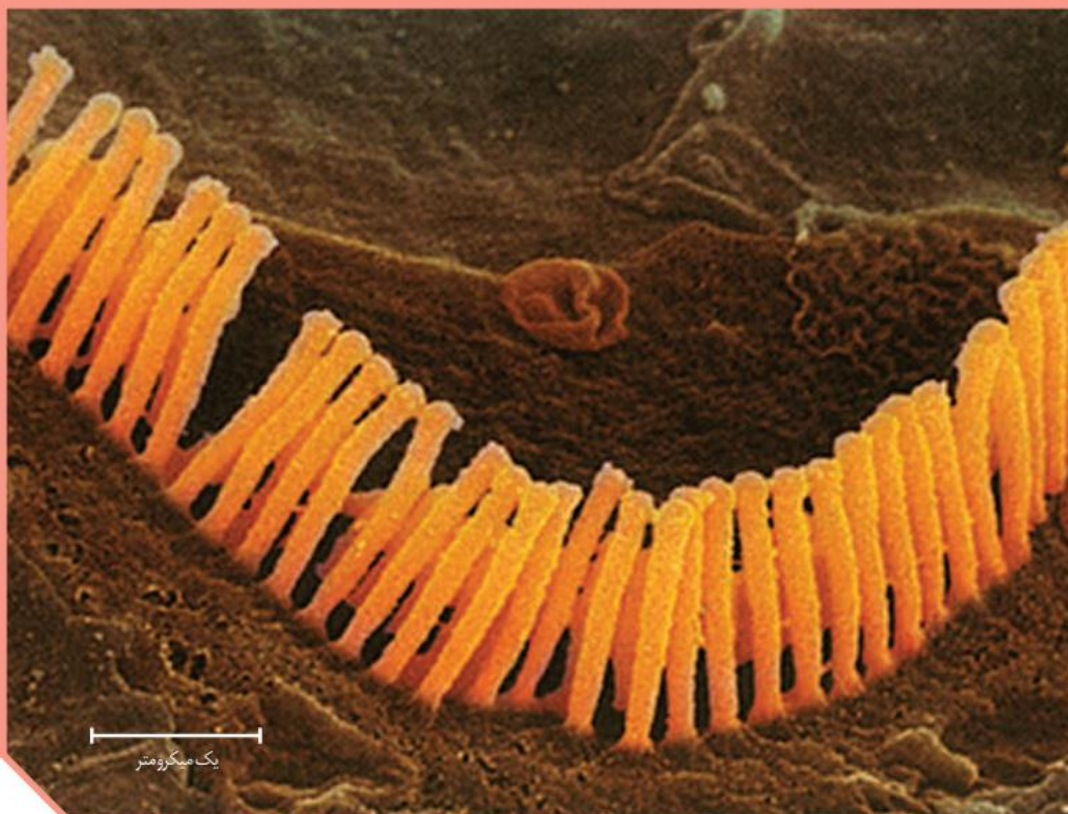




مژک‌ها اندازه تقریباً یکسانی دارند.

فصل ۲

حواس

تصویر مژک‌های یاخته گیرنده شنوایی با میکروسکوپ الکترونی

اکنون که این متن را می‌خوانید، چشم‌های شما، پیام‌های بینایی را به مغز ارسال می‌کنند. وقتی به صفحه کتاب دست می‌زنید، اطلاعاتی از پوست به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسد. در این حالت، دستگاه عصبی از وضعیت نشستن شما و میزان اکسیژن خون شما نیز آگاه است. بدن چگونه اطلاعات گوناگون را دریافت می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد؟ چرا گاهی تماس ساعت یا عینک با پوست خود را احساس نمی‌کنیم؟ چرا فردی که تحت عمل جراحی قرار دارد، دردی احساس نمی‌کند؟ چرا برخی جانوران می‌توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، نمی‌توانیم آنها را درک کنیم؟

حواس ویژه

یاخته عصبی: گیرنده‌های نوری، گیرنده‌های بویایی
یاخته غیرعصبی: گیرنده‌های شنوایی و تعادلی، گوش، گیرنده‌های چشایی

یاخته تمایز یافته

گیرنده

بخشی از دندریت نورون حسی: گیرنده‌های حس تماسی، گیرنده‌های دما، گیرنده‌های حس وضعیت، گیرنده‌های درد، حواس پیگیری

گیرنده‌ها براساس نوع محرک

- ۱- مکانیکی: گیرنده‌های حس تماسی، حس وضعیت، گیرنده‌های فشارخون رگ‌ها، گیرنده‌های شنوایی و تعادلی - گیرنده خط چابکی ماهی، گیرنده صدا در پای چیرچیرک
- ۲- شیمیایی: گیرنده‌های میزان اکسیژن در سرخرگ‌ها، گیرنده‌های بویایی، گیرنده‌های چشایی، گیرنده موجود در موهای پای مگس
- ۳- دما: گیرنده‌های دما، گیرنده قیوسرخ در مار
- ۴- درد: گیرنده‌های درد
- ۵- نوری: گیرنده‌های نوری چشم، گیرنده‌های چشم مرکب



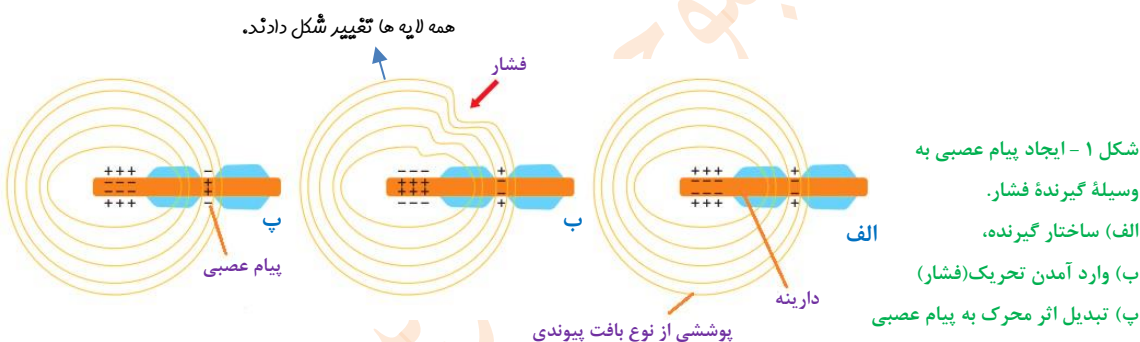
گفتار ۱ | گیرنده های حسی

گیرنده حسی، باخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت می کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می شود. صدا، فشار، اکسیژن، گرما و نور نمونه هایی از این محرک ها هستند که هر کدام گیرنده ویژه ای را در بدن تحریک می کنند. گیرنده های حسی انسان گوناگون اند؛ ولی می توان آنها را براساس **نوع محرک**، در پنج دسته کلی طبقه بندی کرد:

گیرنده های مکانیکی، شیمیایی، دمائی، نوری و درد. در ادامه درس با این گیرنده ها آشنا می شوید.

کار گیرنده های حسی

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می کند؟ در فصل قبل با چگونگی ایجاد پیام عصبی در باخته های عصبی آشنا شدید. عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می دهند. شکل ۱، یک **گیرنده فشار پوست** را نشان می دهد. این **گیرنده انتهای دارینه یک نورون حسی** است که **درون پوششی چند لایه و انعطاف پذیر از نوع بافت پیوندی** قرار دارد. فشردن این پوشش، رشته دارینه را تحت فشار قرار می دهد و در آن تغییر شکل ایجاد می کند. در نتیجه کانال های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می کند. به این ترتیب در دارینه، پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می شود.



گیرنده ها سازش پیدا می کنند

شاید توجه کرده باشید که بوی غذا یا عطر را پس از گذشت مدتی، دیگر احساس نمی کنیم. در این حالت، آیا مولکول های بودار در محیط کم می شوند، یا گیرنده های بو درست کار نمی کنند؟ **وقتی گیرنده ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند، پیام عصبی کمتری ایجاد می کنند، یا اصلاً پیامی ارسال نمی کنند.** این پدیده را **سازش گیرنده ها** می نامند.

سازش گیرنده ها چه فایده ای دارد؟

نکات مهم

- با توجه به شکل می توان گفت پوشش چند لایه ایی از بافت پیوندی قسمت انتهایی دندریت که نقش گیرنده دارد را پوشیده است نه همه دندریت را. (دقت کنید پوشش پیوندی در اطراف میلین و دندریت نیز وجود دارد)
- هر محرکی که باعث تغییر در پوشش اطراف گیرنده فشار می شود، باعث ایجاد پتانسیل عمل نمی شود چون ممکن است سازش پیدا کند. ولی اگر در گیرنده فشار پتانسیل عمل ایجاد شد قطعاً پوشش اطراف آن تغییر کرده است.
- لطفاً توجه کنید که درک و تشخیص محرک ها برعهده گیرنده نیست بلکه برعهده مغز است.
- در گیرنده فشار می توان میلین مشاهده کرد پس هسته، فام تن و .. مربوط به سلول های پشتیبان در آن وجود دارد.

پدیده سازش گیرنده های فشار در پوست، موجب می شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، اطلاعات کمتری به مغز ارسال می شود. در نتیجه مغز می تواند اطلاعات مهم تری را پردازش کند. مثال های دیگری از سازش گیرنده ها را که تجربه کرده اید، بیان کنید. مثل: ساعت - انگشتی - عینک و ...

فعالیت

گیرنده های زیر را در پنج گروه گیرنده که با آنها آشنا شدید، طبقه بندی کنید.

گیرنده های چشایی روی زبان ، گیرنده میزان اکسیژن در آنورت ، گیرنده های شبکیه چشم ، گیرنده گرما ،
 شیمیایی شیمیایی شیمیایی گیرنده دمایی
 گیرنده فشار پوست ، گیرنده بویایی بینی ، گیرنده فشار خون دیواره رگ ها
 مکانیکی شیمیایی مکانیکی

حواس را به دو گروه تقسیم می کنند

گروهی از گیرنده ها مانند گیرنده های دما در بخش های گوناگون بدن پراکنده اند و گروهی از گیرنده های بدن ما در اندام های ویژه ای قرار دارند؛ مانند گیرنده های بینایی در چشم. از این رو، حواس را به دو گروه **حواس پیکری** و **حواس ویژه** تقسیم کرده اند. در ادامه درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می شوید.

حواس پیکری

در بخش های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه های اسکلتی و زرد پی ها، گیرنده هایی به نام گیرنده های حس های پیکری وجود دارند. حس های پیکری شامل حس **تماس**، **دما**، **وضعیت** و **درد**ند. **انتهای دارینه آزاد**، مانند گیرنده های درد، یا **انتهای دارینه های درون پوششی** از بافت پیوندی مانند **گیرنده فشار در پوست**، نمونه هایی از گیرنده های حواس پیکری اند (شکل ۱)

گیرنده های تماسی: گیرنده های مکانیکی اند که با **تماس**، **فشار** یا **ارتعاش**

تحریک می شوند (شکل ۲). این گیرنده ها، مثلاً در **پوست** وجود دارند. تعداد گیرنده های تماس در پوست بخش های گوناگون بدن متفاوت است و بخش هایی که تعداد گیرنده های بیشتری دارند، مانند **نوک انگشتان و لب ها**، حساس ترند.

گیرنده های دمایی: در بخش هایی از درون بدن، مانند **پنج سیاهرگ های بزرگ** و **پوست** جای دارند. گیرنده های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن و گیرنده های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می کنند.

نکات مهم

- ۱) در گیرنده های پیکری، هدایت پیام عصبی داریم نه انتقال پیام عصبی. چون قسمتی از دندریت هستند.
- ۲) گیرنده های حساس به افزایش دی اکسید کربن و یون هیدروژن در بصل النخاع قرار دارند و پیام را بدون نیاز به عصب محیطی به بصل النخاع ارسال می کنند.
- ۳) هر گیرنده شیمیایی جزء حواس ویژه نیست مثل گیرنده میزان اکسیژن در آنورت. (توجه کنید گیرنده دما و گیرنده درد فقط جزء حواس پیکری هستند و گیرنده نوری فقط جزء حواس ویژه می باشد).
- ۴) در پوست سه نوع گیرنده وجود دارد (تماسی، دمایی و فشار) البته این گیرنده ها در بخش های دیگر نیز یافت می شوند.
- ۵) هر گیرنده فاقد پوشش پیوندی فقط گیرنده درد نیست. می تواند گیرنده وضعیت باشد. (گیرنده های حواس ویژه نیز فاقد پوشش پیوندی اند)

نکات شکل ۲

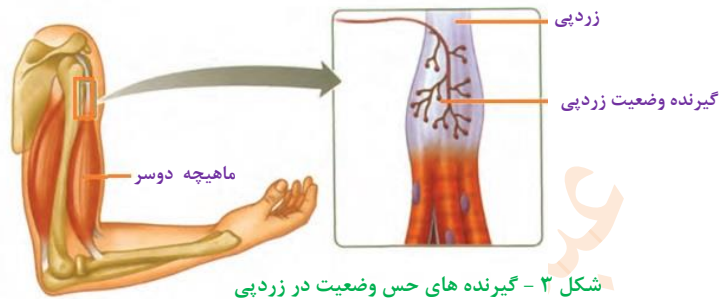
- ۱- در لایه درم و اپی درم گیرنده های بدون پوشش پیوندی، مشاهده می شوند.
- ۲- در لایه درم رگ خونی، رگ لنفی و پیوندی سست یافت می شود. در اپیدرم رگ خونی وجود ندارد.
- ۳- با توجه به شکل انتهای گیرنده فشار برخلاف دیگر گیرنده ها بدون انشعاب است.
- ۴- یاخته های پوششی در قسمت هایی به درم نفوذ کرده اند و اطراف پیاز مو را احاطه کرده اند.
- ۵- قطر مجرای عرق از عمق به سطح کمتر است.
- ۶- در زیر درم بافت چربی وجود دارد که رگ ها در این قسمت قطور ترند و گیرنده فشار نیز در آن مشاهده می شود.
- ۷- در لایه درم بافت ماهیچه ایی که به پیاز مو متصل است نیز مشاهده می شود.
- ۸- در لایه درم گیرنده های بیشتری وجود دارند.



شکل ۲) گیرنده های پوست

مخچه

فعالیت گیرنده های مکانیکی **حس و وضعیت** موجب می شود که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده های حس وضعیت در **ماهیچه های اسکلتی، زردپی ها و کپسول پوشاننده مفصل ها** قرار دارند و به **کشیده شدن حساس** اند. مثلاً وقتی دست خود را حرکت می دهید، گیرنده های درون **ماهیچه کشیده و تحریک می شوند**.



گیرنده های درد در پوست و برخی بخش های دیگر بدن مانند **دیواره سرخرگ ها** قرار دارند. گیرنده های درد به آسیب بافتی پاسخ می دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید ایجاد می شود. **گیرنده های درد سازش پیدا نمی کنند**. در نتیجه، این پدیده کمک می کند مادامی که محرک آسیب رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد.

درد یک ساز و کار حفاظتی است. هرگاه باخته ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد؛ مثلاً نشستن طولانی مدت ممکن است موجب **آسیب دیدن پوست** در محل نشیمن گاه شود. بنابراین، فرد به طور ناخودآگاه تغییر وضعیت می دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می شود.

پس به صورت انعکاسی است (و محل آسیب پوست است نه ماهیچه)

هر گیرنده حواس پیکری که

۲) در سرخرگ ها وجود دارد: **گیرنده فشار - گیرنده درد - گیرنده میزان اکسیژن**

۴) تحت تأثیر محرک شیمیایی و مکانیکی تحریک می شود: **گیرنده درد**

۶) در هنگام تپ تحریک می شود: **گیرنده دمایی**

۶) در هنگام تماس دست با جسم داغ، باعث راه اندازی انعکاس عقب کشیدن دست می شود: **گیرنده درد**

۱) عمقی ترین گیرنده پوست می باشد: **گیرنده فشار**

۳) در نوک انگشتان و لب ها بیشتر است: **گیرنده تماسی**

۵) ناقل عصبی را به فضای سیناپسی انتقال می دهد: **هیچکدام**

۶) در هنگام تماس دست با جسم داغ، باعث راه اندازی انعکاس عقب کشیدن دست می شود: **گیرنده درد**

نکات مهم

- ۱) هر گیرنده حساس به کشش یا تغییر طول ماهیچه، گیرنده حس وضعیت نیست. مثل گیرنده دیواره مثانه
- ۲) دقت کنید گیرنده حس وضعیت در کپسول پوشاننده مفصل های متحرک وجود دارد نه هر مفصلی.
- ۳) اگر زردپی دارای گیرنده وضعیت باشد قطعاً ماهیچه مربوط به آن گیرنده وضعیت دارد ولی برعکس آن صادق نیست چون بعضی از ماهیچه ها زردپی ندارند.
- ۴) هر رشته عصبی که با ماهیچه اسکلتی مرتبط است می تواند مربوط به نورون حرکتی پیکری باشد یا دندریت نورون حسی وضعیت باشد.
- ۵) همه گیرنده های بخش پیکری در پوست وجود ندارند مثل گیرنده حس وضعیت. توجه کنید گیرنده های حواس پیکری قسمتی از دندریت هستند پس می توان گفت جسم یاخته ایی، هسته، قام تن خطی ندارند.
- ۷) در مفاصل علاوه بر گیرنده وضعیت می توان گیرنده درد نیز مشاهده کرد که در بیماری نقرس باعث درد می شوند.
- ۸) در ماهیچه ها علاوه بر گیرنده حس وضعیت می توان گیرنده درد (بر اثر لاکتیک اسید یا درد ماهیچه رحم هنگام زایمان) و گیرنده کششی در مثانه را نیز یافت.
- ۹) گیرنده های حس وضعیت در دونوع بافت اصلی وجود دارند، ماهیچه ایی و پیوندی.

حواس ویژه

گفتار ۲

گیرنده های حواس ویژه شامل گیرنده های **حس بینایی**، **شنوایی**، **تعادل**، **بویایی** و **چشایی** اند که در اندام های حسی قرار دارند. این گیرنده ها در کدام بخش هر یک از این اندام ها قرار دارند؟

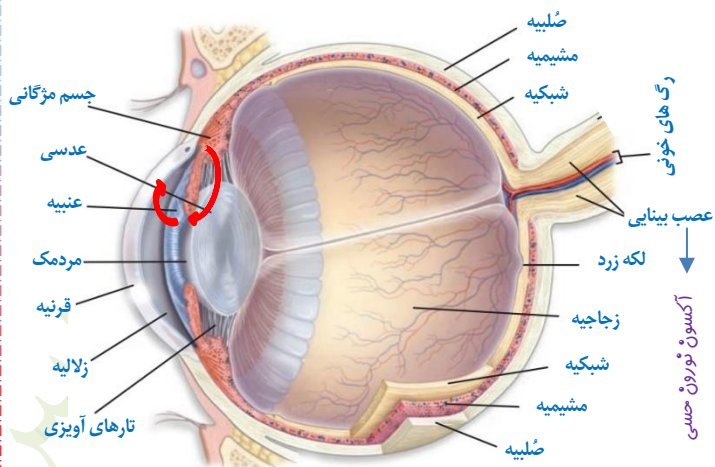
بینایی

ماهیچه ارادی و مخبط (البته ماهیچه های داخلی چشم همه صاف هستند).

بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می کنیم. کره چشم در حفره استخوانی کاسه چشم قرار دارد. ماهیچه هایی که به کره چشم متصل اند، آن را حرکت می دهند. این ماهیچه ها را در فعالیت تشریح چشم می توانید ببینید. **پلک ها**، **مژه ها**، **بافت چربی** روی کره چشم و **اشک** از چشم حفاظت می کنند. در شکل ۴ ساختار کره چشم را می بینید.

نکات شکل؛

- ۱- صلبیه، مشیمیه و شبکیه در سراسر کره چشم وجود ندارند. (صلبیه و مشیمیه در محل نقطه کور و در جلو مشاهده نمی شوند، شبکیه در جلو وجود ندارد).
- ۲- صلبیه با زجاجیه و زلالیه تماس ندارد.
- ۳- صلبیه از بیرون با ماهیچه اسکلتی واز داخل با ماهیچه صاف تماس دارد.
- ۴- انشعابات سرخرگی در محل نقطه کور ایجاد می شوند و انشعابات سیاهرگی در این محل به هم می پیوندند. (در عصب بینایی یک سرخرگ و یک سیاهرگ مشاهده می شود)
- ۵- زجاجیه با شبکیه، مشیمیه، جسم مژگانی، تار آویزی و عدسی تماس دارد و زلالیه با قرنیه، عدسی، جسم مژگانی و عنبیه و تارهای آویزی تماس دارد. (توجه کنید جسم مژگانی با شبکیه و قرنیه تماس ندارد و با عدسی نیز تماس مستقیم ندارد).
- ۶- گسترده ترین شبکه رگ های خونی در شبکیه می باشد.
- ۷- جنس غلاف عصب با صلبیه یکسان است. (پیوندی متراکم)
- ۸- ضخامت صلبیه همانند شبکیه در سراسر طولش یکسان نیست.



شکل ۴ الف) بخش های تشکیل دهنده کره چشم چپ از بالا

می دانید نوری را که از اجسام بازتاب پیدا می کند، گیرنده های نوری شبکیه دریافت می کنند. نور برای رسیدن به این یاخته ها از چه مسیری عبور می کند؟

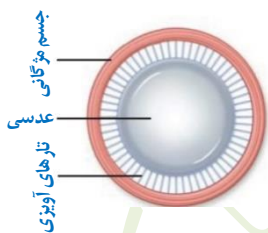
پیوندی متراکم

ساختار کره چشم: خارجی ترین لایه کره چشم از **صلبیه** و **قرنیه** تشکیل شده است. **صلبیه** پرده ای

سفید رنگ، محکم و قرنیه پرده شفاف جلوی چشم است. **لایه میانی** چشم شامل **مشیمیه**، **جسم مژگانی**

و **عنبیه** است. **مشیمیه** لایه ای رنگدانه دار و پر از مویرگ های خونی است.

فاقد رنگیزه بینایی است چون رنگیزه ها فقط در شبکیه وجود دارند.



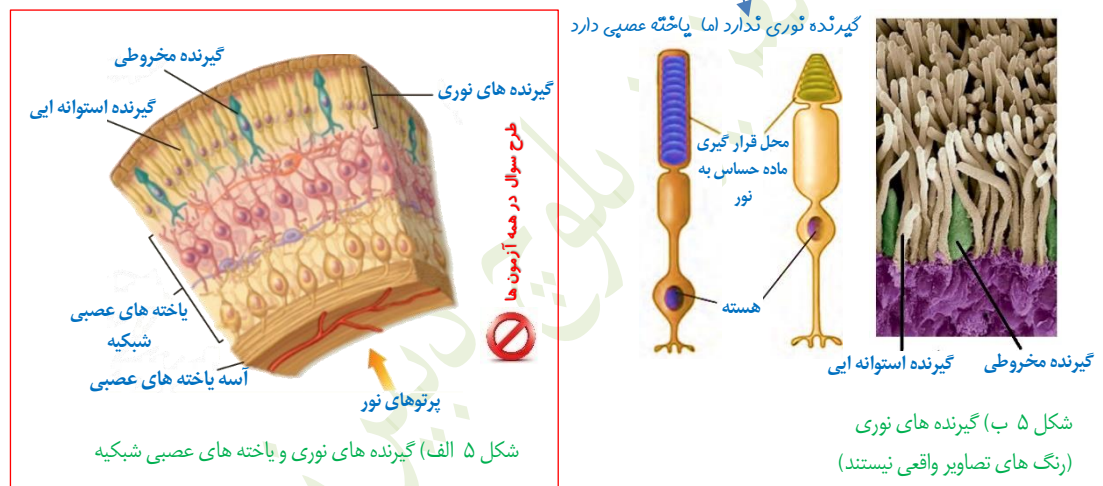
ب) عدسی چشم از روبه رو

نکات مهم

- ۱) توجه کنید در ساختار ماهیچه ها، رگ خونی و تارهای عصبی وجود دارند. (و از طرفی در رگ های خونی بافت پوششی نیز وجود دارد).
- ۲) عدسی و قرنیه مویرگ خونی ندارند. (زلالیه نقش تغذیه ای و دفع را انجام می دهد) اما دقت کنید سلول دارند پس هسته و میتوکندری یا سوخت و ساز دارند اما مردمک، زلالیه و زجاجیه ساختار سلولی ندارند.
- ۳) حواس ویژه توسط اعصاب مغزی به مغز می روند. اما حواس پیکری توسط اعصاب مغزی و نخاعی به دستگاه عصبی مرکزی می روند.
- ۴) زلالیه از طریق مویرگ های جسم مژگانی تراوش و بعد از تعادل از طریق مویرگ های عنبیه با آسم بر می گردد.
- ۵) از عوامل حفاظتی مژه و اشک ساختار سلولی ندارند و همچنین پلک ماهیچه اسکلتی ارادی است و زردپی ندارد.
- ۶) عدسی، زجاجیه، زلالیه و تارهای آویزی جزء هیچکدام از لایه ها نیستند. (دقت کنید قرنیه تغییر وضعیت نمی دهد).
- ۷) در جلوی قرنیه اشک وجود دارد که دارای لیزوزیم است و همچنین باعث شکست نور نیز می شود.
- ۸) با توجه به شکل عنبیه فقط با اجسام مژگانی تماس دارد و در دو سمت آن زلالیه است. (البته دقت کنید ضخامت جسم مژگانی از عنبیه بیشتر است)
- ۹) تحذب عدسی در سمت زجاجیه بیشتر است پس تماس آن با زجاجیه بیشتر است. (این نکته را در شکل ۴ فعالیت تشریح چشم بهتر متوجه می شوید)

جسم مژگانی، حلقه ای بین مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه های مژگانی است. عنبیه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ **مردمک** قرار دارد. دو گروه **ماهیچه صاف** عنبیه، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می کنند. ماهیچه های تنگ کننده را **اعصاب پادهم حس** و ماهیچه های گشاد کننده را **اعصاب هم حس** عصب دهی می کنند. **عدسی چشم همگرا**، انعطاف پذیر و با رشته هایی به نام **تار های آویزی** به جسم مژگانی متصل است (شکل ۴ ب). **مایعی شفاف** به نام **زلالیه** فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ ها ترشح می شود. زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع آوری می کند و به خون می دهد. ماده ای ژله ای و شفاف به نام **زجاجیه** در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می کند.

شبکیه داخلی ترین لایه چشم است که گیرنده های نوری، یعنی **یاخته های مخروطی و استوانه ای** و نیز **یاخته های عصبی** در آن قرار دارند (شکل ۵ الف). **آسه** یاخته های عصبی، **عصب بینایی** را تشکیل می دهند که پیام های بینایی را به مغز می برد. محل خروج عصب بینایی از شبکیه، **نقطه کور** نام دارد. درون گیرنده های نوری ماده حساس به نور وجود دارد (شکل ۵ ب).



اثر نور بر شبکیه: پرتوهای نور از قرنیه می گذرند و به علت انحنای آن همگرا می شوند. این پرتوها از زلالیه، سوراخ مردمک، عدسی و زجاجیه عبور می کنند. عدسی، پرتوهای نور را روی شبکیه و گیرنده های نوری آن متمرکز می کند.

نکات مهم

- در نور کم، اعصاب سمپاتیک باعث انقباض ماهیچه شعاعی عنبیه و در نتیجه گشاد شدن مردمک می شوند. اما در نور زیاد، اعصاب پاراسمپاتیک باعث انقباض ماهیچه حلقوی عنبیه و در نتیجه تنگ شدن مردمک می شوند. (دقت کنید اگر نورون سمپاتیک قطع شود مردمک همواره تنگ خواهد ماند و گشاد نمی شود چون نورون سمپاتیک باعث گشادی مردمک می شود). (مواظب باشید با فرایند انقباض ماهیچه ها به شدت ترکیب می شود).
- زلالیه همانند مایع مغزی - نخاعی از خون منشاء می گیرد، پس گویچه قرمز ندارد اما ماکروفاژ و گویچه های سفید می توانند حضور داشته باشند.
- جهت حرکت پیام عصبی و حرکت نور در دیواره شبکیه خلاف هم هست. (شکل ۵) و همچنین زجاجیه با گیرنده های نوری تماس ندارد.
- در شبکیه تعداد یاخته های استوانه ای از مخروطی بیشترند (به جزء از لکه زرد) و همچنین ماده حساس به نور نیز در استوانه ایی فراوان ترند پس می توان گفت که حساسیت گیرنده استوانه ایی بیشتر است یعنی در کمترین نور (شب) تحریک می شود اما یاخته مخروطی در نور زیاد (روز) تحریک می شود.
- گیرنده های نوری از نوع یاخته عصبی اند و اطراف خود نوروگلیا دارند و همچنین پیام را ابتدا به نورون های حسی شبکیه منتقل می کنند و سپس از طریق یاخته های عصب بینایی (آکسون) به مغز فرستاده می شوند. (دندریت و جسم یاخته ایی این یاخته ها در شبکیه قرار دارد).
- عنبیه با تنگ و گشاد کردن مردمک می تواند در تحریک گیرنده های نوری موثر باشد.
- با توجه به شکل یاخته استوانه ایی آکسون کوتاه تری دارد پس ناقل عصبی برای ترشح مسافت کمتری را طی می کند.
- بخش های شفاف چشم که در عبور نور نقش دارند می توانند ساختار سلولی داشته باشند. (مثل قرنیه و عدسی)
- نور برای رسیدن به گیرنده های نوری شبکیه از ۵ محیط شفاف عبور می کند. اشک - قرنیه - زلالیه - عدسی - زجاجیه (البته فرد عینکی نباشد)
- یاخته های عصبی در شبکیه فراوان هستند پس بیشترین یاخته های بافت عصبی در شبکیه، سلول های نورگلیا هستند.

برای تشخیص نقطه کور از لکه زرد در شکل ۵، به منشعب شدن رگ های خونی دقت کنید که در محل نقطه کور می باشد.

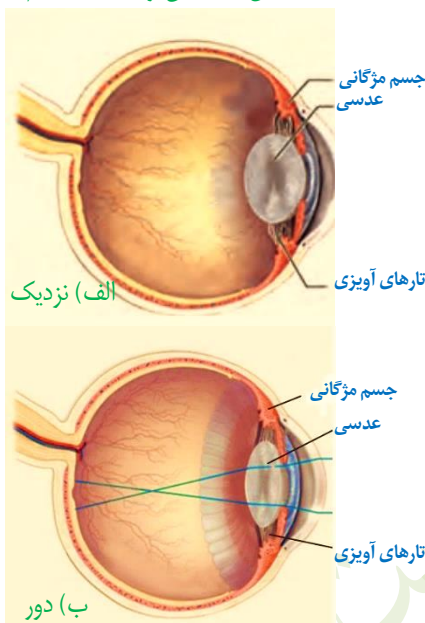
رگ های خونی
محل خروج عصب بینایی (نقطه کور)
لکه زرد



شکل ۵ - پ) مشاهده شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه

یاخته های استوانه ای در **نور کم** و یاخته های مخروطی در **نور زیاد** تحریک می شوند. گیرنده های مخروطی، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان پذیر می کنند. بخشی از شبکیه را که در امتداد محور نوری کره چشم قرار دارد، **لکه زرد می نامند**. این بخش در دقت و تیزبینی اهمیت دارد؛ زیرا گیرنده های مخروطی در آن فراوان ترند. با برخورد نور به شبکیه، ماده حساس به نور، درون گیرنده های نوری تجزیه می شود و واکنش هایی را به راه می اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می شود. **ویتامین A برای ساخت ماده حساس به نور لازم است.**

شکل ۶ - تطابق برای دیدن اجسام



نور تجزیه

تطابق: با تغییر همگرایی عدسی چشم، می توان اجسام دور و نزدیک را واضح دید. هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه های جسم مژگانی، عدسی ضخیم می شود. وقتی به اشیای دور نگاه می کنیم با استراحت این ماهیچه ها، عدسی باریک تر می شود. به این ترتیب، تصویر در هر حالت روی شبکیه تشکیل می شود. این فرایند ها تطابق نام دارد (شکل ۶).



نکات مهم

- هر مایعی که با قرنیه تماس دارد می تواند منظور **اشک** یا **زلالیه** باشد.
- یاخته ای که در شبکیه توانایی تولید پیام عصبی دارد می تواند گیرنده نوری یا یاخته عصبی باشد. (البته گیرنده مصرف ویتامین A دارد.
- با انقباض ماهیچه حلقوی عنبیه برخلاف ماهیچه شعاعی، گیرنده های نوری کمتری تحریک می شوند. (چون حلقوی تنگ کننده مردمک است)
- ماهیچه ای که باعث تغییر قطر مردمک می شود، عنبیه است. اما ماهیچه ای که باعث تغییر قطر عدسی می شود، جسم مژگانی است.
- ماهیچه ای که در تطابق نقش دارد، جسم مژگانی است. و ماهیچه ای که تنظیم کننده میزان نور ورودی به چشم است، عنبیه است (در نور زیاد ماهیچه حلقوی منقبض می شود و ماهیچه شعاعی استراحت می کند و در نور کم ماهیچه شعاعی منقبض و ماهیچه حلقوی استراحت می کند).
- خیلی توجه کنید هر ماهیچه ای برای انقباض نیاز به کلسیم دارد، پس اگر در سوال مطرح شود که کلسیم در شبکه آندوپلاسمی کم می شود یا از شبکه آندوپلاسمی آزاد می شود منظور انقباض ماهیچه است و اگر گفته شود که کلسیم با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی برمی گردد، منظور استراحت ماهیچه است.
- کمبود صفرا باعث ایجاد اختلال در جذب چربی ها و ویتامین های محلول در چربی مثل ویتامین A می شود و در بینایی اختلال ایجاد می کند.
- لایه ایی از چشم که در تغییر قطر مردمک و عدسی نقش دارد، منظور لایه میانی است. (به ترتیب جسم مژگانی و عنبیه)

بیماری های چشم

برای دیدن درست اجسام، **قرنیه**، **عدسی** و **کره چشم** باید شکل ویژه ای داشته باشند، تا پرتوهای نور به طور دقیق روی شبکیه متمرکز شوند.

نزدیک بینی و دور بینی: در افراد **نزدیک بین**، کره چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور اجسام دور، در جلوی شبکیه

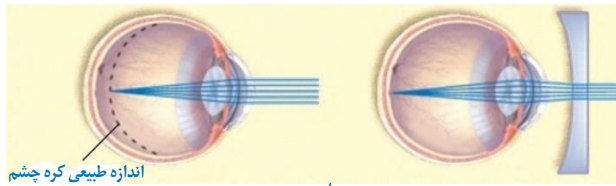
متمرکز می شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح نمی بیند.

نه اینکه اصلاً نبیند.

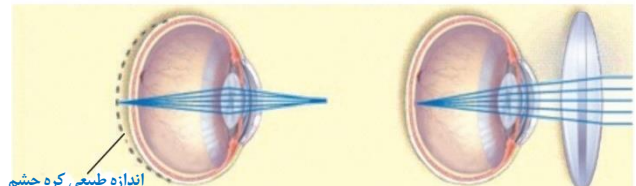
در فرد **دور بین**، کره چشم از اندازه طبیعی کوچک تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیه متمرکز می شوند و

فرد این اجسام را واضح نمی بیند.

نه اینکه اصلاً نبیند.



اندازه طبیعی کره چشم



اندازه طبیعی کره چشم

ب) چشم نزدیک بین و اصلاح آن **تعدیل زیاد عدسی، باعث نزدیک بینی**

الف) چشم دور بین و اصلاح آن **تعدیل کم عدسی، باعث دور بینی**



فعالیت

با استفاده از شکل ۷ بگویید نزدیک بینی و دور بینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می شوند؟

در برخی افراد، علت **نزدیک بینی و دور بینی**، **تغییر همگرایی عدسی چشم** است. با استفاده از آنچه آموختید، بگویید تغییر

همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک بینی و دور بینی می شود؟

همگرا بودن بیش از حد عدسی، موجب نزدیک بینی و کم بودن تمرب آن به دور بینی منجر می شود.

آستیگماتیسم: اگر **سطح عدسی** یا **قرنیه** کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به هم می رسند و روی یک

نقطه شبکیه متمرکز نمی شوند. در نتیجه **تصویر واضحی** تشکیل نمی شود. در این حالت، چشم دچار آستیگماتیسم است

(شکل ۸). برای اصلاح دید این فرد از عینکی استفاده می کنند که عدسی آن عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران

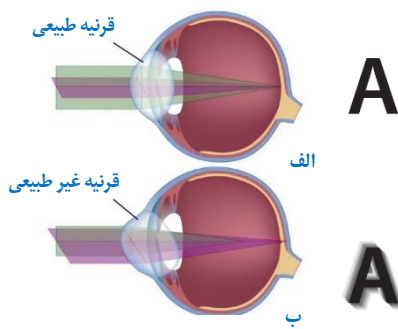
می کند.

پیر چشمی: با افزایش سن، انعطاف پذیری عدسی چشم کاهش پیدا می کند و تطابق دشوار می شود. این حالت را پیر چشمی

می گویند که به کمک عینک های ویژه اصلاح می شود.

نکات مهم

- تغییر قطر مردمک و انقباض عنبیه، بر اثر تغییر میزان نور است بنابراین در دور بینی و نزدیک بینی ما تغییری در قطر مردمک نداریم.
- در تطابق یا دور بینی و نزدیک بینی هر دو نوع گیرنده نوری (استوانه ای و مخروطی) نقش دارند.
- در نزدیک بینی، حجم زجاجیه می تواند بیش از حد طبیعی باشد. (نه قطعاً، چون ممکن است علت آن همگرایی عدسی چشم باشد).
- در بیماری پیر چشمی، عدسی نمی تواند تطابق را به خوبی انجام دهد یعنی فرد دور را می بیند اما در دیدن اشیای نزدیک مشکل دارند.
- زمانی که از نور کم به نور زیاد می رویم یا غالب شدن پاراسمپاتیک، ماهیچه حلقوی عنبیه منقبض و مردمک تنگ می شود.
- هر ۴ بیماری چشمی مطرح شده در کتاب زیست می توانند به علت اختلال در عدسی باشند.



شکل ۸ مقایسه تشکیل تصویر در
الف) چشم طبیعی
ب) چشم آستیگمات و تصویری که
هر کدام می بینند.

نزدیک بینی

- تصویر اشیای نزدیک، روی شبکیه تشکیل می شود و واضح دیده می شوند.
- تصویر اشیای دور، جلوی شبکیه تشکیل می شود و واضح دیده نمی شوند.
- کره چشم بزرگ است. (یا ممکن است به علت تحدب زیاد عدسی باشد).
- فاصله عدسی تا لکه زرد پیشتر از حالت معمولی است. (البته نه قطعا)
- با عدسی واگرا درمان می شود.

دور بینی

- تصویر اشیای دور، روی شبکیه تشکیل می شود و واضح دیده می شوند.
- تصویر اشیای نزدیک، پشت شبکیه تشکیل می شود و واضح دیده نمی شوند.
- کره چشم کوچک است. (یا ممکن است به علت تحدب کم عدسی باشد).
- فاصله عدسی تا لکه زرد کمتر از حالت معمولی است. (البته نه قطعا)
- با عدسی همگرا درمان می شود.

توجه

- ۱- فردی که در آن تصویر اشیاء در جلوی شبکیه تشکیل می شود می توان گفت که: **الف)** نزدیک بین است و کره چشم آن بزرگتر از حد طبیعی است **ب)** مقدار کلسیم درون شبکه آندوپلاسمی یاخته های ماهیچه مژگانی در حال زیاد شدن است (چون دور را نگاه می کند و ماهیچه مژگانی در حال استراحت است).
- ۲- فردی که در آن تصویر اشیاء در پشت شبکیه تشکیل می شود می توان گفت که: **الف)** دور بین است و کره چشم کوچکتر از حد طبیعی است. **ب)** مقدار کلسیم درون شبکه آندوپلاسمی یاخته های ماهیچه مژگانی در حال کاهش است (چون نزدیک را نگاه می کند و ماهیچه مژگانی در حال انقباض است).

تشریح چشم

فعالیت



شکل ۱- بالا و پایین چشم



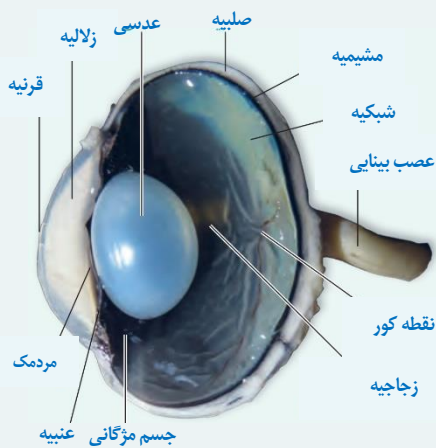
شکل ۲- چشم راست

۱- بررسی ویژگی های ظاهری چشم: **برای تشخیص بالا و پایین چشم**، فاصله عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی از کره چشم که در آن فاصله عصب تا روی قرنیه بیشتر است، سطح بالایی چشم و سطح دیگر، سطح پایینی آن است (شکل ۱). **برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم**، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می شود و بخش پهن تر آن به سمت بینی و بخش باریک تر آن به سمت گوش قرار دارد (شکل ۲). **راه دیگر**، بررسی عصب بینایی است. این عصب پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می شود. در ادامه، بافت های چربی بین ماهیچه ها و کره چشم را جدا و ماهیچه های آن را مشاهده کنید. برای مشاهده دقیق ماهیچه ها از **مولاژ چشم** استفاده کنید.

۲ **تشریح**: ماهیچه ها را با قیچی از کره چشم جدا کنید. چشم را روی ظرف تشریح قرار دهید و با چاقوی جراحی، صلیبه را در فاصله یک سانتی متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دورتا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید. دقت کنید قیچی را خیلی درون کره چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند (شکل ۳). پس از برش می توانید سه لایه چشم و بخش های تشکیل دهنده آنها و نقطه کور را ببینید. **لایه شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود.**



شکل ۳- کره چشم برش خورده



شکل ۴- بخش های درونی چشم

به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید. در کنار عدسی، جسم مژگانی، و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده اند، دیده می شوند. عدسی را به آرامی خارج کنید. مایع زلالیه و زجاجیه ژله ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه های سیاه ملانین از بخش های دیگر چشم در آن رها شده اند.

جسم مژگانی به شکل حلقه ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد.

درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که **نژک تر** و شامل ماهیچه های صاف حلقوی (**تنگ کننده مردمک**) و شعاعی (**گشاد کننده مردمک**) است.

سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می شود. پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده های خود، به این پرسش ها پاسخ دهید.

الف) ویژگی های هریک از سه لایه چشم و بخش های تشکیل دهنده آنها را بیان کنید.

در لایه بیرونی: (۱) صلیبه به دلیل استحکام زیاد، پیش تر نقش حفاظتی دارد. (۲) قرنیه به دلیل انحنایی که دارد در همگرایی و متمرکز کردن پرتوهای نوری روی شبکیه نقش دارد. در لایه میانی: (۱) مشیمیه به دلیل مویرگ های خونی نقش تغذیه ای دارد. (۲) عنبیه به دلیل داشتن رنگدانه در تعیین رنگ چشم نقش دارند. و در لایه داخلی: شبکیه به دلیل داشتن گیرنده های نوری در تبدیل پیام تصویری به پیام عصبی نقش دارد.

ب) زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید.

زلالیه نسبت به زجاجیه، مقدار کمتری دارد و در تامین مواد غذایی و دفع مواد دفعی، قرنیه و عدسی نقش دارد. اما زجاجیه در حفظ شکل کره چشم نقش دارد.

بیشتر بدانید



در پشت شبکیه چشم بسیاری از مهره داران، لایه ای درخشان وجود دارد که پرتوهای نور را باز می تاباند تا گیرنده ها، نور بیشتری دریافت کنند. این موضوع به دید بهتر جانور در شب کمک می کند. همچنین موجب درخشندگی چشم این جانوران در شب می شود.

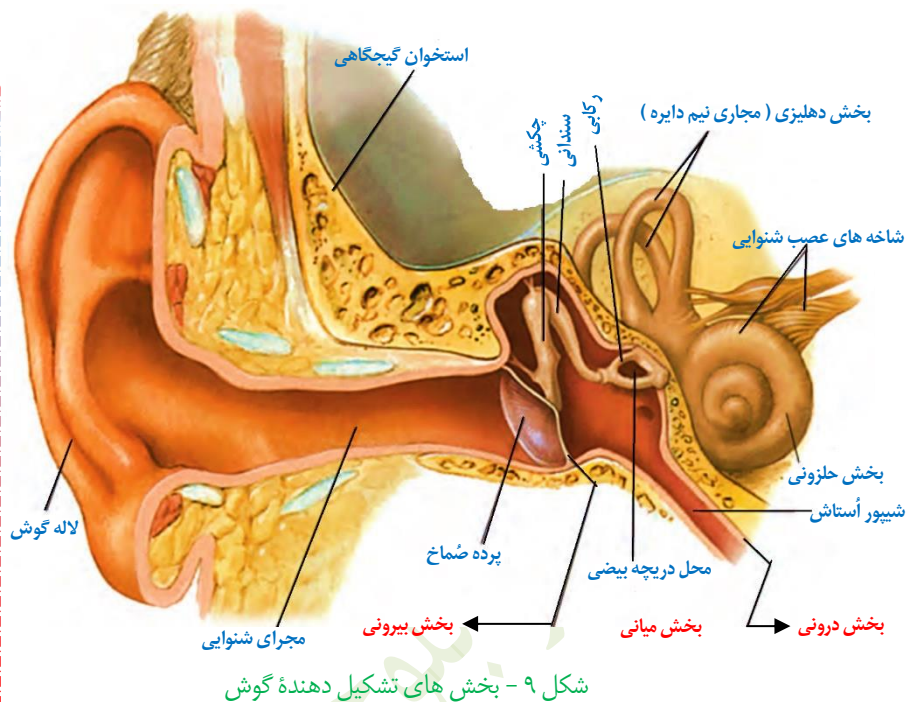
بیشتر بدانید (بیماری های چشم)

آب مروارید (Cataract): گاهی در عدسی چشم افراد مسن رنگدانه های قهوه ای تجمع می یابند و شفافیت آن را کاهش می دهند. در این حالت، عدسی کدر شده، آب مروارید به وجود می آید. زیاد قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش خورشید نیز، ممکن است به آب مروارید منجر شود.

بیماری آب سیاه (Glaucoma): مایع زلالیه به طور مرتب تولید می شود و به طور معمول از منافذ کوچک دور عنبیه به خون وارد می شود. اگر به علتی مسیر تخلیه این مایع مسدود شود، فشار مایع داخل چشم افزایش می یابد، بیماری آب سیاه ایجاد می شود. افزایش فشار داخل چشم به تحلیل عصب بینایی و کاهش بینایی منجر می شود.

شنوایی و تعادل

گیرنده های مکانیکی درون گوش، در شنیدن و حفظ تعادل بدن نقش دارند. این گیرنده ها در کدام بخش های گوش قرار گرفته اند؟ همان طور که آموخته اید، گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است (شکل ۹).



نکات شکل ۹

- ۱- به موقعیت هر قسمت دقت کنید مثلاً مجرای نیم دایره، نسبت به بخش حلزونی یا استخوان رکابی و شیپور آستاش بالاتر است.
- ۲- استخوان رکابی، کوچکترین استخوان بدن است.
- ۳- استخوان چکشی از سمت دست به صماخ متصل است و سندان از دوسمت مفصل دارد.
- ۴- قطر مجرای گوش از شیپور آستاش بیشتر است.
- ۵- طول بخش پایینی مجرای گوش، بیشتر است چون پرده صماخ مایل است نه عمودی.
- ۶- در انسان ۶ عدد استخوان در گوش میانی و ۶ مجرای نیم دایره داریم چون دو گوش داریم.
- ۷ در دو طرف پرده صماخ برخلاف دریچه بیضی، هوا قرار دارد.

شکل ۹ - بخش های تشکیل دهنده گوش

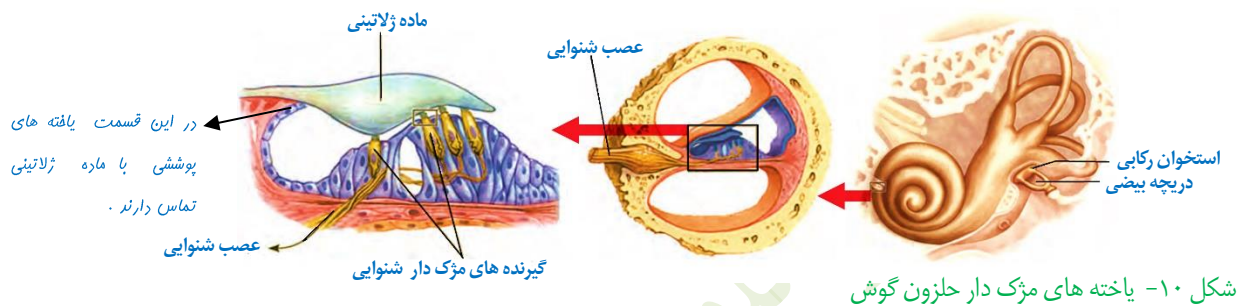
ساختار گوش: **لاله گوش** و **مجرای آن** بخش بیرونی گوش را تشکیل می دهند. **لاله گوش** امواج صوتی را جمع آوری و مجرای شنوایی، آنها را به بخش میانی منتقل می کند. موهای کرک مانند درون مجرا و موادی که غده های درون مجرا ترشح می کنند، نقش حفاظتی دارند. انتهای مجرا و بخش های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می کند.

پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. گوش میانی محفظه استخوانی پر از هواست. درون گوش میانی و پشت پرده صماخ سه استخوان کوچک چکشی، سندان و رکابی، به ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده اند. همان طور که در شکل ۹ می بینید، بخشی به نام **شیپور آستاش**، حلق را به گوش میانی مرتبط می کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می شود، تا فشار آن در دو طرف پرده صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد. گوش درونی از دو بخش **حلزونی** و **دهلیزی** تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

نکات مهم

- (۱) توجه کنید پیام شاخه حلزونی عصب شنوایی، ابتدا به تالاموس می رود و سپس به مخ (لوب گیجگاهی) فرستاده می شود. اما پیام عصبی شاخه دهلیزی، مستقیماً به مخچه فرستاده می شود.
- (۲) خیلی خیلی دقت کنید در گوش میانی گیرنده مکانیکی مژک دار نداریم اما گیرنده هایی که اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می کنند را می توان در گوش میانی و بیرونی مشاهده کرد. مثل گیرنده درد، فشار و ...
- (۳) با توجه به شکل در بخش حلزونی، هر چه به انتهای مجرا نزدیک می شویم (یعنی سمتی که با دریچه بیضی تماس دارد) نزدیک شویم قطر مجرا بیشتر می شود.
- (۴) هر بخشی از گوش انسان که
الف) با پرده صماخ در ارتباط است: **بیرونی، میانی** (ب) توسط استخوان گیجگاهی محافظت می شود: **بیرونی (بخش انتهایی)، میانی، درونی** (ج) از طریق شیپور آستاش به حلق ارتباط دارد: **میانی**

تبدیل صدا به پیام عصبی: امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به پرده صماخ برخورد می کنند و آن را به ارتعاش درمی آورند. **دسته** استخوان چکشی روی پرده صماخ چسبیده و با ارتعاش آن می لرزد و استخوان های سندان و رکابی را نیز به ارتعاش درمی آورد. **کف** استخوان رکابی طوری روی دریچه ای به نام **دریچه بیضی** قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می لرزاند. **این دریچه پرده ای نازک است** که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را **مایعی** پر کرده است. لرزش دریچه بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش درمی آورد. همان طور که در شکل ۱۰ می بینید، در بخش حلزونی یاخته های مژک داری قرار دارند که مژک هایشان با پوششی ژلاتینی تماس دارند. این یاخته ها، گیرنده های مکانیکی اند که با لرزش مایع درون بخش حلزونی، مژک های آنها خم می شود. در نتیجه کانال های یونی غشای آنها باز و این یاخته ها تحریک می شوند. در نتیجه بخش شنوایی عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می برد (شکل ۱۰).



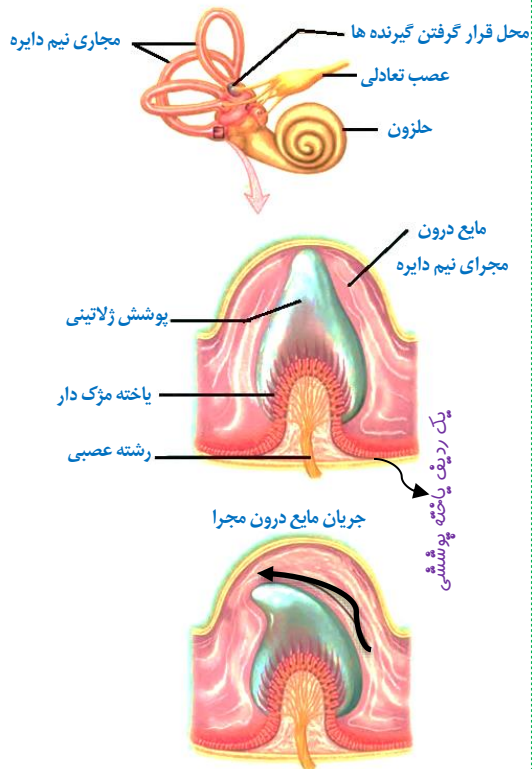
- نکات شکل ۱۰**
- ۱- در بخش حلزونی سه مجرا مشاهده می شود که مجرای میانی کوچکتر است و دارای گیرنده های شنوایی است.
 - ۲- گیرنده های شنوایی در بین یاخته های پوششی قرار دارند و دارای مژک های هم اندازه هستند. (دقت کنید گیرنده ها با ماده ژلاتینی تماس ندارند.)
 - ۳- در دو سمت گیرنده ها، رشته هایی قابل مشاهده است. (مژک ها و دندریت یاخته های عصب بینایی)
 - ۴- جسم سلولی یاخته های عصب شنوایی در بخش حلزونی قرار دارند و توجه کنید همه ی دندریت این نورون ها در بین سلول های پوششی نیست.
 - ۵- گیرنده شنوایی یاخته پوششی تمایز یافته و مژک دار است که نقش پیش سیناپسی دارد.

حفظ تعادل

در بخش دهلیزی گوش داخلی سه **مجرای نیم دایره ای** شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) وجود دارد که یاخته های مژک دار حس تعادل درون آنها قرار گرفته اند. **حرکت سر**، این یاخته ها را تحریک می کند. شکل ۱۱ یاخته های گیرنده تعادل در یک مجرای نیم دایره را نشان می دهد. درون مجاری نیم دایره از **مایعی** پر شده است و مژک های یاخته های گیرنده نیز در ماده ای ژلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می آید و ماده ژلاتینی را به یک طرف خم می کند. مژک های یاخته های گیرنده، خم و این گیرنده ها تحریک می شوند. آسۀ یاخته های عصبی حسی که شاخه دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می دهند، پیام را به مغز و به ویژه **مخچه** می برند و آن را از موقعیت سر آگاه می کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از گیرنده های دیگر مانند گیرنده های وضعیت نیز پیام دریافت می کند.

نکات مهم

- ۱) با توجه به گیرنده های شنوایی، یاخته پیش سیناپسی می تواند نورون نباشد و همچنین این یاخته های پوششی می توانند پیام عصبی تولید کنند و انتقال دهند.
- ۲) اکسون نورون ها در عصب شنوایی شرکت می کند (نه دندریت) و پایانه آکسونی این نورون ها در تالاموس قرار دارد و سپس نورون های دیگری که جسم یاخته ایی آنها در تالاموس قرار دارد به لوب گیجگاهی فرستاده می شوند تا پردازش نهایی شوند.
- ۳) بیشترین یاخته های بخش حلزونی و مجاری نیم دایره از نوع پوششی اند.
- ۴) بسیاری از یاخته های پوششی مژک دار، در لایه مخاطی می باشند مثل بینی، مجرای تنفسی و لوله فالوپ. اما برخی مثل یاخته های گیرنده شنوایی در لایه مخاطی قرار ندارند.



شکل ۱۱- چگونگی تحریک گیرنده های تعادلی در مجاری نیم دایره

نکات شکل ۱۱

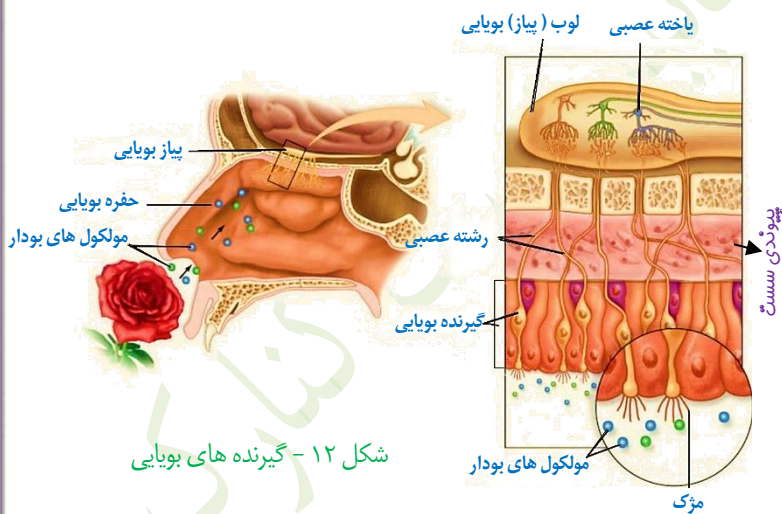
- ۱- مژک های گیرنده با مایع درون بخش تعادلی تماس مستقیم ندارند .
- ۲- پوشش ژلاتینی اطراف گیرنده ها وجود دارد. و مژک ها درون ماده ژلاتینی هستند (دقت کنید ماده ژلاتینی در بخش حلزونی نقش پوششی ندارد) .
- ۳- با توجه به شکل ، گیرنده ها در قاعده مجرا قرار دارند. (در هر گوش ۵ عدد پایک داریم و در هر پایک ، یک پوشش ژلاتینی داریم) .
- ۴- جهت حرکت مایع درون مجرا با پوشش ژلاتینی یکسان است و خلاف جهت حرکت سر می باشد .

نکات شکل ۱۲

- ۱- گیرنده بویایی ، یاخته عصبی تمایز یافته و مژک دار است که یک دندریت و یک آکسون دارد . (مثل گیرنده شیمیایی پای مگس)
- ۲- جسم یاخته ایی گیرنده های بویایی ، در بین یاخته های پوششی قرار دارد .
- ۳- از هر منفذ مجمله در بالای سقف حفره بینی ، بیش از یک رشته عصبی عبور می کند که می توانند مربوط به گیرنده هایی باشند که مجاور هم نیستند .
- ۴- یاخته های پوششی در حفره بینی به صورت نامنظم اند برخلاف مجاری نیم دایره .
- ۵- پایانه آکسون گیرنده بویایی در پیاز بویایی قرار دارد . (یعنی گیرنده بویایی ، پیام بویایی را به قشر مخ نمی برد بلکه به لوب بویایی می برد) .
- ۶- توجه کنید لوب بویایی جز مغز می باشد و توسط مننژ حفاظت می شود پس آکسون بویایی از پرده مننژ عبور می کند.

بویایی

گیرنده های بویایی در سقف حفره بینی قرار دارند. مولکول های بودار هوای تنفسی این یاخته ها را تحریک می کنند. این یاخته ها پیام های بویایی را به لوب های (پیازهای) بویایی مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می برند. پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گیرنده های بویایی

نکات مهم

- ۱) محل سیناپس گیرنده بویایی با نورون حسی ، در لوب بویایی است . و در این محل ناقل عصبی از پایانه آکسون گیرنده بویایی آزاد می شود و همچنین دوباره می تواند به گیرنده بویایی برگردد . (ناقل عصبی فقط به پیش سیناپسی وارد می شود نه پس سیناپسی)
- ۲) در پیاز بویایی ، دندریت و جسم یاخته ایی گیرنده بویایی وجود ندارند اما دندریت و جسم سلولی نورون های حسی که پیام بویایی را به قشر مخ می برند وجود دارند . (دقت کنید بویایی از پیاز بویایی به لیمبیک وارد می شود و سپس به قشر مخ می برد) .
- ۳) دقت کنید نورون های حسی می توانند دارای چندین دندریت و همچنین دارای دندریت های کوتاه تر از آکسون باشند مثل نورون حسی که با گیرنده بویایی سیناپس داده است . (گیرنده بویایی برخلاف گیرنده چشایی پیام را مستقیم به مغز انتقال می دهد) .
- ۴) بیشترین یاخته های لوب بویایی ، سلول های پشتیبان هستند چون لوب بویایی جزء مغز می باشد . (دقت کنید در لوب بویایی نورون حسی مربوط به بخش مرکزی تحریک می شود نه محیطی)
- ۵) هر سلول مژک دار حفره بینی : منظور گیرنده بویایی و استوانه ایی مژک دار
- ۶) هر گیرنده حواس ویژه که پیام تعادلی را به مخچه می فرستد : گیرنده بخش دهلیزی گوش ، گیرنده نوری

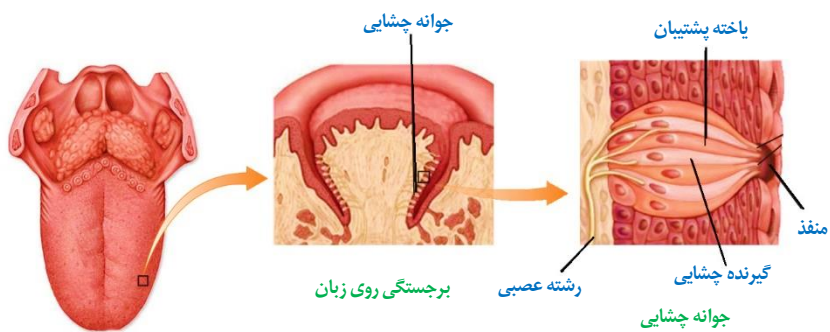
چشایی

در دهان و برجستگی های زبان **جوانه های چشایی** و درون این جوانه ها گیرنده های چشایی قرار گرفته اند.

ذره های غذا در بزاق حل می شوند و یاخته های گیرنده چشایی را تحریک می کنند. (شکل ۱۳)

نکات شکل ۱۳

۱. بیشترین یاخته های زبان از نوع پوششی سنگفرشی چندلایه ایی هستند. که در قسمت سطحی کشیده ترند.
۲. دندریت نورون های حسی با گیرنده چشایی سیناپس می دهند نه یاخته های پشتیبان.
۳. گیرنده های چشایی می توانند با بیش از یک رشته سیناپس دهند.
۴. هر یاخته مجاور گیرنده های چشایی با منفذ ارتباط نیست. (مثل سلول های کوچک انتهایی)
۵. هر گیرنده ایی که در درک مزه غذا تأثیر دارد: گیرنده چشایی (پوششی) و گیرنده بویایی (عصبی)



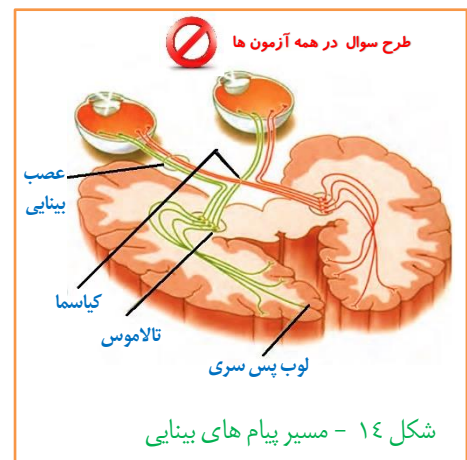
شکل ۱۳ - گیرنده های چشایی زبان

انسان پنج مزه اصلی **شیرینی، شوری، ترشی، تلخی** و مزه **اومامی** را احساس می کند. **اومامی**، کلمه ای ژاپنی به معنای لذیذ است که برای توصیف یک مزه مطلوب که با چهار مزه دیگر تفاوت دارد، به کار می رود، **اومامی مزه غالب غذاهایی است که آمینواسید گلوتمات دارند، مانند عصاره گوشت. حسن پویایی** در درک درست مزه غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرماخورده و دچار گرفتگی بینی شده ایم، مزه غذاها را به درستی تشخیص نمی دهیم.

پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن ماهیت پیام عصبی که از گیرنده های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می رسند، مغز چگونه آنها را به شکل های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می کند؟

پیام هایی که هر نوع از گیرنده های حسی ارسال می کنند، به بخش یا بخش های ویژه ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می شوند. شکل ۱۴ مسیر ارسال پیام های بینایی را نشان می دهد. **چلیپای (کیاسمای) بینایی** که در فعالیت تشریح مغز آن را مشاهده کردید، محلی است که بخشی از آسه های عصب بینایی یک چشم به نیمکره مخ مقابل می روند. پیام های بینایی سرانجام به **لوب های پس سری** قشر مخ وارد و در آنجا پردازش می شوند. پیام های بینایی قبل از رسیدن به قشر مخ از بخش های دیگری از مغز مانند تالاموس می گذرند.



شکل ۱۴ - مسیر پیام های بینایی

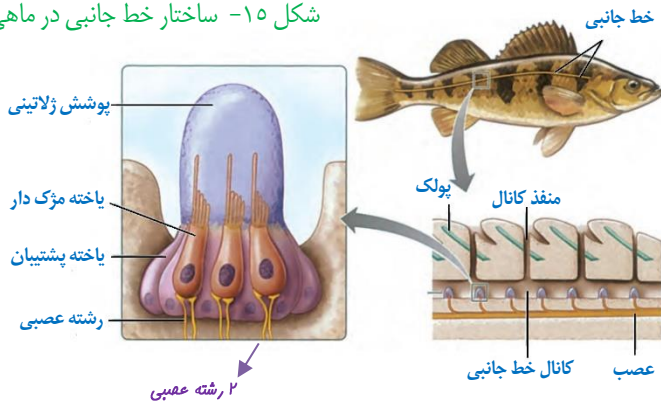
نکات مهم

- ۱) در زبان علاوه بر گیرنده های چشایی، گیرنده های حواس پیکری نیز حضور دارند. مثل گیرنده درد.
- ۲) بیشتر سلول های پوششی زبان برخلاف سلول های پوششی سقف حفره بینی، با غشای پایه در تماس نیستند.
- ۳) هر نورونی از عصب بینایی که به کیاسما وارد می شود، به نیمکره ایی از مخ وارد می شود که سمت مخالف آن چشم است. (و نورون هایی که به کیاسما وارد نمی شوند به نیمکره همان سمت وارد می شوند).
- ۴) همه پیام های بینایی وارد شده به تالاموس راست، به لوب پس سری همان سمت وارد می شود.
- ۵) جسم سلولی آخرین نورونی که پیام بینایی را به لوب پس سری می فرستد، در تالاموس قرار دارد. (توجه)
- ۶) برخی از اطلاعات بینایی همانند برخی از اطلاعات شنوایی به برجستگی های چهارگانه مغز میانی وارد می شوند.

گفتار ۳ | گیرنده های حسی جانوران

گیرنده های حسی انسان می توانند محرک های گوناگون محیط را دریافت کنند. اما محرک هایی مانند پرتوهای فرابنفش نیز وجود دارد که انسان به کمک دستگاه های ویژه ای می تواند آنها را دریافت کند؛ در حالی که برخی جانوران گیرنده های دریافت کننده آنها را دارند. در ادامه به برخی گیرنده های حسی در جانوران می پردازیم.

شکل ۱۵- ساختار خط جانبی در ماهی



نکات شکل ۱۵

- ۱- مژک های یاخته گیرنده در خط جانبی، درون ماده ژلاتینی قرار دارند و اندازه یکسانی ندارند. (یکی از مژک ها اندازه بزرگتری دارد)
- ۲- یاخته های پشتیبان در مقایسه با گیرنده ها، کمتر هستند و هسته کوچکتری دارند.
- ۳- عصب در درون کانال خط جانبی نیست و همچنین عصب از چندین ساختار گیرنده ای پیام می گیرد.

گیرنده های مکانیکی خط جانبی: در دو سوی بدن ماهی ها ساختاری به نام **خط جانبی** وجود دارد. این ساختار، کانالی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، یاخته های مژک داری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس اند. مژک های این یاخته ها در ماده ای ژلاتینی قرار دارند. جریان آب در کانال، ماده ژلاتینی را به حرکت در می آورد. حرکت ماده ژلاتینی، یاخته های گیرنده را تحریک می کند و ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می شود (شکل ۱۵).

نکات شکل ۱۶

- ۱- گیرنده شیمیایی پای مگس، نوعی یاخته عصبی تمایز یافته است که دارای یک دندریت و یک آکسون است و از یک نقطه خارج نشده اند.
- ۲- فقط دندریت این یاخته ها در موی حسی قرار دارد نه جسم یاخته ای.
- ۳- مولکول ها به صورت مستقیم به گیرنده متصل می شوند. (در گیرنده بویایی انسان به مژک های گیرنده متصل می شوند).



شکل ۱۶- گیرنده شیمیایی در مگس

گیرنده های شیمیایی در پا:

در مگس، گیرنده های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس ها به کمک این گیرنده ها انواع مولکول ها را تشخیص می دهند (شکل ۱۶).

نکات مهم

- ۱) در گیرنده خط جانبی همانند گیرنده تعادلی گوش، مژک ها به صورت مستقیم با مایع درون مجرا در تماس نیستند.
- ۲) می توان گفت که خط جانبی در مجاور سرخرگ با خون روشن قرار دارد چون خط جانبی به قسمت پشتی نزدیکتر است.
- ۳) با توجه به شکل می توان گفت قطر عصب، از سمت دم به سمت سر در حال افزایش است چون تعداد تارهای بیشتری به آن می پیوندند.
- ۴) در حشرات، اجتماع جسم یاخته ای نورون ها را می توان در خارج از بخش مرکزی دستگاه عصبی نیز مشاهده کرد. (شکل ۱۶)
- ۵) نکته ایی پرتکرار این هست که بدانید همه سلول های سالم توانایی تولید و مصرف انرژی را دارند.

گیرنده مکانیکی صدا در پا: روی هریک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده های مکانیکی را که در پشت پرده صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدرا دریافت می کند (شکل ۱۷).

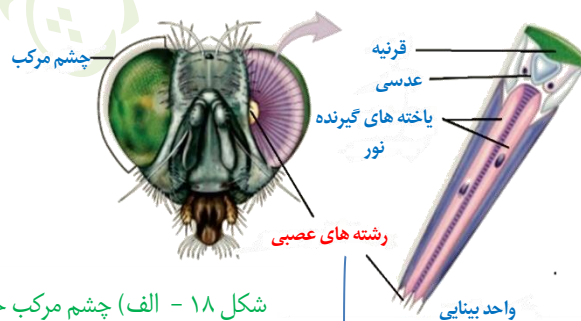


شکل ۱۷- پرده صماخ در جیرجیرک

گیرنده های نوری چشم مرکب: چشم مرکب که در حشرات دیده می شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحد ها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می کند (شکل ۱۸). گیرنده های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتو های فرابنفش را نیز دریافت می کنند.



(ب) تصویر موزاییکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می بیند.



شکل ۱۸ - الف) چشم مرکب حشرات

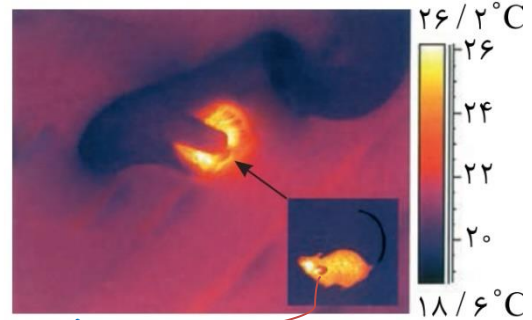
در هر واحد بینایی تعداد رشته های عصبی پیش از یک عدد است.

نکات مهم

- در مورد جیرجیرک بدانید: الف) پاهای جلویی نسبت به پاهای عقبی کوچکترند. (شکل زیست دوازدهم) ب) جانوری است که انتخاب جفت بر عهده نر است و ماده ایی انتخاب می شود که بزرگتر است (زیست دوازدهم).
- چشم مرکب فاقد مردمک، زلالیه و زجاجیه است. (دقت کنید عدسی، قلبی شکل است و به قرنیه متصل است اما به یاخته های گیرنده متصل نیست).
- سلول های قرنیه و عدسی در چشم مرکب می توانند هاپلوئید باشند. (چون همه سلول های پیکری زنبور هاپلوئیدند).
- در چشم مرکب هر واحد بینایی به صورت مستقل پیام را به مغز می فرستد و مغز این اطلاعات را یکپارچه می کند و تصویر موزاییکی ایجاد می کند.
- نکات ترکیبی برای حشرات: ۱) عدسی و گیرنده های نوری، اکسیژن را از طریق دستگاه گردش مواد نمی گیرند چون سیستم تنفس ناییدیسی دارند (البته دقت کنید مواد مغذی را به کمک دستگاه گردش مواد می گیرند). ۲) حشرات خون و مویرگ ندارند (همولنف دارند) و گردش مواد باز دارند. ۳) این جانوران طناب عصبی پشتی ندارند. ۴) کلیه و نفرون ندارند. ۵) اسکلت داخلی ندارند. ۶) حشرات لوله مالپیگی دارند و ماده دفعی آنها اوریک اسید است. ۷) قلب لوله ایی شکل پشتی دارند.

گیرنده فرو سرخ مار زنگی: برخی مارها می توانند پرتوهای فرو سرخ را تشخیص دهند. همان طور که در شکل ۱۹ می بینید، در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده های پرتوهای فرو سرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده ها، مار پرتوهای فرو سرخ تابیده از بدن شکار را دریافت می کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می دهد.

دقت کنید گیرنده ها در چشم یا شبکیه نیستند بلکه زیر چشم ها قرار دارند.



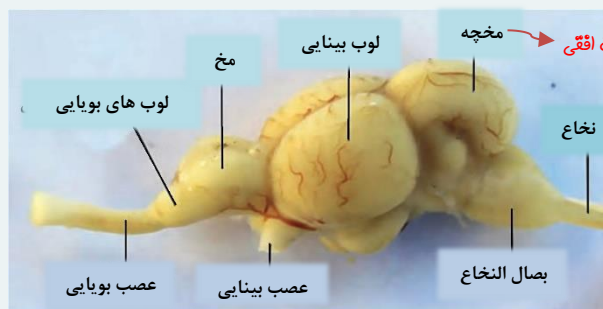
دمای بدن شکار بالای ۲۴ درجه است.

شکل ۱۹ الف) محل گیرنده فرو سرخ در مار زنگی

ب) تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فرو سرخ گرفته شده است.

فعالیت

۱- طرح زیر مغز ماهی را نشان می دهد.



لوب های (پایزهای) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب های بویایی انسان بزرگ تر است.

این مطلب چه واقعیتهایی را درباره حس بویایی ماهی نشان می دهد؟ حس بویایی آن نسبت به انسان قوی تر است.

۲- ساختار و عملکرد چشم مرکب و چشم انسان را مقایسه کنید. چشم مرکب دارای چندین واحد بینایی و در نتیجه چندین عدسی، قرنیه و

۳- خط جانبی در ماهی ها با کدام ساختارها در انسان شباهت دارد؟ گیرنده های حس تعادل در مجاری نیم دایره

درست / نادرست

- ۱) هر بخش غیر شفاف لایه بیرونی کره چشم انسان، در اتصال با یافته های استوانه ای و دوکی شکل قرار دارد.
- ۲) هر گیرنده بدن انسان که با ماده شیمیایی تحریک می شود و مربوط به حواس ویژه است، قطعاً در حس پشایی موثر است.
- ۳) هر نوع گیرنده حسی که در روند انعکاس عقب کشیدن دست تحریک می شود، پیش از یک نوع محرک قادر به ایجاد پتانسیل عمل در آن هستند.
- ۴) در چشم انسان، هر ماهیچه ای که فقط در هنگام مشاهده اجسام نزدیک منقبض می شود، نمی تواند به طور مستقیم به عنبیه متصل باشد.
- ۵) هر واحد بینایی موجود در مگس، توسط یک رشته عصبی، اطلاعات خود را به مغز ارسال می کند.
- ۶) لکه زرد در چشم پپ انسان، نسبت به محل عصب بینایی، به گوش پپ نزدیکتر است.
- ۷) در انسان، هر گیرنده حسی که در شرایطی سازش پیدا می کند قطعاً بخشی از یک یافته است.
- ۸) جسم مژگانی از عنبیه ضعیف تر بوده و این دو ساختار هنگام تشریح به آسانی از هم جدا نمی شوند.
- ۹) ماده ای که فضای جلوی عدسی چشم را پر می کند بر خلاف ماده ای که فضای پشت آن را پر می کند با دو لایه از لایه های تشکیل دهنده کره چشم در تماس است.
- ۱۰) در صورت آسیب یکی از نیم کره های میم ترین بخش مغز، پردازش پیام های بینایی تولید شده در هر دو چشم دچار اختلال می شود.
- ۱۱) ابتلا به نوعی بیماری گوارشی می تواند در فعالیت گیرنده های بینایی اختلال ایجاد کند.
- ۱۲) گیرنده های دامبی، فقط در برقی سیاهرگ های بزرگ بدن و پوست قابل مشاهده هستند.
- ۱۳) هر ماهیچه ای که میزان نور ورودی به چشم را می کاهش دهد، توسط اعصاب پاراسمپاتیک در نور زیاد منقبض می شود.
- ۱۴) گیرنده مفروطی بر خلاف گیرنده استوانه ای در محل فرو رفته لایه داخلی چشم نسبت به سایر قسمت ها، فراوان تر می باشد.
- ۱۵) نوعی بیماری چشم که توسط عینکی با عملکرد مشابه عدسی چشم اصلاح می شود، می تواند فاصله پره شفاف چشم از لکه زرد نسبت به حالت عادی کاهش می یابد.
- ۱۶) اندامی که در انسان سبب دریافت بیشتر اطلاعات خود از محیط می شود، دارای عصبی است که در بین آکسون های آن رگ فونی وجود دارد.
- ۱۷) در طی عمل تطابق زمانیکه برای دیدن اجسام نیاز به آزاد شدن ناقل عصبی باشد، عدسی قطور تر می شود.
- ۱۸) اگر کره چشم بیش از اندازه بزرگ باشد، عدسی چشم برای دیدن اجسام دور و آگرایی بیشتری پیدا می کند.
- ۱۹) عضوی از بدن که دارای دو نوع گیرنده حواس ویژه است، هر گیرنده آن نوعی یافته غیر عصبی است.
- ۲۰) در گوش انسان، با ارتعاش درجه بیضی ابتدا مایع درون بخش ملزونی به ارتعاش در می آید.
- ۲۱) پس از فم شدن مژک های گیرنده تعادلی در گوش انسان، پیام عصبی به گیرنده تعادلی منتقل می شود.

پایخ تشریحی

(۱ درست): بخش غیرشفاف لایه بیرونی چشم، صلبیه است. صلبیه از بیرون در اتصال به ماهیچه های اسکلتی (استوانه ای) اطراف چشم و از داخل در اتصال با ماهیچه های صاف (دوکی شکل) مثل ماهیچه های مژگی است.

(۲ درست): گیرنده های چشایی و بویایی جزء حواس ویژه هستند و در حس چشایی مؤثر هستند.

(۳ درست): گیرنده های درد در روند انعکاس عقب کشیدن دست تحریک می شوند، این گیرنده ها می توانند توسط بیش از یک گیرنده تحریک شوند. (مثلاً آسیب بافتی بر اثر فشار زیاد، گرما یا سرمای زیاد می تواند گیرنده های درد را تحریک کند).

(۴ نادرست): ماهیچه های جسم مژگانی در ساختار چشم انسان فقط در هنگام مشاهده اجسام نزدیک منقبض می شوند (به منظور تطابق). این ماهیچه ها می توانند به طور مستقیم به عنبیه متصل شوند.

(۵ نادرست): با توجه به شکل بیش از یک رشته عصبی اطلاعات را به مغز می برند.

(۶ درست): با توجه به شکل کتاب درسی، لکه زرد در سمت خارجی تر قرار دارد پس در نتیجه به گوش چپ نزدیک تر است.

(۷ نا درست): گیرنده های حسی که سازش پیدا می کنند می توانند بخشی از یک یاخته، مانند گیرنده لمس درون پوست و یا یک یاخته کامل باشند مثل گیرنده بویایی.

(۸ نا درست): مطابق با متن فعالیت، این دو بخش به آسانی از یکدیگر جدا می شوند، بنابراین این دو ساختار اتصال محکمی به یکدیگر ندارند.

(۹ نا درست): زجاجیه با لایه داخلی (شبکیه) و بخش هایی از لایه میانی (مشیمیه و جسم مژگانی) در تماس است. زجاجیه نیز با بخشی از لایه خارجی (قرنیه) و بخشی از لایه میانی (عنبیه و جسم مژگانی) در تماس است، بنابراین هردوی آنها با دو لایه از لایه های اصلی چشم در تماس هستند.

(۱۰ درست): با توجه به اینکه برخی از پیام های بینایی به کیاسما می روند و از آنجا به نیمکره مقابل می روند می توان گفت که هر کدام از نیمکره ها در پردازش پیام هر دو چشم نقش دارند پس بنابراین آسیب هر نیمکره می تواند باعث اختلال در بینایی هر دو چشم می شود.

(۱۱ درست): گیرنده های بینایی برای عملکرد نیازمند به ویتامین A هستند. در صورت ابتلای فرد به بیماری سللیاک و یا سنگ کیسه صفرا، ممکن است این ویتامین به اندازه کافی جذب نشود و در نتیجه به علت کمبود ویتامین A در فعالیت گیرنده های بینایی اختلال ایجاد شود.

(۱۲ نادرست): گیرنده های دمایی در بخش هایی از درون بدن مانند (نه فقط) برخی سیاهرگ های بزرگ و پوست جای دارند.

(۱۳ درست): ماهیچه های حلقوی (تنگ کننده) عنبیه میزان نور ورودی به کره چشم را کاهش می دهند. ماهیچه های تنگ کننده مردمک در نور زیاد با اثر اعصاب پاراسمپاتیکی منقبض می شوند و میزان نور ورودی به کره چشم را کاهش می دهند.

(۱۴ درست): در محل لکه زرد، شبکیه فرورفته است. میزان گیرنده های مخروطی برخلاف گیرنده های استوانه ای در این قسمت نسبت به سایر بخشهای شبکیه فراوانتر است.

(۱۵ درست): برای درمان بیماری دوربینی، از عینک همگرا استفاده می شود که از نظر عملکرد و میزان همگرایی مشابه عدسی چشم است. در دوربینی دو حالت ممکن است رخ دهد. اولی کوچک شدن چشم است که در این صورت فاصله پرده شفاف چشم (قرنیه) از لکه زرد کاهش می یابد. حالت دوم کاهش همگرایی عدسی چشم است.

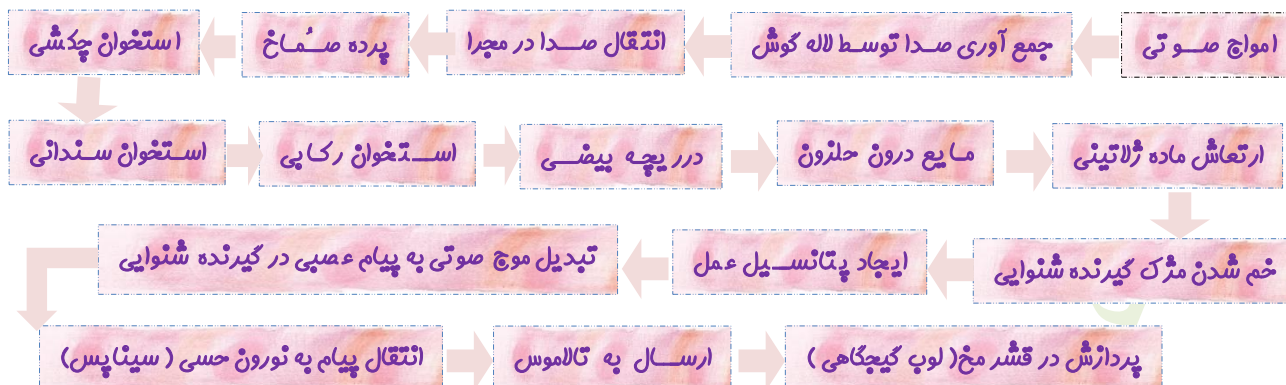
(۱۶ درست): اندامی که در انسان سبب دریافت بیشتر اطلاعات فرد از محیط می شود، چشم است که با توجه به شکل در عصب چشم می توان بین آکسون ها، یک سرخرگ و یک سیاهرگ مشاهده کرد.

(۱۷ درست): برای دیدن اجسام نزدیک نیاز است که ماهیچه حلقوی جسم مژگانی (نه عنبیه) منقبض شود که برای انقباض این ماهیچه لازم است ناقل عصبی آزاد شود.

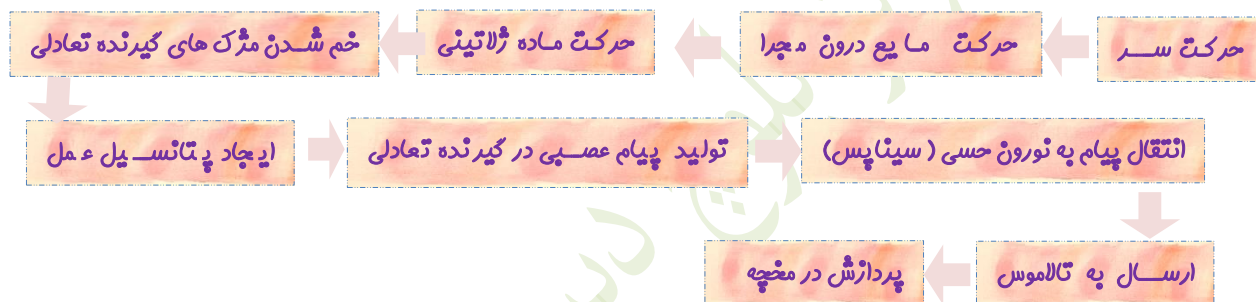
(۱۸ نادرست): منظور صورت سؤال، یک چشم نزدیک بین است که تصویر اجسام نزدیک روی شبکیه ولی تصویر اجسام دور جلوی شبکیه درون زجاجیه (نزدیک تر به عدسی) تشکیل می شود و نکته این است که عدسی چشم هم هیچ گاه واگرایی ندارد (بلکه همگرایی آن در نزدیک بینی زیاد و در دوربینی کم می شود).

(۱۹) درست: گوش اندامی است که هم دارای گیرنده تعادلی و هم شنوایی می باشد که هر دو مربوط به حواس ویژه می باشند. گیرنده های هر دو بخش، یاخته های غیرعصبی ولی مژک دار می باشند

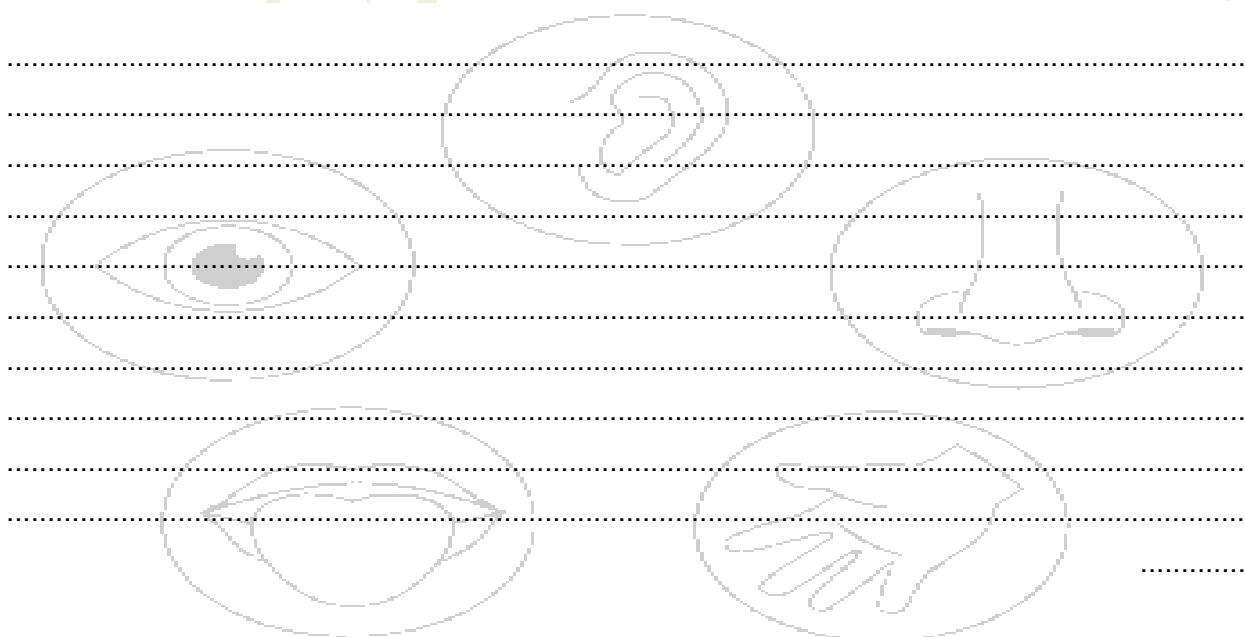
(۲۰) درست: با توجه به متن کتاب ، می توان مسیر تبدیل اثر پیام شنوایی به پیام عصبی را به صورت زیر خلاصه کرد:



(۲۱) نادرست: پیام عصبی در گیرنده تعادلی تولید می شود نه اینکه به آن منتقل شود و با توجه به متن کتاب ، می توان مسیر پیام تعادلی را به صورت زیر خلاصه کرد :



یادداشت!



سوالات کنکور سراسری (سال ۹۸ به بعد مطابق با کتاب جدید)

- (۱) در انسان، کدام عبارت درباره نوعی بیماری چشم که توسط عدسی همگرا اصلاح می شود، درست است؟ (سراسری ۱۳۹۷)
- (۱) پرتوهای نور به طور نامنظم به یکدیگر می رسند.
(۲) پرتوهای نور جلوتر از شبکیه به یکدیگر می رسند.
(۳) فاصله قرنیه تا نقطه کور کمتر از حد معمول است.
(۴) فاصله لکه زرد تا عدسی چشم بیشتر از حد معمول است.

- (۲) کدام مورد، درباره سرخرگی که از محل عصب بینایی وارد کره چشم انسان می شود، صحیح است؟ (سراسری ۱۳۹۸)
- (۱) ناحیه وسط بخش رنگین چشم را تغذیه می کند.
(۲) در مجاورت داخلی ترین لایه کره چشم منشعب می شود.
(۳) انشعابات آن در مجاورت مایعی غیرشفاف و ژله ای قرار دارد.
(۴) انشعابات انتهایی آن به پرده شفاف چشم وارد می شود.

- (۳) به طور معمول در گوش انسان، با ارتعاش دریچه بیضی، ابتدا کدام اتفاق رخ می دهد؟ (سراسری ۱۳۹۸)
- (۱) استخوان چکشی شروع به لرزش می کند.
(۲) مایع درون بخش حلزونی به لرزش در می آید.
(۳) کانال های یونی غشای یاخته های عصبی باز می شوند.
(۴) مژک های یاخته های درون بخش دهلیزی خم می شوند.

- (۴) چند مورد، درباره انشعابات سرخرگی که از محل عصب بینایی وارد کره چشم انسان می شود، درست است؟ (سراسری خارج ۱۳۹۸)
- الف) در مجاورت سطح داخلی شبکیه قرار می گیرد.
ب) با مایعی شفاف و ژله ای در تماس است.
ج) ناحیه وسط بخش رنگین چشم را تغذیه می کند.
د) به یاخته های پرده شفاف جلوی چشم وارد می شود.
- (۱) ۱ مورد
(۲) ۲ مورد
(۳) ۳ مورد
(۴) ۴ مورد

- (۵) کدام گزینه برای تکمیل عبارت زیر، نامناسب است؟ (سراسری ۱۳۹۹)
- « عدسی چشم انسان به وسیله رشته هایی به بخشی متصل شده است که دارد. »
- (۱) به ساختار رنگین چشم اتصال
(۲) با جزیی از دستگاه عصبی محیطی ارتباط
(۳) با داخلی ترین لایه چشم تماس
(۴) در مجاورت مایع مترشحه از مویرگ ها قرار

- (۶) چند مورد در ارتباط با گیرنده های موجود در بخش دهلیزی گوش انسان صحیح است؟ (سراسری ۱۳۹۹)
- الف - از طریق مژک های خود، با مایع پیرامونی تماس دارند.
ب - در صدور بخشی از پیام های مربوط به وضعیت بدن دخالت می نمایند.
ج - پس از حرکت مایع پیرامونی، ابتدا کانال های یونی غشای آنها باز می شود.
د - پیام های خود را به بخشی در پشت ساقه مغز که با نوعی بافت پیوندی پوشیده شده، ارسال می کنند.
- (۱) ۱ مورد
(۲) ۲ مورد
(۳) ۳ مورد
(۴) ۴ مورد

- (۷) کدام گزینه، در ارتباط با گیرنده های تعادلی گوش انسان صحیح است؟ (سراسری خارج ۱۳۹۹)
- (۱) پیام های عصبی را پس از دریافت، به بخشی در پشت ساقه مغز ارسال می نمایند.
(۲) کانال های یونی غشای آنها، پس از حرکت پوشش ژلاتینی باز می شود.
(۳) از طریق مژک های خود با مایع محیط اطراف خود تماس دارند.
(۴) جزو گیرنده های حواس پیکری محسوب می شوند.



(سراسری خارج ۱۳۹۹)

۸) چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

« عدسی چشم انسان به وسیله رشته هایی به بخشی متصل است که دارد. »

الف - با داخلی ترین لایه چشم تماس

ب - به ساختار رنگین چشم اتصال

ج - با مایع مترشحه از مویرگ ها تماس

د - یاخته هایی غیر منشعب و تک هسته ای

(۴) ۴ مورد

(۳) ۳ مورد

(۲) ۲ مورد

(۱) ۱ مورد

(سراسری ۱۴۰۰)

۹) کدام عبارت نادرست است؟

(۱) در مگس، جسم یاخته ای هر گیرنده شیمیایی، در بیرون موی حسی قرار دارد.

(۲) در جیرجیرک، گیرنده های مکانیکی در محل اتصال پاهای جلویی به سینه قرار دارد.

(۳) در ماهی، لوب بینایی از مخچه و مخ بزرگتر است و عصب بینایی از زیر به آن وارد می شود.

(۴) در ماهی، بعضی از یاخته هایی که با پوشش ژلاتینی کانال خط جانبی در تماس اند، مژک دارند.

(سراسری ۱۴۰۰)

۱۰) با توجه به شبکیه چشم یک فرد سالم، کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

« در گیرنده مخروطی گیرنده استوانه ای، ماده حساس به نور »

(۱) نسبت به - کم تری یافت می شود.

(۲) همانند - در مجاورت هسته قرار دارد.

(۳) برخلاف - در یک انتهای یاخته وجود دارد.

(۴) برعکس - در نور زیاد و به کمک ویتامین A ساخته می شود.

(سراسری خارج ۱۴۰۰)

۱۱) با توجه به شبکیه چشم یک فرد سالم، کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

« در گیرنده مخروطی گیرنده استوانه ای، ماده حساس به نور »

(۱) نسبت به - بیش تری یافت می شود.

(۲) همانند - در مجاورت هسته قرار دارد.

(۳) برعکس - در نور کم و از ویتامین A ساخته می شود.

(۴) برخلاف - در یک انتهای یاخته وجود دارد.

(سراسری خارج ۱۴۰۰)

۱۲) کدام عبارت درست است؟

(۱) در جیرجیرک، گیرنده های مکانیکی در محل اتصال پاهای جلویی به سینه قرار دارند.

(۲) در ماهی، هر یاخته ای که با ماده ژلاتینی کانال خط جانبی در تماس است، مژک دارد.

(۳) در ماهی، لوب بینایی از مخچه و مخ بزرگتر است و عصب بینایی از زیر به آن وارد می شود.

(۴) در مگس، دارینه (دندریت) و جسم یاخته های هر گیرنده شیمیایی، در درون موی حسی قرار دارد.

پایخ

تشریحی

(۱) **گزینه ۳** دوربینی نوعی اختلال چشم است که توسط عدسی همگرا اصلاح می شود. در دوربینی به دلیل کاهش حجم کره چشم فاصله قرینه تا نقطه کور کمتر از حد معمول است. بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۱) در مورد آستیگماتیسم صادق است. گزینه ۲ و ۴) مخصوص نزدیک بین هستند.

(۲) **گزینه ۲** از محل عصب بینایی یک سرخرگ وارد و یک سیاهرگ خارج می شود و با توجه به شکل زیر، در مجاورت شبکه منشعب می شود. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱) منظور از بخش رنگین چشم، عنبیه است و منظور از ناحیه وسط آن، سوراخ مردمک است و مردمک نه یاخته دارد و نه نیازی به تغذیه؛ چون فقط یک سوراخ می باشد.

گزینه (۳) با توجه به شکل زیر، انشعابات سرخرگ وارد شده به چشم، در مجاورت زجاجیه قرار دارند که ماده ای ژله ای و شفاف است نه غیر شفاف. گزینه (۴) منظور از پرده شفاف جلوی چشم، قرینه است که فاقد مویرگ های خونی است و زلالیه، و مواد غذایی را برای عدسی و قرینه، فراهم می کند.

(۳) **گزینه ۲** کف استخوان رکابی طوری روی درپچه بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، درپچه را می لرزاند. این درپچه پرده ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را مایعی پر کرده است. لرزش درپچه بیضی مایع درون حلزون را به لرزش درمی آورد. علت نادرستی سایر گزینه ها:

پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد و پشت این پرده، سه استخوان کوچک چکشی، سندانی و رکابی به ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده اند و بعد از حرکت این استخوان ها و درپچه بیضی، مایع درون حلزون به لرزش و مژگ های گیرنده های مکانیکی درون بخش حلزونی خم و کانال های یونی غشای آنها باز و این یاخته ها تحریک می شوند.

(۴) **گزینه ۱** فقط مورد (الف) درست است. بررسی موارد:

مورد (الف) درست: با توجه به تصویر، سرخرگی که از محل عصب بینایی وارد کره چشم می شود، در مجاورت سطح داخلی شبکه قرار می گیرد.

مورد (ب) نادرست: در چشم، مایع شفاف و ژله ای نداریم! ماده شفاف ژله ای چشم زجاجیه است و مایع شفاف زلالیه است.

مورد (ج) نادرست: سوراخ مردمک نیازی به تغذیه ندارد. **مورد (د) نادرست:** هیچ رگی وارد یاخته نمی شود.

(۵) **گزینه ۳** عدسی چشم با رشته هایی به نام تارهای آویزی به اجسام مژگانی متصل است. این اجسام ماهیچه صاف دارند و با اعصاب خودمختار در ارتباط هستند. **درستی گزینه (۲)** به عنبیه که بخش رنگین است متصل ند **(درستی گزینه (۱))** در مجاورت زلالیه هستند **(درستی گزینه (۴))** ولی با شبکه یا لایه داخلی چشم در تماس نیستند **(نادرستی گزینه (۳))**

(۶) **گزینه ۲** موارد (ب) و (د) صحیح هستند. بررسی همه موارد:

مورد (الف) گیرنده های موجود در بخش دهلیزی گوش انسان، مژگ های خود را در تماس با ماده ژلاتینی قرار می دهند؛ بنابراین نمی توانند از طریق مژگ های خود با مایع درون مجاری نیم دایره در ارتباط باشند. **(رد گزینه)**

مورد (ب) این یاخته ها در صدور بخشی از پیام های مربوط به تعادل دخالت دارند. **(تأیید گزینه)**

مورد (ج) پس از حرکت مایع موجود در مجاری نیم دایره، ابتدا ماده ژلاتینی به لرزش درمی آید و سپس کانال های یونی غشای گیرنده باز می شوند. **(رد گزینه)**

مورد (د) این گیرنده ها به منظور تنظیم تعادل بدن، پیام هایی را به مخچه می فرستند که در پشت ساقه مغز قرار داشته و با پرده منژ پوشیده شده است. **(تأیید گزینه)**

(۷) **گزینه ۲** پس از حرکت مایع موجود در مجاری نیم دایره، ابتدا ماده ژلاتینی به لرزش درمی آید و سپس کانال های یونی غشای گیرنده باز می شوند. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه (۱) گیرنده تعادلی مژگ دار موجود در مجاری نیم دایره ای، نوعی یاخته مربوط به بافت پوششی است که خود توانایی تولید پیام های عصبی دارد و از یاخته دیگری پیام عصبی دریافت نمی کند.

گزینه (۳) گیرنده های موجود در بخش دهلیزی گوش انسان، مژگ های خود را در تماس با ماده ژلاتینی قرار می دهند؛ بنابراین نمی توانند از طریق مژگ های خود با مایع درون مجاری نیم دایره در ارتباط باشند.

گزینه (۴) گیرنده تعادلی جزء حواس پیکری نیست؛ بلکه نوعی گیرنده مربوط به حواس ویژه محسوب می شود.



۸) **گزینه ۲** تنها مورد (الف) به نادرستی بیان شده است. عدسی چشم با رشته هایی به نام تارهای آویزی به جسم مژگانی متصل است. بررسی سایر گزینه ها:

مورد (الف) همان طور که در شکل فوق می بینید، جسم مژگانی به داخلی ترین لایه چشم (شبکیه) متصل نیست. (رد گزینه)

مورد (ب) جسم مژگانی به ساختار رنگین چشم (عنبیه) اتصال دارد. (تأیید گزینه)

مورد (ج) جسم مژگانی با زلالیه (مایع مترشحه از مویرگ ها) در تماس است. (تأیید گزینه)

مورد (د) جسم مژگانی، از یاخته های ماهیچه ای صاف تشکیل شده است؛ یاخته های ماهیچه ای صاف، یاخته هایی تک هسته ای و غیرمنشعب هستند. (تأیید گزینه)

۹) **گزینه ۲** گیرنده های مکانیکی جیرجیرک در قسمت میانی پاهای جلویی قرار دارند نه محل اتصال پاها به سینه. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱) در مگس، جسم یاخته ای گیرنده های شیمیایی در خارج از موی حسی قرار دارد.

گزینه ۳) لوب بینایی ماهی بزرگ تر از مخچه و مخ آن است و عصب بینایی از زیر لوب بینایی وارد آن می شود.

گزینه ۴) یاخته های پشتیبان و یاخته های مژکدار با پوشش ژلاتینی کانال خط جانبی ماهی در تماس هستند. یاخته های پشتیبان، مژک ندارند.

۱۰) **گزینه ۱** در گیرنده مخروطی، مقدار ماده حساس به نور از گیرنده استوانه ای کمتر است. همانطور که در شکل ۵ مربوط به گیرنده های نوری مشاهده می کنید، میزان ماده حساس به نور در گیرنده های استوانه ای بیشتر از گیرنده های مخروطی است. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲) ماده حساس به نور در مجاورت هسته نیست!

گزینه ۳) در هر دو ماده حساس به نور در یک انتهای یاخته قرار دارد.

گزینه ۴) در هر دو، برای ساخت ماده حساس به نور، ویتامین A لازم است و از طرفی این ماده با برخورد نور به شبکه تجزیه می شود نه اینکه ساخته شود..

۱۱) **گزینه ۱** طبق شکل ۵، در گیرنده های استوانه ای نسبت به گیرنده های مخروطی، ماده حساس به نور بیشتری وجود دارد؛ در نتیجه این گیرنده ها به نور حساسیت بیشتری دارند.. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۲) طبق شکل، در هیچ یک از گیرنده های مخروطی و استوانه ای، ماده حساس به نور در مجاورت هسته قرار ندارد!

گزینه ۳) یاخته های استوانه ای در نور کم و یاخته های مخروطی در نور زیاد تحریک می شوند. با برخورد نور به شبکه، ماده حساس به نور در گیرنده ها تجزیه (نه تولید!) می شود.

گزینه ۴) طبق شکل در هر دو گیرنده استوانه ای و مخروطی، ماده حساس به نور در یک انتهای یاخته وجود دارد.

۱۲) **گزینه ۳** طبق شکل فعالیت فصل ۲ کتاب یازدهم، لوب بینایی بزرگ ترین جزء مغز ماهی است و عصب بینایی از پایین به آن وارد می شود. بررسی سایر گزینه ها:

گزینه ۱) با توجه به شکل ۱۷، در جیرجیرک پرده صماخ در بین بندهای پاهای جلویی آن قرار دارد، نه در محل اتصال پا به سینه!! به جهت فلش موجود در شکل دقت کنید!!!!

گزینه ۲) طبق شکل ۱۵ فصل ۲ کتاب یازدهم، یاخته های مژکدار و یاخته های پشتیبان (فاقد مژک هستند)، با پوشش ژلاتینی گیرنده های خط جانبی ماهی در تماس هستند..

گزینه ۴) طبق شکل ۱۶ فصل ۲ کتاب یازدهم، جسم یاخته ای هر گیرنده شیمیایی در پاهای مگس، در بیرون از موی حسی قرار گرفته است..





فصل ۳

دستگاه حرکتی

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 می توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تاحدودی بر محدودیت های حرکتی چیره شوند. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه ها، مفاصل و استخوان ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد و الکترونیک، مهندسان را قادر ساخته تا اندام های پیچیده را جایگزین بخش های آسیب دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی اندام های مصنوعی آن قدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه ای برای استفاده از این اندام ها وضع شده است.

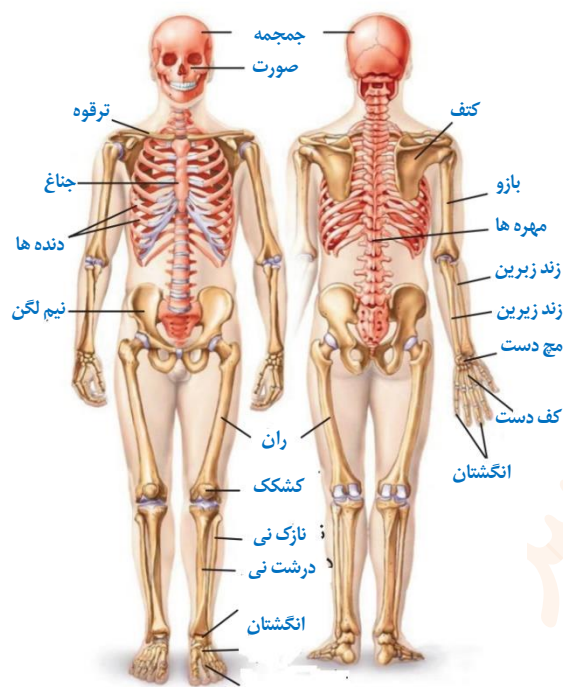
اندام های حرکتی از چه بخش هایی تشکیل شده اند؟ نحوه عملکرد این بخش ها چگونه است؟ چه آسیب های احتمالی اندام های حرکتی را تهدید می کند؟ به چه روش هایی می توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟

شماره به تکرار بین رشته ای



گفتار ۲ استخوان ها و اسکلت

استخوان ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش **محوری و جانبی** است. بخش محوری همان طور که از نامش مشخص است، **محور بدن را تشکیل می دهد** و از ساختارهایی مانند **مغز و قلب حفاظت می کند**؛ گرچه بخش هایی از آن هم در **چویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن** نیز نقش دارند. **استخوان های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی اند.** این استخوان ها نسبت به اسکلت محوری، **نقش بیشتری در حرکت بدن دارند.** بخش های مختلف اسکلت در شکل ۱ دیده می شوند.



شکل ۱- اسکلت انسان



نکات شکل ۱

- ۱- ترقوه استخوانی جانبی است و از روی دنده اول عبور می کند. و با جناغ (محوری) و کتف (جانبی) مفصل دارد.
- ۲- جناغ استخوانی پهن است و دارای بیشترین مفصل است.
- ۳- با توجه به شکل می توان گفت قفسه سینه از ۲۴ دنده، ۱۲ مهره پشتی و ۱ عدد جناغ تشکیل شده است.
- ۴- استخوان های جناغ، ترقوه و لگن با هر دو نوع استخوان (محوری و جانبی) مفصل دارند.
- ۵- استخوانی که با پرده منتهی به صورت مستقیم تماس دارد قطعاً محوری است.
- ۶- طبق شکل دنده ها همانند لگن با استخوان های نامنظم مفصل دارند.
- ۷- زند زیرین و زند زبرین با استخوان های مچ دست و استخوان های درشت نی و نازک نی با مچ پا مفصل دارند اما دقت کنید از طرف دیگر زند زبرین و زبرین با استخوان باز مفصل دارند اما از بین درشت نی و نازک نی، فقط درشت نی با ران مفصل دارد. (دقت کنید کشکک فقط با ران مفصل دارد).
- ۸- در انسان ایستاده، کتف در سطح پایین تری از ترقوه قرار دارد.
- ۹- انگشت شست، دو بند و یک مفصل دارد و در امتداد زند زبرین است.
- ۱۰- بخش محوری استخوان دراز ندارد. (دنده ها استخوان پهن به حساب می آیند)

اعمال استخوان ها

استخوان ها علاوه بر **حفاظت و پشتیبانی اندام ها**، اعمال دیگری هم انجام می دهند؛ مثلاً استخوان های کوچک گوش در **شنیدن** دقیق مؤثرند. همچنین استخوان ها به کمک ماهیچه ها موجب **حرکت بدن** می شوند. سایر اعمال استخوان ها در جدول یک خلاصه شده است.

نکات مهم

- (۱) استخوان های ران، بازو و نیم لگن با سه استخوان دیگر مفصل دارند. (ران با کشکک، لگن و درشت نی - نیم لگن با سه نوع استخوان که شامل نیم لگن دیگر (پهن)، ران (دراز) و ستون مهره ها (نامنظم) می شود مفصل دارد. - بازو با کتف، زند زبرین و زبرین)
- (۲) ۷ دنده اول با غضروف مستقل و دنده ۸ تا ۱۰ با غضروف مشترک به جناغ متصل اند و دنده های ۱۱ و ۱۲ به جناغ متصل نیستند. (ولی همه دنده ها در سمت پشتی به مهره ها متصل اند)
- (۳) عضلات تنفسی که در تنفس آرام و طبیعی نقش دارند (بین دنده ای و دیافراگم) به اسکلت محوری متصل اند.
- (۴) اسکلت بدن شامل استخوان ها، غضروف و مفاصل می باشد که دارای بافت پیوندی (فضای بین یاخته ایی زیاد و ..) هستند.

جدول ۱ - وظایف اسکلت استخوانی در انسان

توجه: حفاظت از مغز و نخاع، جزو وظایف پشتیبانی استخوان نیست.

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا اندام ها روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال ماهیچه های اسکلتی به استخوان ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می شود.
حفاظت اندام های درونی	اسکلت استخوانی، بخش های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش ها را حفاظت می کند.
تولید یاخته های خونی	بسیاری از استخوان ها مغز قرمز دارند که یاخته های خونی را تولید می کند. (در دوره جنینی در کبد و طحال هم هست)
ذخیره مواد معدنی	استخوان ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان های کوچک گوش در شنیدن و استخوان های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

انواع استخوان

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



استخوان هایی از جمجمه



استخوان مهره



استخوان های میچ دست



استخوان ران

ساختار استخوان: هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی **فشرده** و **اسفنجی** تشکیل شده است. **میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان های مختلف متفاوت است.** مثلاً **بافت استخوانی فشرده** در طول استخوان ران، به صورت واحدهایی به نام **سامانه هاوریس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه ها به صورت استوانه هایی هم مرکز از تیغه های استخوانی اند که از **یاخته های استخوانی، ماده زمینه ای و کلاژن** در اطراف آنها تشکیل شده است. **ماده زمینه ای از پروتئین ها و مواد معدنی** تشکیل شده است. اعصاب و رگ های درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می کنند. **سطح درونی تنه این استخوان نیز بافت اسفنجی دارد.** سطح خارجی این استخوان، توسط **بافت پیوندی** احاطه شده است و رگ ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.

انتهای برآمده استخوان ران از بافت اسفنجی پر شده است. **بافت استخوانی اسفنجی**، از **میله ها و صفحه های استخوانی** تشکیل شده است که **بین آنها** حفره هایی وجود دارد که توسط رگ ها و مغز استخوان پر شده اند.



شده اند.

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

نکات مهم

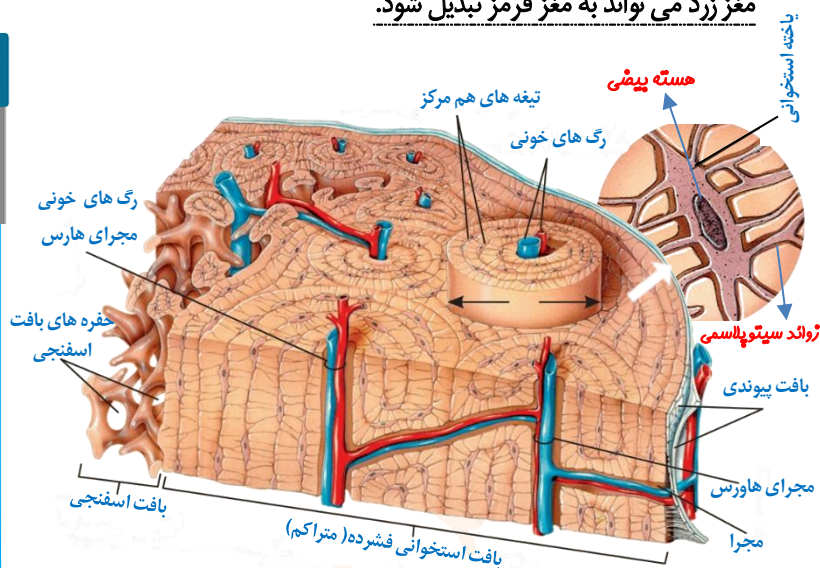
- یاخته های استخوانی همانند سایر یاخته ها، مصرف گلوکز، اکسیژن و ... دارند ولی مثل ماهیچه ایی لاکتیک اسید تولید نمی کنند.
- در بافت اسفنجی، مغز قرمز وجود دارد. (در سر برجسته استخوان های دراز و قسمت درونی استخوان های پهن مغز قرمز وجود دارد).
- ولی خواهشاً دقت کنید هر یاخته استخوانی در بافت اسفنجی، سلول خونی تولید نمی کند بلکه سلول های بنیادی ابتدا تقسیم می شوند و یاخته های لنفوییدی و میلوئیدی را بوجود می آورند و سپس از تمایز آنها یاخته های خونی بوجود می آیند و در افراد بالغ علاوه بر این دو نوع یاخته بنیادی، بعضی از یاخته های بنیادی دیگر نیز در مغز قرمز وجود دارند که با انتقال به محیط کشت به رگ های خونی، ماهیچه اسکلتی و قلبی تمایز پیدا کنند. (پس گیرنده هورمون اریتروپوئیتین در بافت اسفنجی قرار دارد)
- در آینده می خوانیم که محل تولید لنفوسیت B و T در مغز استخوان و محل بلوغ لنفوسیت B نیز در مغز استخوان می باشد. و همچنین می خوانید که در شیمی درمانی شدید افراد مجبور به پیوند مغز استخوان می شوند تا بتوانند تولید یاخته های خونی را جبران کنند.
- در تنه استوان دراز، بیشترین بافت استخوانی، **متراکم** و در سر برجسته آن، **اسفنجی** می باشد. (مهم)



مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان های دراز را پر می کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی دیده می شود. در کم خونی های شدید، مغز زرد می تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

نکات شکل ۳

- ۱- در تنه استخوان دراز از بیرون به درون به ترتیب بافت پیوندی - بافت استخوانی متراکم و بافت استخوانی اسفنجی قرار دارند .
- ۲- یاخته های استخوانی سامانه هاورس با لایه پیوندی بیرونی به صورت مستقیم تماس ندارند.
- ۳- سامانه هاورس علاوه بر مجرای مرکزی دارای مجرای عرضی نیز می باشد. (رگ های خونی یک سامانه هاورس با هاورس مجاور ارتباط دارد)
- ۴- یاخته های لایه درونی بافت پیوندی ، پهن و کشیده اند.
- ۵- انشعابات سرخرگی درون مجرای هاورس قابل مشاهده هستند.
- ۶- سیتوپلاسم یاخته های استخوانی می تواند از طریق زائده ها به هم مرتبط شود.
- ۷- همه یاخته های استخوانی در بافت متراکم در سامانه هاورس شرکت نمی کنند.



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

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان ها از بافت های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک های کلسیم سخت می شوند. یاخته های استخوانی تا اواخر سن رشد، ماده زمینه ای ترشح می کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می کند. با افزایش سن، یاخته های استخوانی کم کاری شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می کند. در همه این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است. استخوان ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا پا افزایش وزن ضخیم، متراکم تر و محکم تر می شوند و استخوان هایی که کمتر مورد استفاده قرار می گیرند، ظریف تر می شوند. مشابه این حالت، در فضانوردان دیده می شود که در محیط بی وزنی تراکم استخوان شان کاهش می یابد.

نکات مهم

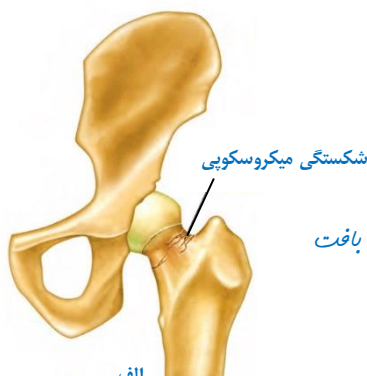
- (۱) همه استخوان ها بافت استخوانی متراکم (سامانه هاورس) و بافت استخوانی اسفنجی دارند. (متراکم بیرونی و اسفنجی درونی است)
- (۲) توجه داشته باشید مجرای مرکزی تنه استخوان دراز دارای مغز زرد است اما مجرای مرکزی سامانه هاورس مغز زرد یا قرمز ندارد. (از طرفی مجرای مرکزی فقط در استخوان های دراز وجود دارد پس مغز زرد فقط در استخوان های دراز وجود دارد)
- (۳) در سر استخوان های دراز بافت استخوانی متراکم و اسفنجی داریم اما مقدار اسفنجی بیشتر است و دارای مغز قرمز است. (دقت کنید هر بافت اسفنجی مغز قرمز ندارد مثلاً در بافت اسفنجی تنه استخوان دراز مغز زرد وجود دارد نه مغز قرمز)
- (۴) مغز قرمز جزء بخش لنفی است و دارای مویرگ های ناپیوسته است و گلبول های قرمز از آنجا وارد خون می شوند ولی مغز زرد چربی است که دارای مویرگ های پیوسته است.

استخوان های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی های میکروسکوپی می شوند که نتیجه حرکات معمول بدن اند. شکستگی های دیگر می توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴). در این حالت، یاخته های نزدیک به محل شکستگی، یاخته های جدید استخوانی می سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می کنند.

تقسیم می‌توز



ب



الف

مطابق شکل می توان گفت در تصویر رادیوگرافی بافت استخوانی مترکم روشن تر دیده می شود.

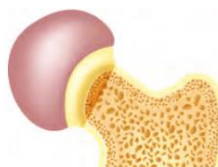


شکل ۴- الف) شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران و ب) تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران

تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می یابد. در نتیجه استخوان ها ضعیف و شکننده می شوند (شکل ۵). کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون ها و مصرف نوشابه های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.



استخوان مبتلا به پوکی



استخوان طبیعی

با توجه به شکل می توان گفت بر اثر پوکی استخوان :

الف بافت اسفنجی بیشتر تحت تاثیر قرار می گیرد .

ب) تعداد فقرات کمتر ولی اندازه شان بزرگتر است.

شکل ۵- مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

نکات مهم

- کاهش صفرا یا انسداد رگ های لنفی باعث کاهش جذب چربی ها و ویتامین های محلول در چربی مثل ویتامین D می شوند و همچنین بیماری سلیاک نیز چنین پیامدی دارد یعنی جذب کلسیم و ویتامین D را کاهش می دهد و از طرفی کاهش کلسیم در خون می تواند باعث افزایش ترشح هورمون پاراتیروئیدی شود که همه این عوامل در پوکی استخوان موثرند .
- پیامد های کم کاری مغز استخوان : الف) کاهش تولید گویچه قرمز (باعث کاهش هماتوکریت و آنمی یا کم خونی می شود). ب) کاهش گویچه های سفید خون (پایین آمدن سطح ایمنی) ج) کاهش پلاکت ها (اختلال در انعقاد خون)
- هورمون هایی که می توانند بر بافت استخوانی اثر می کنند : الف) هورمون رشد (اثر بر صفحه رشد) ب) کلسی تونین (مانع آزاد شدن کلسیم استخوان) پ) پاراتیروئید (باعث آزاد شدن کلسیم از استخوان) ت) اریثروپویتین (تنظیم تولید یاخته های خونی)
- هورمون تیروئیدی (تنظیم سوخت ساز یاخته ها) ج) تستوسترون و استروژن (باعث رشد اندام ها) د) کورتیزول (تجزیه کلاژن) .

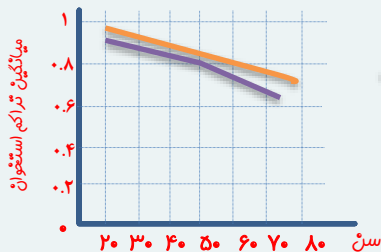


فعالیت

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

طرح سوال از اعداد جدول متنوع



۱- منحنی تغییر تراکم توده استخوانی را در دو جنس رسم کنید.

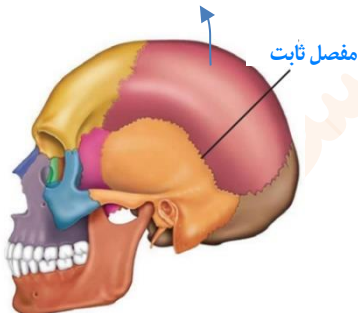
مردان
زنان

۲- در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟ **مردان**

۳- بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر است یا زنان؟

در پازه ۲۰ تا ۵۰ سالگی شیب افت تراکم استخوان، در مردان پیشتر است.

آهیانه پا ۵ استخوان دیگر مفصل دارد!!!



شکل ۶- مفصل ثابت در

استخوان جمجمه

مفصل

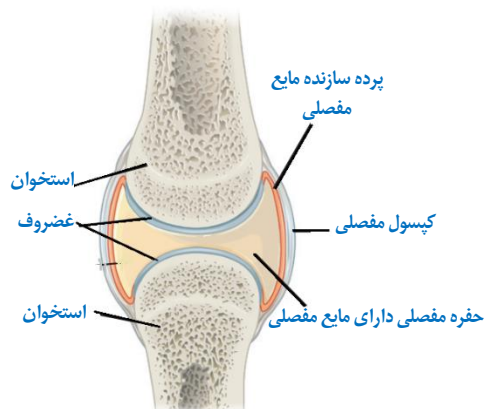
مفصل محل اتصال استخوان ها با هم است. در بعضی مفصل ها، استخوان ها حرکت نمی کنند. نمونه آن مفصل ثابت در استخوان های جمجمه است. جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل های ثابت لبه های پس جمجمه یک استخوان نیست. دندانها در آنها در هم فرو رفته و محکم شده اند (شکل ۶).

نکات مهم

- با توجه به نمودار در محدوده سنی ۲۰ تا ۵۰ سالگی، کاهش تراکم استخوان در مردان بیشتر از زنان است اما بعد از ۵۰ سالگی این کاهش تراکم در زنان بیشتر است. (در دوران یائسگی و از کارافتادن تخمدان ها باعث اختلال در ترشح هورمون های موثر در تراکم استخوان ها می شود).
- استخوانهای محافظ دستگاه عصبی مرکزی می توانند مفصل ثابت، متحرک و لغزنده داشته باشند. (جمجمه مفصل ثابت و متحرک (با آرواره پایین) دارد و ستون مهره ها مفصل لغزنده دارند).
- در تشکیل حفره گوش یک استخوان جمجمه (گیجگاهی) و در تشکیل کاسه چشم بیش از یک استخوان نقش دارند.
- استخوانی از جمجمه که در حفاظت بخش شنوایی نقش دارد در تشکیل مفصل متحرک نقش دارد.
- در مفصل های ثابت، کپسول مفصلی، غضروف و مایع مفصلی نداریم.



در بیشتر مفصل ها، استخوان ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان ها در محل این مفصل ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است. نمونه آن مفصل های زانو، انگشتان و لگن است. استخوان ها در محل این نمونه ها توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشته ای احاطه شده اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است. مایع مفصلی و سطح میقلى غضروف به استخوان ها امکان می دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانى نداشته باشند (شکل ۷).



توجه کنید مایع مفصلی توسط پرده سازنده آن که در زیر کپسول مفصلی قرار دارد ساخته می شود نه کپسول مفصلی.

کدام بافت استخوانی در سر استخوان پا غضروف مسقیماً تماس دارد؟ بافت متراکم

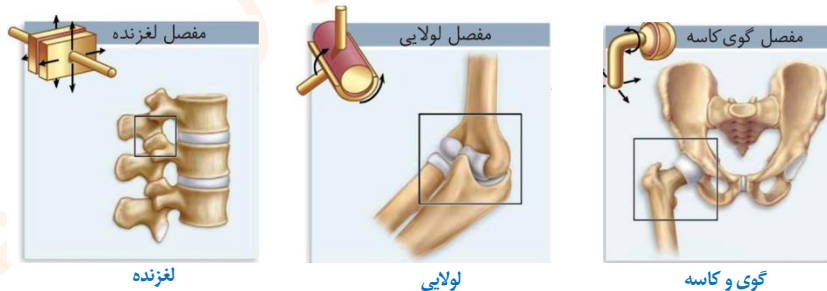
شکل ۷ - بخش های تشکیل دهنده مفصل

علاوه بر کپسول مفصلی، رباط ها و زردپی ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان ها کمک می کنند. رباط، بافت پیوندی رشته ای محکمی است که استخوان ها را به هم متصل می کند. بعضی انواع مفصل های متحرک را در شکل ۸ مشاهده می کنید. با توجه به شکل نحوه حرکت هر نوع مفصل را مقایسه کنید.

بخش صیقلی غضروف ها در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب ها و بعضی بیماری ها تخریب می شود، ولی بدن دوباره آن را ترمیم می کند. اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد، می تواند باعث بیماری های مفصلی شود.

پس نمی توان گفت تخریب غضروف مفصلی، قطعاً باعث بیماری مفصلی می شود.

شکل ۸ - انواعی از مفصل های متحرک.



نکات مهم

- بیرونی ترین بافت در سر استخوان های دراز، بافت غضروفی (پیوندی) می باشد که با مایع مفصلی به صورت مستقیم تماس دارد.
- پرده سازنده مایع مفصلی، با غضروف، مایع مفصلی و کپسول مفصلی تماس دارد.
- در مفصل های متحرک، کپسول مفصلی وجود دارد بنابراین می توان گفت در مفصل های متحرک گیرنده حس وضعیت وجود دارند.
- با توجه به شکل می توان گفت جهت حرکت در انواع مفصل ها به صورت زیر است: الف) مفصل گوی و کاسه: جهت های مختلف
ب) لولایی: دو جهت
ج) لغزنده: در چهار جهت



درست / نادرست

- ۱) هر استخوانی که در تماس با لایه فابری مننژ قرار دارد قطعاً در سطوح مفصلی خود فاخر غضروف است .
- ۲) مغز قرمز استخوان در تولید اریتروپویتین نقش ندارد اما در میزان تولید آن نقش دارد .
- ۳) بافت اسفنجی ، همواره دارای مغز قرمز می باشد .
- ۴) اسکلتی که در حفاظت مرکز اصلی انعکاس دست زدن قسم داغ نقش دارد ، امکان ندارد دارای استخوان کوتاه یا دراز باشد.
- ۵) بالاترین استخوان متصل به جناغ، برقلاف پایین ترین استخوان متصل به آن، به اسکلت جانبی بدن تعلق دارد.
- ۶) استخوان جناغ که جزئی از استخوان های پهن بدن محسوب می شود ، دارای ۱۴ سطح مفصلی می باشد.
- ۷) نوعی استخوان از اسکلت محوری بدن انسان که در محافظت از کلیه ها شرکت میکند، قطعاً به استخوان جناغ اتصال ندارد.
- ۸) در انسان، استخوان پیکشی در گوش میانی به بخشی از اسکلت بدن تعلق دارد که این بخش نقش کمتری در حرکات بدن دارد.
- ۹) استخوانی در بدن انسان که با کتف و جناغ مفصل دارد ، پایین تر از ماهیچه ای قرار دارد که فقط هنگام دم عمیق منقبض می شود.
- ۱۰) رشته های کلاژن ، فراوان ترین پروتئین های ماده زمینه ای بافت استخوان اند که توسط یافته های استخوانی تولید می شوند.
- ۱۱) کپسول مفصلی همانند رباط ، نوعی بافت پیوندی است که دارای ماده زمینه ای کم و انعطاف پذیری زیادی است.
- ۱۲) در انسان استخوان ران همانند استخوان بازو فقط با اسکلت جانبی مفصل دارند.
- ۱۳) در یک فرد بالغ همه یافته های فونی ، در مغز استخوان ساقته می شوند .
- ۱۴) در مجرای سامانه های هورس تنه استخوان ران ، قطعاً مغز زرد وجود دارد .
- ۱۵) در تنه استخوان ران، سامانه های هورس بلافاصله در اطراف مغز زرد قرار دارند .
- ۱۶) افزایش تراکم استخوان، فقط تا زمانی ادامه دارد که صفحات رشد بسته نشده اند.
- ۱۷) در بیماری سلیاک با افزایش ترشح هورمون پار تیروئیدی استخوان ها کاهش می یابد.

پاسخ تشریحی

(۱) **نادرست:** استخوان هایی که در تماس با لایه خارجی منبسط قرار دارند عبارتند از جمجمه و استخوان های ستون مهره ها ، که استخوان های ستون مهره ها بین مهره ها مفصل غضروفی دارند .

(۲) **درست:** اریتروپویتین در کبد و کلیه تولید می شود (نه مغز استخوان) ، ولی مغز استخوان با کم کاری و کاهش گویچه های قرمز می تواند باعث افزایش میزان تولید اریتروپویتین از کبد و کلیه شود و با افزایش تولید گویچه قرمز ، باعث کاهش میزان ترشح اریتروپویتین می شود.

(۳) **نادرست:** بافت اسفنجی همواره مغز قرمز ندارد. مثلاً در تنه استخوان ران بافت اسفنجی دارای مغز زرد می باشد . ولی مغز قرمز همواره در بافت اسفنجی می باشد .

(۴) **درست:** اسکلت محافظت کننده از نخاع (مرکز تنظیم دست زدن جسم داغ) همان استخوان های نامنظم ستون مهره ها در اسکلت محوری می باشند. و دارای استخوان کوتاه و بلند نمی باشد..

(۵) **درست:** بالاترین استخوان متصل به جناغ، ترقوه و پایین ترین استخوان متصل به آن، دنده می باشد. ترقوه جز اسکلت جانبی بدن و دنده ها جزء اسکلت محوری بدن محسوب می شوند.

(۶) **نادرست:** استخوان جناغ دارای ۱۶ سطح مفصلی می باشد که ۱۴ عدد آن ها محل مفصل با دنده ها و ۲ عدد محل مفصل با استخوان ترقوه می باشد.

(۷) **درست:** بخش انتهایی دنده ها، از کلیه ها محافظت می کنند. دو دنده انتهایی که در محافظت از کلیه ها نقش دارند از عقب به ستون مهره ها اتصال دارند اما در جلو آزاد بوده و به استخوان جناغ متصل نیستند.

(۸) **درست:** استخوان های کوچک گوش میانی (چکشی ، سندانی ، رکابی) جزء اسکلت محوری بدن هستند. و اسکلت محوری نقش کمتری در حرکت دارد. استخوان های اسکلت جانبی نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند..

(۹) **درست:** ترقوه با کتف و جناغ مفصل دارد و ماهیچه گردنی فقط هنگام دم عمیق منقبض می شود و این ماهیچه با توجه به شکل در موقعیتی بالاتر از ترقوه قرار دارد.

(۱۰) **درست:** کلاژن فراوان پروتئین ماده زمینه ایی بافت های استخوانی است که توسط یاخته های بافت استخوانی (پیوندی) ساخته می شوند.

(۱۱) **نادرست:** کیسول مفصلی همانند رباط از نوع بافت پیوندی متراکم اند که دارای ماده زمینه ایی کمی هستند و رشته های کلاژن زیادی دارند که باعث استحکام بالا و انعطاف پذیری کم آنها می شود.

(۱۲) **درست:** استخوان ران با لگن ، درشت نی و کشکک مفصل دارد و همچنین استخوان بازو با کتف ، زند زیرین و زبرین مفصل دارد که همه از اسکلت جانبی بدن هستند .

(۱۳) **نادرست:** در فصل ایمنی خواهیم گفت که یاخته هایی مثل لنفوسیت ها ، در خارج از مغز استخوان یعنی لنف ، اندام های لنفی و نیز می توانند تولید شوند .

(۱۴) **نادرست:** مغز زرد در مجرای مرکزی استخوان ران وجود دارد نه مجرای مرکزی هاورس .

(۱۵) **نادرست:** چون در اطراف مغز زرد بافت اسفنجی قرار دارد و بعد از آن بافت متراکم قرار دارد .

(۱۶) **نادرست:** طبق متن کتاب ، بعد از سن رشد نیز افزایش تراکم استخوانی داریم . (مثلاً با ورزش و افزایش وزن) .

(۱۷) **درست:** در بیماری سلیاک ، جذب کلسیم کاهش می یابد و با کاهش کلسیم خون ، ترشح هورمون پاراتیروئیدی افزایش می یابد و در نتیجه تراکم توده استخوانی کاهش می یابد . البته بد نیست به توضیحات زیر نیم نگاهی داشته باشید:

عوامل موثر در افزایش تراکم استخوان: (۱) فعالیت بدنی مانند ورزش (۲) افزایش وزن (۳) ترشح هورمون های رشد ، کلسی تونین و تستوسترون. **عوامل موثر در کاهش تراکم استخوان:** (۱) سن (با افزایش سن یاخته های استخوانی کم کار و توده استخوانی به تدریج کاهش می یابد) (۲) استفاده کمتر از استخوان (۳) حالت بی وزنی (۴) کمبود ویتامین D و کلسیم در غذا (۵) مصرف نوشیدنی های الکلی و دخانیات (جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها) و نوشابه های گازدار (۶) کاهش در ترشح هورمون های رشد ، تستوسترون (هورمون های جنسی) و کلسی تونین (۷) افزایش ترشح هورمون های پاراتیروئیدی و کورتیزول (از طریق تجزیه کلاژن های استخوان



یادداشت

اسم و نام خانوادگی



@Biologykonarak

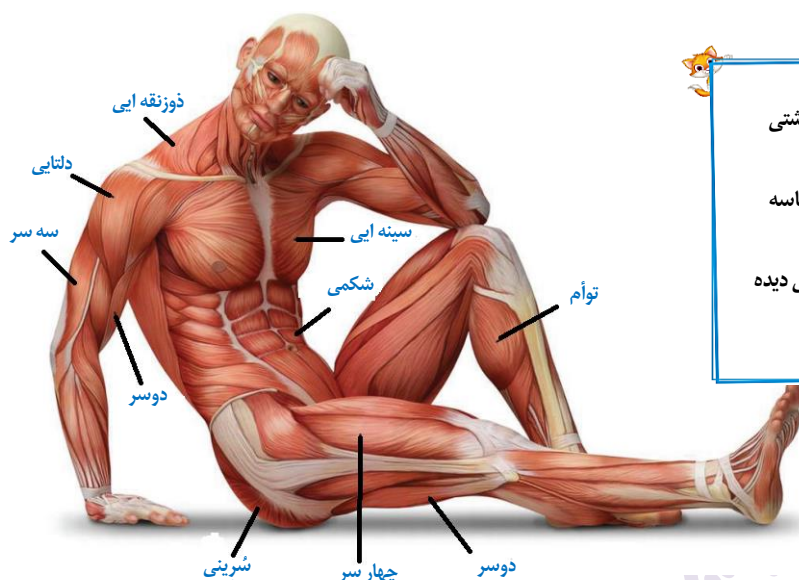


عبدالعزيز بلوچ دبير زينت كنارى

گفتار ۲

ماهیکه و حرکت

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



نکات شکل ۹

- ۱- ماهیکه توام برخلاف ماهیکه چهار سر، در سمت پشتی قرار دارد.
- ۲- ماهیکه سیرینی و دلتایی در محاورت مفصل گوی و کاسه قرار دارند.
- ۳- ماهیکه دوزنقه ای و دلتایی در سطح پشتی و شکمی دیده می شوند.

شکل ۹ - ماهیکه های اسکلتی بدن انسان

مثلاً ماهیکه دیافراگم چگتی عمل نمی کند.

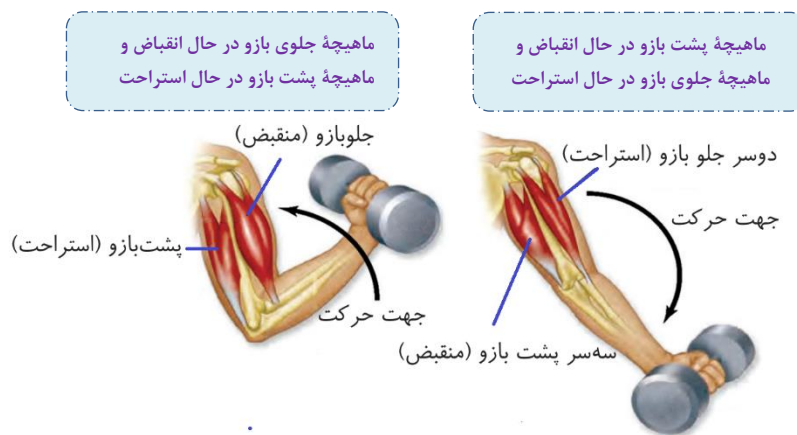
بسیاری از ماهیکه ها به صورت جفت باعث حرکات اندام ها می شوند؛ زیرا ماهیکه ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیکه فقط می تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیکه نمی تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیکه متقابل آن است. برای مثال، ماهیکه روی بازو می تواند ساعد را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

نمی شوند. شما چه ماهیکه های اسکلتی را می شناسید که به استخوان متصل نیستند؟ بنداره پیرونی مخرج و میزراه

نکات مهم

- (۱) هر ماهیکه ای که باعث حرکت می شود، اسکلتی نیست مثلاً حرکات کرمی و قطعه قطعه کننده لوله گوارش توسط ماهیکه های صاف انجام می شوند.
- (۲) همه ماهیکه های اسکلتی از طریق زردپی به استخوان متصل نیستند. مثل ماهیکه بنداره خارجی مخرج.
- (۳) همه ماهیکه های متصل به استخوان اسکلتی هستند (ماهیکه هایی که در شکل مشخص شده اند) پس می توان گفت همه حرکات استخوانی ناشی از انقباض ماهیکه اسکلتی اند.
- (۴) همه ماهیکه های اسکلتی تحت کنترل اعصاب پیکری هستند اما نمی توان گفت قطعاً ارادی هستند مثل انعکاس دست زدن جسم داغ.





شکل ۱۰ - عملکرد
ماهیچه های متقابل

گرچه ماهیچه های اسکلتی تحت کنترل ارادی، هستند، ولی بعضی از این ماهیچه ها به صورت غیر ارادی هم منقبض می شوند. انقباض ماهیچه ها در اثر انعکاس نمونه ای از این انقباض هاست که با آنها در گذشته آشنا شدید. ماهیچه ها همچنین با انقباض خود در **حفظ شکل** و **حالت بدن** و **ایجاد حرارت** مؤثرند (جدول ۲).

جدول ۲ - اعمال ماهیچه های اسکلتی

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه ها با اتصال به استخوان ها باعث ایجاد حرکت ارادی می شوند...
کنترل دریاچه های بدن	ماهیچه های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک ها ایجاد می کنند...
حفظ حالت بدن	ماهیچه ها با اتصال به استخوان ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می شوند...
ارتباطات	ماهیچه های 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 (هم ایستایی)	فعالیت های سوخت و ساز در یاخته های ماهیچه ای باعث ایجاد گرمای زیادی می شود که می تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد...

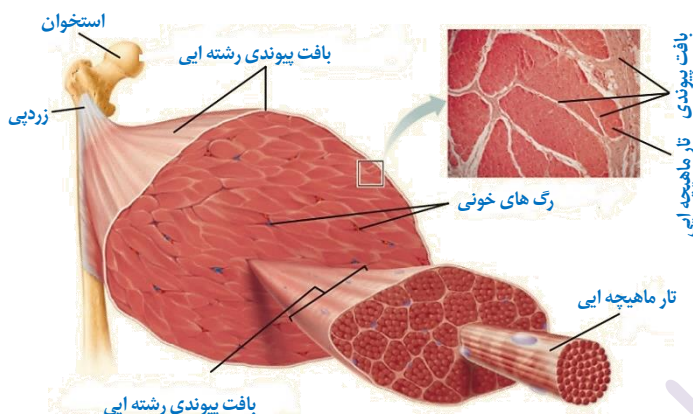
ساختار ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی مانند آنچه که در شکل ۱۱ دیده می شود از **چندین دسته تار ماهیچه ای** تشکیل شده است. هر دسته تار ماهیچه ای از **تعدادی یاخته یا تار ماهیچه ای** تشکیل شده است.

نکات مهم

- ماهیچه ۲ سر، از طریق سه زردپی به استخوان های زند زیرین، کتف و بازو متصل است و ماهیچه ۳ سر بازو نیز از طول با بازو متصل و همچنین از طریق سه سرش به استخوان های زند زیرین و کتف و بازو متصل است.
- با توجه به این نکته که ماهیچه ها به صورت جفتی عمل می کنند یعنی انقباض ماهیچه باعث حرکت می شود ولی استراحت باعث حرکت نمی شود می توان نتیجه گرفت که پیام عصبی و آزاد شدن ناقل عصبی را برای فقط برای انقباض ماهیچه داریم نه استراحت.
- برای یاخته های ماهیچه ای اسکلتی از تعبیرهایی مانند: **تار ماهیچه ای**، **میون**، **واحد ساختاری ماهیچه**، **استوانه ایی** یا **چندین هسته** استفاده می کنند. و همچنین برای تارچه ها نیز از تعبیرهایی مانند: رشته های موازی درون تار ماهیچه ایی، واحد انقباضی ماهیچه (به دلیل داشتن سارکومر) استفاده می کنند.

این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته ای محکم احاطه شده است. این غلاف های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام **زردپی** در می آیند (شکل ۱۱). زردپی های دو انتهای ماهیچه، به استخوان های مختلف متصل می شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه جا می شود. مثلاً با کوتاه شدن حدود یک سانتی متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می کند.



نکات شکل ۱۱

- ۱- در اطراف هر دسته تار همانند ماهیچه، بافت پیوندی متراکم وجود دارد و علاوه بر آن رگ های خونی نیز اطراف تار قابل مشاهده اند. (البته دقت کنید اطراف هر تار را، غشای پلاسمایی احاطه کرده است)
- ۲- در ساختار ماهیچه، بافت پوششی و غشای پایه یا حتی ماهیچه صاف نیز مشاهده می شوند به دلیل داشتن رگ های خونی.
- ۳- توجه کنید تارچه جزئی از یاخته (تار) است یعنی هسته، شبکه آندوپلاسمی و ندارد.

شکل ۱۱ - ساختار ماهیچه اسکلتی

یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته های ماهیچه ای مانند استوانه ای با چندین هسته دیده می شوند. در واقع هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می شود و به همین علت چند هسته دارد. درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام **تارچه ماهیچه ای** وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته اند (شکل ۱۲). تارچه ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده اند که به تار ماهیچه ای ظاهر مخطط (خط خط) می دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **خط Z** دیده می شود. آیا با توجه به شکل ۱۲ می توانید علت این نام گذاری را حدس بزنید؟ ظاهر مخطط این یاخته ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی **اکتین** و **میوزین** است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته اند. رشته های اکتین نازک و از یک طرف به خط Z متصل اند. این رشته ها به درون سارکومر کشیده شده اند. رشته های میوزین، ضخیم و بین رشته های اکتین جاگرفته اند. این رشته ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند. آیا می توانید با توجه به شکل ۱۳ و نحوه قرارگیری رشته های اکتین و میوزین در شکل ۱۲، علت تیره و روشن دیده شدن این تارهای ماهیچه ای را بیان کنید؟ به دلیل داشتن رشته های پروتئینی اکتین و میوزین و نحوه آرایش آنها

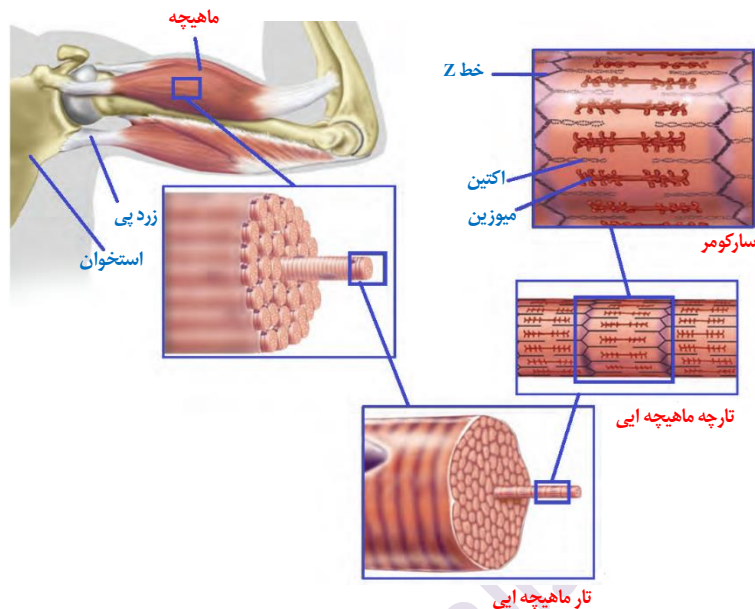
نکات مهم

- ۱- توجه کنید غلاف اطراف تار ماهیچه ای، بافت پیوندی متراکم است و دارای یاخته هایی است که ماده زمینه ای می سازند یا ژن کلاژن دارند نه اینکه مثل غشای پایه بدون ساختار سلولی باشد.
- ۲- یاخته های ماهیچه اسکلتی، چند هسته ای هستند. پس این یاخته ها بیش از ۴۶ کروموزوم یا بیش از یک کروموزوم X دارند. (البته دقت کنید مثلاً نمی توان گفت که در بازوی یک زن بیش از یک نوع کروموزوم جنسی داریم).
- ۳- یاخته های ماهیچه ای اسکلتی تقسیم نمی شوند و با رشد فرد افزایش حجم پیدا می کنند. (البته)
- ۴- یاخته های ماهیچه ای برای گلوکاگون گیرنده ندارند یعنی گلیکوژن ذخیره شده در ماهیچه ها به مصرف خود یاخته های ماهیچه ای می رسد و وگلوکز حاصل از آن وارد خون نمی شود. (در سلول های کبدی برای گلوکاگون گیرنده وجود دارد).



نکات شکل

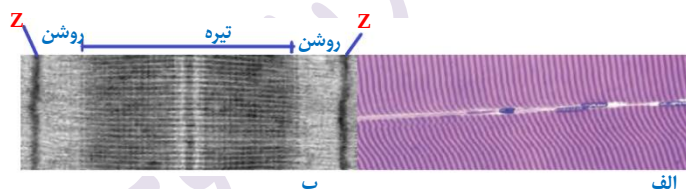
- ۱- ماهیچه دو سر با یک زردپی واحد به استخوان زیرین متصل است.
- ۲- استخوان بازو دارای سه مفصل است، با کتف (گوی وکاسه) با زند زیرین و با زند زیرین (لولایی).
- ۳- رشته های اکتین به خط Z متصل نیستند.
- ۴- در یک سارکومر تعداد رشته های اکتین از میوزین بیشتر است.
- ۵- با توجه به شکل ۱۳ و ۱۵ می توان نتیجه گرفت که در محل ناحیه روشن فقط یک رشته و در ناحیه تیره هر دو رشته را می توان مشاهده کرد.
- ۶- با توجه به شکل ۱۴ هر مولکول میوزین دارای ۲ زنجیره پلی پپتیدی است که به هم پیچ خوردند و هر رشته میوزین از چندین مولکول میوزین تشکیل شده است.



شکل ۱۲ - اجزای یک تار و تارچه ماهیچه ای



شکل ۱۴ - بخش های مختلف مولکول میوزین



شکل ۱۳ - تصویر میکروسکوپی از : الف) ساختار ماهیچه مخطط و ب) سارکومر

مکانیسم انقباض ماهیچه

با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه ویژه ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه ای می رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده های خود در سطح یاخته ماهیچه ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می شود. با تحریک یاخته ماهیچه ای، یون های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می شود. در نتیجه این عمل، سرهای پروتئین های میوزین به رشته های اکتین متصل می شوند. با اتصال پروتئین های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می شود (شکل ۱۵).

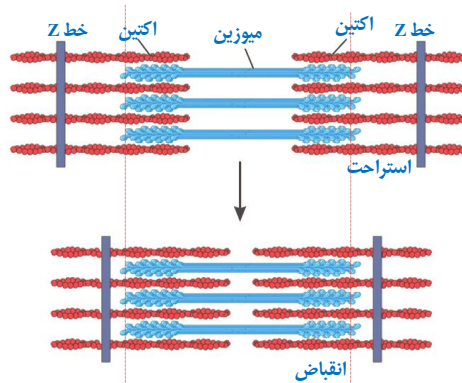
در نوعی انقباض طول ماهیچه می تواند تغییر نکند. (انقباض ایزومتریک)

نکات مهم

- ۱) رشته های میوزین از مولکول های تشکیل شده اند که دارای سر و دم هستند و رشته های اکتین نیز از واحد های کروی شکلی تشکیل شده اند که پشت سر هم قرار گرفتند. (توجه کنید سر میوزین خاصیت آنزیمی دارد)
- ۲) در نوار روشن فقط اکتین مشاهده می شود و در نوار تیره، اکتین و میوزین مشاهده می شوند. (البته در وسط نوار تیره فقط میوزین مشاهده می شود).
- ۳) هر اکتین توسط چندین مولکول میوزین (یا دو رشته میوزین) به حرکت در می آید. (و هر مولکول میوزین باعث حرکت یک اکتین می شود یا به عبارتی یک رشته میوزین می تواند، ۴ رشته اکتین را جابه جا کند).

در فرایند انقباض:

- ۱- خطوط Z به هم نزدیک می شوند. (رشته های اکتین به سمت مرکز سارکومر حرکت می کنند)
- ۲- طول رشته های اکتین و میوزین همواره ثابت است. (بسیار مهم)
- ۳- با توجه به شکل طول نوار تیره ثابت است اما طول نوار روشن کاهش می یابد.
- ۴- فاصله رشته های میوزین تا خطوط Z کاهش می یابد یا به عبارت دیگر رشته های میوزین به خط Z نزدیک می شوند. در نتیجه هم پوشانی اکتین و میوزین بیشتر می شود
- ۵- در کل سارکومر، نسبت منطقه تیره به منطقه روشن افزایش می یابد.
- ۶- توجه کنید بر اثر انقباض، طول هر بخش اکتین دار کوتاه نمی شود. (چون در نواره تیره اکتین نیز وجود دارد).
- ۷- در بخش تیره انواعی (نه نوعی) پروتئین انقباضی وجود دارد. (یعنی هم اکتین و هم میوزین) و در بخش روشن، نوعی پروتئین انقباضی (نه انواعی) وجود دارد. (یعنی فقط اکتین)



شکل ۱۵ - طرح ساده ای از انقباض سارکومرها

در فرایند استراحت:

- ۱- خطوط Z از هم دور می شوند. (رشته های اکتین از مرکز سارکومر دور می شوند)
- ۲- با توجه به شکل طول نوار تیره ثابت است اما طول نوار روشن بیشتر می شود.
- ۳- فاصله رشته های میوزین تا خطوط Z افزایش می یابد یا به عبارت دیگر رشته های میوزین از خط Z دور می شوند. در نتیجه هم پوشانی اکتین و میوزین کمتر می شود. (خلاصه اینکه فرایند استراحت در مقابل انقباض است).

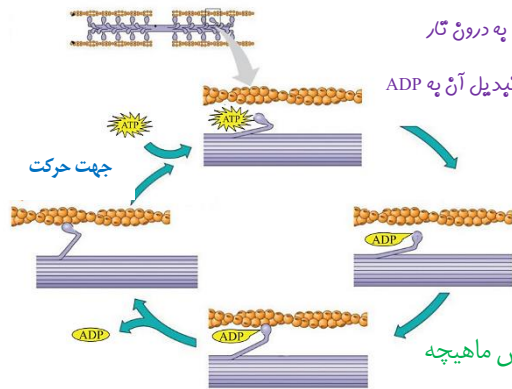
لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل های اتصال میوزین و اکتین **دائماً** تشکیل و با حرکتی مانند **پارو زدن**، **خطوط Z به سمت هم کشیده شوند**؛ سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل شوند. این **لیز خوردن**، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می شود (شکل ۱۶).

توقف انقباض: با توقف پیام عصبی انقباض، یون های کلسیم به سرعت با **انتقال فعال** به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت **استراحت** می ماند.

نکات مهم

- ۱) در نوار روشن، رشته هایی با ضخامت یکسان داریم (یعنی فقط اکتین داریم) اما در نوار تیره دو نوع رشته داریم.
- ۲) در حد فاصل دو نواره تیره، فقط یک نوع رشته (اکتین) و خط Z داریم. و در حد فاصل دو نوار روشن، رشته های اکتین و میوزین مشاهده می شوند.
- ۳) برای انقباض همه انواع باخته های ماهیچه ایی (صاف، قلبی و مخطط)، کلسیم با انتشار تسهیل شده از شبکه سارکوپلاسمی آزاد می شود.
- ۴) دقت کنید در هنگام انقباض، ناقل عصبی به گیرنده خود در سطح تار ماهیچه ایی متصل می شود و سپس سدیم به درون تار ماهیچه ایی وارد می شود و پس از آن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آزاد و وارد تارچه می شود.





مراحل فرایند انقباض: (۱) اتصال ناقل به گیرنده در سطح غشای یاخته (۲) ورود سدیم به درون تار

(۳) آزاد شدن کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی و ورود آن به تارچه (۴) تجزیه ATP سر میوزین و تبدیل آن به ADP

(۵) اتصال سر میوزین به اکتین و ایجاد پل عرضی (ADP هنوز به سرش وصله)

(۶) جدا شدن ADP از سر میوزین (۷) لیتر خوردن میوزین و کشیده شدن اکتین

(۸) نزدیک شدن دو خط Z به هم و فرایند انقباض (۹) اتصال ATP به سر میوزین

(۱۰) سست شدن و جدا شدن اتصال میوزین به

شکل ۱۶ - نحوه انقباض ماهیچه

تأمین انرژی انقباض

بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از **سوختن گلوکز** به دست می آید. در ماهیچه ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می تواند تا **چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP** را فراهم کند. برای انقباض طولانی تر، ماهیچه ها از **اسید های چرب** استفاده می کنند. ماده دیگر **کراتین فسفات** است که طبق واکنش زیر می تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند. ماهیچه ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند.



در **فعالیت های شدید** که اکسیژن کافی به ماهیچه ها نمی رسد، تجزیه گلوکز به صورت **بی هوازی** انجام می شود. در اثر این واکنش ها **لاکتیک اسید** تولید می شود که در ماهیچه انباشته می شود. انباشته شدن لاکتیک اسید پس از **تمرینات ورزشی طولانی**، باعث **گرفتگی و درد ماهیچه ای** می شود. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه ای کاهش می یابد.

انواع یاخته های بافت ماهیچه ای

یاخته های ماهیچه ای را می توان به دو نوع یاخته های **تند** و **تند** تقسیم کرد. این تقسیم بندی براساس **سرعت انقباض** است. **بسیاری** از ماهیچه های بدن هر دو نوع یاخته را دارند.

تار ماهیچه ای نوع کند، برای **حرکات استقامتی** مانند **شنا کردن** ویژه شده اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه **قرمز** به نام **میوگلوبین** (شبه هموگلوبین) دارند که می توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها **بیشتر انرژی** خود را به **روش هوازی** به دست می آورند (شکل ۱۷).

نکات مهم

- (۱) با توجه به شکل، هنگام انقباض سر میوزین به اکتین متصل است و همچنین تغییر وضعیت یا تغییر شکل میوزین در هنگام انقباض قابل مشاهده است.
- (۲) استفاده از کراتین فسفات، ویژه ماهیچه های اسکلتی است.
- (۳) در ماهیچه ها میوگلوبین و هموگلوبین داریم چون هموگلوبین در رگ های خونی ماهیچه و میوگلوبین در سیتوپلاسم تار ماهیچه ای وجود دارد. (البته توجه کنید میوگلوبین توانایی ذخیره اکسیژن دارد ولی توانایی حمل اکسیژن ندارد).
- (۴) روشی از تأمین انرژی انقباض ماهیچه که: الف) معمولاً بیشترین انرژی لازم برای انقباض را فراهم می کند: **تجزیه کامل گلوکز (هوازی)** ب) مولکول ATP را به سرعت بازتولید میکند: **روش کراتین فسفات** ج) انرژی لازم برای انقباض طولانی (بیشتر از چند دقیقه) را فراهم می کند: **تجزیه اسید چرب** د) با تغییر PH همراه است و یا باعث تحریک گیرنده درد می شود: **روش بی هوازی با تولید لاکتیک اسید**



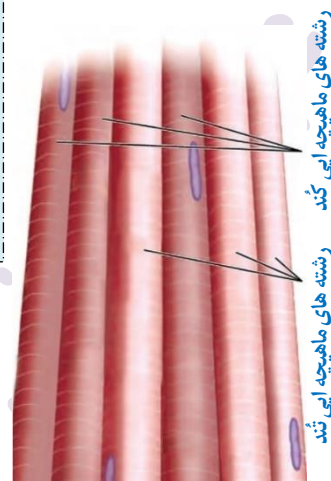
تارهای ماهیچه ای تند (یا سفید) **سریع منقبض می شوند**. این تارها مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه اند. این تارها تعداد میتوکندری **کمتری** دارند و انرژی خود را بیشتر از راه تنفس بی هوازی به دست می آورند. مقدار میوگلوبین این تارها هم کمتر است. این تارها سریع انرژی خود را از دست می دهند و **خسته می شوند**. افراد کم تحرک، دارای تار ماهیچه ای تند بیشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می شوند (شکل ۱۷).

ویژگی‌های تار ماهیچه ای کند:

۱- به دلیل داشتن میوگلوبین زیاد، رنگ قرمز دارند. ۲- برای حرکت های استقامتی مثل ماراتن ویژه شده اند. ۳- پیشتر متابولیسم هوازی دارند (مصرف اکسیژن و تولید دی اکسید کربن زیاد). ۴- فعالیت هیدرولیزی ATP در سر میوزین نسبت به تند کمتر و در نتیجه تعداد دفعات اتصال سر میوزین به اکتین کمتر است. ۵- تعداد میتوکندری ها بیشتر و در نتیجه چرخه کربس، اکسایش پیرووات، تولید لاکتیک اسید، تولید استیل کوآنزیم A، $FADH_2$ ، CO_2 پیشتر است. (البته از طرفی می توان گفت در این ماهیچه ها احیای پیرووات و تولید لاکتیک اسید کمتر است).

ویژگی‌های تار ماهیچه ای تند:

۱- به دلیل داشتن میوگلوبین کم، رنگ سفید دارند. ۲- برای حرکت های سریع مثل دوی صد متر ویژه شده اند. ۳- پیشتر متابولیسم بی هوازی دارند (مصرف اکسیژن و تولید دی اکسید کربن کمتر اما تولید لاکتیک اسید پیشتر است). ۴- فعالیت هیدرولیزی ATP در سر میوزین نسبت به کند بیشتر و در نتیجه تعداد دفعات اتصال سر میوزین به اکتین پیشتر است. ۵- تعداد میتوکندری ها کمتر و در نتیجه چرخه کربس، اکسایش پیرووات، تولید لاکتیک اسید، تولید استیل کوآنزیم A، $FADH_2$ ، CO_2 کمتر است. (البته از طرفی می توان گفت در این ماهیچه ها احیای پیرووات و تولید لاکتیک اسید پیشتر است).



شکل ۱۷- تارهای ماهیچه ای تند و کند

فعالیت

الف) به نظر شما چه تفاوت هایی بین دوندگان دوی صدمتر و ماراتن از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه ای تند و کند وجود دارد؟ در دوندگان دوی صدمتر، درصد تارهای ماهیچه ای تند و در دوندگان ماراتن درصد تارهای ماهیچه ای کند (قرمز)، پیشتر است.

ب) کدام گروه هنگام فعالیت ورزشی حرف های خود به اکسیژن نیاز بیشتری دارند؟ در دوندگان ماراتن مقدار میوگلوبین ماهیچه های مؤثر در ورزش حرف های این ورزشکاران چه تفاوتی دارد؟ در دوندگان ماراتن مقدار میوگلوبین ماهیچه ها پیشتر است.

نکات مهم

- تارهای کند از یک مولکول گلوکز انرژی (ATP) بیشتری تولید می کنند چون در تنفس هوازی ATP بیشتری تولید می شود.
- افزایش تولید CO_2 بر اثر تنفس هوازی، باعث افزایش فعالیت انیدراز کربنیک می شود و در پی آن CO_2 خون افزایش می یابد که باعث تحریک گیرنده CO_2 در بصل النخاع و گشاد شدن رگ ها می شود.
- تنفس هوازی و بی هوازی در ماهیچه های اسکلتی می تواند باعث تغییر PH خون شود. (تنفس هوازی با تولید CO_2 و اسید کربنیک و تنفس بی هوازی باعث تولید لاکتیک اسید می شود).
- در زیست دوازدهم می خوانیم میوگلوبین، اولین پروتئینی است که ساختار آن شناسایی شد و دارای ساختار سوم است.
- پروتئین های اکتین و میوزین را در هر باخته ماهیچه ایی مثلاً ماهیچه صاف نیز می توان یافت اما آرایش و نظم آنها مثل باخته های ماهیچه ایی مخطط نیست. (یعنی خط Z، نوار تیره و روشن در هر ماهیچه ایی یافت نمی شوند).



حرکت در جانوران

جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن، نمونه هایی از این حرکات اند. 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 ماهیچه ای هستند. ← پس هر جانور متحرک، اسکلت و ماهیچه دارد.

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه **آب ایستایی**، **پیرونی** و **درونی** طبقه بندی کرد. **اسکلت آب ایستایی** در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می دهد. **عروس دریایی** اسکلت آب ایستایی دارد. ضمناً در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می شود. **حشرات و سخت پوستان** نمونه هایی 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 بزرگ تر و ضخیم تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین تر شدن آن می شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی شود.

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

فعالیت

با استفاده از منابع علمی تحقیق کنید هریک از انواع اسکلت درونی یا بیرونی چه مزایا و محدودیت هایی دارند.

اسکلت پیرونی نقش حفاظتی بهتری دارد اما در افزایش اندازه بدن جانور، سرعت و حرکات جانور محدودیت ایجاد می کند. اسکلت درونی به بدن شکل می دهد و تکیه گاه ماهیچه ها است و انواع حرکات را در جانور ممکن می کند اما احتمال آسیب آن و یا فشاری که به آن وارد می شود بیشتر است.

نکات مهم

- ۱) در عروس دریایی، سامانه ایی که اسکلت جانور را تشکیل می دهد در گوارش، تنفس و گردش مواد نیز نقش دارد.
- ۲) دقت کنید هر جانوری که اسکلت بیرونی دارد تنفس نایبسی ندارد مثل سخت پوستان. (ولی هر جانوری که فاقد اسکلت درونی هست قطعاً بی مهره است مثل عروس دریایی، حشرات و سخت پوستان).
- ۳) مهره داری مثل کوسه ماهی که اسکلت درونی دارد دارای غضروف است و استخوان ندارد. پس ژن ساخت هموگلوبین در یاخته هایی غیر از یاخته های بنیادی مغز استخوان بیان می شوند.
- ۴) هر جانوری که فاقد اسکلت خارجی است می تواند منظور مهره دار یا عروس دریایی که اسکلت آب ایستایی دارد باشد.

درست / نادرست

- ۱) در یک سارکومر درون تار ماهیچه ای اسکلتی، رشته هایی که به قط Z متصل اند بر فلاف رشته های نوع دیگر در تشکیل نوارهای روشن سارکومر نقش دارند.
- ۲) در یک ماهیچه اسکلتی انسان، هر تارچه بر فلاف هر تار، فاخر موکول های ذخیره کننده اطلاعات رشد و نمو در سافتار فودر است.
- ۳) پس از ایجاد یک موج تمریکی در غشای یک تار ماهیچه اسکلتی، فعالیت نوعی پروتئین در غشای شبکه آندروپلاسمی زیاد می شود.
- ۴) ماهیچه ای که در انعکاس عقب کشیدن دست پس از بر خورد با یک جسم داغ منقبض می شود، با انقباض یافته های فودر منبر به حرکت نوعی مفصل با قابلیت چرخش در تمامی جهات می شود.
- ۵) جهت توقف انقباض در یافته های ماهیچه ی زوزنقه ای یک فرد سالم و بالغ، فعالیت آنزیمی سرمیوزین همانند مصرف ATP جهت انتقال کلسیم لازم است.
- ۶) هر دسته از تارهای ماهیچه ای عضلات اسکلتی در بدن انسان که در افراد کم تحرک بیشتر است، بیشتر انرژی فودر را با تشکیل لاکتیک اسید در زمان مصرف گلوکز، بدست می آورند.
- ۷) افزایش کلسیم در اطراف تارچه ماهیچه روی بازو بر فلاف ماهیچه زیر بازو، ساعد را از بازو دور می کند.
- ۸) هر ماهیچه مقطط، تحت کنترل دستگاه عصبی پیکری تنظیم می شود.
- ۹) آن دسته از تارهای ماهیچه اسکلتی که مقدار انرژی آزاد شده از مواد مغزی در آنها پیش تر از سایر تارهاست در مقابل فستگی مقاومت اندکی دارند.
- ۱۰) در همه ماهیچه های اسکلتی بدن انسان، می توان تارهای کند و تند را مشاهده کرد.
- ۱۱) در فرایند انقباض ماهیچه اسکلتی، پس از سست شدن اتصال سر میوزین و آنتین عمل تمیزه ATP آغاز می شود.
- ۱۲) یافته های ماهیچه ایی قرمز نسبت به سفید، دی اکسیدکربن بیشتری تولید می کنند.
- ۱۳) در هنگام شنیدن صدای اول قلب، در تارهای ماهیچه ایی بطن ها، طول رشته های متصل به قط Z کمتر می شود.
- ۱۴) در سلول های ماهیچه ایی عنبیه، با بازگشت کلسیم به شبکه آندروپلاسمی، مردمک گشاد تر می شود.
- ۱۵) در انسان با کاهش فاصله بین دو قط Z در ماهیچه های بازدمی، هوای پر از اکسیژن از نایژک ها خارج می شود.
- ۱۶) در یافته های ماهیچه ایی دیافراگم، با ناپدید شدن نوار روشن، فون بزرگ سیاهرگ زیرین با فشار بیشتری وارد دهلینها می شود.
- ۱۷) در همه ماهیچه های اسکلتی هنگام انقباض، از شبکه سارکوپلاسمی کلسیم آزاد می شود.
- ۱۸) در هر انقباض ماهیچه اسکلتی، اتصال آنتین به میوزین همانند کوتاه شدن رشته های انقباضی مشاهده می شود.



پاسخ تشریحی

(۱) **درست:** رشته‌های اکتین، نازک و از یک طرف به خط Z متصل اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده اند. همانطور که در شکل ۱۵ مشاهده می کنید، نوار روشن در بخشی دیده می شود که رشته های اکتین حضور دارند.

(۲) **درست:** هر تار مانند هر یاخته دیگری، غشا، سیتوپلاسم، هسته و سایر اندامک ها را دارد و از طرفی در تار، هسته وجود دارد ولی تارچه خود بخشی از تار است و هیچ گونه اندامکی ندارد که بتواند اطلاعات لازم را در خود ذخیره کند.

(۳) **درست:** انقباض ماهیچه نیازمند یون کلسیم است و این یون برای ورود از شبکه آندوپلاسمی به درون سیتوپلاسم به کمک پروتئین های کانالی و با فرایند انتشار تسهیل شده انجام می شود. پس افزایش فعالیت این کانال ها را در هنگام انقباض داریم.

(۴) **نادرست:** انقباض یاخته های این ماهیچه منجر به نزدیک شدن استخوان های زند زیرین و زبرین به سمت بازو می شود که این حرکت از طریق حرکت مفصل لولایی آرنج انجام می شود؛ می دانید که مفاصل لولایی قابلیت چرخش در تمامی جهات را ندارند و فقط به سمت جلو و عقب حرکت می کنند..

(۵) **نادرست:** در فرایند توقف انقباض، یون های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکه های سارکوپلاسمی منتقل می شوند و این فرایند همراه با مصرف ATP است. ولی دقت کنید فعالیت آنزیمی سر میوزین طی فرایند انقباض و با هیدرولیز ATP رخ می دهد.

(۶) **درست:** تارهای ماهیچه ای تند در افراد کم تحرک نسبت به سایر افراد بیشتر دیده می شود. تارهای ماهیچه ای تند نسبت به تارهای ماهیچه ای کند میوگلوبین و میتوکندری کمتری دارند و بیشتر انرژی خود را به روش بی هوازی و با تشکیل لاکتیک اسید فراهم می کنند.

(۷) **نادرست:** افزایش کلسیم در اطراف تارچه ماهیچه روی بازو یعنی انقباض آن، که باعث نزدیک شدن ساعد به بازو می شود.

(۸) **نادرست:** ماهیچه های اسکلتی و قلبی، مخطط هستند. که ماهیچه های قلبی توسط اعصاب خود مختار کنترل می شوند.

(۹) **نادرست:** تارهای که بیشتر تنفس هوازی دارند یعنی تارهای کند، انرژی (یا ATP) بیشتری را تولید می کنند و این ماهیچه ها در برابر خستگی مقاومت زیادی دارند یعنی دیر خسته می شوند.

(۱۰) **نادرست:** بسیاری از ماهیچه های اسکلتی بدن (نه همه) دارای تارهای کند و تند هستند.

(۱۱) **درست:** بعد از سست شدن اتصال سر میوزین و اکتین، عمل تجزیه ATP آغاز می شود تا اتصال مجدد رخ دهد.

(۱۲) **درست:** یاخته های ماهیچه ایی قرمز تعداد میتوکندری بیشتری دارند و بیشتر تنفس هوازی دارند پس دی اکسید کربن بیشتری تولید می کنند و از طرفی اکسیژن بیشتری مصرف می کنند.

(۱۳) **نادرست:** طول رشته های اکتین و میوزین همواره ثابت است و تغییری در طول آنها ایجاد نمی شود..

(۱۴) **درست:** بازگشت کلسیم یعنی استراحت عنبیه. که در این هنگام مردمک گشادتر می شود.

(۱۵) **درست:** چون با انقباض ماهیچه های بازدمی، عمل بازدم صورت می گیرد و به دنبال آن هوای مرده که غنی از اکسیژن است از بخش هادی خارج می شود.

(۱۶) **نادرست:** با ناپدید شدن یا کم شدن نوار روشن، ماهیچه دیافراگم منقبض می شود و عمل دم صورت می گیرد که بر اثر آن حجم قفسه سینه افزایش می یابد و فشار از سیاهرگ برداشته می شود و خون با فشار بیشتری وارد یک دهلیز (نه دهلیزها) می شود.

(۱۷) **درست:** چند جمله مهم را توجه کنید:

همه ماهیچه های اسکلتی: (۱) در تولید لاکتیک اسید نقش دارند. (۲) دارای ژن تعیین جنسیت هستند. (۳) چند هسته ایی هستند. (۴) تحت کنترل اعصاب پیکری هستند. (۵) از به هم پیوستن چندین یاخته در دوران جنینی بوجود آمدند. (۶) از کراتین فسفات برای تولید انرژی استفاده می کنند. **بسیاری (نه همه) از ماهیچه های اسکلتی:** (۱) دارای هر دونوع تار تند و کند هستند. (۲) به صورت جفت باعث حرکت می شوند. (۳) توسط زردپی به استخوان متصل اند.

(۱۸) **نادرست:** در هر انقباض ماهیچه اسکلتی، اتصال اکتین به میوزین، وجود کلسیم در اطراف تارچه، مرحله بی هوازی تنفس (گلیکولیز)، ثابت بودن طول رشته ها یعنی اکتین و میوزین مشاهده می شود اما در هر انقباض ممکن است طول ماهیچه تغییر نکند (ایزومتریک یا نگه داشتن وزنه روی سر)، ممکن است $FADH_2$ تولید نشود (در صورت شرایط بی هوازی). (بد نیست بدانید در بحث انقباض ماهیچه ها نوار را با رشته ها اشتباه نگیرید منظور از نوار همان نوار تیره و روشن است و منظور از رشته ها همان رشته های اکتین و میوزین هستند.



سوالات کنکور سراسری (سال ۹۸ به بعد مطابق با کتاب جدید)

(سراسری ۱۳۹۸)

۱) کدام مورد، دربارهٔ هر تار ماهیچهٔ اسکلتی بدن انسان صحیح است؟

- ۱) بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می آورد.
۲) از به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی ایجاد شده است.
۳) بیشتر انرژی لازم برای انقباض آن از کراتین فسفات به دست می آید. ۴) مقدار زیادی میوگلوبین دارد و انرژی خود را به گندی از دست می دهد.

(سراسری خارج ۱۳۹۸)

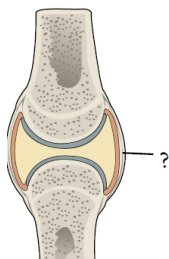
۲) کدام مورد، فقط دربارهٔ بسیاری از ماهیچه های اسکلتی بدن انسان درست است؟

- ۱) انرژی لازم برای انقباض آنها، فقط از سوختن کراتین فسفات به دست می آید.
۲) هر یاختهٔ آنها، از به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی ایجاد شده است.
۳) تارهایی ویژه برای انجام حرکات استقامتی و تارهایی دیگر برای انجام انقباضات سریع دارند.
۴) به دنبال اتصال نوعی ناقل عصبی به گیرندهٔ درون تار، یک موج تحریکی در طول غشای آن ایجاد می شود.

(سراسری ۱۳۹۹)

۳) کدام گزینه دربارهٔ بخش موردنظر صحیح است؟

- ۱) برخلاف بخشی که استخوان ها را به هم متصل می کند، انعطاف پذیری کمی دارد.
۲) همانند بخشی که هر دسته تار ماهیچه ای را احاطه می نماید، مادهٔ زمینه ای اندکی دارد.
۳) همانند بخشی که یاخته های پوششی روده باریک را پشتیبانی می کند، دارای یاخته های زیادی است.
۴) برخلاف بخشی که یاخته های پوششی معده را به یکدیگر متصل نگه می دارد، واجد رشته های گلیکوپروتئینی است



۴) کدام گزینه، دربارهٔ بخش موردنظر در شکل مربوط به سوال ۳ درست است؟

- ۱) همانند غلافی که هر دسته تار ماهیچه ای را احاطه می نماید، تعداد یاخته های بسیار زیادی دارد.
۲) همانند بخشی که بافت پوششی رودهٔ باریک را پشتیبانی می کند، دارای انعطاف پذیری کمی است.
۳) برخلاف بخشی که اندام های درون شکم را از خارج به هم وصل می کند، رشته های کلاژن بیشتری دارد.
۴) برخلاف بخشی که یاخته های پوششی معده را به یکدیگر و به بافت زیرین متصل می کند، شبکه ای از رشته های گلیکوپروتئینی دارد.

(سراسری خارج ۱۳۹۹)

۵) کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

- « ، آن دسته از تارهای ماهیچهٔ اسکلتی که در آنها بیشتر از سایر تارهاست »
۱) فعالیت آنزیم تجزیه کنندهٔ ATP سر میوزین - در مقابل خستگی مقاومت اندکی دارند.
۲) مقدار انرژی آزاد شده از مواد مغذی - با سرعت تندتری سارکومرهای خود را کوتاه می کنند.
۳) مقدار پروتئین ذخیره کنندهٔ اکسیژن - در سیتوپلاسم خود، ساختارهای دو غشایی کمتری دارند.
۴) سرعت آزاد شدن یونهای کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی - بیشتر انرژی خود را از طریق هوازی به دست می آورند.

(سراسری ۱۳۹۹)

۶) کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

- « ، آن دسته از تارهای ماهیچهٔ اسکلتی که در آنها بیش از سایر تارهاست »
۱) فعالیت آنزیم تجزیه کنندهٔ ATP سر میوزین - در مقابل خستگی مقاومت اندکی دارند.
۲) مقدار رنگ دانهٔ قرمز - فعالیت آنزیم های مؤثر در چرخهٔ کربس آنها مهار گردیده است.
۳) مقدار انرژی آزاد شده از مواد مغذی - با سرعت کندتری سارکومرهای خود را کوتاه می کنند.
۴) سرعت آزاد شدن یونهای کلسیم از شبکهٔ سارکوپلاسمی - در سیتوپلاسم خود، ساختارهای دو غشایی اندکی دارند.



(سراسری ۱۴۰۰)

۷) خارجی ترین یاخته های استخوانی موجود در تنه استخوان ران یک فرد سالم چه مشخصه ای دارند؟

(۱) در مجاورت خود رگ های خونی و رشته های عصبی و مغز قرمز دارند .

(۲) در سمت داخل یاخته هایی پهن و نزدیک به هم واقع شده اند.

(۳) بر روی دایره ای با مرکزیت مجرای هاورس قرار گرفته اند .

(۴) در بین یاخته های خود، حفره های نامنظم زیادی دارند.

۸) به طور معمول در مهره های نوعی جانور ماده، رسوبی از نمکهای کلسیم یافت نمی شود، کدام ویژگی، درباره این جانور صحیح است؟

(سراسری ۱۴۰۰)

(۱) با فشار جریان آب به سمت بیرون، به سمت مخالف حرکت می نماید.

(۲) می تواند تخمکی با اندوخته زیاد و دیوار های چسبناک و ژله ای تولید کند.

(۳) توسط ساختار ویژه ای، محلول نمک بسیار غلیظ را به روده ترشح می کند.

(۴) خون پس از عبور از سینوس سیاهرگی، ابتدا به حفره بزرگتر قلب وارد می شود.

(سراسری ۱۴۰۰)

۹) کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«در واحدهای تکراری تارچه یک عضله دلتایی، رشته هایی یافت می شود که متشکل از اجزایی کروی شکل هستند، این رشته ها در هنگام»

(۱) انقباض، از وسعت نوار روشن می کاهند .

(۲) استراحت، در بخشی از نوار تیره یافت می شوند.

(۳) استراحت، از رشته های مشابه خود دور می شوند .

(۴) انقباض، از طریق سرهای خود به نوعی رشته های پروتئینی متصل می گردند.

(سراسری خارج ۱۴۰۰)

۱۰) کدام گزینه، برای تکمیل عبارت زیر نامناسب است؟

«در واحدهای تکراری تارچه یک عضله دلتایی، رشته هایی یافت می شود که متشکل از اجزایی کروی شکل هستند، این رشته ها در هنگام»

(۱) انقباض، از وسعت نوار روشن می کاهند.

(۲) استراحت، در بخشی از نوار تیره یافت می شوند.

(۳) انقباض، به رشته های مشابه خود نزدیک می شوند.

(۴) استراحت، از طریق سرهای خود، از نوعی رشته های پروتئینی جدا می گردند.

۱۱) در مهره های نوعی جانور ماده، اثری از رسوب نمک های کلسیم یافت نمی شود، چند مورد، درباره این جانور صحیح است؟

الف - با فشار جریان آب به سمت بیرون، به سمت مخالف حرکت می نماید.

ب - می تواند تخمک هایی با اندوخته زیاد و دیواره ای چسبناک و ژله ای تولید کند.

ج - خون از سینوس سیاهرگی، ابتدا به حفره کوچک تر قلب وارد می شود.

د - توسط ساختار ویژه ای، محلول نمک بسیار غلیظ را به روده ترشح می کند.

(سراسری خارج ۱۴۰۰)

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۲) چند مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«در یک فرد سالم و بالغ، خارج یتترین یاخته های استخوانی موجود در تنه استخوان ران، به طور حتم.....»

(سراسری خارج ۱۴۰۰)

الف - تیغه های استخوانی نامنظم را احاطه کرده اند.

ب - بر روی دایره ای با مرکزیت مجرای هاورس قرار گرفته اند.

ج در سمت داخل یاخته هایی پهن و نزدیک به هم واقع شده اند.

د در نزدیکی رگ های خونی و با فاصله زیادی از مغز قرمز قرار گرفته اند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پایخ

تشریحی

(۱) گزینه ۲: تار های ماهیچه ای به دو نوع کند و تند تقسیم می شوند. همه انواع تار های ماهیچه ای اسکلتی از به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی ایجاد شده اند و به همین دلیل دارای چند هسته می باشند. **بررسی سایر گزینه ها:** گزینه (۱) تار های ماهیچه ای کند دارای میتوکندری فراوانی هستند و بیشتر انرژی خود را از راه تنفس هوازی به دست می آورند و تار های ماهیچه ای تند، تعداد کمتری میتوکندری (راکیزه) دارند و انرژی خود را بیشتر از طریق تنفس بی هوازی کسب می کنند.

گزینه (۳) گلوکز سوخت رایج یاخته است و در واقع بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه ها از سوختن گلوکز به دست می آید. گزینه (۴) تار های ماهیچه ای کند دارای مقدار زیادی میوگلوبین هستند و تار های ماهیچه ای تند دارای مقدار کمی میوگلوبین هستند که این تار ها (تند)، سریع انرژی خود را از دست داده و خسته می شوند.

(۲) گزینه ۲: کف استخوان رکابی طوری روی دریچه بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می لرزاند. این دریچه پرده ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را مایعی پر کرده است. لرزش دریچه بیضی مایع درون حلزون را به لرزش درمی آورد. علت نادرستی سایر گزینه ها:

پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد و پشت این پرده، سه استخوان کوچک چکشی، سندان و رکابی به ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده اند و بعد از حرکت این استخوان ها و دریچه بیضی، مایع درون حلزون به لرزش و مژگ های گیرنده های مکانیکی درون بخش حلزونی خم و کانال های یونی غشای آنها باز و این یاخته ها تحریک می شوند.

(۳) گزینه ۲: بخش مشخص شده در شکل سؤال، کپسول مفصلی از جنس بافت پیوندی رشته ای است. دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته ای محکم به نان زردی احاطه شده است. این نوع بافت ها از جنس بافت پیوندی رشته ای هستند؛ بنابراین ماده زمینه ای و تعداد یاخته های اندکی دارند. بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۱) جنس رباط نیز از بافت پیوندی رشته ای است و انعطاف پذیری کمی دارد. گزینه (۳) بخشی که یاخته های پوششی روده باریک را پشتیبانی می کند، بافت پیوندی سست است، در بافت پیوندی متراکم برخلاف بافت پیوندی سست تعداد یاخته ها اندک است. گزینه (۴) بخشی که یاخته های پوششی معده را به یکدیگر متصل نگه می دارد، غشای پایه است. رشته های گلیکوپروتئینی در ساختار غشای پایه قابل مشاهده هستند.

(۴) گزینه ۳: بخش مشخص شده در شکل سؤال، کپسول مفصلی از جنس بافت پیوندی رشته ای است. بافت پیوندی رشته ای نسبت به بافت پیوندی سست که اندام های درون شکم را از خارج به هم متصل می کند (تشکیل دهنده پرده صفاق)، دارای رشته های کلاژنی بیشتری است. بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۱) غلافی که هر دسته تار ماهیچه ای را احاطه می کند، زردی (بافت پیوندی رشته ای) است که مقاومت بالایی دارد و تعداد یاخته های آن اندک است. گزینه (۲) بخشی که یاخته های پوششی روده باریک را پشتیبانی می کند، بافت پیوندی سست است که انعطاف پذیری زیادی دارد. گزینه (۴) بخشی که یاخته های پوششی را کنار هم نگه می دارد و به بافت زیرین متصل می کند، غشای پایه نام دارد که دارای رشته های پروتئینی و گلیکوپروتئینی است.

(۵) گزینه ۱: فعالیت آنزیم تجزیه کننده ATP سر میوزین به دلیل انقباض های بیشتر و سریع تارهای تند، بیشتر از تارهای کند است. این تارها در مقابل خستگی مقاومت اندکی دارند. بررسی سایر گزینه ها: گزینه (۲) مقدار انرژی آزاد شده از مواد مغذی در تارهای کند بیشتر از تند است؛ انقباض در این تارها مدت زمان طولانی تری دارد، پس با سرعت کمتری سارکومرهای خود را کوتاه می کنند.

گزینه (۳) بخش اول به تارهای ماهیچه ای کند اشاره دارد؛ این تارها دارای ساختارهای دو غشایی (میتوکندری) بیشتری هستند. گزینه (۴) سرعت آزاد شدن یون های کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی در تارهای تند، بیشتر از کند است؛ اما ویژگی نام برده در قسمت دوم گزینه برای تارهای ماهیچه ای کند است.



۶) گزینه ۲ تارهای کند، مقدار میوگلوبین قرمز بیشتری از تار تند دارند که بیشتر تنفس هوازی و واکنش های چرخه کربس انجام می دهند بررسی سایر گزینه ها : گزینه ۱) تارهای تند، سرعت انقباض بیش تری دارند و زودتر خسته می شوند.
گزینه ۳) تارهای کند، ATP بیشتری از مواد غذایی آزاد می کنند ولی سرعت کندتری از تارهای تند دارند.
مورد ۴) تعداد میتوکندری (اندامک دوغش ایی) در تارهای کند از تند بیش تر است ولی سرعت انقباض در تارهای تند بیشتر می باشد.

۷) گزینه ۲ در تنه استخوان ران، خارجی ترین یاخته های استخوانی، در سطح داخلی بافت پیوندی متراکم قرار گرفته اند. یاخته های این بافت، پهن هستند. هما نظور که در شکل ۳ مشاهده می کنید، این یاخته های استخوانی جزء بافت استخوان متراکم هستند پس فاقد حفره نامنظم در بین خود هستند و هم چنین با مغز قرمز استخوان مجاورت ندارند.

۸) گزینه ۳ استخوانها با افزوده شدن نمکهای کلسیم، سخت می شوند. پس منظور سؤال، جانوری مهره دار با اسکلت غیراستخوانی (غضروفی) یعنی همان ماهیان غضروفی است. ماهیان غضروفی دارای غدد راست روده ای هستند که محلول نمک بسیار غلیظ را به روده ترشح می کنند. بررسی سایر گزینه ها: ۱) جانورانی که اسکلت آب ایستایی دارند می توانند با فشار جریان آب به سمت بیرون، به سمت مخالف حرکت کنند. ۲) اندوخته غذایی تخمک در ماهیان اندک است. ۴) در ماهیان، خون پس از عبور از سینوس سیاهرگی، ابتدا وارد دهلیز (حفره کوچک تر قلب) می شود.

۹) گزینه ۴ رشته هایی که اجزای کروی دارند و در سارکومر (واحدهای تکراری تارچه) یافت می شوند، رشته های اکتین هستند که فاقد سر هستند (سر متعلق به میوزین است). بررسی سایر گزینه ها:
گزینه ۱) در هنگام انقباض، طول نوارهای روشن سارکومر کم می شود. گزینه ۲) در هنگام استراحت، رشته های اکتین از یکدیگر دور می شوند. گزینه ۳) و در بخش هایی که هم پوشانی با میوزین دارند، بخش تیره را تشکیل می دهند.

۱۰) گزینه ۳ هما نظور که در شکل ۱۵ مشاهده می کنید، رشته های اکتین از واحدهای کروی تشکیل شده اند. توجه داشته باشید که اکتین فاقد سر است و داشتن سر برای اتصال، ویژگی مولکولهای میوزین است. بررسی سایر گزینه ها:
گزینه ۱) در حین انقباض، به دلیل افزایش همپوشانی رشته های اکتین و میوزین، طول نوار روشن کاهش می یابد.
گزینه ۲) در نوار تیره، بخشی از رشته های اکتین نیز یافت می شود. گزینه ۴) در حین انقباض، طول سارکومر کاهش می یابد، بنابراین رشته های اکتین دو سمت سارکومر به هم نزدیک می شوند.

۱۱) گزینه ۲ موارد ج و د درست هستند. جانورانی که در مهره های آن ها رسوب کلسیم دیده نمی شود، مهره دارانی با اسکلت غضروفی هستند مثل ماهیان غضروفی که با وجود داشتن اسکلت، جنس آن استخوانی نیست. بررسی سایر گزینه ها:
الف: عروس دریایی دارای اسکلت آب ایستایی است و با فشار جریان آب به سمت بیرون، جانور به جهت مخالف حرکت می کند.
ب) در ماهیان و دوزیستان به علت دوره جنینی کوتاه، میزان اندوخته تخمک کم است.
ج) ماهیان دارای قلب د و حفره ای هستند و دو بخش سینوس سیاهرگی (قبل از دهلیز) و مخروط سرخرگی (بعد از بطن) دارند. بزرگ ترین حفره قلب ماهیان، بطن است. خون پس از عبور از سینوس سیاهرگی، ابتدا به دهلیز (حفره کوچکتر قلب) وارد می شود.
د) ماهیان غضروفی (مثل کوسه ها و سفره ماهی ها) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه ها دارای غدد راست روده ای (نوعی ساختار ویژه) هستند، که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می کنند.

۱۲) گزینه ۳ خارجی ترین یاخته های استخوانی موجود در تنه استخوان ران، یاخته های بافت استخوان فشرده هستند که در سامانه هاورس نیز قرار نگرفته اند. بررسی سایر موارد: الف) با توجه به شکل ۳ می بینید در بخش داخلی تر این یاخته ها، حفره های بافت استخوان اسفنجی دیده می شود، بافت استخوان اسفنجی، تیغه های استخوانی نامنظم دارد. ب) این یاخته ها در سامانه های هاورس قرار ندارند. ج) در بخش خارجی آن ها، بافت پیوندی وجود دارد. با توجه به شکل بافت پیوندی در زیست دهم، یاخته های بافت پیوندی پهن و نزدیک به هم هستند. د) طبق شکل ۳، در مجاورت و نزدیکی آن ها، رگ های خونی یافت می شود؛ از طرفی در استخوان ران، مغز قرمز در انتهای برآمده استخوان قرار دارد که از این یاخته ها دور است؛ پس این گزینه هم می تواند صحیح باشد