) ارسال پیام عصبی به ماهیچه متوقف می‌شود.
ب) رایج‌ترین انرژی زیستی به سرهای میوزین متصل می‌شود.
ج) فاصلهٔ تعدادی از اکتین‌های یک سارکومر از همدیگر زیاد می‌شود.
د) طول بخش روشن برخلاف بخش تیرهٔ سارکومر بلندتر می‌شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۵ کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در سارکومر مقابل، به بخش (الف)، ATP متصل ..... و این فاصله در هنگام افزایش خروج کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی، .....»



۱) نمی‌شود - کاهش می‌یابد.
۲) می‌شود - تغییر نمی‌کند.
۳) می‌شود - کاهش می‌یابد.
۴) نمی‌شود - افزایش می‌یابد.

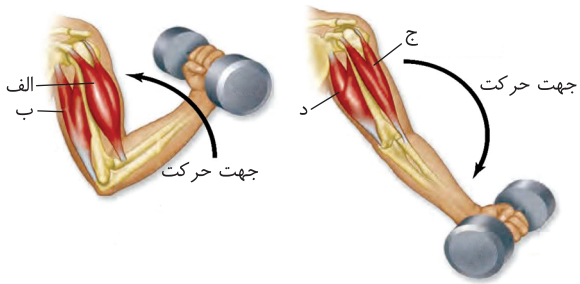
۶ چند مورد زیر دربارهٔ مکانیسم انقباض تار ماهیچه‌ای ماهیچه اسکلتی انسان نادرست می‌باشد؟

الف) به دنبال تحریک گیرندهٔ روی تارچه‌ها، یک موج الکتریکی در غشای تار ایجاد می‌شود.
ب) هنگام انجام انقباض، کلسیم با انتقال فعال به شبکه‌های آندوپلاسمی دور تارچه‌ها برمی‌گردد.
ج) به دنبال ورود سدیم به تار ماهیچه‌ای، مقدار کلسیم نیز در تارچه‌های آن زیاد می‌شود.
د) به دنبال تغییر شکل اکتین و میوزین، طول سارکومر و بخش روشن آن کوتاه می‌شود.

۱) ۳ مورد ۲) ۴ مورد ۳) ۱ مورد ۴) ۲ مورد

۷ چند مورد، دربارهٔ شکل‌های مقابل عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در انسان و در ماهیچه‌های ..... برخلاف .....»



- (الف) و (د) - (ب) و (ج)، کلسیم در شبکه‌های آندوپلاسمی در حال کاهش است.
- (ب) و (ج) - (الف) و (د)، ناقل عصبی سبب بسته ماندن کانال‌های سدیمی و مهار آن‌ها می‌شود.
- (ج) و (الف) - (ب) و (د)، طول سارکومرها به سمت کوتاه شدن می‌رود.
- (الف) و (د) - (ج)، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین به اکتین صد مرتبه در دقیقه رخ می‌دهد.

۱) ۳ مورد ۲) ۱ مورد ۳) ۲ مورد ۴) ۴ مورد

۸ **کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «به‌طور معمول در انسان، طی انقباض تارهای ماهیچه‌ای در .....»**

۱) چند دقیقهٔ اول، *ATP* زیادی از اکسایش گلوکزها ایجاد می‌شود.
۲) فعالیت‌های شدید، لاکتیک اسید در غشای درونی میتوکندری بازسازی می‌شود.
۳) مدت زمان طولانی، ماهیچه انرژی خود را از کلسترول تأمین می‌کند.
۴) صورت استفاده از کرآتین فسفات، تولید *ATP* به آهستگی انجام می‌گیرد.

۹ **کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در انسان، تارهای ماهیچه ران که برای حرکات استقامتی تخصص یافته‌اند، .....»**

۱) بیشتر انرژی خود را از تنفس بی‌هوازی گلوکز به دست می‌آورند.
۲) در اثر کم‌تحرکی به تارهایی با میوگلوبین زیاد تبدیل می‌شوند.
۳) با مصرف اکسیژن، گلوکز را در هنگام ورزش به گلیکوژن ذخیره‌ای تبدیل می‌کنند.
۴) در فعالیت طولانی از اسیدهای چرب خون برای انرژی‌زایی استفاده می‌کنند.

۱۰ **در چند مورد زیر نوعی بافت پیوندی انسان که مقاومت بیشتر و انعطاف کمتر از پیوندی سست دارد، مشاهده می‌شود؟**

الف) اطراف هر دسته تار ماهیچه‌ای
ب) اتصال دهنده ماهیچه دوسر به استخوان کتف
ج) پیراشامه و برون‌شامه قلب
د) سامانه‌های موجود در بخش متراکم استخوان‌ها
ه) کپسول مفصلی و کپسول کلیه

۱) ۵ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۴ مورد ۴) ۳ مورد

۱۱ **چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح می‌باشد؟**

الف) هر جانور متحرک دارای اسکلت و ماهیچه می‌باشد.
ب) منفذ دهانی عروس دریایی در سمت مخالف حرکت آن قرار می‌گیرد.
ج) هر جانور دارای اسکلت بیرونی، قلب پشتی و طناب عصبی شکمی دارد.
د) هر جانور دارای اسکلت درونی، قطعاً غضروف و کلیه دارد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۲ **کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در محل مفصل متحرک انسان، نوعی مایع و نوعی بافت با سطح صیقلی، به استخوان‌ها امکان لیز خوردن در سالیان زیادی از زندگی می‌دهند، این .....»**

۱) مایع، از کپسول مفصلی با بافت پیوندی حاوی مقدار کمی یاخته و مادهٔ زمینه‌ای ترشح می‌شود.
۲) بافت، می‌تواند امروزه در مهندسی پروتئین برای تولید و ترمیم لالهٔ گوش مورد استفاده قرار گیرد.
۳) مایع، در بین استخوان‌های جمجمه نیز وجود دارد و مانع ایجاد اصطکاک می‌شود.
۴) بافت، در کل اسکلت ماهیانی وجود دارد که غدد راست‌روده‌ای ویژه‌ای برای تنظیم نمک دارند.

۱۳ **چند مورد درباره هر عامل پروتئینی که آرایش خاص قرارگیری آن‌ها کنار هم سبب ایجاد ظاهر مخطط در هر تار ماهیچه‌ای شده است، صحیح می‌باشد؟**

الف) در تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های کپسول مفصلی نیز نقش دارند.
ب) در بخش تیره و روشن یک سارکومر وجود دارند.
ج) در دو انتهای سارکومر به خط *Z* متصل‌اند.
د) وجود کلسیم سبب اتصال به هم و تغییر شکل آن‌ها می‌شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۴ **چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ استخوان‌ها و اسکلت انسان صحیح می‌باشد؟**

الف) هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است.
ب) بیشتر مغز زرد استخوان، حاوی چربی است که مجرای مرکزی سامانهٔ هاورس را پر کرده است.
ج) ضمن کم‌کار شدن یاخته‌های استخوانی، تراکم تودهٔ استخوانی نیز به تدریج کاهش پیدا می‌کند.
د) در شکستگی‌های استخوانی، تقسیم یاخته‌های محل شکستگی، سبب بهبود بخش آسیب‌دیده می‌شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۵ **درون مجرای مرکزی هر سامانهٔ هاورس، عواملی سبب ارتباط بافت زنده استخوان با بیرون می‌شوند. در مورد این عوامل در مناطق مختلف بدن انسان، کدام گزینهٔ زیر مشترک می‌باشد؟**

۱) از مرکز (ناف) یکی از اندام‌های تولیدکنندهٔ اریتروپویتین نیز عبور می‌کنند.
۲) در ساختار بافتی هر قسمتی از برون‌شامه و درون‌شامه قلب نیز وجود دارند.
۳) واجد یاخته‌های ماهیچه‌ای و پیوندی می‌باشند.
۴) سبب غذارسانی به هر یک از یاخته‌های بدن می‌شوند.

۱۶ **در مورد منابع تأمین انرژی در ماهیچه‌های اسکلتی کدام گزینه صحیح است؟**

۱) در انقباضات آرام و طولانی، ماده‌ای برای تحریک گیرنده سازش‌پذیر حس پیکری ایجاد می‌کنند.
۲) در صورت نیاز، ذخیره پلی‌ساکاریدی خود را با تأثیر هورمون‌های مترشحه از لوزالمعده کاهش می‌دهند.
۳) منبعی که تولید مادهٔ زائد نیتروژن‌دار می‌کند، بیشترین منبع انرژی می‌باشد.
۴) مصرف گلوکز، فقط طی چند دقیقه *ATP* را در راکیزه‌ها برای فعالیت مداوم تأمین می‌کند.

۱۷ **کدام گزینه در مورد ساختار استخوان ران انسان صحیح است؟**

۱) در بخش اعظم انتهای برآمدهٔ آن، حفراتی در اثر قرارگیری میله‌ها و صفحات به وجود آمده است.

۲) بخش اعظم تنه در این استخوان، سامانه‌های متعددی، دارای مجاری پر از مغز استخوان دارد.

۳) حفره‌های بین تیغه‌های هم‌مرکز انتهای برآمدهٔ آن، توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده است.

۴) سطح درونی تنه آن بافتی پیوندی دارد که رگ‌ها و اعصاب آن توسط مجاری به بیرون ارتباط دارند.

۱۸ **چند مورد عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در انقباض یک تار ماهیچه‌ای موجود در ماهیچه سه‌سر بازو، در پی .....»**

الف) نزدیک شدن دو خط Z به هم، طول هر بخش اکتین‌دار، کوتاه می‌شود.

ب) جدا شدن اکتین‌ها از میوزین‌ها، مقدار یون کلسیم در شبکهٔ آندوپلاسمی زیاد می‌شود.

ج) مصرف ATP، سر میوزین تغییر شکل یافته و به اکتین‌ها وصل می‌شود.

د) ایجاد موج الکتریکی در غشای تار ماهیچه‌ای، ناقل عصبی سبب باز شدن کانال‌های سدیمی آن می‌شود.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۹ **در ماهیچه دلتایی انسان، انواعی از تار ماهیچه‌ای که بیشتر انرژی خود را از ATP میتوکندری (اکسایشی) به دست می‌آورند، ..... انواعی که .....**

۱) همانند - برای بلند کردن وزنه نقش مهم دارند، آهن دارند و لاکتیک اسید تولید می‌کنند.

۲) در مقایسه با - میوگلوبین زیادی دارند، تعداد میتوکندری بیشتری دارند.

۳) برخلاف - کمتر محصولات گلوکز را وارد میتوکندری می‌کنند، سرعت انقباض سریع‌تری دارند.

۴) برخلاف - سریع انرژی خود را از دست می‌دهند، در بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی دیگر بدن نیز وجود دارند.

۲۰ **کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در بخشی از استخوان ران یک زن یائسه ولی سالم، قسمتی که .....»**

۱) بخش اعظم آن با بافت استخوانی فشرده پر شده است، حاوی مغز قرمزی در مجرای میانی خود می‌باشد.

۲) بخش اعظم آن با بافت فاقد سامانهٔ هاورس پر شده است، در خارجی‌ترین قسمت خود پرده پیوندی منفذدار دارد.

۳) حاوی استوانه‌هایی با تیغه‌های هم‌مرکز می‌باشد، در مرکز هر استوانهٔ آن رگ‌ها و اعصاب با بیرون استخوان در ارتباط هستند.

۴) بخش خارجی آن از جنس بافت نعل اسبی Cمانند نای می‌باشد، حفرات بین میله‌ها و صفحات آن، حاوی رگ‌ها و مغز استخوان می‌باشند.

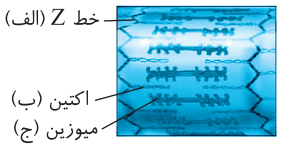
پاسخ آزمون هدیه

B ۱ ۳ ماهیچه سه‌سر در عقب بازو برای پایین کشیدن ساعد به انقباض و تحریک اعصاب پیکری نیاز دارد ولی برای به استراحت درآمدن نیازی به انتقال پیام عصبی از نوع مهارکننده ندارد. برای هزارمین بار یادتون باشه که انتقال‌دهندهٔ عصبی مهارکننده فقط مخصوص به مهار یاخته‌های عصبی پس‌سیناپسی می‌باشد (*نه ماهیچه‌ها و غدد*).

تله‌های تستی گزینه‌های (۱) و (۲): خط کتاب درسی هستند. همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی و اعصاب پیکری هستند البته **برخی** از آن‌ها، تحت کنترل اعصاب پیکری به صورت غیر ارادی **هم** منقبض می‌شوند. / گزینهٔ (۴): ماهیچه‌های اسکلتی با انقباض خود که تحت تأثیر اعصاب محیطی پیکری است، سبب حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت می‌شوند.

B ۲ ۲ فقط مورد (ب) نادرست است چون یاخته ماهیچه اسکلتی چند هسته‌ای است. در نتیجه تعداد زیادی کروموزوم جنسی ولی همگی از **نوع** X دارند. در زنان هر هسته دیپلوئید بدن دارای دو کروموزوم جنسی X است پس هر یاخته ماهیچه‌ای آن‌ها بیش از دو کروموزوم X دارند. در مورد عبارت (الف) دقت کنید که تعداد سارکومر از تعداد خط Z کمتر بوده ولی از تعداد تارچه بیشتر است، چون هر تارچه از واحدهای تکرار شوندهٔ سارکومری زیادی ایجاد شده است. عبارت‌های (ج) و (د) در مورد ماهیچهٔ اسکلتی صحیح است.

C ۳ ۱ شکل (الف)، (ب) و (ج) به ترتیب خط Z، رشتهٔ نازک حاصل از پروتئین‌های اکتین و رشتهٔ ضخیم از اجتماع میوزین را نشان می‌دهد.

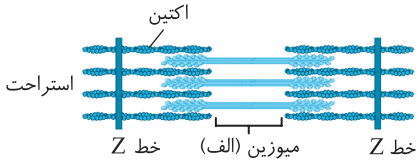


تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. دو بخش روشن سارکومر فاصله هر خط Z تا ابتدای پروتئین‌های میوزین مجاور آن می‌باشد که فقط حاوی بخشی از رشته‌های نازک اکتین‌دار می‌باشد. / گزینه‌های (۲) و (۳): نادرست است. در انقباض ماهیچه طول نوار روشن (*فاصله Z تا میوزین*) کوتاه می‌شود ولی طول بخش تیره **همانند** طول رشته‌های اکتین و میوزین تغییر نمی‌کند. / گزینهٔ (۴): نادرست است.

نکته
در هنگام استراحت ماهیچه انتهای رشتهٔ اکتین روی قسمت‌های سر میوزین قرار دارد ولی در هنگام انقباض تار ماهیچه‌ای، انتهای آزاد اکتین‌ها تا اواسط بخش دم‌دار رشتهٔ میوزین‌دار هم ادامه دارند. دقت داشته باشید که دم‌های میوزین‌ها در وسط سارکومر و در بخش میانی نوار تیره قرار دارند.

C ۴ ۳ موارد (ب)، (ج) و (د) **پس از اتمام انقباض** ماهیچه و برگشت فعال کلسیم‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی رخ می‌دهند. دقت کنید که **قبل** از این عمل ارسال پیام عصبی متوقف شده بوده است (نادرستی الف). در این حالت طول بخش روشن دوباره زیاد شده و ATP یا انرژی رایج یاخته به میوزین متصل می‌شود و اکتین‌های متصل به خط Z از هم فاصله می‌گیرند (درستی ب، ج و د).

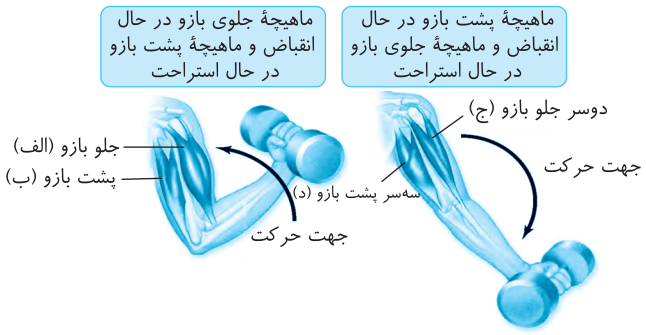
A ۵ ۱ بخش (الف) وسط بخش تیره سارکومر که حاوی دم‌های میوزین است را نشان می‌دهد که هیچ‌گاه ATP به آن‌ها متصل نمی‌شود (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳)). از طرفی در این شکل سرهای میوزین که در لابه‌لای اکتین‌ها قرار دارند ATP متصل است، چون سارکومر در حال استراحت است و کوتاه نشده است. در هنگامی که کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی خارج می‌شود، انقباض تار آغاز می‌شود که در این صورت اندازهٔ بخش (الف) با نزدیک شدن خطوط Z به هم، کاهش می‌یابد.



C ۶ ۱ موارد (الف)، (ب) و (د) نادرست می‌باشند.

تله‌های تستی الف) نادرست است. روی تارچه‌ها برخلاف تارهای ماهیچه‌ای، گیرنده برای ناقل آزاد شده از یاخته‌های عصبی اعصاب پیکری وجود ندارد. دقت کنید که برای انقباض ماهیچه‌های اسکلتی، همواره یاخته‌های عصبی اعصاب **پیکری** در سیناپس شرکت می‌کنند که فعالیت آن‌ها اغلب ارادی و برخی مواقع شامل انعکاس‌های غیر ارادی هم می‌شود. این اعصاب، توسط ناقل آزاد شدهٔ خود، گیرنده‌های روی غشای **تار** را تحریک می‌کند (*نه تارچه*). / ب) نادرست است. در انقباض ماهیچه، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی به تارچه می‌ریزند ولی پس از انقباض با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی برمی‌گردند. / ج) درست است. گیرندهٔ اختصاصی مربوط به انقباض تارها، گیرندهٔ ناقل عصبی از نوع کانال دریچه‌دار سدیمی می‌باشد که پس از تحریک شدن، مقدار سدیم درون تار را زیاد کرده و سپس کلسیم زیادی از شبکهٔ آندوپلاسمی وارد تارچه می‌شود. یون‌های کلسیم سبب امکان اتصال سرهای میوزین به اکتین می‌شوند. / د) نادرست است. برای انقباض تار ماهیچه‌ای و اتصال سر میوزین به اکتین، ابتدا تغییر شکل در سر میوزین رخ می‌دهد و سپس سارکومر کوتاه می‌شود **ولی اکتین‌ها تغییر شکل پیدا نمی‌کنند**.

C ۷ ۲ فقط مورد اول عبارت را درست تکمیل می‌کند. در شکل سمت چپ ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو (الف) و در شکل سمت راست ماهیچهٔ سه‌سر پشت بازو یا (د) در حال انقباض می‌باشد، یعنی پیام عصبی تحریک‌کننده به آن‌ها می‌رسد.



تله‌های تستی عبارت اول: درست است. در ماهیچه‌های در حال انقباض، کلسیم از شبکهٔ آندوپلاسمی وارد تارچه‌ها می‌شود. / عبارت دوم: نادرست است. برای مهار ماهیچه نیازی به ناقل عصبی در سیناپس محل ماهیچه نمی‌باشد. / عبارت سوم: نادرست است. طول ماهیچه و سارکومرها در ماهیچه‌های (الف) و (د) که در حال انقباض هستند، کوتاه می‌شود. / عبارت چهارم: نادرست است. دقت کنید که در انقباض صدها مرتبه در **ثانیه** سرهای میوزین‌ها از اکتین‌ها جدا می‌شوند.

B ۸ ۱ طی چند دقیقهٔ اول فعالیت، طی تنفس، اکسایش کامل گلوکز سبب تولید ATP زیادی می‌شود.

تله‌های تستی گزینهٔ (۲): نادرست است. لاکتیک اسید و تنفس بی‌هوازی در راکیزه ایجاد نمی‌شود. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در انقباض طولانی، ماهیچه **از اسید چرب** انرژی می‌گیرد (*نه گلوکز!*). / گزینهٔ (۴): نادرست است. تولید ATP در استفاده از کراتین فسفات **به سرعت** صورت می‌گیرد.

A ۹ ۴

نکته در حرکات استقامتی و طولانی‌مدت مثل دوی ماراتن یا شنای طولانی، تارهای ماهیچه‌ای کند (*قرمز*) نقش بیشتری ایفا می‌کنند. این تارها برای چند دقیقه از گلوکز و سپس از اسیدهای چرب خون انرژی می‌گیرند (درستی گزینهٔ (۴)).

تله‌های تست گزینهٔ (۱): نادرست است. تارهای کند بیشتر انرژی خود را از تنفس هوازی و به کمک O_2 به دست می‌آورند. / گزینهٔ (۲): نادرست است. تارهای کند میوگلوبین و میتوکندری زیادی دارند و با تحرک کم به تارهای سفید (*تند*) با میوگلوبین و میتوکندری **کم** تبدیل می‌شوند. / گزینهٔ (۳): نادرست است. در هنگام ورزش باید گلیکوژن ذخیره شده، با مصرف آب تجزیه و به گلوکز مورد نیاز برای تنفس یاخته‌ای تبدیل شود.

B ۱۰ ۱ بافت پیوندی **استخوانی** و **رشته‌ای** (*متراکم*) به نسبت پیوندی سست، انعطاف کمتر و مقاومت بیشتر دارند که این دو بافت در همهٔ موارد زیر دیده می‌شوند.

تله‌های تست الف) اطراف هر دسته تار ماهیچه‌ای، بافت پیوندی رشته‌ای است که در ادامه تشکیل زردپی را می‌دهد. / ب) زردپی‌ها اتصال‌دهندهٔ ماهیچه‌ها به استخوان هستند و بافت پیوندی رشته‌ای دارند. / ج) برون‌شامه و پیراشامه، دو لایه کیسه دربر گیرنده قلب هستند که حاوی بافت پیوندی رشته‌ای نیز دارند. / د) منظور استخوان و بافت آن است. / ه) کپسول‌های مفصلی و کلیه بافت پیوندی رشته‌ای دارند.

B ۱۱ ۴ همهٔ عبارات صحیح می‌باشند.

تله‌های تست الف) جانوران همواره در بخشی از زندگی حرکت داشته‌اند و برای حرکت به اسکلت و ماهیچه نیازمند هستند البته استخوان ویژهٔ مهره‌داران است. / ب) عروس دریایی، یک منفذ دهانی و مخرجی دارد که حرکت آن با آب‌ایستایی و خروج آب از دهان، در سمت مخالف حرکت می‌باشد. / ج) حشرات و سخت‌پوست‌ها را معرفی می‌کند. / د) مهره‌داران اسکلت درونی دارند که واجد کلیه و غضروف‌دار می‌باشند.

B ۱۲ ۴ منظور سؤال **مایع مفصلی** و بافت **غضروف** سر استخوان‌ها در محل مفصل است. از سال دهم به یاد دارید که در ماهیان غضروفی که اسکلت کامل غضروفی دارند، غدد راست‌روده‌ای در تنظیم نمک کمک می‌کند (*مثل کوسه‌ماهی‌ها*).

تله‌های تست گزینهٔ (۱): **مایع مفصلی از کپسول مفصلی تولید نمی‌شود** بلکه از پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در زیر این کپسول ترشح می‌شود. / گزینهٔ (۲): در زیست دوازدهم می‌خوانید که از بافت در مهندسی **پروتئین** برای تولید و ترمیم استفاده نمی‌شود، بلکه این **مهندسین بافت** هستند که از بافت غضروف برای تولید لالهٔ گوش استفاده می‌کنند. / گزینهٔ (۳): بین استخوان‌های جمجمه، مفصل‌های ثابت وجود دارد که مایع مفصلی ندارند.

B ۱۳ ۱ منظور سؤال نحوهٔ قرارگیری پروتئین‌های **اکتین و میوزین** در ساختار ماهیچهٔ مخطط است. طبق متن کتاب درسی ظاهر مخطط یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع پروتئین اکتین و میوزین است که به صورت رشته‌های نازک و قطور قرار می‌گیرد (مورد (الف) درست است).

تله‌های تست الف) درست است. در تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های جانوری، کمربند انقباضی تشکیل می‌شود که از جنس **اکتین و میوزین** است. / ب) نادرست است. بخش **روشن** سارکومر، فقط رشته‌های حاوی اکتین دارد (*متن سؤال در مورد هر دو نوع پروتئین اکتین و میوزین گفته است*). / ج) نادرست است. در دو انتهای سارکومر فقط بخش روشن وجود دارد که تنها حاوی پروتئین‌های **اکتینی** می‌باشد. / د) نادرست است. وجود کلسیم موجب انقباض ماهیچه و اتصال این پروتئین‌ها می‌شود ولی تغییر شکل فقط در بخش سر میوزین‌ها رخ می‌دهد.

B ۱۴ ۲ موارد (الف) و (ج) دربارهٔ استخوان‌ها و اسکلت در بدن انسان صحیح می‌باشند.

تله‌های تست الف) درست است. مطابق متن کتاب درسی هر استخوان در ساختمان خود دو نوع بافت فشرده و اسفنجی دارد. / ب) نادرست است. بیشتر مغز زرد استخوان از چربی است ولی مجرای مرکزی وسط استخوان‌های دراز را در بخش اسفنجی پر کرده است (*نه مجرای سامانهٔ هاورس را!*). / ج) درست است. مطابق متن کتاب درسی کم‌کار شدن باعث کاهش تدریجی تودهٔ استخوانی خواهد شد. / د) نادرست است. در شکستگی‌های استخوان یاخته‌های **نزدیک** محل شکستگی تقسیم شده و یاخته‌های جدید می‌سازند.

C ۱۵ ۱ منظور سؤال **اعصاب و رگ‌های** درون مجرای مرکزی هر سامانهٔ هاورس است. از سال دهم به یاد دارید که در مورد کلیه (*یکی از اندام‌های سازندهٔ اریتروپویتین*) نیز اعصاب و رگ‌های خونی از محل ناف کلیه با آن ارتباط برقرار می‌کنند.

تله‌های تست گزینهٔ (۲): برون‌شامه از بافت پیوندی و درون‌شامهٔ قلب از بافت پوششی است که از برون‌شامه، اعصاب و رگ‌ها عبور می‌کنند تا به ماهیچهٔ قلبی برسند ولی این عوامل جزء ساختار آن‌ها به حساب نمی‌آیند. / گزینهٔ (۳): اعصاب دارای بافت ماهیچه‌ای نیستند ولی در غلاف اطراف خود، دارای بافت پیوندی هستند. / گزینهٔ (۴): اعصاب سبب غذارسانی نمی‌شوند.

B ۱۶ ۴ در صورت وجود اکسیژن، فقط تا چند دقیقه با تجزیهٔ گلوکز ATP لازم برای فعالیت‌های ماهیچه تأمین می‌شود. بیشتر این ATPها طی بخش هوازی تنفس در میتوکندری تولید می‌شوند.

تله‌های تست گزینهٔ (۱): در انقباضات طولانی‌مدت، ماهیچه‌ها برای دریافت انرژی از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند و تولید لاکتیک اسید نمی‌کنند که گیرنده‌های درد را تحریک کند (*لاکتیک اسید طی تنفس بی‌هوازی در فعالیت شدید ایجاد می‌شود نه آرام!*). / گزینهٔ (۲): گلوکاگون ترشح شده از لوزالمعده در تجزیهٔ گلیکوژن کبدی نقش دارد نه یاخته‌های ماهیچه‌ای. از طرفی انسولین لوزالمعده نقش افزایش دهنده برای این ذخایر دارد. / گزینهٔ (۳): بیشترین منبع انرژی ماهیچه‌ها، گلوکز می‌باشد.

B ۱۷ ۱ بخش اعظم دو انتهای برآمدهٔ استخوان دراز ران را بافت **اسفنجی** پر کرده که دارای **حفراتی** در بین میله‌ها و صفحات آن است ولی برعکس سیستم هاورس دارای مجاری موازی و متحدالمرکز نمی‌باشد.

تله‌های تست گزینهٔ (۲): مجاری سامانه‌های هاورس پر از مغز نیستند. / گزینهٔ (۳): حفره‌ها در بافت اسفنجی بین میله‌ها و صفحات نامنظم قرار دارند و هم‌مرکز نیستند. / گزینهٔ (۴): سطح **خارجی** استخوان ران توسط بافت پیوندی احاطه شده که رگ‌ها و اعصاب آن توسط مجاری به بیرون راه دارند. **سطح درونی تنهٔ آن از بافت اسفنجی است.**

C ۱۸ ۱ فقط مورد (ج) درست است.

تله‌های تستی الف) نادرست است. هنگام انقباض ماهیچهٔ اسکلتی، با کوتاه شدن سارکومر، فاصلهٔ دو خط Z کم شده و فقط بخش نوار روشن کوتاه می‌شود ولی اکتین هم در بخش‌های روشن و هم در بخش تیرهٔ سارکومر بدون تغییر طول وجود دارد. / ب) نادرست است. دقت کنید که دقیقاً برعکس در عبارت ذکر شده است چون پس از پایان انقباض ماهیچه، در پی بازگشت سریع کلسیم‌ها به شبکهٔ آندوپلاسمی، اتصال میوزین و اکتین‌ها از بین رفته و ماهیچه استراحت می‌کند. / ج) درست است. به دنبال تجزیهٔ *ATP*، سر میوزین تغییر شکل داده و به اکتین‌ها متصل می‌شود. / د) نادرست است. با تأثیر ناقل عصبی به غشای تار ماهیچه‌ای و ورود سدیم به تار، موج الکتریکی در غشا ایجاد شده که در ادامهٔ آن کانال‌های کلسیمی به درون تارچه‌ها باز می‌شوند تا سرهای میوزین به رشته‌های اکتینی متصل شوند.

B ۱۹ ۱ منظور سؤال تارهای کند می‌باشند که از تنفس هوازی، بیشترین انرژی را به دست می‌آورند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): درست است. هر تار ماهیچه‌ای در میوگلوبین خود به ذخیرهٔ آهن می‌پردازد و می‌تواند تنفس هوازی و تخمیر بی‌هوازی انجام دهد. / گزینهٔ (۲): نادرست است. قسمت دوم نیز در مورد تار کند (*صرفاً*) می‌باشد. / گزینهٔ (۳): نادرست است. سرعت انقباض تارهای کند از تند کمتر است. / گزینهٔ (۴): نادرست است. هر دو نوع تار در بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی بدن وجود دارند.

C ۲۰ ۴ در استخوان ران، بخش اعظم سر آن از بافت اسفنجی و بخش اعظم تنهٔ آن از بافت استخوانی متراکم (*فشرده*) تشکیل شده‌اند.

تله‌های تستی گزینهٔ (۱): نادرست است. در مجرای میانی تنهٔ استخوان ران یک فرد بالغ، مغز زرد وجود دارد نه قرمز! / گزینهٔ (۲): نادرست است. پردهٔ پیوندی منفذدار در تنه یا طول استخوان دراز قرار دارد ولی این عبارت در مورد انتهای برآمدهٔ استخوان است که خارج آن را غضروف پوشانده است. / گزینهٔ (۳): نادرست است. رگ‌ها و اعصاب از طریق منافذ پردهٔ خارجی تنهٔ آن با محیط بیرون استخوان در ارتباط می‌باشد. / گزینهٔ (۴): درست است. قسمت اول در مورد **غضروف** می‌باشد که در بخش خارجی سر استخوان ران وجود دارد. در این بخش بین میله‌ها و صفحات آن، حفراتی پر از مغز قرمز استخوان وجود دارد.