گفتار ۱ گیرنده‌های حسی

گیرنده‌ی حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت می‌کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می‌شود. دقت کنید گیرنده پیام را تفسیر نمی‌کند. صدا، فشار، اکسیژن، گرما و نور نمونه‌هایی از این محرک‌ها هستند که هرکدام گیرنده‌ی ویژه‌ای را در بدن تحریک می‌کنند. گیرنده‌های حسی انسان گوناگون‌اند؛ ولی می‌توان آن‌ها را بر اساس نوع محرک، در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد: گیرنده‌های مکانیکی، شیمیایی، دمایی، نوری و درد. در ادامه درس با این گیرنده‌ها آشنا می‌شوید.

نکته *اگر محرک به‌اندازه‌ی کافی قوی باشد، با تحریک گیرنده موجب ایجاد پیام عصبی در گیرنده می‌شود. این پیام از طریق نورون‌های حسی به مرکز عصبی برده می‌شود. دستگاه عصبی مرکزی پیام‌های حسی را پردازش و تفسیر می‌کند و در صورت لزوم به آن‌ها پاسخ می‌دهد.*

انواع گیرنده‌های حسی از نظر جنس و ساختار:

۱- گیرنده‌ی حسی می‌تواند بخشی از نورون حسی باشد؛ مثل گیرنده‌های پوست که دندریت نورون حسی می‌باشد. دقت کنید در اینجا گیرنده بخشی از یک سلول می‌باشد.

۲- گیرنده‌ی حسی می‌تواند یک سلول غیرعصبی باشد. مثل گیرنده‌های چشایی زبان

۳- گیرنده‌ی حسی خود می‌تواند نورون تمایز یافته باشد. مثل گیرنده‌های استوانه‌ای و مخروطی چشم

دورهمی گیرنده‌ها

دورهمی گیرنده‌ها بر اساس نوع محرک

۱- گیرنده‌ی مکانیکی: با فشار، لمس، کشش، ارتعاش تحریک می‌شود. گیرنده‌های دیواره‌ی مثانه، گیرنده‌ی فشار پوست، گیرنده‌های فشار خون موجود در دیواره‌ی سرخرگ‌های گردش خون عمومی، گیرنده‌های مژک‌دار موجود در بخش حلزونی و مجاری نیم‌دایره‌ای گوش و گیرنده‌های حس وضعیت از نوع گیرنده‌های مکانیکی می‌باشد.

۲- گیرنده‌ی شیمیایی: گیرنده‌های چشایی که در روی زبان و دهان قرار دارند و گیرنده‌های بویایی که در سقف حفره‌ی بینی قرار گرفته‌اند، گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن که بیشتر در سرخرگ آئورت، سرخرگ‌های ناحیه گردن قرار دارند،گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس نمونه‌هایی از گیرنده‌ی شیمیایی هستند.

۳- گیرنده‌ی دمایی: در پوست گیرنده‌ی دمایی داریم که به تغییرات دمای سطح بدن حساس هستند و در درون بدن مثلاً در برخی سیاهرگ‌های بزرگ گیرنده‌های دمایی داریم که به تغییرات دمای درون بدن (دمای خون) حساس هستند.

۴- گیرنده‌ی نوری: گیرنده‌های استوانه‌ای و مخروطی می‌باشند که در شبکیه‌ی چشم قرار دارند.

۵- گیرنده‌ی درد: در پوست و بخش‌های گوناگون بدن مثل دیواره‌ی سرخرگ‌ها قرار دارند. گیرنده‌های درد به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. گرما و سرمای شدید نیز اگر باعث آسیب بافتی بشوند گیرنده‌ی درد را تحریک می‌کنند.

نکته *گیرنده‌ی نورانی در حالت عادی با یک نوع محرک (نور) تحریک می‌شود و گیرنده درد با محرک‌های مختلفی تحریک می‌شود.*

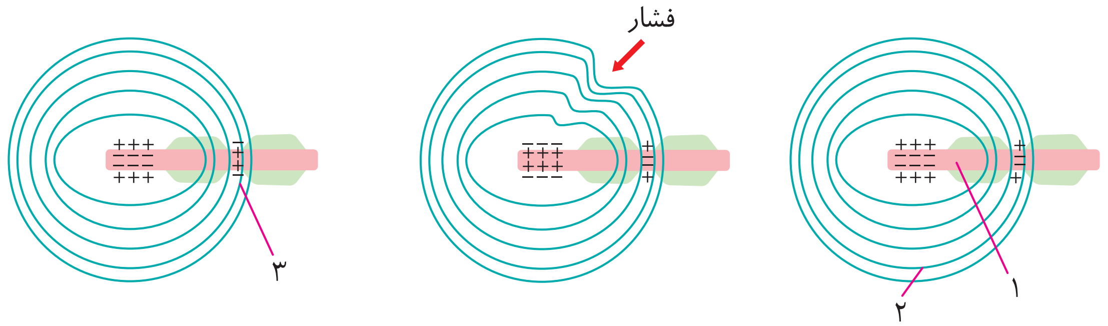
کار گیرنده‌های حسی

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند؟

با **باز شدن کانال دریچه دار سدیمی** و تغییر نفوذپذیری غشاء گیرنده به یون‌ها، پتانسیل غشاء سلول گیرنده تغییر می‌کند و اثر محرک به پیام عصبی تبدیل می‌شود.

اثر محرک با روش‌های مختلفی ازجمله **تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی** و **تغییر دما**، موجب تغییر نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها و درنتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می‌دهند.

شکل زیر، یک گیرنده فشار پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده **انتهای** دارینه (دندریت) یک نورون حسی است که درون پوششی **چندلایه** و **انعطاف‌پذیر** از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشته‌ی دندریت (دارینه) را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر ایجاد می‌کند. درنتیجه کانال‌های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. (مثلاً باز شدن کانال‌های دریچه دار سدیمی) به‌این‌ترتیب در دندریت (دارینه) پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود. (از طریق نورون حسی).



الف) ساختار گیرنده   ب) واردآمدن تحریک (فشار)   پ) تبدیل اثر محرک به پیام عصبی (هدایت پیام عصبی)

شکل ۱- ایجاد پیام عصبی به وسیله‌ی گیرنده‌ی فشار.

توضیح شکل: زمانی که فشاری به گیرنده وارد نمی‌شود در این حالت گیرنده‌ی فشار در حالت آرامش می‌باشد؛ یعنی داخل سلول نسبت به بیرون سلول منفی‌تر می‌باشد. با وارد شدن تحریک (فشار) به پوست لایه‌های پیوندی اطراف گیرنده‌ی فشار دچار تغییر شکل می‌شوند و فشرده‌تر می‌شوند. فشرده‌تر شدن این پوشش پیوندی موجب می‌شود رشته‌ی دندریت تحت فشار قرار بگیرد و در آن پتانسیل عمل ایجاد گردد؛ یعنی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی آن باز می‌شوند و یک‌باره مقدار زیادی یون سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وارد دندریت نورون حسی (گیرنده‌ی فشار) می‌شوند. در این زمان می‌توان گفت اثر محرک به پیام عصبی تبدیل شده است. سپس پیام عصبی به نقطه‌ی مجاور سرایت می‌کند و در آنجا نیز پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. این تحریک تا انتهای آکسون هدایت می‌گردد.

نکته *اگر به شکل دقت کنید، قسمت انتهایی دندریت فاقد میلین می‌باشد. غلاف پیوندی بر روی بخشی از میلین نیز قرار دارد.*

نکته *پتانسیل عمل در قسمت‌های میلین‌دار ایجاد نمی‌شود. انتهای دندریت فاقد میلین می‌باشد و در آنجا پتانسیل الکتریکی غشاء تغییر می‌کند و پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. سپس پتانسیل ایجادشده به گره‌ی رانویه مجاور خود جهش می‌کند و پیام به شکل جهشی هدایت می‌شود.*

نکته ترکیبی **یازدهم** از فصل اعصاب به یاد داریم که اگر نورون فاقد میلین باشد پتانسیل عمل می‌تواند در تمام طول نورون می‌تواند ایجاد شود؛ اما اگر نورون دارای میلین باشد، پتانسیل عمل فقط در قسمت‌های فاقد میلین مثل گره‌ی رانویه ایجاد می‌شود.

گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

شاید توجه کرده باشید که بوی غذا یا عطر را پس از گذشت مدتی، دیگر احساس نمی‌کنیم.
آیا مولکول‌های بودار در محیط کم می‌شوند، یا گیرنده‌های بو درست کار نمی‌کنند؟
وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض **محرک ثابتی** قرار گیرند، پیام عصبی **کمتری** ایجاد می‌کنند، یا **اصلاً پیامی ارسال نمی‌کنند.**
این پدیده را **سازش گیرنده‌ها** می‌نامند.

سازش گیرنده‌ها چه فایده‌ای دارد؟

۱- گفتیم زمانی که سازش رخ می‌دهد اثر محرک **کمتر** به پیام عصبی تبدیل می‌شود و یا **اصلاً** پیامی ارسال نمی‌شود. این اتفاق موجب می‌شود سلول‌ها انرژی بیشتری را ذخیره کنند.

۲- اگر سازش گیرنده‌ها رخ ندهد گیرنده‌های حس ما هر تحریکی را به پیام عصبی تبدیل و به مراکز عصبی می‌فرستند که در این صورت پیام‌های **غیر مهم بسیاری** به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌گردد و نتیجتاً کار دستگاه عصبی مرکزی خیلی سخت‌تر می‌شود چون باید مدام پیام‌های مهم و غیر مهم را از هم تفکیک کنند. درواقع سازش گیرنده‌ها باعث می‌شود اثر محرک‌هایی که مهم نیستند کمتر به دستگاه عصبی مرکزی فرستاده شوند.

پدیده‌ی سازش گیرنده‌های فشار پوست، موجب می‌شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، اطلاعات کمتری به مغز ارسال می‌شود. درنتیجه مغز می‌تواند اطلاعات مهم‌تری را پردازش کند.

نکته *دقت شود سازش در همه‌ی گیرنده‌ها مشاهده نمی‌شود؛ مثلاً گیرنده‌های درد چون باید هر لحظه ما را از وجود درد مطلع کنند، هیچ‌گاه سازش پیدا نمی‌کنند.*

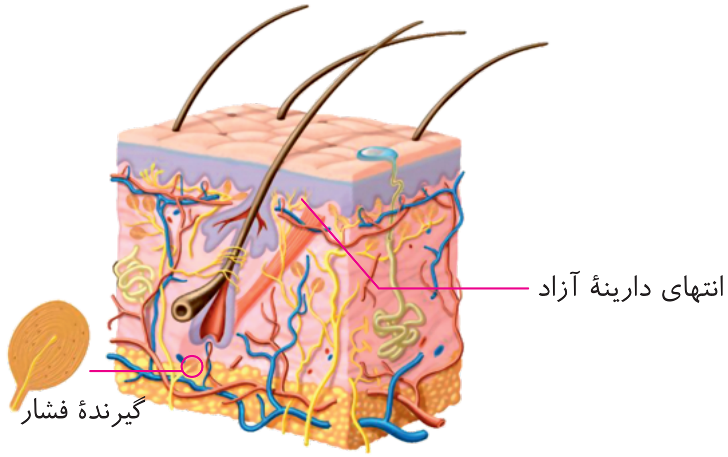
حواس را به دو گروه تقسیم می‌کنند

گروهی از گیرنده‌ها مانند گیرنده‌های دما در **بخش‌های گوناگون بدن پراکنده‌اند** و گروهی از گیرنده‌های بدن ما در اندام‌های ویژه‌ای قرار دارند؛ مانند گیرنده‌های بینایی در چشم. از این‌رو، حواس را به دو گروه حواس پیکری و حواس ویژه تقسیم کرده‌اند. در ادامه‌ی درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می‌شوید.

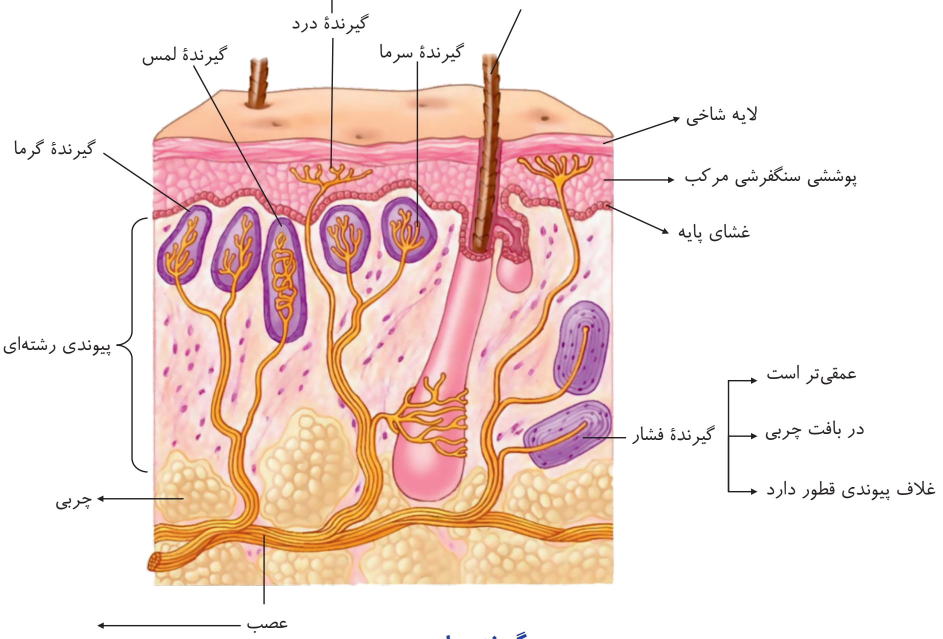
نکته *دقت بفرمایید که حواس دو نوع‌اند (پیکری و ویژه)، اما گیرنده‌ها ۵ نوع هستند (مکانیکی، شیمیایی، نوری، درد و دمایی).*

گیرندۀ درد پوست: سطحی‌تر است.
در بافت پوششی قرار دارد.
در اطراف خود غلاف پیوندی ندارد.

گیرندۀ فشار پوست: عمقی‌تر است
دندریت آن فاقد انشعاب است.
اطراف آن بافت پیوندی قطور وجود دارد.



شکل ۲- گیرنده‌های پوست



گیرنده‌های حسی پوست

تحریک پوست دست موجب تحریک ریشه پشتی عصب نخاعی شده. پیام ایجاد شده به نخاع و سپس به مغز می‌رود. تحریک پوست صورت موجب تحریک نورون حسی شده فقط دقت بفرمایید که پیام مستقیما به مغز می‌رود و دیگر به نخاع نمی‌رود. چون ناحیه تحریک شده مربوط به سر می‌باشد دیگه لزومی ندارد پیام ایجاد شده به نخاع برود و بعد دوباره از نخاع به مغز برود.

دورهمی پوست

پوست، یک اندام می‌باشد که شامل لایه‌ی بیرونی (اپی‌درم) و لایه‌ی درونی (درم) می‌باشد. در سطح پوست منفذ غدد عرقی و منفذی که مو از آن خارج می‌شود قابل مشاهده است. لایه‌ی شاخی و بافت سنگفرشی مرکب در بخش اپی‌درم قرار دارد. دقت بفرمایید که بافت پوششی وارد منطقه‌ی درم هم می‌شود که در اطراف ریشه‌ی مو قابل مشاهده می‌باشد. در زیر بافت پوششی غشاء قرار دارد که به‌صورت چین‌خورده می‌باشد. در لایه‌ی درونی عروق خونی، پیاز مو، بافت پیوندی و رشته‌های عصبی متصل به پیاز مو و غدد عرق مشاهده می‌شود. مجرای عرقی از لایه‌ی درم، غشاء پایه و اپی‌درم گذر می‌کند و توسط منفذ عرق به سطح پوست راه پیدا می‌کند. در درم عروق خونی و اعصاب هر چه به سطح پوست نزدیک‌تر شوند نازک‌تر می‌شوند. درم کلاژن فراوان دارد و در تهیه چرم کاربرد دارد. در زیر درم بافت چربی مشاهده می‌گردد. در بافت چربی نیز می‌توان عروق خونی و اعصاب را مشاهده کرد. گیرنده فشار در بافت چربی نیز مشاهده می‌شود. در پوست گیرنده گرما، سرما، درد و تماس نیز مشاهده می‌شود.

حواس پیکری

در بخش‌های گوناگون بدن مانند **پوست**، **ماهیچه‌های اسکلتی** و **زردپی‌ها**، گیرنده‌هایی به نام گیرنده‌های حس‌های پیکری وجود دارند. حس‌های پیکری شامل **حسّ تماس**، **دما**، **وضعیت** و **دردند**. انتهای دندریت (دارینه) آزاد، مانند گیرنده‌های درد یا انتهای دندریت‌هایی (دارینه‌هایی) درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار در پوست نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس پیکری‌اند.

گیرنده‌های تماسی: گیرنده‌های **مکانیکی‌اند** که با **تماس**، **فشار** یا **ارتعاش** تحریک می‌شوند. این گیرنده‌ها مثلا در پوست وجود دارند. تعداد گیرنده‌های تماس در پوست بخش‌های گوناگون بدن **متفاوت** است و بخش‌هایی که تعداد گیرنده‌های بیشتری دارند، مانند نوک انگشتان و لب‌ها، حساس‌ترند و با کمترین تحریک مکانیکی تحریک می‌شوند.

نکته *زمانی که محرکی گیرنده‌های عمقی حس تماس را تحریک می‌کند مثل زمانی که گیرنده‌ی فشار تحریک شده است قطعاً گیرنده‌های سطحی حس تماس (مثل گیرنده‌ی لمس) نیز تحریک می‌شوند.*

گیرنده‌های دمایی: در بخش‌هایی از درون بدن، مانند **برخی** سیاهرگ‌های بزرگ و **پوست** جای دارند. گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن و گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند.

گیرنده دما
- در پوست ← حساس به تغییرات دمای سطح بدن
- در درون بدن مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ ← حساس به تغییر دمای درون بدن

دورهمی دما

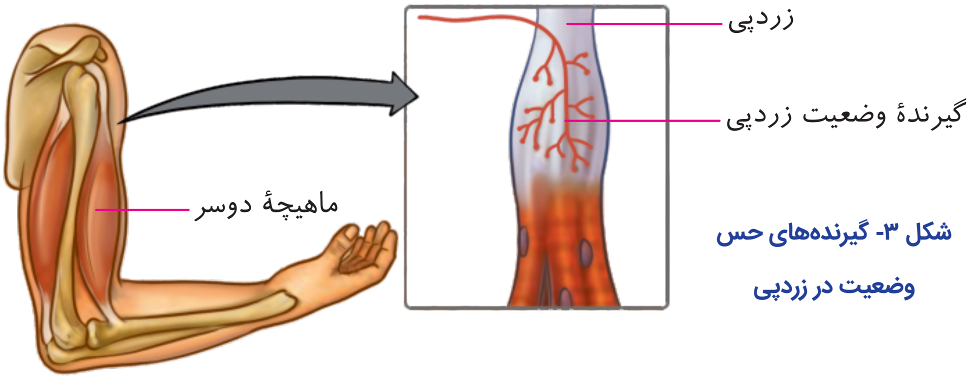
۱- در دمای بدن اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید به مقدار **کمی** در خوناب حل می‌شوند.
۲- خون به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند.
۳- **تشخیص** دما توسط گیرنده است. گیرنده دمایی هم روی بدن داریم و هم در داخل بدن.
۴- گروهی از گیرنده‌ها مانند گیرنده‌های دما در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده‌اند.
۵- گیرنده‌های دمایی در بخش‌هایی از درون بدن مانند **برخی** سیاهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند.
۶- گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن (تغییر دمای خون) و گیرنده های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند و در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند.
۷- چربی غذا در دمای بدن **ذوب**، و در سطح محتویات لوله گوارش شناور می‌شود.
۸- **تنظیم** دما توسط هیپوتالاموس است. **درک** گرما به‌عهده قشر مخ می‌باشد.
۹- دما از عواملی است که نفوذپذیری غشائ گیرنده به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل غشائ آن را تغییر می‌دهد.
۱۰- ماهیچه‌ها با انقباض خود در حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت موثرند.
۱۱- فعالیت‌های سوخت و ساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن موثر باشد.
۱۲- فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا **کاهش** پیدا می‌کند.
۱۳- با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آن‌ها از طریق خون به بخشی از **هیپوتالاموس** می‌رسد و دمای بدن را بالا میبرد.
۱۴- شبکه‌ای از رگ‌های کوچک در کیسه بیضه **به تنظیم دما کمک** می‌کند.
۱۵- قرارگیری کیسه بیضه خارج از محوطه شکمی باعث می‌شود دمای درون آن حدود ۳ درجه پایین‌تر از دمای بدن قرار گیرد. این دما برای فعالیت بیضه‌ها و تمایز صحیح اسپرم‌ها لازم است.
۱۶- بدون آنزیم ممکن است در دمای بدن سوخت و ساز یاخته‌ها بسیار کند انجام شود و انرژی لازم برای حیات تامین نشود.
۱۷- عوامل متعددی از جمله PH، دما، غلظت آنزیم و پیش ماده بر سرعت فعالیت آنزیم‌ها تاثیر میگذارد.
۱۸- آنزیم‌های بدن انسان در دمای ۳۷ درجه بهترین فعالیت را دارند. این آنزیم‌ها در دمای بالاتر ممکن است.
۱۹- شکل غیرطبیعی یا برگشت ناپذیر پیدا کنند و غیرفعال شوند. آنزیم‌هایی که در دمای پایین غیرفعال می‌شوند با برگشت دما به حالت طبیعی می‌توانند به حالت فعال برگردند.
۲۰- افزایش بیش از حد دما و نور سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.

گیرنده‌ی حس وضعیت: فعالیت گیرنده‌های **مکانیکی** حسّ وضعیت موجب می‌شود که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد.

نکته *مثل وقتی که با پارچه‌ای روی چشمانتان را ببندیم و سپس بگوییم به زانوی پای راستتان دست بزنید شما این کار را به راحتی انجام می‌دهید چون مغز به‌واسطه‌ی پیام‌هایی که گیرنده‌های حس وضعیت مخابره می‌شود از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم هنگام سکون و حرکت اطلاع دارد.*

گیرنده‌های حسّ وضعیت در **ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها** و **کپسول پوشاننده‌ی مفصل‌ها** قرار دارند. گیرنده‌های وضعیت درون ماهیچه‌ها به تغییر **طول ماهیچه** حساس‌اند؛ مثلاً وقتی دست خود را حرکت می‌دهید، طول ماهیچه تغییر می‌کند و گیرنده‌های درون ماهیچه تحریک می‌شوند.

در هر انقباض عضله اسکلتی لزوماً طول ماهیچه کم نمی‌شود. مثل وزنه‌برداری که در تلاش است برای بلند کردن یک وزنه؛ اما نمی‌تواند آن را تکان دهد.



شکل ۳- گیرنده‌های حس وضعیت در زردپی

نکته *جنس زردپی ، کپسول پوشاننده‌ی مفصل و رباط بافت پیوندی رشته‌ای می‌باشد.*

با توجه به شکل متوجه می‌شویم که گیرنده‌ی حس وضعیت موجود در زردپی انتهای دندریت نورون حسی می‌باشد. توجه کنید رباط برخلاف زردپی گیرنده‌ی وضعیت ندارد.

نکته *در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. در مفصل‌های متحرک مثل مفصل زانو، مفصل آرنج، مفصل کتف و مفصل لگن محل مفصل توسط پوششی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای به نام کپسول مفصلی احاطه شده است.*

مفصل ثابت گیرنده‌ی حس وضعیت ندارد، چون نمی‌تواند باعث حرکتی در بدن شود. بیشتر مفاصل استخوان‌های جمجمه از نوع مفصل ثابت هستند.

گیرنده‌های درد: گیرنده‌های درد در پوست و بخش‌های دیگر بدن مانند **دیواره‌ی سرخرگ‌ها** قرار دارند. گیرنده‌های درد به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. **آسیب بافتی** در اثر عوامل **مکانیکی** مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و **برخی** مواد **شیمیایی** مثل لاکتیک‌اسید ایجاد می‌شود. گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند. درنتیجه، این پدیده کمک می‌کند مادامی که محرّک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرّک اطلاع داشته باشد.

درد یک سازوکار حفاظتی است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد؛ مثلاً نشستن طولانی‌مدت ممکن است موجب آسیب دیدن بافت پوست در محل نشیمن‌گاه شود؛ بنابراین، فرد به‌طور ناخودآگاه تغییر وضعیت می‌دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود.

نکته *دکتر جان حس‌های پیکری شامل حسّ تماس، دما، وضعیت و دردند. که هرکدام گیرنده‌های مربوط به خود را دارند.*

از بین گیرندهای تماسی، گیرنده‌های دمایی، گیرنده‌های حس وضعیت و گیرنده‌های درد، گیرنده‌های تماسی و حس وضعیت گیرنده مکانیکی هستند.

نکته *گیرنده‌های درد در بافت پوششی سنگ‌فرشی مرکب مشاهده می‌شوند. گیرنده‌های درد در اپی‌درم پوست و بخش‌های دیگر بدن مثل دیواره‌ی سرخرگ‌ها وجود دارد.*

نکته *در گرما و سرمای شدید علاوه بر گیرنده‌های دمایی، گیرنده‌های درد پوست نیز تحریک می‌شوند پس می‌توان گفت گیرنده‌های درد با چندین نوع محرک تحریک می‌شوند.*

برخی از گیرنده‌های حواس پیکری، مانند گیرنده‌های درد، انتهای دندریت آزاد می‌باشد که داخل غلاف پیوندی قرار ندارد. برخی دیگر از گیرنده‌های حواس پیکری، مانند گیرنده‌ی فشار در پوست انتهای دندریت‌هایی درون پوششی از بافت پیوندی می‌باشد.

نکته ترکیبی ۵ دوازدهم در ماهیچه‌ها در هنگام کمبود اکسیژن، در سیتوپلاسم تخمیر لاکتیکی انجام می‌شود. در این زمان، پیرووات احیاء می‌شود و اسید لاکتیک تولید می‌شود. تجمع لاکتیک اسید در ماهیچه‌ها سبب تحریک گیرنده‌های درد و درنتیجه ایجاد حس درد می‌شود. چون در تخمیر لاکتیکی CO_2 تولید نمی‌شود، پس به دنبال تخمیر لاکتیکی کاهش فعالیت انیدراز کربنیک و درنتیجه کاهش بیکربنات رخ می‌دهد.

گیرنده‌های مکانیکی	محل	ویژگی
تماسی (لمس، ارتعاش و فشار)	پوست	۱- انتهای دندریت نورون حسی هستند. ۲- غلاف پیوندی دارند. ۳- توانایی سازش پذیری دارند. ۴- تعداد گیرنده‌های تماسی پوست در مناطق مختلف پوست متفاوت است. ۵- مناطقی که تعداد بیشتری گیرنده تماسی دارند حساس‌تر هستند. ۶- عمقی‌ترین گیرنده‌ی پوست گیرنده‌های فشار می‌باشد.
حس وضعیت	ماهیچه، زردپی، کپسول مفصلی	۱- انتهای دندریت نورون حسی می‌باشد. ۲- در اطراف خود غلاف پیوندی ندارد. ۳- در تنظیم فعالیت مخچه نقش دارند. ۴- مغز از چگونگی قسمت‌های مختلف بدن در حین سکون و حرکت مطلع می‌شود. ۵- در ماهیچه‌های اسکلتی به تغییر طول ماهیچه حساس هستند. ۶- مفصل ثابت گیرنده حس وضعیت ندارد.
گیرنده کششی دیوارهٔ نایژه و نایژک	دیوارهٔ نایژه و نایژک	اگر شش‌ها بیش از حد پر شوند، آنگاه ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ نایژه‌ها و نایژک‌ها بیش از حد کشیده می‌شوند که موجب ارسال پیام توقف تنفس به بصل‌النخاع می‌شود.
گیرنده فشاری (حساس به فشار خون)	دیوارهٔ سرخرگ‌های گردش خون عمومی (مثلا آئورت)	حساس به تغییر فشار خون. مواردی که موجب گشادی رگ می‌شوند بر روی فشار خون اثر گذارند و موجب تحریک گیرنده فشاری می‌شوند. افزایش CO_2 خون و یون H^+ موجب گشادی رگ و کاهش فشار خون می‌شود. کاهش فشار خون موجب تحریک گیرنده فشاری می‌شود، گیرنده فشاری پیامی به مراکز عصبی می‌فرسد تا فشار خون در حد طبیعی حفظ شود.
گیرنده کششی مثانه	دیوارهٔ مثانه	با تجمع ادرار در مثانه، دیواره مثانه کشیده می‌شود و به دنبال آن گیرنده کششی تحریک می‌شود. سپس پیام عصبی به نخاع فرستاده می‌شود.

چالش

۱- با دریافت پیام‌های عصبی گیرنده‌های حس تحریک و محرک را شناسایی می‌کنند. ☑ ☒
۲- نوع جریان عصبی تولیدشده در انواع گیرنده‌ها متفاوت می‌باشد. ☑ ☒
۳- پوست گیرنده شیمیایی دارد. ☑ ☒
۴- یک گیرنده می‌تواند با چندین محرک مختلف تحریک شود. ☑ ☒
۵- یک محرک می‌تواند چندین گیرنده را تحریک کند. ☑ ☒
۶- گیرنده فشار پوست به حفظ تعادل کمک می‌کنند. ☑ ☒
۷- گیرنده حس وضعیت در حفظ تعادل نقش مؤثر دارد. ☑ ☒
۸- همه‌ی گیرنده‌های حس‌های پیکری دندریت نورون حسی می‌باشند. ☑ ☒
۹- گیرنده درد نوعی گیرنده شیمیایی می‌باشد که در هنگام تجمع اسید لاکتیک تحریک می‌شود. ☑ ☒
۱۰- گیرنده فشار همانند گیرنده درد با تحریک مداوم پیام کمتری به مرکز عصبی ارسال می‌کند. ☑ ☒

۱۱- پتانسیل غشاء هر گیرنده تماسی در حضور یک محرک مکانیکی تغییر می‌کند. ☑ ☒

۱۲- گیرنده حس وضعیت زردپی از انشعابات انتهای دندریت تشکیل شده است. ☑ ☒

۱۳- پایانه آکسونی نورون حرکتی در دو سمت گیرنده حس وضعیت ماهیچه قرار دارد. ☑ ☒

۱۴- ماهیت پیام عصبی در همه‌ی گیرنده‌ها یکسان می‌باشد. ☑ ☒

۱۵- در اندام‌های حواس ویژه ممکن نیست گیرنده‌های حواس پیکری مشاهده شود. ☑ ☒

۱۶- گیرنده فشار نوعی گیرنده مکانیکی است که در صورت قرار گرفتن در برابر فشار ثابت قطعا کمتر پیام عصبی ایجاد می‌کنند. ☑ ☒

۱۷- حساسیت گیرنده‌های فشار نوک انگشتان و لب‌ها بیشتر از سایر نقاط است. ☑ ☒

۱۸- تحریک هر یک از گیرنده‌های حس وضعیت موجب تغییر در عملکرد سلول‌های بخشی از مغز می‌شود که کرمینه دارد. ☑ ☒

۱۹- هر گیرنده تماسی پوست در برابر فشار پیام تولید می‌کند. ☑ ☒

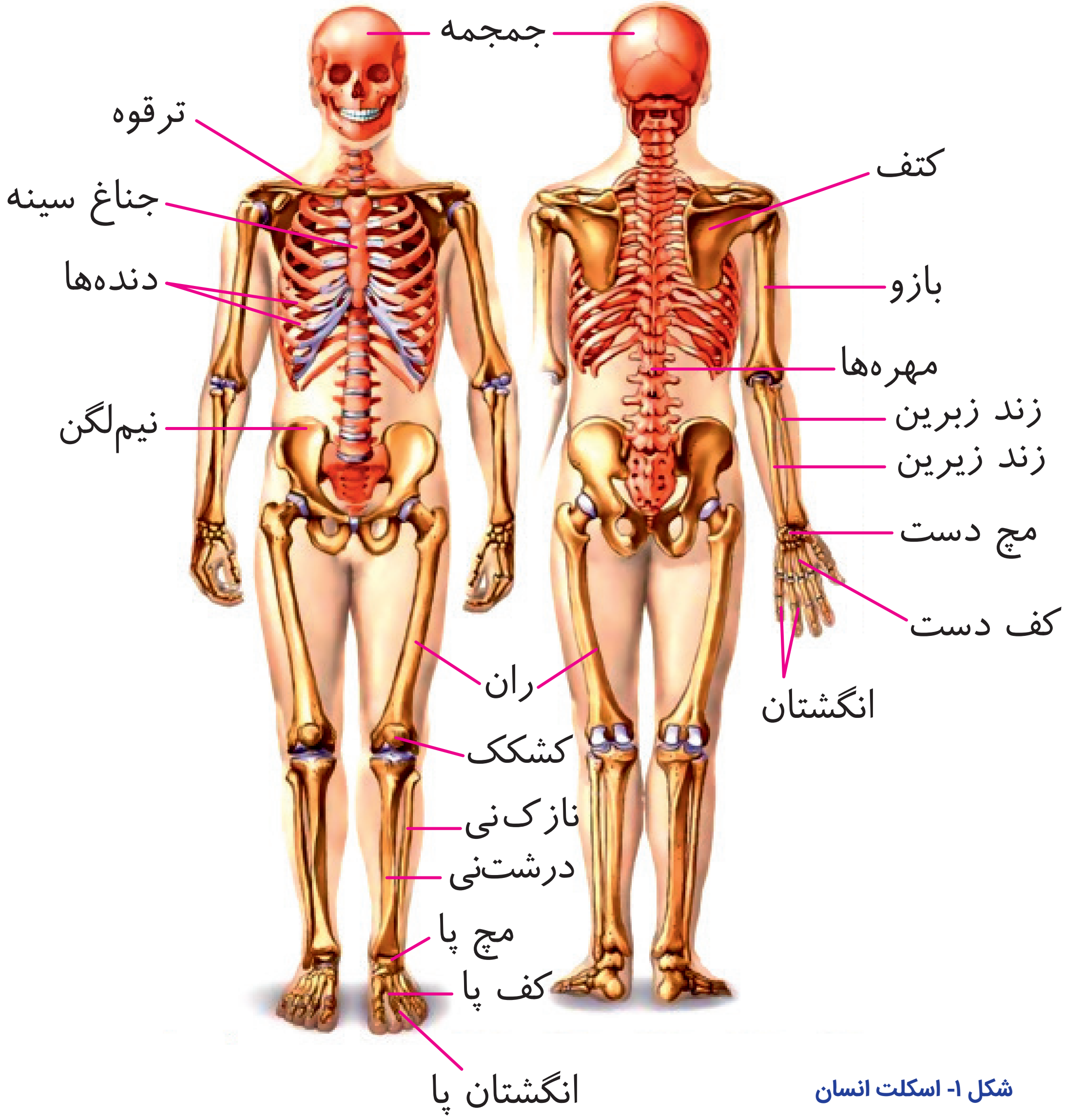
۲۰- گیرنده مکانیکی که با ارتعاش تحریک می‌شود، قطعا ویژگی سازش پذیری دارد. ☑ ☒

۲۱- گیرنده‌ای که ویژگی سازش پذیری دارد ممکن نیست بین سلول‌های پوششی قرار بگیرد. ☑ ☒

۲۲- در گیرنده‌های تماسی میتوان سازش مشاهده کرد. ☑ ☒

سایر گیرنده‌ها	محل	ویژگی
گیرنده دمایی درون بدن	دیوارهٔ برخی سیاهرگ‌های بزرگ	حساس به دمای خون - چون هیپوتالاموس مرکز تنظیم دمای بدن است پس تحت تأثیر فعالیت هیپوتالاموس این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند. انتهای دندریت نورون حسی می‌باشد. غلاف پیوندی دارد. شامل گیرنده گرما و سرما است. توانایی سازش دارد.
گیرنده دمایی روی بدن	پوست	حساس به دمای محیط - انتهای دندریت نورون حسی می‌باشد. غلاف پیوندی دارد. شامل گیرنده گرما و سرما است. توانایی سازش دارد.
گیرنده درد	در پوست و بخش‌های دیگر بدن مانند دیواره‌ی سرخرگ‌ها	حساس به آسیب بافتی است. تحت تأثیر محرک‌های مختلف مکانیکی، شیمیایی، دمایی تحریک می‌شوند. انتهای دندریت نورون حسی می‌باشد. در اطراف خود غلاف پیوندی ندارد. توانایی سازش ندارد. نقش مهمی در بروز ساز و کارهای حفاظتی بدن نظیر انعکاس‌های دفاعی دارند. سنگ کیسهٔ صفرا، رسوب اسید اوریک در مفاصل، تجمع لاکتیک اسید در ماهیچه‌ها موجب تحریک گیرنده درد می‌شوند. فعالیت گیرنده درد با مصرف الکل، کاهش می‌یابد.
گیرنده حساس به کاهش O_2 خون (گیرنده شیمیایی)	بیشتر در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیهٔ گردن	کاهش O_2 محلول در خوناب ⇦ تحریک گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن که بیشتر در آئورت و سرخرگ‌های ناحیه گردنی قرار دارند ⇦ ارسال پیام به بصل‌النخاع ⇦ افزایش تنفس
حساس به افزایش CO_2 خون (گیرنده شیمیایی)	بصل النخاع (مغز - دستگاه عصبی مرکزی)	افزایش CO_2 خون ⇦ تحریک گیرنده شیمیایی حساس به افزایش CO_2 بصل‌النخاع ⇦ افزایش تنفس (با افزایش تنفس CO_2 بیشتری دفع می‌شود.
حساس به یون H^+ (گیرنده شیمیایی)	بصل النخاع (مغز - دستگاه عصبی مرکزی)	افزایش یون H^+ (کاهش pH) ⇦ تحرک گیرنده شیمیایی حساس به افزایش H^+ بصل‌النخاع ⇦ افزایش تنفس
حساس به فشار اسمزی پلاسما(خوناب) (گیرنده شیمیایی)	هیپوتالاموس (مغز - دستگاه عصبی مرکزی)	افزایش فشار اسمزی خوناب ⇦ تحریک گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس ⇦ از یک سو فعال شدن مرکزی تشنگی در هیپوتالاموس - از سوی دیگر ترشح هورمون ضد ادراری از هیپوفیز پسین

گفتار ۱ استخوان‌ها و اسکلت

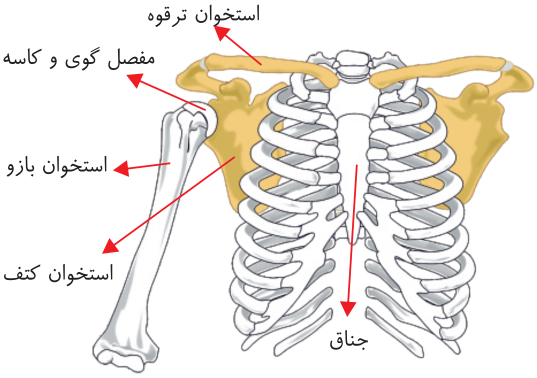


شکل ۱- اسکلت انسان

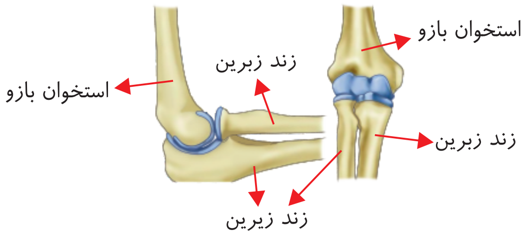
نکته کل ساختار استخوانی سر، جمجمه نام دارد. در جمجمه استخوان‌های کاسه سر، فک بالا و فک پایین و استخوان‌های چهره (مثل استخوان بینی) مشاهده می‌شود. فک بالا ثابت و فک پایین، متحرک است.

نکته در مفصل شانه، استخوان‌های کتف و بازو شرکت دارند. استخوان کتف مثلثی‌شکل می‌باشد.

نکته استخوان بازو از پایین در مفصل آرنج شرکت می کند و با دو استخوان زند زیرین و زبرین مفصل دارد. پس در مفصل آرنج ۳ استخوان زند زیرین، زند زبرین و بازو شرکت دارد. بازو از بالا در مفصل گوی و کاسه (بازو با کتف) و از پایین در مفصل لولایی (مفصل آرنج) شرکت می کند. پس استخوان بازو جمعا سه سطح مفصلی دارد.



نکته استخوان‌های زند زیرین و زبرین هم در بالا و هم در پایین با یکدیگر مفصل تشکیل می‌دهند. زندزیرین و زبرین از بالا با استخوان بازو و از پایین با استخوان‌های مچ دست مفصل می‌شوند.

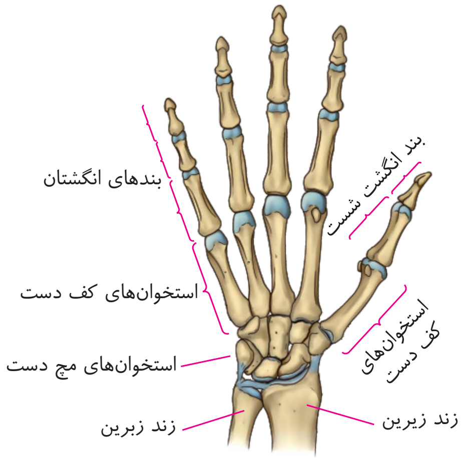


UP در استخوان زند زیرین انتهای بالایی بزرگ‌تر از انتهای پایینی است.

UP در استخوان زند زبرین انتهای پایینی بزرگ‌تر از انتهای بالایی آن است.

UP انتهای پایینی زند زبرین بزرگتر از زند زیرین است. پس در مفصل مچ دست زند زبرین با استخوان‌های مچ سطح مفصلی بیشتری دارد نسبت به استخوان زند زیرین.

UP در امتداد زند زیرین انگشت کوچک دست و در امتداد زند زبرین انگشت شست قرار دارد.



نکته لگن از ۲ نیم لگن تشکیل شده است. هر نیم لگن از عقب با ستون مهره‌ها، از جلو با نیم لگن دیگر و از کنار با استخوان ران مفصل می‌دهد. پس هر نیم لگن ۳ مفصل می‌دهد.

نکته ران با کشکک و درشت نی مفصل دارد اما با نازک نی مفصل ندارد. هر استخوان ران سه مفصل تشکیل می‌دهد. با استخوان نیم‌لگن، با استخوان کشکک و در زانو با استخوان درشت‌نی مفصل می‌دهد.

نکته درشت نی با ران، کشکک، نازک نی، مچ مفصل دارد. استخوان درشت‌نی با استخوان ران دو سطح مفصلی دارد. استخوان درشت‌نی در سطح داخلی ساق و استخوان نازک‌نی در سطح بیرونی پا قرار دارد. همچنین برانیرکه، نازک‌نی قوزک خارجی پا را تشکیل میدهد و درشت‌نی قوزک داخلی پا را ایجاد می‌کند.

نکته در مفصل زانو، استخوان ران و درشت نی شرکت دارد.

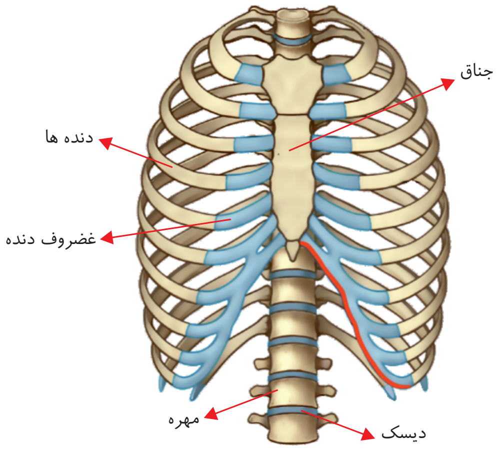
نکته کشکک با ران و درشت نی مفصل دارد. کشکک روی مفصل زانو قرار دارد.

نکته نازک نی با از بالا با درشت نی و از پایین با مچ مفصل دارد.

نکته در مفصل مچ پا، درشت نی، نازک نی و استخوان‌های کوتاه مچ شرکت دارند.

نکته همه‌ی انگشتان دست و پا از ۳ بند (۳ استخوان) تشکیل شده‌اند، به جز انگشت شست که از ۲ بند تشکیل شده است.

نکته استخوان ران و استخوان بازو تک‌قسمتی هستند. استخوان ساق شامل درشت نی و نازک نی است. یعنی استخوان ساق دو قسمتی است. استخوان ساعد نیز دو قسمتی است و شامل زند زیرین و زندزبرین است.



نکته انسان دارای ۱۲ جفت (۲۴ عدد) دنده می‌باشد. همه دنده‌ها از عقب به ستون مهره‌ها اتصال دارند اما همه دنده‌ها از جلو به جناغ اتصال ندارند. دنده‌های ۱ تا ۷ هرکدام با یک غضروف به‌صورت جداگانه به جناغ متصل هستند. دنده‌های ۸ و ۹ و ۱۰ با یک غضروف مشترک به جناغ متصل هستند. دنده‌های ۱۱ و ۱۲ به جناغ متصل نیستند.

نکته ترکیبی **۵دهم** دنده‌ها از **بخشی** از کلیه محافظت می‌کنند. دنده‌ها از بخش بالایی کلیه محافظت می‌کنند. چون کلیه‌ی چپ بالاتر است توسط ۲ دنده‌ی آخر (دنده‌ی ۱۱ و ۱۲) محافظت می‌شود و کلیه‌ی راست که کمی پایین‌تر است، توسط دنده‌ی آخر (دنده‌ی ۱۲) محافظت می‌شوند.

نکته ترکیبی **۵دهم** ماهیچه دیافراگم از جلو با غضروف‌های دنده‌ای و از پشت با ستون مهره‌ها اتصال دارد.

حالا که صحبت از تنفس شد، گفتم یه یادآوری از تنفس براتون بزارم. بخونید و لذت ببرید.

در دم دو عامل دخالت دارد. **اوّل**، ماهیچه دیافراگم که در حالت استراحت، گنبدی شکل است اما وقتی منقبض می‌شود، به حالت مسطح در می‌آید. **دوم**، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی که دنده‌ها را به سمت **بالا و جلو** جابه جا می‌کند و جناغ را به جلو می‌راند. در تنفس آرام و طبیعی، **دیافراگم** نقش اصلی را بر عهده دارد. **در دمِ عمیق**، انقباض ماهیچه‌های ناحیه **گردن نیز**، به افزایش حجم قفسه سینه کمک می‌کند. با به استراحت در آمدن ماهیچه دیافراگم و ماهیچه های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش‌ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. **در بازدم عمیق**، انقباض ماهیچه های بین دنده‌ای **داخلی** و نیز ماهیچه های **شکمی**، به کاهش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.

		نقش	توضیحات
تنظیم تنفس در بدن انسان	**بصل‌النخاع**	آغاز دم	دم، با انقباض ماهیچه‌های دیافراگم و بین دنده‌های خارجی آغاز می‌شود.
		تنظیم مدت زمان دم و پایان دم	اگر شش‌ها بیش از حد پر شوند، آنگاه ماهیچه‌های صاف دیواره نایژه‌ها و نایژک‌ها بیش از حد کشیده می‌شوند. در این صورت، از این ماهیچه‌ها پیامی توسط عصب به مرکز تنفس در بصل‌النخاع ارسال می‌شود که بلافاصله ادامه دم را متوقف می‌کند.
		افزایش آهنگ تنفس	گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید در بصل‌النخاع وجود دارد که با تحریک آنها آهنگ تنفس افزایش می‌یابد. این گیرنده‌ها در داخل مغز قرار دارند و از نوع گیرنده شیمیایی هستند.
			در خارج از مغز، گیرنده‌های شیمیایی وجود دارند که به کاهش اکسیژن حساس‌اند. این گیرنده‌ها بیشتر در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیه گردن که خون‌رسانی به سر و مغز را بر عهده دارند، واقع‌اند. در هنگام کاهش اکسیژن خون، این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و به بصل‌النخاع پیام عصبی ارسال می‌کنند.
	پل مغزی	تنظیم مدت زمان دم و توقف دم	مرکزی در پل مغز وجود دارد که با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند. پل مغزی از بصل النخاع بالاتر می‌باشد.

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

اسکلت محوری: نقش **اصلی** اسکلت مرکزی بدن **محافظت از اندام‌های حیاتی** می‌باشد. جمجمه (حفاظت از مغز)، جناغ و دنده‌ها (حفاظت از قلب)، ستون مهره‌ها (حفاظت از نخاع) را به عهده دارند. استخوان‌های گوش میانی نیز جزء اسکلت محوری هستند.

اسکلت جانبی: ران، بازو، زند زبرین، زند زیرین، درشت نی، نازک نی، لگن، ترقوه، کتف، کشکک جزء اسکلت جانبی هستند.

نکته *به مجموعه‌ی استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل بدن اسکلت گفته می‌شود.*

عمال استخوان‌ها:	ویژگی
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا اندام‌ها بر روی آن‌ها مستقر شوند. استخوان‌های اسکلت محوری و جانبی هر دو در پشتیبانی از اندام‌های بدن نقش دارند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آن‌ها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود. استخوان‌های اسکلت محوری و جانبی هر دو در حرکت نقش دارند.
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کنند. تا اینجا متوجه شدیم اسکلت محوری در حفاظت از اندام‌های درونی نقش دارد. بدانید استخوان لگن نیز که جزء اسکلت جانبی است نیز در حفاظت از اندام‌های موجود در حفره‌ی لگنی نقش دارد. پس اسکلت محوری و جانبی هر دو در حفاظت از اندام‌های درونی نقش دارند.
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها مغز قرمز دارند. این بافت یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	ماده‌ی زمینه‌ای استخوان‌ها محل ذخیره‌ی مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم است.
کمک به شنیدن	استخوان‌های کوچک گوش میانی در شنیدن دقیق مؤثرند. (اسکلت محوری)
کمک به تکلم	استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند. (اسکلت محوری)
حرکت بدن	استخوان‌ها به کمک ماهیچه‌های اسکلتی موجب حرکت بدن می‌شوند.

بیشتر ماهیچه‌های اسکلتی توسط **زردپی** که نوعی بافت پیوندی رشته‌ای می‌باشد، به استخوان اتصال دارند. هنگامی که ماهیچه‌ی اسکلتی منقبض می‌گردد و کوتاه می‌شود، نیروی انقباض آن به استخوان منتقل می‌شود و این نیرو سبب حرکت استخوان می‌شود. توجه کنید که استخوان‌های اسکلت **محوری و جانبی** **هر دو** در حرکات بدن نقش دارند.

در هنگام تکان دادن دست و پا استخوان‌های دست و پا نقش دارند که جزء اسکلت جانبی هستند و در هنگام تعظیم کردن در برابر والدین ستون مهره‌ها که جزء اسکلت محوری است نقش دارد.

نکته *ماهیچه اسکلتی در امتداد خود توسط بافت پیوندی رشته‌ای به نام زردپی به استخوان متصل می‌شود.*

نکته *در جویدن، شنیدن، صحبت کردن فقط استخوان‌های اسکلت محوری نقش دارند.*

	بخش محوری	بخش جانبی
استخوان	جمجمه، ستون مهره‌ها، دنده‌ها و جناغ	ترقوه، کتف، بازو، زند زیرین، زند زبرین، استخوان‌های مچ و کف دست و پا، انگشتان، نیم‌لگن، ران، کشکک، درشت‌نی، نازک‌نی
عملکرد	محافظت از اندام‌هایی مثل مغز و نخاع قلب، شش‌ها و کلیه‌ها. در جویدن، صحبت کردن، شنیدن و همچنین در حرکات بدن نقش دارند.	نقش بیشتری در حرکت بدن دارند. در محافظت از اندام‌ها نیز نقش دارند. مثلا لگن از رحم محافظت می‌کند.
نکات بارز	استخوان‌های و جمجمه، جناغ و دنده‌ها از نوع پهن و ستون مهره‌ها از نوع نامنظم‌اند. مفاصل بین استخوان‌های جمجمه از نوع ثابت است. مفصل بین مهره‌ها در ستون مهره‌ها از نوع لغزنده است. نخاع درون ستون‌مهره‌ها تا دومین مهره کمر کشیده است. همه مهره‌ها لزوما از نخاع محافظت نمی‌کنند. دنده‌ها بخشی بالایی هر کلیه را محافظت می‌کنند.	استخوان‌های کتف و نیم‌لگن از نوع پهن هستند. استخوان‌های ترقوه، بازو، زند زیرین و زبرین، ران، درشت‌نی و نازک‌نی از نوع دراز. هستند. استخوان‌های مچ (دست و پا) از نوع کوتاه‌اند. کتف با ترقوه و بازو مفصل دارد. استخوان بازو با کتف، زند زبرین و زیرین مفصل می‌دهد. زند زیرین و زبرین هر دو در مفصل آرنج و مچ شرکت دارند. بازو هم مفصل لولایی و هم مفصل گوی و کاسه میدهد. هر نیم لگن ۳ مفصل میدهد. ران با نیم‌لگن،درشت نی و کشکک مفصل دارد. درشت نی با ران،کشکک، نازک نی و مچ مفصل دارد. نازک نی با درشت نی و مچ مفصل دارد. ران و کشکک با نازک نی مفصل ندارند.

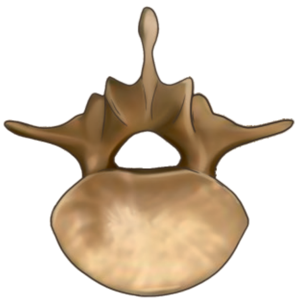
انواع استخوان

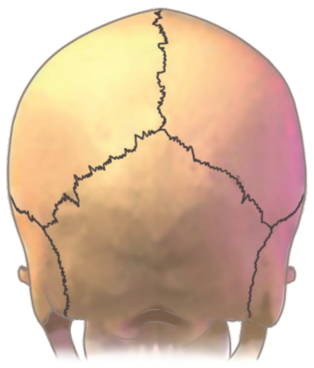
استخوان‌ها **اشکال** و اندازه‌های متفاوتی دارند. از استخوان‌های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.

شکل استخوان	مثال
استخوان پهن	جمجمه، کتف، نیم‌لگن، جناغ، دنده‌ها و کشکک
استخوان‌های دراز	ترقوه، زندزیرین، زندزبرین، نازک نی، درشت نی، بازو، ران، استخوان‌های انگشتان
استخوان کوتاه	استخوان‌های مچ دست و پا
استخوان‌های نامنظم	استخوان‌های ستون مهره

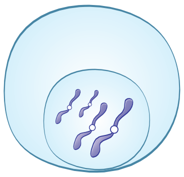
استخوان ران

استخوان های مچ دست


استخوان مهره

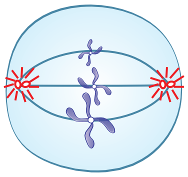

استخوان جمجمه

مثال ۲۱: شکل زیر، سلول حاصل از تلوفاز میوز II را نشان می‌دهد.
وضعیت کروموزومی سلول مادر در پروفاز میوز I، .... بوده است؟



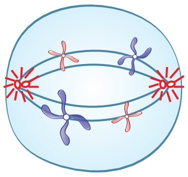
۱) n=۴ ۲) n=۸ ۳) ۲n=۴ ۴) ۲n=۸

مثال ۲۲: شکل مقابل، کدام مرحله از تقسیم میوز در سلول فرضی با ۲n=۶ کروموزوم را نشان می‌دهد؟



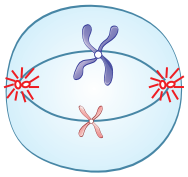
۱) پروفاز ۱ ۲) پروفاز ۲
۳) متافاز ۱ ۴) متافاز ۲

مثال ۲۳: با توجه به شکل تقسیم سلولی مقابل، به ترتیب مراحل قبل و بعد کدام‌یک می‌باشند؟



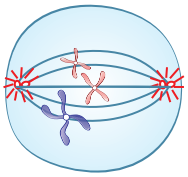
۱) آنافاز ۱، آنافاز ۲
۲) پروفاز ۱، تلوفاز ۱
۳) متافاز ۱، تلوفاز ۱
۴) متافاز ۱، تلوفاز ۲

مثال ۲۴: شکل مقابل کدام مرحله تقسیم سلولی را نشان می‌دهد؟



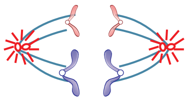
۱) متافاز میتوز سلولی با ۲n=۲
۲) متافاز میوز II سلولی با n=۲
۳) متافاز میوز II سلولی با ۲n=۴
۴) متافاز میتوزسلولی با ۲n=۴

مثال ۲۵: شکل مقابل کدام نمی‌تواند باشد؟



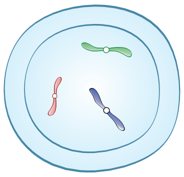
۱) مرحله‌ای از میتوزیک سلول هاپلوئید
۲) متافاز ۲ در یک سلول دیپلوئید
۳) متافاز ۲ در یک سلول هاپلوئید
۴) مرحله‌ای از میوز یک سلول دیپلوئید

مثال ۲۶: شکل مقابل .... را در سلول اولیه .... نشان می‌دهد.



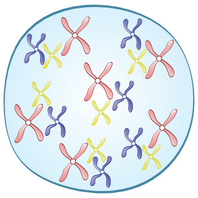
۱) آنافاز میوز ۱، ۲n=۲ ۲) آنافاز میوز ۲، ۲n=۴
۳) آنافاز میتوز، ۲n=۴ ۴) متافاز میوز، ۲n=۲

مثال ۲۷: شکل مقابل مرحله‌ی.................. را در سلول اولیه با .... نشان می‌دهد.



۱) تلو فاز I n=۶
۲) تلو فاز II ۲n=۶
۳) تلو فاز میتوز- ۲n=۶
۴) تلو فاز میتوز- n=۶

مثال ۲۸: شکل مقابل سلول .... کروموزومی را نشان می‌دهد و هر مجموعه‌ی کروموزومی داری .... کروموزوم غیر همتا است.



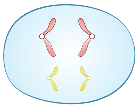
۱) ۶=۳n

۲) ۶n=۳

۳) ۲=۹n

۴) ۹=۲n

مثال ۲۹: شکل روبه‌رو، مرحله‌ی ....، از سلول زاینده‌ی .... را نشان می‌دهد.



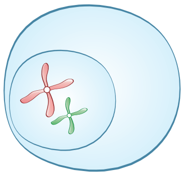
۱) آنافاز I -۴=۴n

۲) آنافاز I -۴=۲n

۳) آنافاز II -۴=۴n

۴) آنافاز II -۴=۲n

مثال ۳۰: شکل مقابل نمی‌تواند نشان‌دهنده‌ی .... باشد.



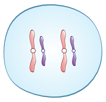
۱) تلوفاز I میوز، در سلول ۴=۲n

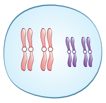
۲) پروفاز میتوز، در سلول -۲=n

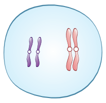
۳) پروفاز میتوز، در سلول ۲=۲n

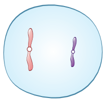
۴) پروفاز II میوز، در سلول -۴=۲n

مثال ۳۱: کدام طرح، وضعیت کروموزوم‌های اولین گویچه قطبی حاصل از سلولی ۴=۲n کروموزوم را بهتر نشان می‌دهد؟

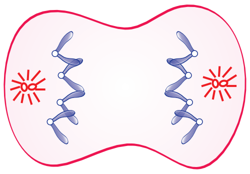
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

مثال ۳۲: شکل مقابل، کدام مرحله از تقسیم سلولی را نشان می‌دهد؟



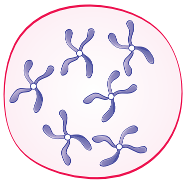
۱) آنا فازمیتوز

۲) آنافاز میوز ۱

۳) پروفاز میوز ۲

۴) تلوفاز میتوز

مثال ۳۳: سلول شکل مقابل، چند n کروموزومی است؟



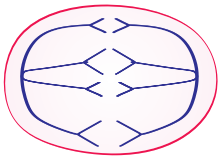
۱) ۲

۲) ۳

۳) ۴

۴) ۶

مثال ۳۴: شکل روبه‌رو مرحله‌ی .... را در سلول .... نشان می‌دهد.



۱) آنافاز میتوز - زیگوت خزه

۲) آنافاز - زایشی گل آفتابگردان

۳) آنافاز میوز II- زاینده‌ی هاگ نر کاج

۴) آنافاز میوزII- زاینده‌ی هاگ سرخس