

فصل دوم

حواس

اکنون که این متن را می خوانید، چشم های شما، پیام های بینایی را به مغز ارسال می کنند. وقتی به صفحه ی کتاب دست می زنید، اطلاعاتی از پوست به دستگاه عصبی مرکزی می رسد. در این حالت، دستگاه عصبی از وضعیت نشستن شما و میزان اکسیژن خون شما نیز آگاه است. بدن چگونه اطلاعات گوناگون را دریافت می کند و به آنها پاسخ می دهد؟ چرا گاهی تماس ساعت یا عینک با پوست خود را احساس نمی کنیم؟ چرا فردی که تحت عمل جراحی قرار دارد، دردی احساس نمی کند؟ چرا برخی جانوران می توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، نمی توانیم آنها را درک کنیم؟

گفتار ۱: گیرنده های حسی

گیرنده حسی ، یاخته یا بخشی از یاخته می باشد که محرک خاص خود را دریافت کرده و آن محرک را تشخیص می دهد و سپس اثر محرک را به پتانسیل عمل یا پیام عصبی تبدیل می کند. اگر گیرنده خود نورون باشد (مثل گیرنده حواس پیکری و بویایی) در این صورت پیام عصبی در طول نورون هدایت می شود تا به مراکز عصبی برسد ولی اگر مثل شنوایی، چشایی و بینایی گیرنده یاخته غیرعصبی باشد، این یاخته ها باید پیام الکتریکی را به نورون نزدیک خود منتقل کنند تا برای درک به مراکز عصبی برسند.

نکته : صدا ، فشار (تماس یا فشار خون) ، اکسیژن ، گرما ، نور ، مزه و بوی مواد شیمیایی از محرک های مختلف می باشند که هر کدام گیرنده ی ویژه ای دارند.

نکته : گیرنده های حسی انسان گوناگون هستند ولی بر حسب نوع محرک ، گیرنده های کل حواس در پنج دسته کلی مکانیکی (فشار ، لمس ، وضعیتی ، کششی و شنوایی) ، شیمیایی (بویایی ، چشایی و برخی گیرنده های رگ خونی) ، دمایی (سرما و گرما) ، نوری (بینایی) ، درد (آسیب بافتی همراه تحریک زیاد سایر محرک ها) تقسیم بندی می شوند.

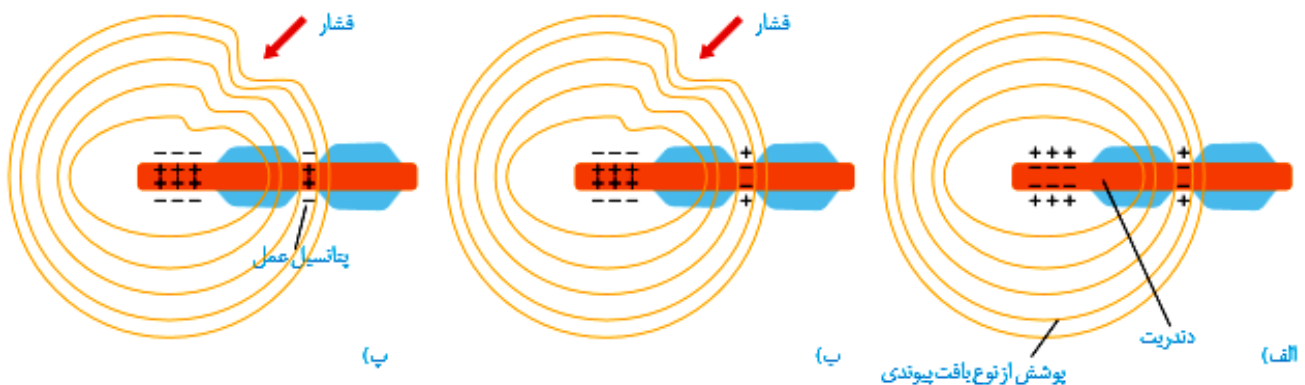
کار گیرنده های حسی :

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می کند؟ در فصل قبل با چگونگی ایجاد پیام عصبی در یاخته های عصبی آشنا شدید. عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذ پذیری غشای گیرنده به یون ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می دهند.

محرک های مختلف با روش های گوناگونی مثل تغییر شکل دادن (محرک مکانیکی) ، مواد شیمیایی (بو و مزه) و تغییر دما می تواند سبب تغییر نفوذپذیری غشای گیرنده به یون ها شوند ، در نتیجه پیام عصبی را با تغییر پتانسیل الکتریکی غشای گیرنده ایجاد می کنند.

بررسی عملکرد گیرنده فشار در پوست :

شکل زیر ، یک گیرنده فشار پوست را نشان می دهد. این گیرنده انتهای دارینه (دندریت) یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف پذیر از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشته ی دندریت را تحت فشار قرار می دهد و در آن تغییر ایجاد می کند. در نتیجه کانال های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می کند. به این ترتیب در دندریت پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می شود.



الف : گیرنده فشار در پوست، انتهای دندریت حسی می باشد که اطراف آن پوششی چندلایه ای از بافت پیوندی انعطاف پذیر (پیوندی سست) وجود دارد. وقتی محرکی روی آن اثر نکند، این گیرنده عصبی در گره های رانویه خود دارای پتانسیل عمل آرامش می باشد و کانال های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی آن بسته اند. در نتیجه پیام عصبی و پتانسیل عمل در آن وجود ندارد. هیچ گاه در قسمت میلین دار نورون تغییر پتانسیل الکتریکی رخ نمی دهد.

ب : وقتی در اثر فشار محیطی، پوشش های اطراف گیرنده به اندازه مورد نیاز فشرده شوند. این فشردگی سبب تغییر شکل در لایه های پیوندی و تغییر پتانسیل الکتریکی در دندریت درون آن شده و سبب باز کردن کانال های دریچه دار سدیمی و سپس پتاسیمی در انتهای دندریت می شود. در نتیجه در انتهای دندریت قرار گرفته در پوشش، پتانسیل عمل یا همان پیام عصبی ایجاد می شود. فشار محیطی سبب تغییر مکانیکی در پوشش پیوندی می شود ولی در دندریت یاخته گیرنده تغییر پتانسیل الکتریکی ایجاد می کند.

مجموعه کتاب های مفهومی ، تحلیلی ، ترکیبی ، تعمیمی و مقایسه ای زیست شناسی به قلم آقای زیست کشور

پ : پس از این که در نوک دندریت درون پوشش چندلایه ای فشار، تحریک یا پتانسیل عمل ایجاد شد، این پتانسیل عمل در نورون میلین دار به صورت جهشی از یک گره رانویه به گره بعدی می رود و در نورون های فاقد میلین نقطه به نقطه جلو می رود، به این ترتیب اثر محرک به صورت پیام عصبی هدایت می شود و در انتهای آکسون به کمک سیناپس ها به دستگاه عصبی مرکزی منتقل و پردازش یا درک می شود. مغز پس از درک پیام عصبی، اگر لازم بود به آن پاسخ حرکتی مناسب می دهد. در انعکاس های نخاعی پیام سیناپس ها برای پردازش به مغز منتقل نمی شود.

گیرنده ها سازش پیدا می کنند :

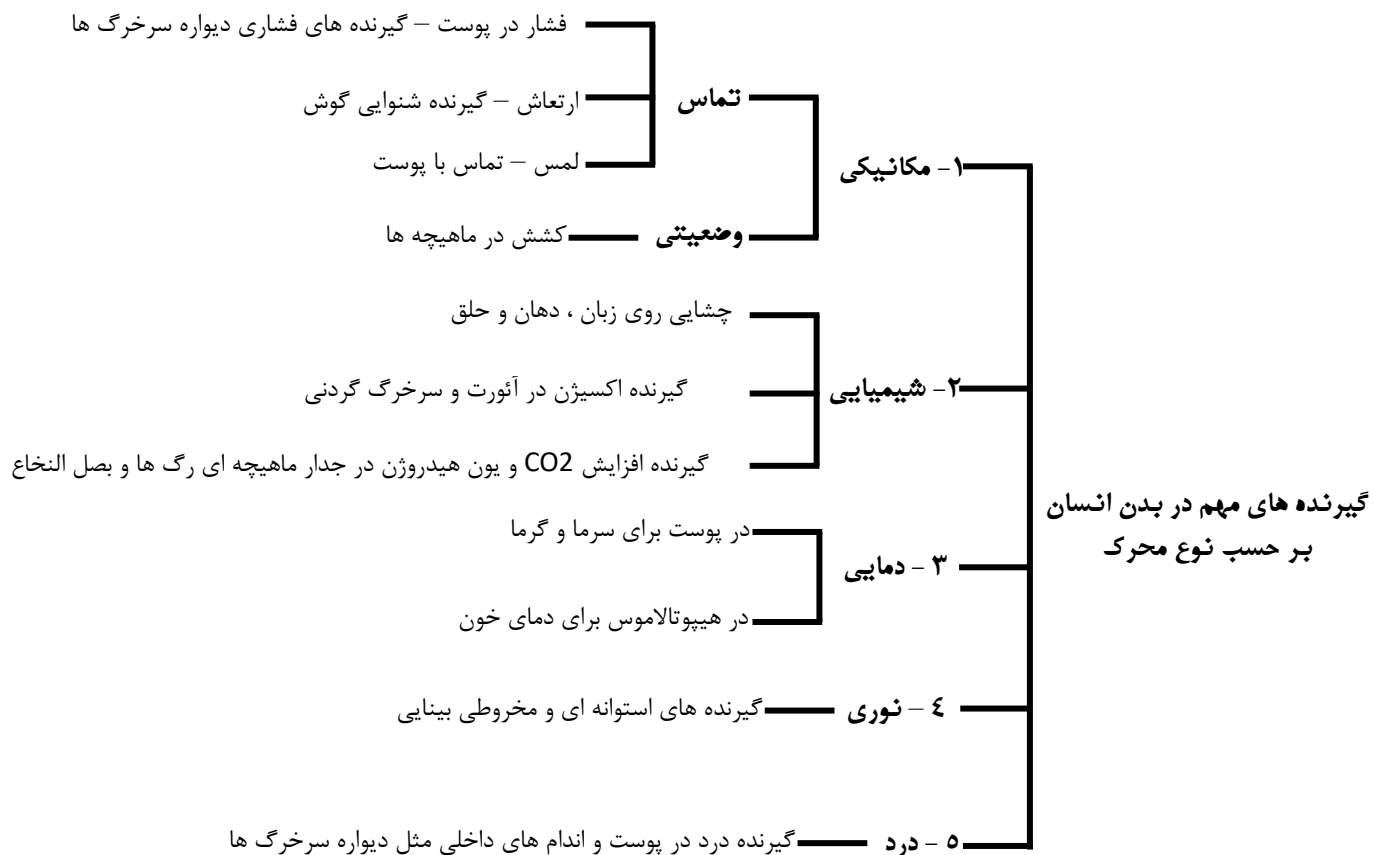
شاید توجه کرده باشید که بوی غذا یا عطر پس از گذشت مدتی، دیگر احساس نمی کنیم. در این حالت، آیا مولکول های بو دار در محیط کم می شوند، یا گیرنده های بو درست کار نمی کنند؟ وقتی گیرنده مدتی در معرض محرک ثابتی قرار می گیرند، پیام عصبی کمتری ایجاد می کنند، یا اصلا پیامی ارسال نمی کنند. این پدیده را سازش گیرنده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

نکته: برخی گیرنده ها مثل گیرنده درد با محرک خود سازش پیدا نمی کند و همواره در حالت هوشیاری یا خواب می توانیم محرک درد را تشخیص دهیم. عدم سازش گیرنده های درد برای اطلاع از شرایط محیطی لازم می باشد.

نکته: اغلب گیرنده های حسی وقتی مدتی در معرض محرک ثابتی قرار می گیرند، این محرک برای آن ها عادی می شود و این گیرنده ها پیام عصبی کمتری ایجاد می کنند یا اصلا دیگر پیامی ایجاد نمی کنند. به این پدیده سازش گیرنده ها می گویند.

نکته: با توجه به سازش گیرنده های حسی نتیجه می گیریم که در برخی مواقع گیرنده با این که محرک ویژه خود را در محیط دارد ولی با آن تحریک نمی شود.

نکته: سازش گیرنده ها سبب می شود تا اطلاعات کمتری از محرک های تکراری بی اثر (مثل وجود لباس روی بدن) به مغز برسد و مغز بتواند بیشتر انرژی خود را برای پردازش اطلاعات مهم تری مصرف کند.



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. حواس مختلف بدن ما بر حسب اینکه گیرنده آن ها در بدن پراکنده باشند یا در اندام خاصی تمرکز داشته باشند؛ به دو گروه **حواس پیکری و حواس ویژه** تقسیم می شوند. در حواس پیکری (درد ، تماس ، وضعیتی و دما) گیرنده ها در بخش های گوناگون بدن پراکنده اند ولی حواس ویژه مثل بویایی، بینایی ، شنوایی و چشایی دارای گیرنده هایی به صورت متمرکز در اندام های خاص می باشند.

نکته : گیرنده نوری فقط در چشم و مخصوص حواس ویژه می باشد و گیرنده دمایی و درد فقط مربوط به حواس پیکری می باشد.

نکته : گیرنده مکانیکی در گوش برای حس ویژه شنوایی و تعادلی ولی در تماس (لمس و فشار) از نوع مربوط به حس پیکری پراکنده در بدن می باشند.

نکته : گیرنده شیمیایی در زبان، دهان و بینی مربوط به حواس ویژه چشایی و بویایی است ولی درون رگ های خونی که به کلسیم و کمبود O₂ یا زیادی CO₂ یون هیدروژن مربوط می باشد، در سرخرگ های گردش عمومی پراکنده اند و از نوع حواس پیکری می باشد.

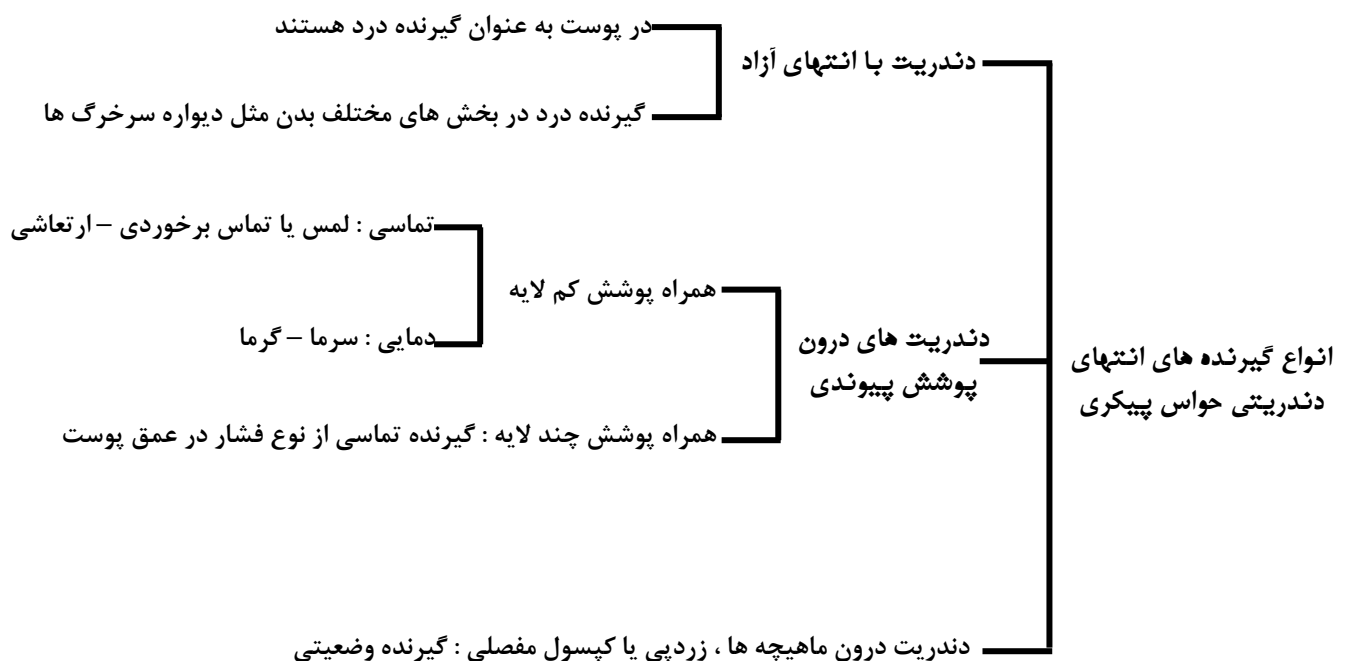
حواس پیکری :

در بخش های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه های اسکلتی و زردپی ها، گیرنده هایی وجود دارند که پس از ایجاد پیام عصبی، اطلاعات حسی را به دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) ارسال می کنند. اینها گیرنده های حس های پیکری اند. حس های پیکری شامل حس تماس، دما، وضعیت و دردند.

گیرنده های حواس پیکری، انتهای دندریت آزاد، مانند گیرنده های درد، یا انتهای دندریت های درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده ی فشار در پوست اند.

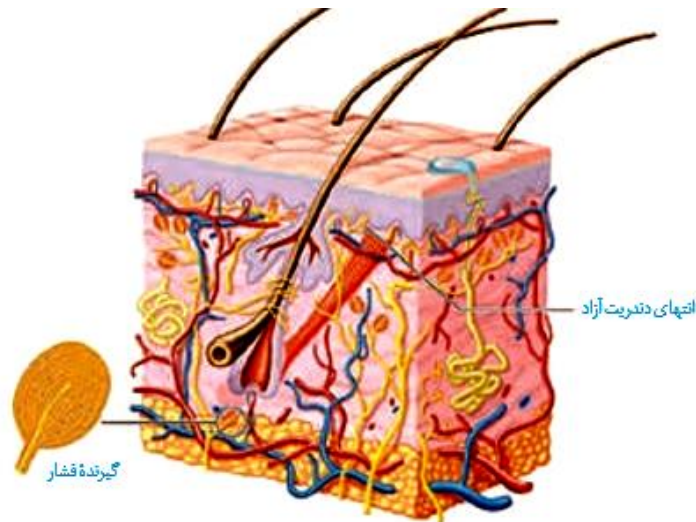
نکته : حواس پیکری شامل حس تماس لمس ، فشار و ارتعاش)، حس وضعیتی (کشش ماهیچه ای) ، حس دما (سرما و گرما) و حس درد می باشد.

همه ی گیرنده های حواس پیکری از نوع انتهای دندریت می باشند که به دو دسته ی زیر تقسیم می شوند :



مجموعه کتاب های مفهومی ، تحلیلی ، ترکیبی ، تعمیمی و مقایسه ای زیست شناسی به قلم آقای زیست کشور

نورون حسی پوست مجموعه دندریت های گیرنده های مختلف پوست می باشد.
گیرنده های حواس در لایه درونی پوست (درم) وجود دارند نه در اپیدرم که بخش خارجی پوست می باشد.



شکل ۲- گیرنده های پوست

ترتیب لایه های پوست :

لایه ی شاخی (سلولهای مرده)

↓

لایه ی سنگفرشی چند لایه (سلول زنده)

↓

غشاء پایه (پروتئین های رشته ای و پلی ساکارید های چسبناک)

↓

لایه ی بافت پیوندی سست

↓

لایه ی بافت پیوندی چربی

لطفا شکل دندریت گیرنده ها رو حفظ کنید

تست : در پوست بدن انسان، گیرنده های درد (سنجش ۸۴)

- ۱- تنها با صربه های مکانیکی شدید تحریک می شوند.
- ۲- دندریت هایی محصور در بافت پیوندی دارند.
- ۳- با محرک های شدید متفاوتی تحریک می شوند
- ۴- دندریت های قرار گرفته در عمق پوست دارند.

مجموعه کتاب های مفهومی ، تحلیلی ، ترکیبی ، تعمیمی و مقایسه ای زیست شناسی به قلم آقای زیست کشور

تست : گیرنده های حس در پوست انسان، هستند که اغلب توسط پوششی از بافت احاطه شده اند. (سنجش ۹۱)

- ۱- سلول های تمایز یافته ای - پیوندی
 ۲- سلول های مزکدار - پیوندی
 ۳- سلول های تمایز نیافته ای - پوششی
 ۴- دندریت هایی از یک یا چند نورون - پوششی

اعصاب حسی پوست مجموعه ای از دندریت هایی هستند که پیام های حسی مختلف ایجاد شده در پوست را انتقال می دهند و عصب بویایی مجموعه ای از آکسون هایی است که در پیاز بویایی، سیناپس برقرار کرده اند. ضمناً گیرنده های درد و گیرنده های چشایی در لابه لای سلول های بافت پوششی سنگفرشی چند لایه قرار گرفته اند. گیرنده های بویایی، نورون هایی با دندریت های مزک دارند که آکسون آنها از منافذ استخوان جمجمه می گذرد و گیرنده های موجود در گوش، سلول های مزکداری اند که اگر با لرزش مایع تحریک شوند، مسئول ایجاد پیام های شنوایی اند و اگر به دنبال حرکت مایع و با خم شدن، تحریک شوند، مسئول ایجاد پیام تعادلی اند.

بررسی گیرنده های حواس پیکری :

الف - تماسی ب - دمایی ج - درد د - وضعیتی

الف - گیرنده های تماسی:

- ۱- حس تماس دارای گیرنده های مکانیکی می باشد که با تغییر وضعیت، پتانسیل عمل الکتریکی یا پیام عصبی ایجاد می کند.
- ۲- گیرنده های تماسی در پوست و بافت های دیگر وجود دارند که با تماس (لمس)، فشار یا ارتعاش تحریک می شوند.
- ۳- تعداد گیرنده های تماسی 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.
- ۴- همه گیرنده های مربوط به حس تماس دارای پوششی از بافت پیوندی در اطراف دندریت خود می باشند و در لایه درونی پوست (درم) قرار گرفته اند.
- ۵- گیرنده فشار نوعی گیرنده تماسی است که در بخش های عمقی تر لایه درونی پوست قرار دارد و دور دندریت آن پوشش پیوندی چند لایه ای وجود دارد.
- ۶- اپیدرم یا لایه سطحی پوست که حاوی بافت پوششی است فاقد گیرنده حواس پیکری می باشد.

ب - گیرنده های دمایی :

- ۱- این گیرنده توسط تغییرات دمایی سرما و گرما که در سطح بدن (پوست) یا خون رخ می دهد تحریک می شوند.
- ۲- این گیرنده ها دندریت های نورون حسی اند که در پوست و هیپوتالاموس و برخی رگ های خونی قرار دارند.
- ۳- دندریت های گیرنده های دمایی پوست دارای پوششی از بافت پیوندی می باشند.
- ۴- گیرنده های دمایی درون بدن در برخی سیاهرگ های بزرگ به تغییرات دمای درون بدن حساسند ولی گیرنده های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن و محیط حساس اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می کنند.
- ۵- هیپوتالاموس یا غده زیربنجی، بخشی در بالای ساقه مغز و نزدیک سامانه لیمبیک می باشد که دمای بدن را تنظیم می کند. در هیپوتالاموس گیرنده های نورونی دمایی مربوط به حواس پیکری اند که به تغییر دمای خون حساس می باشند.

ج - گیرنده های درد :

- ۱- این گیرنده ها به صورت دندریت آزاد می باشند و دور آن ها غلاف با پوشش پیوندی وجود ندارد.
- ۲- گیرنده های درد در پوست و بخش های گوناگون بدن مثل دیواره ی سرخرگ ها قرار دارند.
- ۳- محرک گیرنده های درد آسیب بافتی می باشند و گیرنده های درد به آسیب بافتی پاسخ می دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی یا ورود جسم تیز به بدن صورت می گیرند و یا با تحریک زیاد سایر گیرنده ها مثل سرما یا گرمای شدید و فشار شدید که باعث آسیب بافتی شود، تحریک می شوند.
- ۴- برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید حاصل از تنفس یاخته ای بی هوازی که در ورزش و فعالیت شدید در یاخته ماهیچه ای اسکلتی تجمع می یابد نیز سبب تحریک گیرنده درد در ماهیچه ها می شود.

مجموعه کتاب های مفهومی ، تحلیلی ، ترکیبی ، تعمیمی و مقایسه ای زیست شناسی به قلم آقای زیست کشور

۵- 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 و به آن پاسخ مناسب دهد.

۶- درد یک ساز و کار حفاظتی است. هر گاه یاخته ها در معرض آسیب بافتی و 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 بافت پوست در محل نشیمنگاه لگن شود، ولی ایجاد درد ناشی از آن سبب می شود، فرد به طور ناخودآگاه و غیرارادی تغییر وضعیت می دهد؛ در غیر اینصورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می شود.

نکته: دیواره سرخرگ ها گیرنده درد و دیواره برخی سپاهرگ های بزرگ گیرنده دمایی دارند که هر دو از نوع حس پیکری می باشند.

نکته: سرخرگ های کوچک علاوه بر گیرنده درد، حاوی گیرنده شیمیایی حساس به زیادی CO2 نیز می باشند.

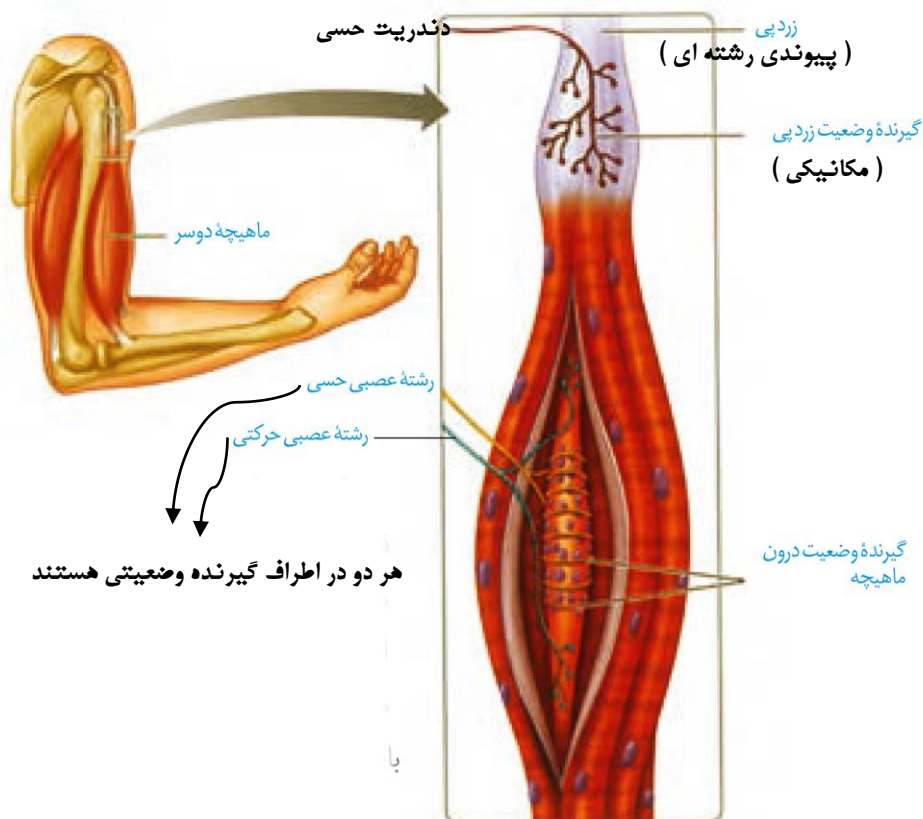
نکته: دیواره سرخرگ های گردش عمومی گیرنده درد و گیرنده شیمیایی حساس به کمبود O2 و زیادی CO2 و H+ دارد.

توجه: تزریق موادی مانند هیستامین که از بافت های تخریب شده خارج می شوند، در زیر پوست، درد شدیدی را ایجاد می کنند. به این ترتیب، مشخص شده است که برخی موادی که در بدن تولید می شوند، گیرنده های درد را تحریک می کنند.

توجه: تحریک برخی گیرنده های تماسی، از انتقال پیام عصبی درد از آن بخش بدن جلوگیری می کند. به همین علت مالش پوست در نزدیک محل دردناک، در تسکین درد تاثیر دارد.

د - گیرنده حس وضعیتی (کشش)

این گیرنده ها که مربوط به حس پیکری می باشند در ماهیچه های اسکلتی، زردپی پیوندی اتصال دهنده ماهیچه ها به استخوان و کپسول پیوندی پوشاننده ی مفصل ها قرار دارند. گیرنده های وضعیت درون ماهیچه ها به تغییر طول ماهیچه حساس اند و تحریک این گیرنده های وضعیتی سبب تولید پیام عصبی شده تا مغز از چگونگی قرارگیری قسمت های مختلف بدن نسبت به هم در هنگام سکون و حرکت اطلاع پیدا کند... مثلاً وقتی دست خود را حرکت می دهید، طول ماهیچه تغییر می کند و گیرنده های درون ماهیچه تحریک می شوند. حرکت دادن ساعد دست به سمت بالا در اثر تغییر طول ماهیچه دوسر بازو و تحریک گیرنده های کششی یا وضعیتی درون این ماهیچه صورت می گیرد.



مجموعه کتاب های مفهومی ، تحلیلی ، ترکیبی ، تعمیمی و مقایسه ای زیست شناسی به قلم آقای زیست کشور

نکته : اعصاب حرکتی پیکری با ماهیچه اسکلتی سپیناپس برقرار کرده تا آن ها را منقبض کند و پس از انقباض آن ها گیرنده وضعیتی درون ماهیچه تحریک می شود.

نکته : در اطراف گیرنده های وضعیتی درون ماهیچه ای رشته های عصبی حسی و حرکت (اعصاب پیکری) وجود دارند .

تغییر طول ماهیچه - تحریک گیرنده وضعیتی درون ماهیچه - ایجاد پیام عصبی - رشته عصبی حسی - تشخیص در مغز (تفسیر) - رشته عصبی حرکتی پیکری - اثر بر عضله دوسر بازو - بالا رفتن ساعد.

نکته : دقت کنید که حس پیکری را با اعصاب پیکری اشتباه نگیرید؛ اعصاب پیکری نوعی اعصاب محیطی اند که از نوع حرکتی می باشند که به ماهیچه اسکلتی پیام می دهند ولی حواس پیکری دارای گیرنده های مختلف حسی می باشند که دارای دندریت حسی می باشند.

پرسش های درست - نادرست

با علامت های و ، درست یا نادرست بودن جملات زیر را مشخص کنید. در جملات غلط، عبارت های نادرست را پیدا کرده و زیر آن ها خط بکشید، سپس عبارت درست را در جای نقطه چین بنویسید. (فعل جمله ها را تغییر ندهید).

1. گیرنده های درد، همانند گیرنده های فشار، جزء گیرنده های مکانیکی هستند.
2. درد یک سازوکار حفاظتی است و در صورت هرگونه تخریب بافتی، ایجاد می شود.
3. برخی جانوران می توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، قابلیت درک آن ها را نداریم.
4. پتانسیل عمل ایجاد شده به دلیل فشرده شدن پوشش اطراف گیرنده های فشار در پوست، به صورت پیام عصبی ابتدا به دستگاه عصبی محیطی هدایت می شود.
5. گیرنده های اکسیژن در آنورت، جزو گیرنده های شیمیایی اند.
6. در میان گیرنده های پوست، گیرنده فشار برخلاف گیرنده دما، می تواند توسط پوششی چندلایه از بافت پیوندی احاطه شود.
7. گیرنده فشار جزء عمیق ترین گیرنده های پوست می باشد.
8. گیرنده درد می تواند سطحی ترین گیرنده موجود در پوست باشد.
9. همه گیرنده های عصبی پیکری در صورتی که مدتی در معرض محرک ثابت قرار گیرند، پیام عصبی کمتری ایجاد می کنند یا پیامی ارسال نمی کنند.
10. همه گیرنده های حواس پیکری، دارینه ی یاخته های عصبی هستند.
11. گرمای شدید نمی تواند گیرنده های درد را تحریک کند. (امتحان نهایی دی ۹۲ با اندکی تغییر)
12. دندریت های عمیق ترین گیرنده های حسی پوست را پوششی از جنس بافت پیوندی احاطه کرده است. (امتحان نهایی خرداد ۹۳)
13. در ماهیچه های انسان حداقل سه نوع گیرنده وجود دارد.

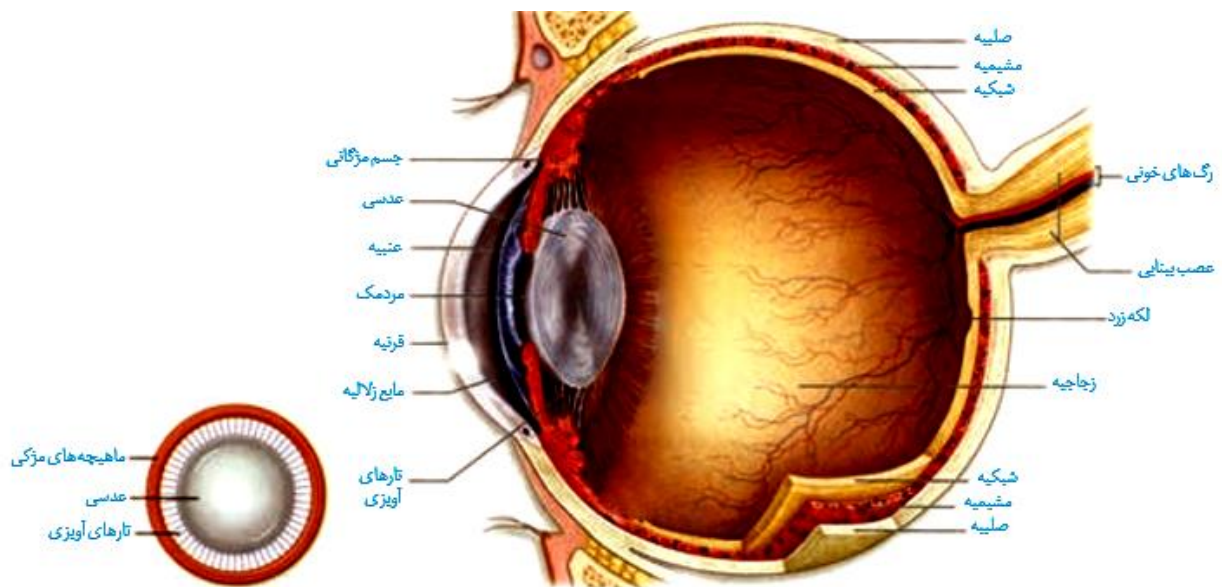
گفتار ۲ - حواس ویژه

گیرنده های حواس ویژه برخلاف حواس پیکری در قسمت های مختلف بدن پخش نمی باشند بلکه در اندام های ویژه ای درون سر قرار گرفته اند که شامل گیرنده های حس بینایی، شنوایی، تعادل، بویایی و چشایی اند. برخی از این گیرنده ها مثل گیرنده های حس بویایی یاخته عصبی هستند ولی گیرنده حس های شنوایی، تعادلی، چشایی و بینایی یاخته غیرعصبی می باشند.

نکته : همه گیرنده ها چه یاخته عصبی باشند چه غیرعصبی توانایی تشخیص محرک را دارند و می توانند در صورت تحریک شدن، پیام عصبی ایجاد کنند و آن را به کمک بخش های عصبی به مراکز حسی منتقل کنند.

حس بینایی

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



بینایی کارآمدترین حس انسان است. بیش تر اطلاعات محیط اطراف را از راه دیدن و به کمک چشم ها دریافت می کنیم. چشم ها در حفره ی استخوانی کاسه ی چشم در جلوی استخوان پیشانی قرار گرفته اند. ماهیچه های اسکلتی مختلفی برای اتصال چشم به کاسه ی چشم و حرکت ارادی چشم وجود دارد.

محافظ های چشم عبارتند از :

۱- پلک ها که به کمک ماهیچه های اسکلتی باز و بسته می شوند.

۲- مزه ها

۳- بافت چربی روی کره چشم

۴- اشک : مایعی دفاعی حاوی نمک و آنزیم لیزوزیم می باشد. ترشح آن تحت کنترل پل مغزی است. لیزوزیم با نوانایی ضد عفونی کردن سطح خارجی چشم و از بین بردن اغلب باکتری ها می باشد اشک در سد اول دفاع غیراختصاصی نقش دارد.