



درسنامه نکته و تست

فیزیولوژی پزشکی

(ویژه داوطلبان آزمون‌های HSE، بهداشت حرفه‌ای، ارگونومی)

■ درسنامه جامع براساس آخرین سرفصل‌های مصوب

■ همراه با نمونه سوالات آزمونی

مؤلف: محمد عنبری

انتشارات
اندیشه‌ارشد

فیزیولوژی پزشکی

فصل اول

۵..... فیزیولوژی سلول

فصل دوم

۱۴..... فیزیولوژی اعصاب

فصل سوم

۲۷..... فیزیولوژی قلب و گردش خون

فصل چهارم

۴۱..... فیزیولوژی تنفس

سوالات

۵۰..... سوالات فصل اول

۵۸..... سوالات فصل دوم

۶۱..... سوالات فصل سوم

۷۲..... سوالات فصل چهارم

فیزیولوژی پزشکی

عناوین اصلی:

- < فصل اول: فیزیولوژی سلول
- < فصل دوم: فیزیولوژی اعصاب
- < فصل سوم: فیزیولوژی قلب و گردش خون
- < فصل چهارم: فیزیولوژی تنفس

۵. دستگاه گلژی: دستگاه گلژی در پردازش (گلیکوزیلاسیون و بسته‌بندی) پروتئین‌های ساخته شده در شبکه آندوپلاسمی نقش دارد. لیزوزوم‌ها و وزیکول‌های ترشحی از این ساختار تولید می‌شوند.
۶. لیزوزوم: دستگاه گوارش داخل سلولی هستند. به کمک آنزیم هیدرولاز خود مواد را تجزیه می‌کنند.
۷. میتوکندری: موتورخانه سلول است.
۸. پراکسی زوم: از تکثیر خودبه‌خودی یا از شبکه آندوپلاسمی صاف ایجاد می‌شوند. دارای آنزیم‌های کاتالاز (نوعی آنزیم اکسیداز) بوده و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) تولید می‌کنند.
۹. سانتیریول: در ایجاد قطب‌های میتوزی نقش دارند.

انتقال از عرض غشای سلول

- ☞ ویژگی‌های انتشار (دیفیوژن) ساده است.
- ☞ تنها شکل انتقال است که وابسته به ناقل نمی‌باشد.
- ☞ در جهت گرادیان الکتروشیمیایی (رو به پایین) صورت می‌گیرد.
- ☞ به انرژی نیاز ندارد و غیر فعال است.
- ☞ از طریق حل شدن در غشای سلول یا از طریق کانال صورت می‌گیرد.

نفوذپذیری:

- ☞ میزان سهولت انتشار یک ماده محلول از غشاء را نشان می‌دهد.
- ☞ عواملی که نفوذپذیری را افزایش می‌دهند:
 ۱. افزایش ضریب تفکیک روغن/آب: ماده محلول میزان حلالیت در چربی غشا را افزایش می‌دهد.
 ۲. کاهش شعاع (اندازه) ماده محلول: سرعت انتشار را کاهش می‌دهد.
 ۳. کاهش ضخامت غشا: فاصله انتشار را کاهش می‌دهد.
- ☞ مواد محلول هیدروفوب کوچک بیشترین نفوذپذیری را در غشاهای چربی دارا می‌باشند.
- ☞ مواد محلول هیدروفیل باید از کانال‌های پر از آب یا از منافذ عبور کنند.

- ✎ انتقال با واسطه حامل: انتشار تسهیل شده و انتقال فعال اولیه و ثانویه را شامل می‌شود.
- ✎ انتشار تسهیل شده: مشابه انتشار ساده در جهت گرادیان الکتروشیمیایی (روبه پایین) اتفاق می‌افتد.
- ✎ به انرژی متابولیک نیاز ندارد و غیر فعال محسوب می‌شود.
- ✎ سریع‌تر از انتشار ساده است.
- ✎ با واسطه حامل است.

انتقال فعال اولیه:

- ✎ خلاف جهت گرادیان الکتروشیمیایی (رو به بالا) صورت می‌گیرد.
- ✎ به‌طور مستقیم به انرژی متابولیک به شکل آدنوزین تری فسفات (ATP) نیاز دارد، بنابراین فعال است با واسطه حامل است.
- ✎ سدیم و پتاسیم هر دو برخلاف گرادیان الکتروشیمیایی خود انتقال می‌یابند.

اسمز:

- ✎ اسمولاریته: اسمولاریته بیانگر تعداد اسمول در هر لیتر محلول می‌باشد. (اسمولاریته بیانگر تعداد اسمول در هر کیلوگرم حلال می‌باشد).
- ✎ اسمز و فشار اسمزی: جریان آب از یک غشای نیمه تراوا از محلولی با غلظت مواد محلول پایین (آب بیشتر) به محلولی با غلظت مواد محلول بالا (آب کمتر) اسمز نامیده می‌شود. فشار لازم برای توقف کامل اسمز، فشار اسمزی نامیده می‌شود.

پتانسیل انتشار، پتانسیل استراحت غشا و پتانسیل عمل:

کانال‌های یونی:

- ✎ پروتئین‌هایی سرتاسری هستند که در غشا قرار می‌گیرند و زمانی که باز هستند امکان عبور یون‌های خاص را فراهم می‌کنند.
- ✎ کانال‌های یونی اختصاصی هستند.
- ✎ کانال‌های یونی ممکن است باز یا بسته باشند.

کنداکتانس (قابلیت هدایت) یک کانال عکس مقاومت است و به احتمال باز بودن کانال بستگی دارد. هرچقدر احتمال باز بودن یک کانال بیشتر باشد، کنداکتانس یا نفوذپذیری آن بیشتر است.

پتانسیل انتشار:

اختلاف پتانسیلی است که به دلیل اختلاف غلظت یک یون در عرض غشا ایجاد می‌شود.

اندازه پتانسیل انتشار: به میزان گرادیان غلظتی وابسته است.

پتانسیل تعادل (پتانسیل نرنست) پتانسیل انتشار است که تمایل انتشار ایجاد شده توسط اختلاف غلظت را به طور دقیق متعادل می‌کند. در این پتانسیل جریان خالص یونی صفر است.

تعادل الکتروشیمیایی، نیروهای شیمیایی و الکتریکی که بر یک یون عمل می‌کنند، مساوی و خلاف جهت هم می‌باشند و انتشار یون صورت نمی‌گیرد.

پتانسیل استراحت غشا:

پتانسیل استراحت غشا به وسیله پتانسیل های انتشار ایجاد می‌شود که از اختلاف غلظت یون های نفوذپذیر ناشی می‌شود.

هر یون نفوذپذیر پتانسیل غشا را به سمت پتانسیل تعادل خود می‌راند.

در حالت استراحت نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از سدیم است (۱۰۰ برابر)

پمپ سدیم - پتاسیم تنها به صورت غیر مستقیم و از طریق حفظ گرادیان

غلظتی سدیم و پتاسیم در عرض غشای سلول که منجر به تولید پتانسیل

های انتشار می‌شود در حفظ پتانسیل استراحت غشا نقش دارد.

پتانسیل های عمل:

دپلاریزاسیون پتانسیل غشا را کمتر منفی (مثبت تر) می‌کند (داخل سلول کمتر منفی می‌شود).

هیپرپلاریزاسیون پتانسیل غشا را منفی تر می‌کند (داخل سلول منفی تر می‌شود).

۶۰ جریان رو به داخل، جریان بار مثبت به داخل سلول یا بار منفی به خارج سلول است. جریان روبه داخل پتانسیل غشا را دپلاریزه می‌کند.

۶۰ جریان روبه خارج، جریان بار مثبت به خارج سلول یا بار منفی به داخل است. جریان رو به خارج پتانسیل غشا را هیپرپلاریزه می‌کند.

۶۰ در حال استراحت، کانال‌های سدیمی بسته‌اند و کنداکتانس سدیمی پایین است.

۶۰ جریان رو به داخل، پتانسیل غشا را تا حد آستانه دپلاریزه می‌کند.

۶۰ دپلاریزاسیون منجر به باز شدن سریع دریچه‌های فعال شدن کانال‌های سدیمی ولتاژی می‌شود و کنداکتانس غشا نسبت به سدیم سریعاً افزایش می‌یابد.

۶۰ کنداکتانس سدیم بیشتر از کنداکتانس پتاسیم می‌شود و پتانسیل غشا به سمت پتانسیل تعادل سدیم ($+65 \text{ mV}$) رانده می‌شود. دپلاریزاسیون سریع در بخش بالارونده توسط جریان رو به داخل سدیم ایجاد می‌شود.

۶۰ دپلاریزاسیون منجر به بسته شدن دریچه‌های غیر فعال شدن کانال‌های سدیمی نیز می‌شود. بسته شدن دریچه‌های غیر فعال‌سازی منجر به بسته شدن کانال‌های سدیمی و برگشت کنداکتانس سدیم به سمت صفر می‌شود.

۶۰ دپلاریزاسیون به‌طور آهسته کانال‌های پتاسیمی را باز می‌کند و کنداکتانس پتاسیم را افزایش می‌دهد که حتی بیشتر از زمان استراحت است.

۶۰ برآیند اثر بسته شدن کانال‌های سدیمی و باز شدن بیشتر کانال‌های پتاسیمی، کنداکتانس پتاسیم را بیشتر از کنداکتانس سدیم می‌کند و پتانسیل غشا رپلاریزه می‌شود. بنابراین رپلاریزاسیون توسط جریان رو به خارج پتاسیم ایجاد می‌شود.

۶۰ مختصری بعد از بسته شدن کانال‌های سدیمی، کنداکتانس پتاسیم بیشتر از حد استراحت باقی می‌ماند. در این دوره پتانسیل غشاء به پتانسیل تعادل پتاسیم خیلی نزدیک می‌شود.

ویژگی‌های عمومی سیناپس‌های شیمیایی:

۸۰ پتانسیل عمل در سلول پیش سیناپسی منجر به دپلاریزاسیون پایانه پیش سیناپسی می‌شود.

۸۰ پس از دپلاریزاسیون، کلسیم از طریق کانال‌های کلسیمی ولتاژی نوع N وارد پایانه پیش سیناپسی می‌شود و منجر به آزادسازی نروترانسمیتر به داخل شکاف سیناپسی می‌شود.

۸۰ نروترانسمیترهای مهارتی غشای پس‌سیناپسی را هیپرپلاریزه و نروترانسمیترهای تحریکی غشای پی‌سیناپسی را دپلاریزه می‌کنند.

۸۰ نروترانسمیترهای تحریکی شامل استیل کولین، نوآپی نفرین، دوپامین، گلومات و سرتونین می‌باشند. البته به‌جز گلومات که مهم‌ترین میانجی تحریکی مغز است، بقیه ممکن است اثرات مهارتی نیز داشته باشند.

۸۰ گاما - آمینو بوتیریک اسید (GABA) و گلیسین نروترانسمیترهای مهارتی هستند. گابا مهم‌ترین میانجی مهارتی مغز و گلیسین مهم‌ترین میانجی مهارتی نخاع است.

دوپامین:

۸۰ به میزان قابل ملاحظه در نرون‌های مغز میانی وجود دارد.
 ۸۰ از هیپوتالاموس آزاد می‌شود و ترشح پرولاکتین را مهار می‌کند، به همین دلیل عامل مهارکننده پرولاکتین (PIF) نامیده می‌شود.

سروتونین:

۸۰ در غلظت‌های بالا در ساقه مغز وجود دارد.
 ۸۰ در غده ی پینه آل به ملاتونین تبدیل می‌شود.

هیستامین:

۸۰ در نورون‌های هیپوتالاموس وجود دارد.

گلوتامات:

۸۰ شایع‌ترین نروترانسمیتر تحریکی در مغز است.

GABA:

☞ یک نوروترانسمیتر مهارى است.

☞ گیرنده $GABA_B$ کنداكتانس پتاسيم را افزايش مى دهد.

گلیسین:

☞ یک نوروترانسمیتر مهارى است.

☞ نیتریک اکساید (NO)

☞ نوروترانسمیتر مهارى

عضله اسکلتیک

☞ هر فیبر عضلانی چند هسته‌ای است و به صورت یک واحد مجزا عمل

می کند. فیبر عضلانی محتوی دسته‌هایی (باندل‌هایی) از میوفیبریل‌ها است

که توسط شبکه سارکوپلاسمی (SR) احاطه شده و توبول‌های عرضی

(توبول‌های T) از میان آن‌ها می گذرند. هر میوفیبریل از فیلامان‌های

ضخیم (میوزین) و نازک (اکتین) درهم فرو رونده که در راستای طولی در

سارکومرها آرایش یافته‌اند، تشکیل می‌شود. (اکتین ۲ برابر میوزین)

☞ واحدهای تکراری سارکومرها مسئول الگوی مخطط منحصر به فرد عضله‌ی

اسکلتی به حساب می‌آید. یک سارکومر فاصله‌ی بین دو خط Z متوالی

می‌باشد.

فیلامان‌های ضخیم:

☞ در باند (نوار) A (تاریک) در مرکز سارکومر وجود دارند.

☞ باند H بخش فاقد اکتین باند A می‌باشد. خط M در وسط باند A وجود

دارد.

فیلامان‌های نازک:

☞ در خطوط Z لنگر انداخته‌اند.

☞ درن وارهای I (روشن) تنها اکتین وجود دارد.

شبکه سار کوپلاسمی (SR)

• ساختار توپولی داخل سلولی است که محل ذخیره و آزادسازی کلسیم برای جفت شدن تحریک-انقباض است.

• به یک نرون حرکتی بعلاوه تمامی فیبرهای عضلانی که از آن عصب دریافت می‌کنند یک واحد حرکتی می‌گویند.

انواع فیبرهای عضلانی:

• به‌طور کلی فیبرهای عضله‌ی اسکلتی به دو نوع فیبرهای نوع I سریع، اکسیداتیو یا قرمز و فیبرهای نوع II (آهسته) گلیکولیتیک یا سفید تقسیم می‌شوند.

منابع انرژی:

• ATP برای تولید ADP شکسته می‌شود و انرژی مولکول ATP به دستگاه انقباضی فیبر عضله منتقل می‌شود.

• ماده فسفوکراتین اولین منبع انرژی است که از آن برای بازسازی ATP استفاده می‌شود.

• مجموع انرژی ATP ذخیره شده و فسفوکراتین (سیستم فسفاژن) عضله قادر است تنها به مدت ۵ تا ۸ ثانیه منجر به حداکثر انقباض عضله شود.

• دومین منبع مهم انرژی که صرف بازسازی ATP و فسفوکراتین می‌شود، گلیکولیز گلیکوژنی است که از قبل در سلول‌های عضلانی ذخیره شده است.

• سومین و آخرین منبع انرژی، متابولیسم اکسیداتیو است.

• در صورتی که حداکثر فعالیت عضلانی به مدت بسیار طولانی (به مدت چند ساعت) ادامه یابد، بیشترین سهم انرژی از چربی‌ها تأمین می‌شود؛ اما اگر حداکثر فعالیت ۲ تا ۴ ساعت ادامه یابد حدود نیمی از انرژی از کربوهیدرات‌های ذخیره شده تأمین می‌گردد.

روابط طول - تانسین و نیرو - سرعت در عضله‌ی اسکلتی:

انقباضات ایزومتریک زمانی که طول ثابت نگه داشته می‌شود، اندازه‌گیری می‌شوند. طول عضله (پیش‌بار) ثابت است و عضله برای انقباض تحریک و تانسین حاصله اندازه‌گیری می‌شود. کوتاه شدن اتفاق نمی‌افتد.

انقباضات ایزوتونیک زمانی که بار ثابت نگه داشته می‌شود، اندازه‌گیری می‌شوند. باری که عضله در مقابل آن منقبض می‌شود (پس‌بار) ثابت است و عضله برای انقباض، تحریک شده و کوتاه شدن اندازه‌گیری می‌شود.

عضله صاف:

فیلامان‌های ضخیم و نازک دارد که در سارکومرها آرایش نیافته‌اند، بنابراین به جای مخطط بودن، یکنواخت به نظر می‌رسند.

انواع عضله صاف:

۱. عضله صاف چند واحدی:

در عنبیه، عضله مژگانی عدسی، عضله سیخ‌کننده مو و واژدفران وجود دارد.
تراکم عصب‌دهی زیاد است.

۲. عضله صاف تک واحدی:

متداول‌ترین نوع عضله صاف است و در رحم، دستگاه گوارش، حالب و مثانه وجود دارد. به این نوع عضلات صاف احشایی (ویسرال) هم می‌گویند.

مقایسه عضله‌ی اسکلتی، عضله صاف

بعضی از اختلافات عضله صاف و اسکلتی عبارتند از:

عضله صاف فاقد صفحه Z است، به جای آن اجسام متراکم وجود دارد.
عضله صاف فاقد توپول عرضی و دارای فرئ - ورفتگی‌هایی در غشاء موسوم به غارهای کوچک می‌باشد.
نسبت فیلامان‌های نازک به ضخیم در عضله صاف (۵ تا ۱۰ به ۱) از عضله اسکلتی (۲ به ۱) بیشتر است.

فیزیولوژی اعصاب

سیستم عصبی اتونوم (ANS)

این مجموعه‌ای از راه‌های ورودی و خروجی به سیستم عصبی مرکزی (CNS) است که عضله‌ی صاف، عضله‌ی قلبی و غدد را عصب‌دهی و تنظیم می‌کند. این متمایز از سیستم عصبی سوماتیک (پیکری) است که به عضله‌ی اسکلتی عصب می‌دهد.

انواع گیرنده‌ها در سیستم عصبی اتونوم:

۱. گیرنده‌های آدرنرژیک (آدرنوسپتورها)

۲. گیرنده‌های کولینرژیک (کولینوسپتورها)

الف. گیرنده‌های نیکوتینی:

در عقده‌های اتونوم سیستم‌های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک، در پیوستگاه عصبی عضلانی و در مدولای فوق کلیه (N_1 با N_2) وجود دارند. گیرنده‌ها در این نواحی مشابه هستند اما دقیقاً مثل هم نیستند. توسط استیل کولین و نیکوتین فعال می‌شوند.

منجر به تحریک می‌شوند.

ب. گیرنده‌های موسکاربینی

در قلب عضله‌ی صاف و غدد وجود دارند

در قلب مهار می‌شوند (مانند کاهش تعداد ضربان قلب، کاهش سرعت

هدایت در گره AV)

در عضله‌ی صاف و غدد تحریک می‌شوند (مانند افزایش حرکت دستگاه

گوارش، افزایش ترشح).

توسط استیل کولین و موسکارین فعال می‌شوند.

توسط آتروپین مهار می‌شوند.

۳. داروهایی که بر سیستم عصبی اتونوم عمل می‌کنند.

مراکز اتونوم - ساقه مغز و هیپوتالاموس:

الف. بصل النخاع

∞ مرکز وازوموتور

∞ مرکز تنفس

∞ مرکز بلع، سرغه و استفراغ

ب: پل مغزی

∞ مرکز پنوموتاکسیک

ج: مغز میانی

∞ مرکز دفع ادرار

د. هیپوتالاموس

∞ مرکز تنظیم دما

∞ مراکز تنظیم تشنگی و دریافت غذا

اثر سیستم عصبی اتونوم بر اندام‌ها:

اندام	اثر (سمپاتیک)	گیرنده‌ی سمپاتیکی	اثر (پاراسمپاتیک)	گیرنده‌ی (پاراسمپاتیکی)
قلب	↑ ضربان قلب	β_1	↓ ضربان قلب	M_p
	↑ قدرت انقباضی	β_1	↓ قدرت انقباضی (دهلیزها)	M_p
	↑ هدایت گروه AV	β_1	↓ هدایت گروه AV	M_p
عضله صاف عروق	انقباض عروق خونی پوست و احشاء	α_1	-	-
	اتساع عروق خونی عضله‌ی اسکلتی	β_2	-	-
دستگاه گوارش	↓ حرکت	α_1, β_2	↑ حرکت	M_p
	انقباض اسفنکترها	α_1	اتساع اسفنکترها	M_p
برونشیول‌ها	اتساع عضله‌ی صاف برونشیولی	β_2	انقباض عضله‌ی صاف برونشیولی	M_p
اندام‌های جنسی مردانه	انزال	α	نعوظ	M
مثانه	اتساع جدار مثانه	β_2	انقباض جدار مثانه	M_p
	انقباض اسفنکترها	α_1	اتساع اسفنکترها	M_p
غدد عروق	↑ تعریق	M (سمپاتیک کولینرژیک)	-	-
کلیه	↑ ترشح رنین	β_1	-	-
سلول‌های چربی	↑ لیپولیز	β_1 (یا β_3)		

M: موسکارینی

AV: دهلیزی

سیستم‌های حسی

گیرنده‌های حسی

• سلول‌های اپی‌تلیال تخصص یافته و یا نورون‌هایی هستند که سیگنال‌های محیطی را به سیگنال‌های عصبی تبدیل می‌کنند.

• سیگنال‌های محیطی قابل شناسایی شامل نیروی مکانیکی، نور، صدا، مواد شیمیایی و دما می‌شوند.

انواع مبدل‌های حسی

۱. گیرنده‌های مکانیکی (مکانورسپتورها)

• اجسام پاجینی

• گیرنده‌های مفاصل

• گیرنده‌های کششی در عضله

• سلول‌های مژک‌دار در سیستم‌های شنوایی و دهلیزی

• بارورسپتورها در سینوس کاروتید و قوس آئورت

۲. فوتورسپتورها

• استوانه‌ها و مخروط‌های شبکیه

۳. گیرنده‌های شیمیایی (کمورسپتورها)

• گیرنده‌های بویایی

• گیرنده‌های چشایی

• اسمورسپتورها

• گیرنده‌های اکسیژن (کمورسپتورها) در اجسام کاروتید و قوس آئورت

۴. گیرنده‌های دمای بیش از حد و درد

• گیرنده‌های درد

سازش گیرنده‌های حسی

۱. گیرنده‌های کند سازش یا تونیک (دوک عضلانی، فشار، درد آهسته)

• به یک محرک دائمی به طور مکرر پاسخ می‌دهند.

• یک محرک ثابت را تشخیص می‌دهند.

۲. گیرنده‌های تند سازش یا فاز یک (جسم پاجینی، مخروط‌های چشم،

مایسنر، قاعده مو
 در پاسخ به یک محرک ثابت، فرکانس پتانسیل عمل با گذشت زمان کاهش
 نشان می‌دهد.
 عمدتاً شروع و خاتمه تحریک را شناسایی می‌کنند.

سیستم حسی - پیکری (سوماتوسنسوری)

حس‌های لمس، حرکت، حرارت و درد را شامل می‌شوند.

گیرنده‌های لامسه

حداقل ۶ نوع گیرنده‌ی متفاوت لامسه وجود دارد که عبارتند از:

برخی پایانه‌های آزاد عصبی که در همه‌ی نقاط پوست و در بسیاری از
 بافت‌های دیگر یافت شده‌اند قادر به تشخیص لمس و فشار هستند.
 جسمک مایسنر یک گیرنده‌ی لامسه با حساسیت زیاد است. این کپسول‌ها
 در مناطق بدون موی پوست وجود دارند. اجسام مایسنر در کسری از ثانیه
 بعد از تحریک سازش پیدا می‌کنند که بدان معنی است که خصوصاً به
 حرکات اشیاء روی سطح پوست و ارتعاش کم فرکانس حساسند.

دیسک‌های مرکل:

این گیرنده‌ها از این جهت با اجسام مایسنر متفاوت‌اند که ابتدا یک سیگنال
 قوی اما تا حدی سازش‌یابنده انتقال می‌دهند و سپس یک سیگنال مداوم
 ضعیف‌تر انتقال می‌دهند که به آهستگی سازش پیدا می‌کند. مسئول انتقال
 سیگنال‌های پایدار هستند که اجازه می‌دهد شخص تماس مداوم اشیاء در
 برابر پوست را متوجه شود. دیسک‌های مرکل اغلب با یکدیگر در یک اندام
 گیرنده به نام گیرنده‌ی گنبدی ایگو جمع می‌شوند.

اندام انتهایی مو

این گیرنده به آسانی سازش پیدا می‌کند و شبیه اجسام مایسنر عمدتاً
 حرکت اشیاء بر سطح بدن یا تماس اولیه با بدن را شناسایی می‌کند.

پایانه‌های رافینی:

در لایه‌های عمقی تر پوست و همچنین در بافت‌های داخلی عمقی تر تعداد زیادی وجود دارند. این پایانه‌ها خیلی آهسته سازش پیدا می‌کنند. این گیرنده‌ها در کپسول‌های مفصلی نیز یافت شده‌اند و به مخابره‌ی درجه‌ی چرخش مفصل کمک می‌کنند. پایانه‌های رافینی علاوه بر محرک‌های مکانیکی توسط دماهای ۴۹-۲۹ درجه‌ی سانتی‌گراد هم تحریک می‌شوند و لذا گیرنده‌ی ثانویه‌ی گرما هم نامیده می‌شوند. علاوه بر این که جزء گیرنده‌های لامسه هستند در دماهای پایین تر ۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد هم تحریک می‌شوند و لذا گیرنده ثانویه‌ی سرما هم نامیده می‌شوند.

اجسام پاجینی:

بلافاصله در زیر پوست و همچنین در عمق بافت‌های فاسیایی بدن قرار دارند. این گیرنده‌ها فقط توسط تحت فشار قرار گرفتن موضعی و سریع بافت تحریک می‌شوند چون در کسری از ثانیه سازش پیدا می‌کنند. بنابراین اهمیت خاصی در تشخیص ارتعاش بافتی یا دیگر تغییرات سریع وضعیت مکانیکی بافت‌ها دارند.

گیرنده‌های حس وضعیت:

برای تعیین زاویه‌ی مفصل در دامنه‌های متوسط، دوک‌های عضلانی در میان مهم‌ترین گیرنده‌ها محسوب می‌شوند. این گیرنده‌ها در کمک به کنترل حرکت عضله نیز نقش فوق‌العاده مهمی دارند.

اجسام پاجینی و دوک‌های عضلانی برای تشخیص تغییرات سریع تخصص یافته‌اند. و به نظر می‌رسد این رسپتورها بیشتر مسئول تشخیص سرعت حرکت هستند.

تالاموس

تخریب هسته‌های تالاموس منجر به از دست دادن حس سمت مقابل بدن می‌شود.

همه‌ی حس‌های بدن قبل از وارد شدن به قشر از تالاموس عبور می‌کنند به جز بخشی از حس بویایی (بویایی قدیمی) که بدون عبور از تالاموس وارد قشر پیریفرم و پره پیریفرم در لوب گیجگاهی می‌شود.

انواع مکانورسپتور برای لمس و فشار:

نوع مکانورسپتور	تعریف	حسی که انتقال می‌دهد	سازش
جسم پاچینی	ساختمان شبیه پیاز در زیر پوست (پایانه‌های عصب بدون میلین را احاطه می‌کند)	ارتعاش، دق کردن	تند سازش
جسم مایسنر	در پوست بدون مو وجود دارد	سرعت	تند سازش
جسم رافینی	کپسول دار	فشار	کند سازش
دیسک مرکل	مبدل در سلول‌های اپیتلیال وجود دارد	موقعیت	کند سازش

بینایی

قدرت شکست عدسی:

بر حسب دیوپتر اندازه‌گیری می‌شود. یک دیوپتر برابر با عکس فاصله‌ی کانونی عدسی بر حسب متر است.

بیشترین قدرت شکست در چشم مربوط به قرنیه است. بعد از قرنیه بیشترین شکست نور مربوط به عدسی می‌باشد.

تغییرات دینامیک در قدرت شکست عدسی تطابق نامیده می‌شود.

تحریک سمپاتیک عضله‌ی شعاعی عنبیه را منقبض و سبب گشادی مردمک (میدریاز) می‌شود. تحریک پاراسمپاتیک عضله‌ی حلقوی را منقبض و سبب تنگی مردمک (میوز) می‌شود.

دوربینی: نور پشت شبکیه متمرکز می‌شود و با یک عدسی محدب تصحیح می‌گردد. ناشی از کوتاهی کره‌ی چشم یا ضعف عدسی است.