

نکات مهم		
حفاظت از مغز	بخش محوری	
حفاظت از چشم و گوش		
گوارش + تکلم		
حفاظت از نخاع		
حفاظت از شش و قلب		
کمک به تنفس		
دنده‌ها (۲۴)	اسکلت انسان	
چپ		حفاظت از کلیه
(۲ دنده)		
راست		(۱ دنده)
استخوان گوش‌ها (۶)		
استخوان‌های پا که هر کدام از طریق لگن به بخش محوری متصل می‌شوند.	تحتانی (۳۰)	
استخوان‌های دست هستند که از طریق شانه (کتف و ترقوه) به بخش محوری متصل می‌شوند.	فوقانی (۳۰)	
که به اسکلت متصل نیست.	استخوان لامی (یک عدد)	

استفاده ما از دست و پا به قدری است که تصور زندگی بدون آن‌ها برایمان بسیار سخت است.

خوشبختانه امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تا حدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیره شوند. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد، مهندسان را قادر ساخته تا اندام‌های پیچیده را جایگزین بخش‌های آسیب‌دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی از اندام‌های مصنوعی آن قدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه‌ای برای استفاده از این اندام‌ها وضع شده است.

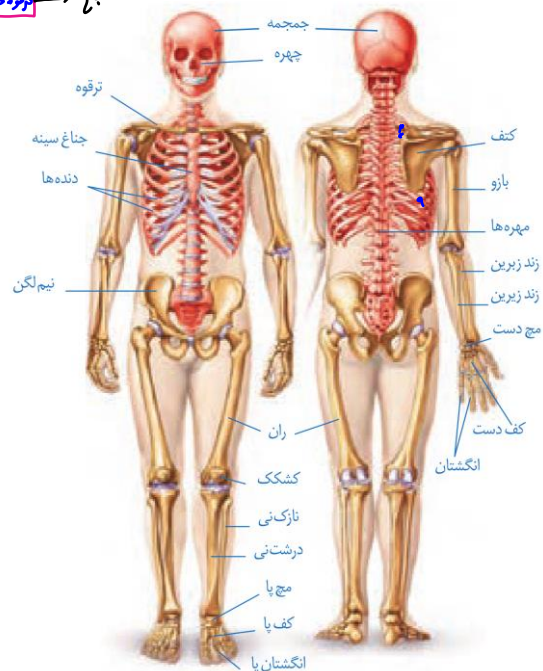
اندام‌های حرکتی از چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟ نحوه عملکرد این بخش‌ها چگونه است؟

چه آسیب‌های احتمالی اندام‌های حرکتی را تهدید می‌کند؟ به چه روش‌هایی می‌توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟

گفتار ۱: استخوان‌ها و اسکلت

استخوان‌ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش محوری و جانبی است. بخش محوری همان طور که از نامش مشخص است، محور بدن را تشکیل می‌دهد و از ساختارهایی مانند مغز و قلب حفاظت می‌کنند. گرچه بخش‌هایی از آن هم در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن نیز نقش دارند. استخوان‌های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی‌اند. این استخوان‌ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند. بخش‌های مختلف اسکلت در شکل ۱ دیده می‌شود.

میان → ترقوه، شانه، بازو



شکل ۱- اسکلت انسان

تمرین ۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- همه دنده‌ها با استخوان ستون فقرات مفصل‌اند.

ب- تعداد استخوان‌های شرکت‌کننده در دست از مچ تا کتف با تعداد استخوان‌های پا از مچ تا لگن برابر است.

پ- جناغ همانند دنده‌ها جزو استخوان‌های بخش محوری‌اند.

ت- آرواره پایین تنها استخوان جمجمه است که می‌تواند حرکت کند.

پاسخ:

اعمال استخوان‌ها

استخوان‌ها علاوه بر حفاظت و پشتیبانی اندام‌ها، اعمال دیگری هم انجام می‌دهند. مثلاً استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن دقیق مؤثرند. همچنین استخوان‌ها به کمک ماهیچه‌ها موجب حرکت بدن می‌شوند. سایر اعمال استخوان‌ها در جدول زیر خلاصه شده است.

جدول ۱- وظایف اسکلت استخوانی در انسان

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند 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 معدنی	استخوان‌ها محل ذخیره 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

استخوان‌ها اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های درازند، در حالی که استخوان‌های میچ از انواع استخوان‌های کوتاه‌اند. استخوان جمجمه از استخوان‌های پهن هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های نامنظم اند (شکل ۲). استخوان‌های بدن اندازه‌های متفاوتی دارند، از استخوان‌های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.



تمرین ۲: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- هر استخوان ران انسان با (۲-۳) استخوان دیگر مفصل دارد.

ب- استخوان جناغ با (۱۰-۱۲) جفت دنده مفصل دارد.

پ- انگشتان دست با استخوان‌های (میچ- کف) مفصل دارند.

ت- استخوان‌های بخش (محوری- جانبی) بیش‌تر در حرکت دخالت دارند.

پاسخ:



تست ۱: چند مورد درست است؟

- هر استخوانی که با جناغ مفصل دارد، دنده است.

- هر مهره گردنی همانند هر مهره پستی در حفاظت از نخاع نقش دارد.

- استخوان‌های بخش محوری همانند استخوان‌های بخش جانبی در تولید مگا کاروسیت نقش دارد.

- بدون استخوان‌های کوچک گوش تبدیل امواج صوتی به پیام عصبی غیرممکن است.

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) صفر

پاسخ:



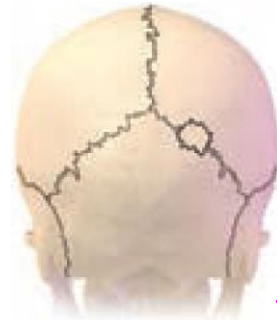
تست ۲: کدام عبارت درست است؟

- ۱) استخوان زند زیرین همانند استخوان کشکک جزو استخوان محوری‌اند.
- ۲) بسیاری از استخوان‌های بدن دارای مغز قرمز استخوان‌اند.
- ۳) حرکت هر استخوان در بدن انسان وابسته به انقباض ماهیچه اسکلتی است.
- ۴) هر استخوان نیم‌لگن با سه استخوان دیگر مفصل می‌شود.

پاسخ:

استخوان جمجمه (پهن)

↓ بافت پیوندی رشته‌ای
↓ بافت تراکم
↓ بافت اسفنجی
↓ بافت تراکم



استخوان جمجمه



استخوان مهره



استخوان‌های میخ دست

استخوان ران (دراز)

↓ بافت پیونده رشته‌ای
↓ بافت تراکم (زیاد)
↓ بافت اسفنجی (کم)
↓ مغز زرد

↓ بافت پیوندی منظم
↓ بافت تراکم (کم)
↓ بافت اسفنجی (زیاد)



تمرین ۳: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

الف- نخاع توسط استخوان‌های (پهن- نامنظم) حفاظت می‌شود.

ب- زند زیرین با استخوان (کوچک- پهن) مفصل می‌شود.

پ- استخوان‌های میخ دست انسان (هم‌اندازه- غیرهم‌اندازه) هستند.

ت- در هر پای انسان (۲-۳) استخوان دراز شرکت دارد.

پاسخ:

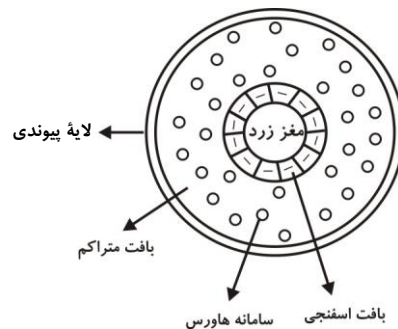


تست ۳: در استخوان ران انسان

(سراسری ۸۷)

- ۱) مغز قرمز مجاری هاورس را پر کرده است.
- ۲) بافت پیوندی سست بخش تنه را پوشانده است.
- ۳) سامانه‌های هاورس حفره مرکزی را احاطه کرده است.
- ۴) بیش‌تر تنه از بافت استخوانی اسفنجی تشکیل شده است.

پاسخ:



← لایه پیوندی
← بافت تراکم
← بافت اسفنجی

سامانه هاورس



استخوان ران

برش عرضی

شکل ۲- انواع استخوان (از بالا به پایین). پهن، نامنظم، کوتاه، دراز (در تصاویر مقیاس رعایت نشده است).

ساختار استخوان: هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی **فشرده و اسفنجی** تشکیل شده است. میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف متفاوت است. مثلاً بافت استخوانی فشرده در طول استخوان ران، به صورت واحدهایی به نام **سامانه هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم مرکز از یاخته‌های



تست ۴: در بخش میانی استخوان جناغ سینه نوزاد انسان، وجود دارد. (سراسری ۹۰)

- (۱) کلاژن و مغز زرد
(۲) مغز قرمز و کلاژن
(۳) مغز زرد و سامانه هاورس
(۴) سامانه هاورس و مغز قرمز

پاسخ:



تست ۵: در یک فرد خردسال، بخش اعظم سر استخوان زند زیرین از بافتی تشکیل شده است که (سراسری ۹۲)

- (۱) حفرات نامنظم آن مملو از مغز زرد می‌باشند.
(۲) در ماده زمینه‌ای خود دارای مجاری متعدد موازی می‌باشد.
(۳) دارای فضاهای بین سلولی اندک و رشته‌های کلاژن فراوان می‌باشد.
(۴) سلول‌های آن به صورت نامنظم در کنار یکدیگر قرار دارند.

پاسخ:



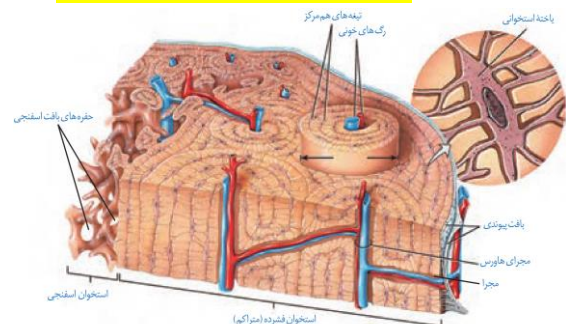
تست ۶: در تنه استخوان ران، درون بافت استخوان اسفنجی استخوان متراکم وجود دارد.

- (۱) همانند- مغز استخوان
(۲) برخلاف- رگ خونی
(۳) همانند- تیغه‌هایی از ماده زمینه‌ای استخوان
(۴) برخلاف- استوانه‌هایی هم‌مرکز از یاخته‌های استخوانی

پاسخ:

استخوانی‌اند که ماده زمینه‌ای آن‌ها را احاطه می‌کند. ماده زمینه ای از پروتئین‌هایی مانند **کلاژن و مواد معدنی** تشکیل شده است. **اعصاب و رگ‌های** درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند. **سطح درونی تنه** این استخوان نیز بافت اسفنجی دارد. سطح خارجی این استخوان، توسط **بافت پیوندی** احاطه شده است و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.

انتهای برآمده استخوان ران توسط بافت اسفنجی پر شده است. در بافت استخوانی اسفنجی، **تیغه‌های استخوانی** به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند. **بین تیغه‌ها، حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده‌اند.** مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند. **مغز قرمز،** فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند و محل تشکیل یاخته‌های خونی است. **بیش‌تر مغز زرد نیز از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی** استخوان‌های دراز را پر می‌کند. در کم خونی‌های شدید، **مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.**



شکل ۳- ساختار بخشی از تنه یک استخوان دراز و اجزای آن

فعالیت ۱: سال گذشته با ساختار بافت پیوندی و اجزای آن آشنا شدید. الف) با توجه به اطلاعات قبلی هر بافت پیوندی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ب) ماده زمینه‌ای استخوان توسط چه بخشی ساخته می‌شود؟

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن **نمک‌های کلسیم** سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، ماده زمینه ای ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، **یاخته‌های استخوانی کم کار می‌شوند** و **توده استخوانی** به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در همه این



تمرین ۴: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- در بافت استخوانی متراکم، هر یاخته استخوانی جزو سامانه هاورس است.

ب- در ساختار هر استخوان نامنظم هم بافت استخوانی متراکم و هم بافت استخوانی اسفنجی وجود دارد.

پ- در ساختار هر استخوان کوچک هم بافت استخوانی متراکم و هم بافت استخوانی اسفنجی وجود دارد.

ت- میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف مشابه است.

پاسخ:



تمرین ۵: جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

الف- انتهای برآمده استخوان ران توسط بافت (فشرده- اسفنجی) پر شده است.

ب- تیغه‌های هم‌مرکز در سامانه هاورس توسط (لیپاز- پروتئاز) تجزیه می‌شود.

پ- مجرای مرکزی استخوان ران (برخلاف- همانند) مجرای مرکزی هر سامانه هاورس (دارای- فاقد) مغز (زرد- قرمز) است.

ت- بین تیغه‌های بافت استخوانی اسفنجی (برخلاف- همانند) بافت استخوانی فشرده، رگ خونی وجود (دارد- ندارد)

پاسخ:



تست ۷: چند مورد زیر در هر سامانه هاورس دیده می‌شود؟

* ماهیچه
* آنزیم انیدراز کربنیک
* نوروگلیا
* کلاژن

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ:

مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است. استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، **متراکم‌تر و محکم‌تر** می‌شوند و استخوان‌هایی که کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند ظریف‌تر می‌شوند. مشابه این حالت، در فزانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی **تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.**

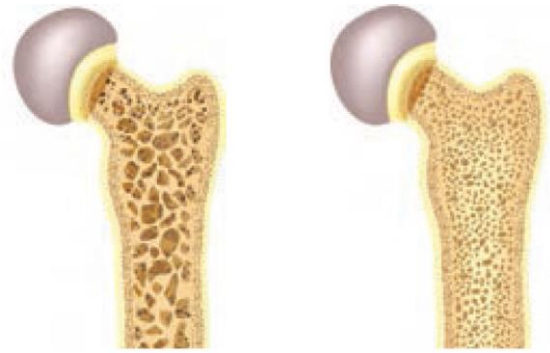
استخوان‌های بدن **به‌طور پیوسته** دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکات معمول بدن‌اند. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴).

در این حالت، یاخته‌های نزدیک محل شکستگی، **یاخته‌های جدید استخوانی می‌سازند** و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می‌کنند.



شکل ۴- شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (راست) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران (چپ)

تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می‌شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه استخوان‌ها و ضعیف و شکننده می‌شوند (شکل ۵). **کمبود ویتامین D** و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و **دخانیت** با **جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها**، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.



شکل ۵- مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

تمرین ۶: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر استخوان دارای مغز زرد، استخوان دراز است.
- ب- بیش تر مغز زرد، در ذخیره انرژی نقش دارد.
- پ- مغز قرمز می تواند به مغز زرد تبدیل شود.
- ت- با آسیب معده ممکن است مغز زرد به مغز قرمز تبدیل شود.

پاسخ:

تمرین ۷: جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- لایه پوشاننده استخوان ران از (یک- چند) بافت پیوندی تشکیل شده است.
- ب- رگ های خونی یک سامانه هاورس با سامانه هاورس مجاور ارتباط (دارد- ندارد)
- پ- رگ های خونی یک سامانه هاورس با رگ های خونی بافت استخوانی اسفنجی ارتباط (دارد- ندارد)
- ت- یاخته های استخوانی بافت اسفنجی با هم ارتباط سیتوپلاسمی (دارند- ندارند)

پاسخ:

فعالیت ۲: به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد. جدول زیر تراکم استخوانی زنان و مردان را در سنین مختلف نشان می دهد.

میانگین تراکم استخوان		
مرد	زن	سن
۰/۹۷۹	۰/۸۹۵	۲۰
۰/۹۳۶	۰/۸۸۶	۳۰
۰/۸۹۴	۰/۸۵۰	۴۰
۰/۸۵۱	۰/۷۹۷	۵۰
۰/۸۰۹	۰/۷۳۳	۶۰
۰/۷۶۶	۰/۶۶۷	۷۰
۰/۷۲۴	۰/۶۰۷	۸۰

- ۱- منحنی تغییر تراکم توده استخوانی را در دو جنس رسم کنید.
- ۲- در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟
- ۳- بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر است یا زنان؟

تست ۸: چند مورد درست است؟

- * یاخته های استخوانی تا اواخر سن، رشد و ماده زمینه ای ترشح می کنند.
- * میزان تراکم توده استخوانی از سن ۲۰ تا ۳۰ برخلاف سن ۳۰ تا ۴۰ افزایش می یابد.
- * یاخته های استخوانی قابلیت تقسیم دارند.
- * در افراد مبتلا به سنگ صفر، احتمال پوکی استخوان زیاد است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

پاسخ:

مفصل

مفصل محل اتصال استخوان ها با هم است. **در بعضی مفصل ها، استخوان ها حرکت نمی کنند.** نمونه این مفصل ها، استخوان جمجمه است. استخوان جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که **لبه های دنداندار** آن ها در هم فرو رفته و محکم شده اند. (شکل ۶)



تمرین ۸: جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

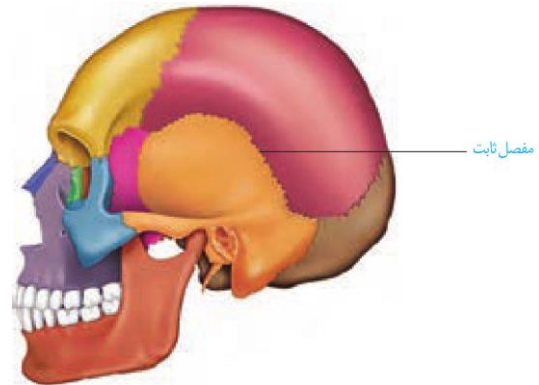
الف- فعالیت یاخته‌های استخوانی در مردان بالغ (برخلاف- همانند) زنان با افزایش سن (کاهش- افزایش) می‌یابد.

ب- در اثر حرکات معمول بدن، استخوان‌ها به‌طور پیوسته دچار شکستگی (میکروسکوپی- ماکروسکوپی) می‌شود.

پ- توده استخوانی در زنان (بیش‌تر- کم‌تر) از مردان است.

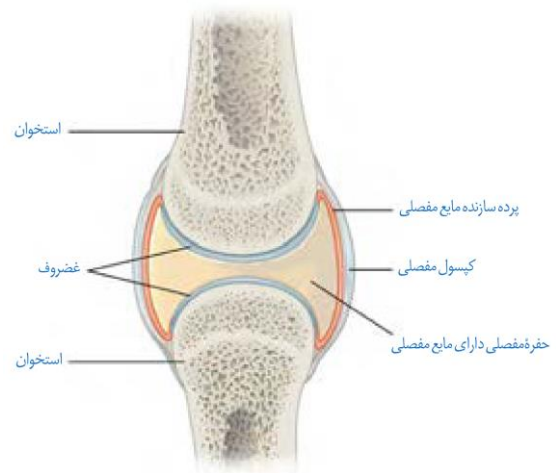
ت- مشروبات الکلی مانع از (جذب کلسیم- رسوب کلسیم) در بدن می‌شوند.

پاسخ:



شکل ۶- مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

در بیش‌تر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است. نمونه آن مفصل‌های زانو، انگشتان و لگن است. استخوان‌ها در محل این نوع از مفصل‌ها توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف به استخوان‌ها امکان می‌دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند (شکل ۷).



شکل ۷- بخش‌های تشکیل‌دهنده مفصل

علاوه بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها هم به کنار یک دیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند. بعضی از انواع مفصل‌های متحرک را در شکل ۸ مشاهده می‌کنید. با توجه به شکل نحوه حرکت هر نوع مفصل را مقایسه کنید.



تست ۹: کدام عبارت نادرست است؟

(۱) احتمال پوکی استخوان در فزانوردان همانند افراد مبتلا به سیلیاک زیاد است.

(۲) در بیش‌تر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند.

(۳) کپسول مفصلی توسط پرده سازنده مایع مفصلی احاطه می‌شود.

(۴) پرده سازنده مایع مفصلی علاوه بر استخوان با غضروف نیز در تماس است.

پاسخ:



تست ۱۰: برخلاف از نوع بافت است.

(۱) رباط- کپسول مفصلی- پیوندی رشته‌ای

(۲) لایه خارجی عصب سامانه هاورس- لایه درونی سرخرگ سامانه هاورس- پیوندی

(۳) رباط- زردپی‌ها- پیوندی رشته‌ای

(۴) غضروف- استخوان- پیوندی

پاسخ:



تمرین ۹: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- استخوان گیجگاهی حداکثر با سه استخوان مفصل دارد.
- ب- هر استخوانی که با استخوان گیجگاهی مفصل دارد، غیرمتحرک است.
- پ- در هر مفصل غضروف وجود دارد.
- ت- غضروفها همانند استخوانها قابل ترمیم‌اند.

پاسخ:

بخش صیقلی غضروفها در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها تخریب می‌شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند. اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد، می‌تواند باعث بیماری‌های مفصلی شود.



الف) مفصل گوی کاسه ب) مفصل لولایی پ) مفصل لغزنده

شکل ۸- انواع مفصل متحرک. الف) گوی - کاسه‌ای ب) لولایی پ) لغزنده.



تمرین ۱۰: موارد ستون «الف» را با ستون «ب» ارتباط دهید:

الف	ب
۱) مفصل گوی و کاسه‌ای	(a) آرنج
۲) مفصل لغزنده	(b) مهره‌های کمر
۳) مفصل لولایی	(c) آهیانه
۴) مفصل ثابت	(d) ران و نیم لگن

پاسخ:

فعالیت ۳: با استفاده از مولاژهای موجود و نمونه‌های آماده میکروسکوپی آزمایشگاه مدرسه، انواع استخوان و بافت‌های استخوانی را مشاهده و با هم مقایسه کنید.



تست ۱۱: کدام عبارت درست است؟

- ۱) در مفصل لغزنده همانند مفصل گوی و کاسه، استخوان می‌تواند در چند جهت حرکت کند.
- ۲) استخوان بازو در مفصل لولایی فقط با زند زیرین مفصل است.
- ۳) هر بافت پیوندی که موجب اتصال دو استخوان در محل مفصل می‌شود، رباط است.
- ۴) استخوان‌های پس‌سری دارای لبه‌های دندانه‌دارند.

پاسخ:



تمرین ۱۱: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل

پرانترز پر کنید:

الف- در بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه (ارادی- غیرارادی) وجود دارد.

ب- با انقباض ماهیچه (دو سر- سه سر) بازو از ساعد دور می شود.

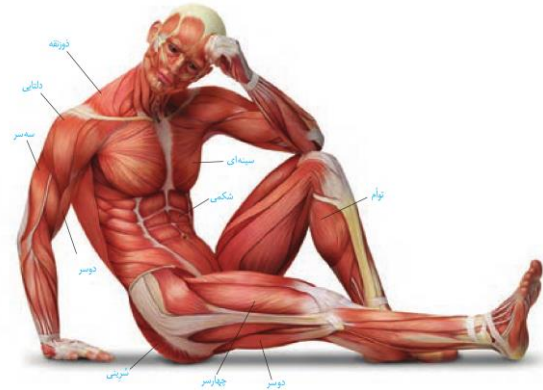
پ- ماهیچه دو سر بازو (همانند- برخلاف) ماهیچه دو سر ران در سطح (پشتی- شکمی) بدن قرار دارد.

ت- ماهیچه سرینی (همانند- برخلاف) ماهیچه توأم در سطح (پشتی- شکمی) بدن قرار دارد.

پاسخ:

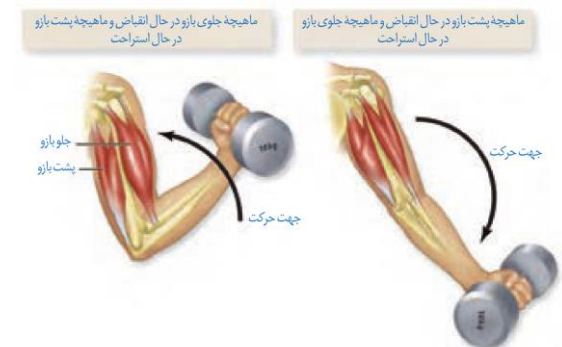
گفتار ۲: ماهیچه و حرکت

بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می کنند. با این ماهیچه ها در سال های قبل آشنا شدید. شکل ۹ بعضی از این ماهیچه ها را در بدن انسان نشان می دهد.



شکل ۹- ماهیچه های اسکلتی بدن انسان

بسیاری از ماهیچه ها به صورت جفت باعث حرکات اندام ها می شوند؛ زیرا ماهیچه ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است. برای مثال، ماهیچه روی بازو می تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد، ولی نمی تواند آن را به حالت قبل برگرداند و این حرکت توسط ماهیچه پشت بازو انجام می شود. بنابراین، هنگامی که یکی از جفت ماهیچه های متقابل در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است (شکل ۱۰). همه ماهیچه های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی شوند. شما چه ماهیچه های اسکلتی را می شناسید که به استخوان متصل نیستند؟



شکل ۱۰- عملکرد ماهیچه های متقابل



تست ۱۲: کدام عبارت درست است؟

- (۱) هر ماهیچه اسکلتی باعث حرکت استخوان می شود.
- (۲) هر استخوانی تحت نیروهای انقباضی ماهیچه ها فقط در یک جهت حرکت می کنند.
- (۳) حرکت هر استخوانی در محل مفصل وابسته به انقباض ماهیچه اسکلتی است.
- (۴) هر بنداره ارادی نوعی ماهیچه حلقوی اسکلتی است.

پاسخ:



تست ۱۳: کدام عبارت برای تکمیل جمله زیر مناسب

نیست؟

هر ماهیچه‌ای که، اسکلتی است.

(۱) در تماس با لایه خارجی چشم قرار دارد.

(۲) تحت تأثیر بخش پیکری دستگاه عصبی، حرکت غیرارادی

انجام دهد.

(۳) دارای گیرنده حس وضعیت بدن است.

(۴) از طریق زردپی‌های خود موجب نگه‌داری دو استخوان در

محل مفصل می‌شود.

پاسخ:



تست ۱۴: کدام عبارت درست است؟

(۱) هیچ حرکت ارادی بدون دخالت ماهیچه اسکلتی ممکن

نیست.

(۲) در هر انعکاسی که ماهیچه حرکت غیرارادی انجام می‌دهد،

دستگاه عصبی خودمختار دخالت دارد.

(۳) هر ماهیچه‌ای که دارای تارهای با بیش از یک هسته باشد،

ماهیچه اسکلتی است.

(۴) دستور حرکتی هر ماهیچه اسکلتی توسط مغز صادر

می‌شود.

پاسخ:



تمرین ۱۲: با علامت + و - مشخص کنید که هر یک از

موارد زیر از ویژگی‌های کدام ماهیچه می‌باشد؟

ویژگی	اسکلتی	صاف	قلبی
حرکت غیرارادی			
حرکت ارادی			
حرکت کرمی شکل			
حرکت موضعی			
دارای تار تک هسته‌ای			
دارای یاخته دوکی شکل			

پاسخ:

گرچه ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند، ولی بعضی از این ماهیچه‌ها به صورت غیرارادی هم منقبض می‌شوند. انقباض ماهیچه‌ها در اثر انعکاس نمونه‌ای از این انقباض‌هاست که با آن‌ها در گذشته آشنا شدید. ماهیچه‌ها همچنین با انقباض خود در حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت مؤثرند (جدول ۲)

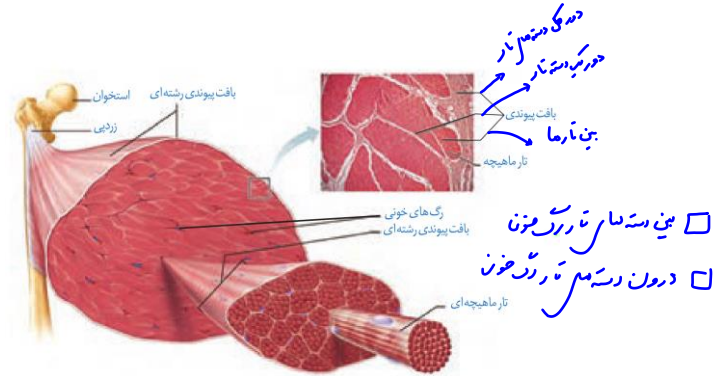
جدول ۲- اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل درجه‌های 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 می‌کنند.
حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت‌وساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

ساختار ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی مانند آنچه که در شکل ۱۱ دیده می‌شود از چندین دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می‌آیند (شکل ۱۱). زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا

می‌شود. مثلاً با کوتاه شدن حدود یک سانتی متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می‌کند.



شکل ۱۱- ساختار ماهیچه اسکلتی

تمرین ۱۳: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید:

- الف- برای ساخت هر تار ماهیچه دو سر بازو (یک-چند) یاخته شرکت داشته‌اند.
- ب- هر تار ماهیچه‌ای دو سر بازو (یک-چند) یاخته (یک-چند) هسته‌ای است.
- پ- در ماهیچه دو سر بازو دسته‌ای از (تارها- تارچه‌ها) توسط غلاف پیوندی احاطه می‌شود.
- ت- زردپی‌ها، غلاف پیوندی اطراف تارهای ماهیچه اسکلتی‌اند که الزاماً به استخوان متصل (می‌شوند- نمی‌شوند)

پاسخ:

یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته‌های

ماهیچه‌ای مانند استوانه‌ای با **چندین هسته** دیده می‌شوند. در واقع هر یاخته از **به هم پیوستن چند یاخته** در دوره جنینی ایجاد می‌شود و به همین علت چند هسته دارد. درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام **تارچه** ماهیچه‌ای وجود دارد که **موازی هم در طول یاخته** قرار گرفته‌اند (شکل ۱۲).

تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **خط Z** دیده می‌شود. آیا با توجه به شکل ۱۳ می‌توانید علت این نام‌گذاری را حدس بزنید؟ ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی

اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند. رشته‌های اکتین **نازک** و از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های میوزین، **ضخیم** و بین رشته‌های اکتین جاگرفته‌اند. این رشته‌ها **سرهایی** برای اتصال به اکتین دارند. آیا می‌توانید با توجه به شکل ۱۴ و نحوه قرارگیری رشته‌های اکتین و میوزین، علت تیره و روشن دیده شدن این تارهای ماهیچه‌ای را بیان کنید؟

✓ در هر یاخته جانور یک رشته سرزده اکتین و میوزین وجود دارد.
✓ کتودما (پلان ما) (PLA) که قطعات سدانده، اکتین و میوزین دارند.

تمرین ۱۴: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف- غلاف پیوندی اطراف هر دسته تار ماهیچه‌ای، زردپی را می‌سازند.
- ب- بافت پیوندی دور تارهای ماهیچه‌ای همانند کپسول مفصل از نوع بافت پیوندی رشته‌ای است.
- پ- در بنداره خارجی مخرج یاخته‌های ماهیچه‌ای مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند.
- ت- درون سامانه هاورس همانند درون بافت پیوندی ماهیچه چهار سر ران ماهیچه صاف یافت می‌شود.

پاسخ:

تست ۱۵: ممکن نیست در هر
 (۱) سارکومر تعداد رشته‌های اکتین از تعداد رشته‌های میوزین بیشتر باشد.

- (۲) تارچه تعداد واحدهای تکراری از تعداد خط Z کم‌تر باشد.
- (۳) ماهیچه اسکلتی تعداد تارهای ماهیچه‌ای از تعداد تارچه‌ها کم‌تر باشد.
- (۴) تار ماهیچه اسکلتی تعداد سارکومرها از تعداد تارچه‌ها بیشتر باشد.

پاسخ:

تست ۱۶: چند مورد درست است؟

* رشته‌های اکتین متصل به هر خط Z، مربوط به یک سارکومر می‌باشند.

* دو طرف خط Z، بخش روشن وجود دارد.

* در بخش تیره هر سارکومر رشته‌های اکتین و میوزین حضور دارند.

* با کوتاه شدن طول هر سارکومر سرهای آزاد اکتین‌ها به هم نزدیک می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

پاسخ:

تست ۱۷: به دنبال کوتاه شدن طول (۱) اکتین، خط‌های Z به هم نزدیک می‌شوند. (۲) میوزین، خط‌های Z به هم نزدیک می‌شوند. (۳) تارچه، ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند. (۴) سارکومرها، اندازه بخش‌های تیره کوتاه می‌شوند.

پاسخ:

تمرین ۱۵: جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید:

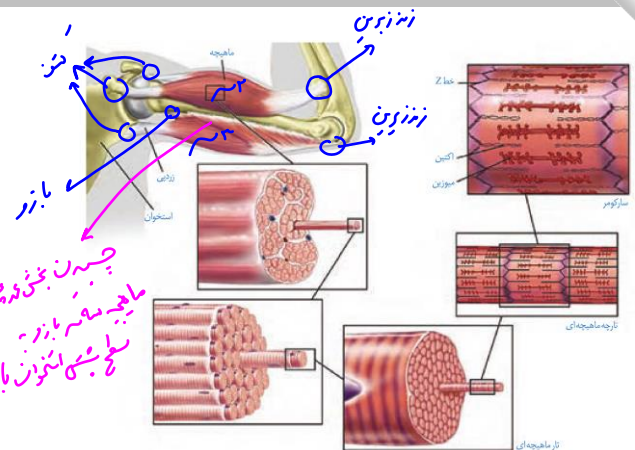
الف) مولکول‌های میوزین از قسمت (سر- دم) به هم می‌چسبند.

ب- زردپی ماهیچه دو سر بازو به استخوان زند (زیرین- زیرین) متصل است.

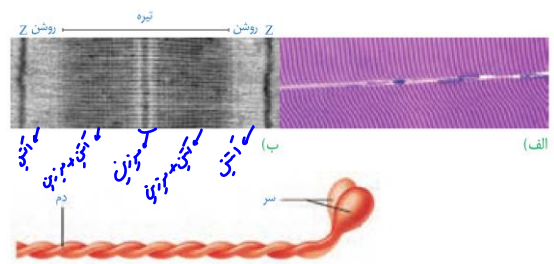
پ- به دنبال تغییر شکل پروتئین‌های (میوزین- اکتین) طول سارکومر کوتاه می‌شود.

ت- با اتصال ناقل عصبی به گیرنده خود در سطح (تار- تارچه) ، (سرهای- دم‌های) پروتئین میوزین به اکتین متصل می‌شود.

پاسخ:



شکل ۱۲- اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط

(الف) و سارکومر (ب)

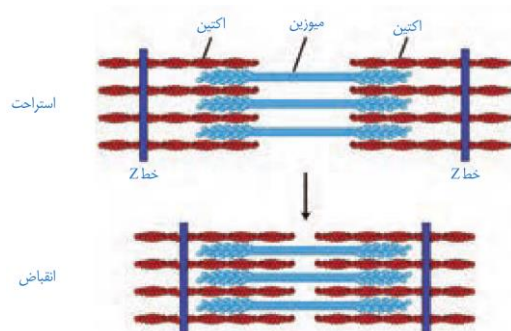
شکل ۱۴- بخش‌های مختلف مولکول میوزین

مکانیسم انقباض ماهیچه

با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه (سیناپس) ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود.

با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.

با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، دو خط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

تار تار
زردپی
زردپی



تمرین ۱۶: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- ناقل عصبی سبب ایجاد یک موج تحریکی در طول غشای تارچه می‌شود.

ب- سرهای میوزین‌ها موجب کشیده شدن اکتین‌ها به سمت وسط سارکومر می‌شوند.

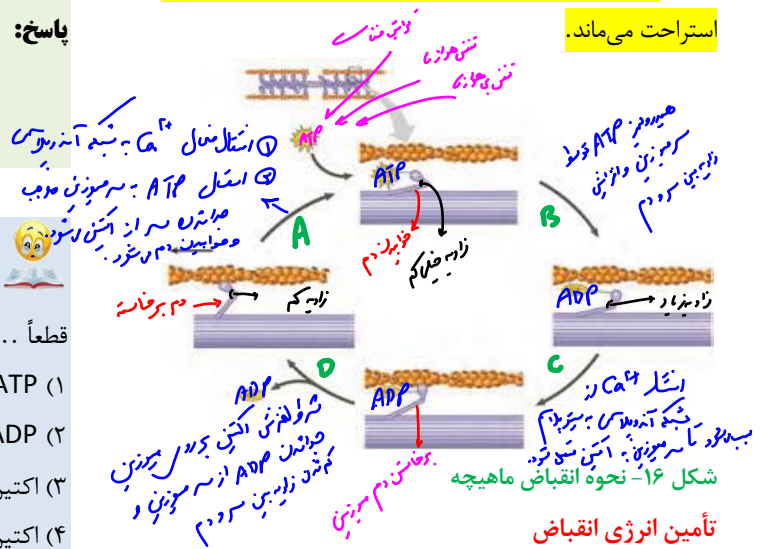
پ- هم برای انقباض ماهیچه و هم برای توقف ماهیچه ATP مصرف می‌شود.

ت- در هر ثانیه سرهای میوزین می‌توانند صدها ATP را به ADP تبدیل کنند.

پاسخ:

لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های اتصال میوزین و اکتین دائماً تشکیل و سپس با حرکتی مانند پارو زدن به یک سمت کشیده شود. سپس سرهای متصل جدا 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 می‌شود (شکل ۱۶).

توقف انقباض: پس از آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی، این یون‌ها به سرعت با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.



تست ۱۸: هر گاه سر میوزین به متصل است قطعاً

(۱) ATP - سر میوزین به اکتین هم متصل است.

(۲) ADP - سر میوزین به اکتین هم متصل است.

(۳) اکتین - هیچ ATP به سر میوزین متصل نیست.

(۴) اکتین - هیچ ADP به سر میوزین متصل نیست.

پاسخ:

بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید. در ماهیچه‌ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند. برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.

تمرین ۱۷: در ارتباط با نحوه انقباض ماهیچه ترتیب مراحل زیر را مشخص کنید:

الف- لغزیدن اکتین روی میوزین

ب- اتصال ATP به سر میوزین

پ- اتصال میوزین به اکتین

ت- هیدرولیز ATP به ADP

ث- جدا شدن ADP از سر میوزین

پاسخ:

ماده دیگر **کراتین فسفات** است که طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

$$C + ATP \rightarrow CP + ADP$$

ماهیچه‌ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارد. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها **لاکتیک اسید** تولید می‌شود که در ماهیچه انباشته می‌شود. انباشته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای

یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تند و کند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی براساس سرعت انقباض است. بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند. تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به نام **میوگلوبین (شبه هموگلوبین)** دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها بیش‌تر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شکل ۱۷).

تارهای ماهیچه‌ای تند (یا سفید) سریع منقبض می‌شوند. این تارها مسئول انجام **انقباضات سریع** مثل دوی سرعت و بلندکردن وزنه‌اند. این تارها تعداد میتوکندری کم‌تری دارند و انرژی خود را بیش‌تر از راه **تنفس بی‌هوازی** به دست می‌آورند. مقدار میوگلوبین این تارها هم کم‌تر است. این تارها سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند. افراد کم‌تحرك، تار ماهیچه‌ای تند بیش‌تری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند (شکل ۱۷).



تمرین ۱۸: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- هر چه مقدار کراتین در ماهیچه‌ها افزایش یابد از میزان ADP یاخته کاسته می‌شود.

ب- هر چه مقدار تولید لاکتیک اسید در ماهیچه‌ها افزایش یابد، فعالیت آنزیم انیدراز کربنیک کاسته می‌شود.

پ- در انقباضات طولانی مدت، مصرف گلوکز در ماهیچه‌ها کاهش می‌یابد.

ت- آنزیم‌های ترشح شده توسط غده بزاقی می‌توانند قند ذخیره‌ای در ماهیچه‌ها را آب‌کافت کند.

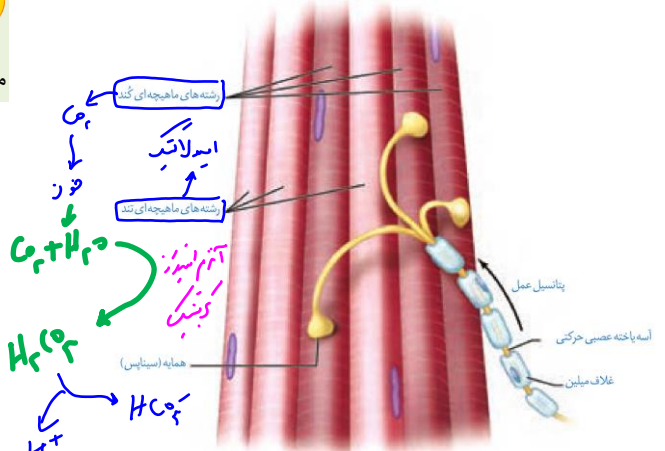
پاسخ:



تمرین ۱۹: در جدول زیر تارهای ماهیچه‌ای تند و کند را مقایسه کنید:

ویژگی	تارهای تند	تارهای کند
۱) مقدار میوگلوبین		
۲) نوع تنفس سلولی		
۳) تعداد میتوکندری‌ها		
۴) مقدار ذخیره O_2		
۵) رنگ تار		
۶) درصد تارهای افراد کم‌تحرك		
۷) درصد تارهای شناگران		
۸) درصد تارهای وزنه‌برداران		

پاسخ:



شکل ۱۷- تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

فعالیت ۴: الف) به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دوندگان دوی صدمتر و ماراتن از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه‌ای تند و کند وجود دارد؟

ب) کدام گروه هنگام فعالیت ورزشی حرف‌های خود به اکسیژن نیاز بیش‌تری دارند؟

پ) مقدار میوگلوبین ماهیچه‌های مؤثر در ورزش حرفه‌ای این ورزشکاران چه تفاوتی دارد؟

حرکت در جانوران

جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پروازکردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکات‌اند. با این وجود، **اساس حرکت در جانوران مشابه است**؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. **برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای هستند.**

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه **آب‌ایستایی، بیرونی و درونی** طبقه‌بندی کرد. اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد. عروس دریایی اسکلت آب‌ایستایی دارد. در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.

حشرات، سخت پوستان و حلزون‌ها! نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازه جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیش‌تر نمی‌شود.

مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه ماهی، جنس این اسکلت از **نوع غضروفی** است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران **بسیار شبیه** ساختار استخوان انسان است.

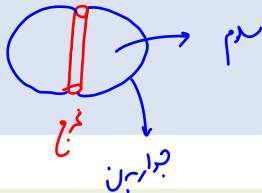
فعالیت ۵: با استفاده از منابع علمی تحقیق کنید هر یک از انواع اسکلت درونی یا بیرونی چه مزایا و محدودیتهایی دارند. نتایج تحقیق خود را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

تست ۱۹: چند مورد صحیح است؟

- * هر مهره‌دار فاقد اسکلت استخوانی، گردش خون ساده دارد.
- * هر جانور دارای اسکلت بیرونی، تنفس نایبسی دارد.
- * هر جانور دارای شش، دارای اسکلت درونی است.
- * هر جانور دارای اسکلت آب‌ایستایی، فاقد سلئوم است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

پاسخ:



تمرین ۲۰: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید:

الف- اساس حرکت در عروس دریایی و ملخ (مشابه- متفاوت) است.

ب- در عروس دریایی بالغ (برخلاف- همانند) هیدر بالغ با (ورود آب به- خروج آب از) حفره گوارشی جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

ت- هر چه اسکلت جانور دارای (پروتونفریدی- لوله‌های مالپیگی) بزرگ‌تر شود، ضخیم‌تر نیز می‌شود.

پاسخ:

تست ۲۰: کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است.
- ۲) در مهره‌داران با اسکلت غضروفی، غدد راست روده‌ای وجود دارد.
- ۳) هر جانوری در طول زندگی خود برای کسب غذا از جایی به جایی دیگر می‌رود.
- ۴) هر جانور دارای اسکلت درونی قطعاً گردش خون بسته دارد.

پاسخ: