جزوه طلایی زیست شناسی

پایه یازدهم - رشته علوم تجربی

توضیح متن کتاب درسی

نکات مهم کنکوری

تست‌های برگزیده کنکور

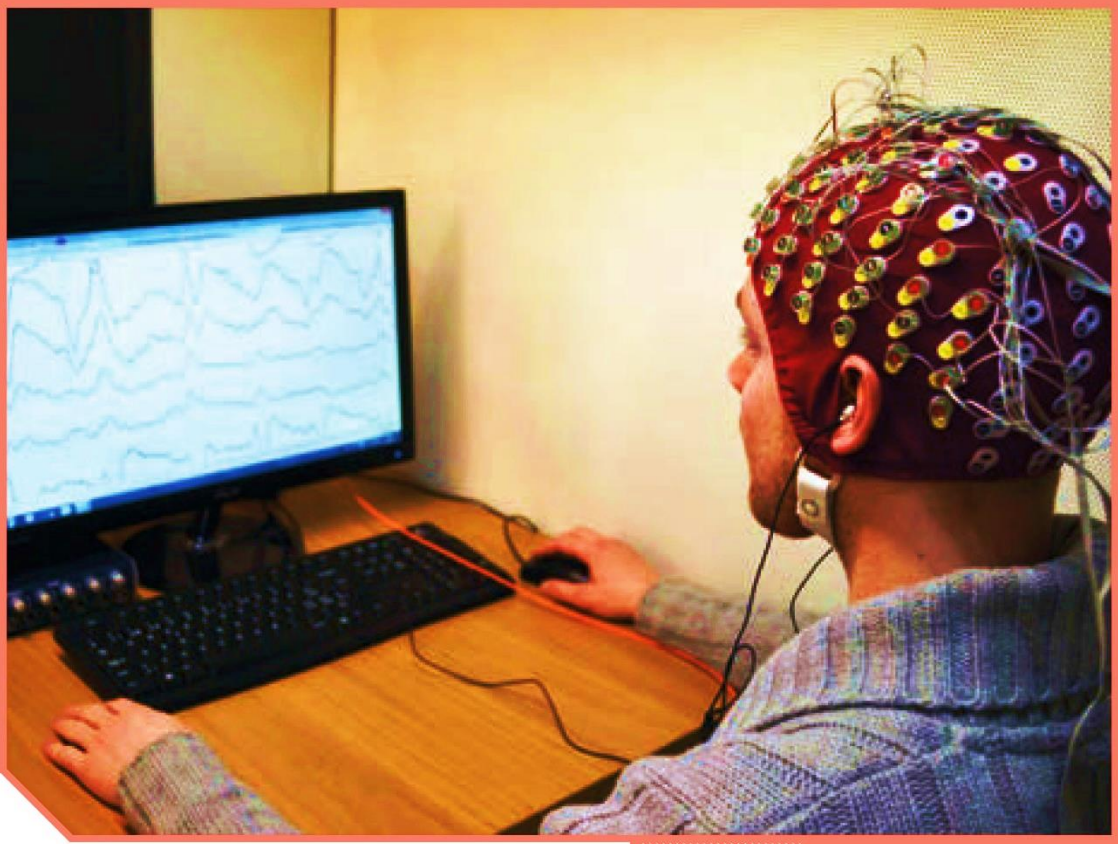


غلام حسن ویسی کرمی

۰۹۱۶۶۶۱۸۵۳۲

آموزشگاه افلاطون - خرم آباد

۳۳۳۰۵۲۹۲



فصل ۱

تنظیم عصبی

نکاتی در مورد نوار مغز

۱) ثبت و مطالعه فعالیت الکتریکی مغز با دستگاه الکتروآنسفالوگراف انجام می‌شود.

+ الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند.

+ جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های نوار مغز یا الکتروآنسفالوگرام روی نوار کاغذی، یا صفحه نمایش دستگاه نشان داده می‌شود.

+ از این منحنی‌ها برای بررسی فعالیت‌های مغز و تشخیص بیماری‌های آن استفاده می‌شود.

۲) نوار قلب یا الکتروکاردیوگرام از بخش‌های مختلف پوست بدن ولی نوار مغز یا الکتروآنسفالوگرام فقط از پوست سر قابل دریافت است.

+ بنابراین می‌توان گفت مغز در مقایسه با قلب، از نظر شدت فعالیت الکتریکی، ضعیف‌تر است.

x به عبارت دیگر پیام‌های الکتریکی تولید شده در مغز به مراتب ضعیف‌تر از پیام‌های الکتریکی قلب هستند.

۳) جریان الکتریکی قلب و مغز به ترتیب به وسیله سلول‌های ماهیچه‌ای (بافت هادی) و نورون‌ها یا سلول‌های عصبی تولید می‌شود.

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز (فقط!) از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شده یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است که به صورت منحنی‌هایی نمایش داده می شود.

چگونه در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود؟ تغییر پتانسیل الکتریکی

جریان الکتریکی در فعالیت این یاخته‌ها چه نقشی دارد؟ ایجاد پتانسیل آرامش و عمل

برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

اجزای تشکیل دهنده بافت عصبی

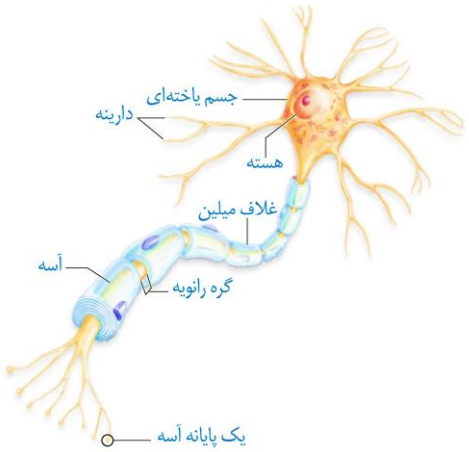
همان‌طور که از پایه دهم می‌دانید بافت عصبی از (۱) **یاخته‌های عصبی** (نورون‌ها) و (۲) **یاخته‌های پشتیبان** (نوروگلیاها) تشکیل شده است.

جالب اینجاست که در بافت عصبی، تعداد نوروگلیاها بسیار بیشتر از نورون‌ها است.

شکل ۱، یک یاخته عصبی و چند سلول نوروگلیا را نشان می‌دهد.

این یاخته عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

از سه بخش تشکیل شده است: دندریت، آکسون و جسم سلولی



شکل ۱ـ یاختهٔ عصبی

در این شکل یک نورون و هفت عدد سلول پشتیبان مشاهده می‌شود.

سلول‌های پشتیبان در تشکیل غلاف میلین نقش دارند.

یاخته‌های عصبی سه نوع عملکرد دارند: تولید پیام عصبی ، هدایت پیام عصبی و انتقال پیام عصبی

۱) این یاخته‌ها **تحریک‌پذیر**ند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

۲) آنها این پیام را در طول خود به دو صورت نقطه به نقطه و یا جهشی **هدایت** می‌کنند (به طریقه الکتریکی).

۳) هم‌چنین آنها این پیام را در پایانه‌های آکسونی خود به یاخته‌های دیگر **منتقل** می‌کنند (به طریقه شیمیایی).

اجزای نورون عبارتند از: دندریت، آکسون و جسم سلولی

۱) دارینه (**دندریت**) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته‌ای عصبی وارد می‌کند.

+ دندریت‌ها در اغلب موارد به تعداد زیاد در اطراف جسم سلولی نورون وجود دارند.

۲) آسه (**آکسون**) رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که پایانه آسه نام دارد، هدایت می‌کند.

+ پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود (سیناپس).

+ بر اساس کتاب درسی، آکسون همواره یک عدد است اما انتهای آن دارای زوایدی به نام پایانه‌های آکسونی است.

۳) جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته اندامک‌ها و قسمت بیشتر سیتوپلاسم و محل انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است.

+ جسم سلولی همانند دندریت‌ها می‌تواند پیام نیز دریافت کند. به عبارت دیگر جسم سلولی هم می‌تواند سیناپس تشکیل دهد!

+ نکته مهم: بر اساس متن و شکل‌های کتاب، دندریت و جسم سلولی می‌توانند پیام عصبی را دریافت کنند! اما آکسون قادر به انجام این کار نیست!

چگونگی تشکیل غلاف میلین

یاخته عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی (یعنی یک پوشش!) به نام غلاف میلین دارد.

غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه بلند بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند.

غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را گره رانویه می‌نامند که با نقش آنها در ادامه درس، آشنا خواهید شد.

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی یا همان سلول‌های نوروگلیا می‌سازند.

شکل ۲ را ببینید، یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.

+ غلاف میلین از همکاری یک یا چند سلول نوروگلیا که هر کدام بخشی از یک رشته عصبی یعنی آکسون‌ها یا دندریت‌های بلند را می‌پوشاند، به وجود می‌آید.

x اگر غلاف میلین از یک سلول نوروگلیا تشکیل شده باشد، قطعاً فاقد گره رانویه است!

x نکته جالب: بر اساس شکل واقعی کتاب، ضخامت غلاف میلین از ضخامت آکسون کمتر است.

تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند.

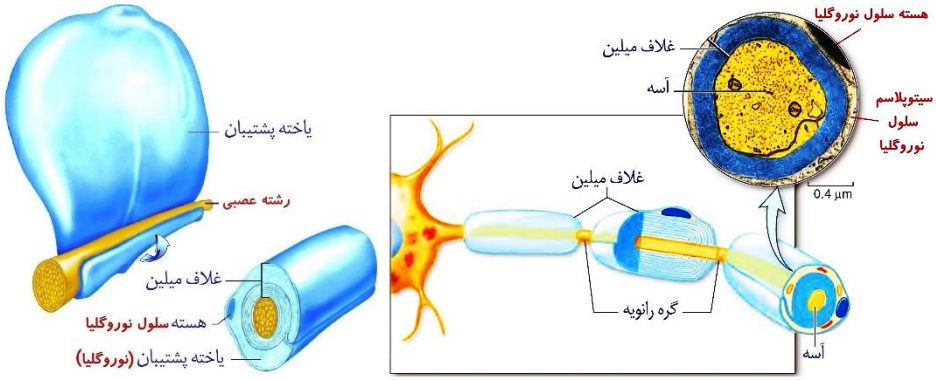
+ این یاخته‌ها نقش‌های متعددی دارند، از جمله:

x داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند.

x برخی از آنها با عمل بیگانه‌خواری، در دفاع غیر اختصاصی از یاخته‌های عصبی نقش دارند.

x سلول‌های نوروگلیا هم‌چنین در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف نورون‌ها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

t.me/MrKonkori



شکل ۲ـ الف) غلاف میلین ب) چگونگی ساخت آن

ب الف

بر اساس شکل واقعی کتاب، ضخامت غلاف میلین از آکسون کمتر است.

نکاتی در مورد چگونگی ساخته شدن غلاف میلین

۱) سلول‌های نوروگلیا با پیچیده شدن به دور رشته‌های عصبی غلاف میلین را می‌سازند.

۲) بر اساس کتاب، غلاف میلین همان سلول نوروگلیا یا پشتیبان است که به دور رشته عصبی پیچیده شده است!

+ بنابراین در غلاف میلین غشاء، سیتوپلاسم (و اندامک‌ها) و نیز هسته وجود دارد!

۳) در هر دور که این سلول به دور رشته عصبی می‌پیچد، تعدادی غشاء سلولی و به تعداد بیشتری از لایه‌های فسفولیپید خواهیم داشت.

+ مثلاً در شکل روبه‌رو در نهایت سلول پشتیبان بیش از سه دور در اطراف یک آکسون پیچیده شده است.

x در محلی که هسته سلول پشتیبان قرار دارد، هشت لایه غشاء و ۱۶ لایه فسفولیپید به وجود آورده است.

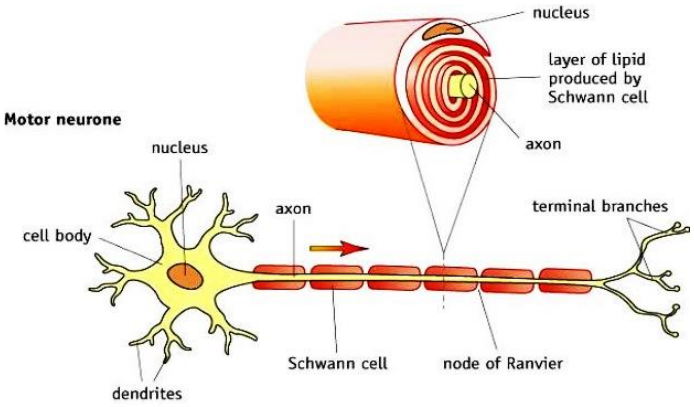
۴) رشته‌های عصبی در بعضی از نقاط اطراف خود برهنه! بوده و در این محل‌ها گره‌های رانویه به وجود می‌آیند.

+ تعداد گره‌های رانویه یکی کمتر از تعداد سلول‌های پشتیبان است که غلاف میلین را تشکیل می‌دهند!

x به عنوان مثال در شکل روبه‌رو به تعداد شش سلول پشتیبان و پنج گره رانویه وجود دارد.

۵) غلاف میلین و گره‌های رانویه باعث ایجاد هدایت جهشی پیام عصبی می‌شوند.

+ در شکل روبه‌رو پیام عصبی شش بار جهش انجام می‌دهد.



نکاتی در مورد عملکردها یا ویژگی‌های نورون‌ها

۱) تحریک‌پذیری: نورون‌ها تحریک‌پذیر بوده و پس از تحریک، پیام عصبی تولید می‌کنند.

+ محرک‌ها می‌توانند مکانیکی، شیمیایی، نوری و دمایی باشند.

۲) پیام عصبی تولید شده در حقیقت نتیجه همان تغییر پتانسیل الکتریکی غشای سلول‌های عصبی است.

۳) سلول‌های پس‌سیناپسی می‌توانند سلول عصبی، ماهیچه‌ای یا پوششی (غده‌ای) باشند.

۴) بر اساس کتاب، در محل سیناپس، هم دندریت و هم جسم سلولی می‌توانند پیام عصبی را دریافت کنند!

+ بر این اساس انواع سیناپس‌های نورون به نورون عبارتند از:

x سیناپس پایانه آکسون به دندریت

x سیناپس پایانه آکسون به جسم سلولی

انواع یاخته‌های عصبی

شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد.

۱) **یاخته‌های عصبی حسی** پیام‌ها را از اندام‌ها به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.

۲) **یاخته‌های عصبی حرکتی** پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌های اسکلتی، قلبی و صاف، و نیز غدد درون‌ریز و برون‌ریز ترشح کننده هورمون و آنزیم) می‌برند.

۳) نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳، **یاخته‌های عصبی رابط**اند که فقط در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند.

نکته مهم: هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند.

t.me/MrKonkori

شکل ۳ـ انواع یاخته‌های عصبی

۱) نورون‌های حسی پیام‌ها را به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی یعنی مغز و نخاع می‌آورند.

+ انتهای آکسون آنها در مغز و نخاع قرار دارد. بقیه قسمت‌ها در بیرون هستند.

۲) نورون‌های حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌های مختلف می‌برند.

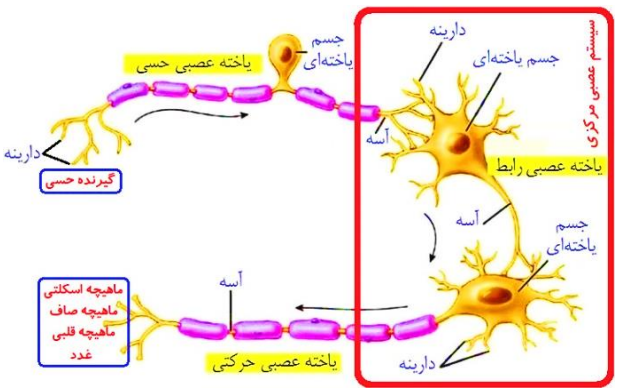
+ اندام‌های دریافت کننده پیام عصبی ماهیچه‌ها و غدد هستند:

x ماهیچه‌ها شامل ماهیچه‌های اسکلتی، قلبی و صاف

x غدد نیز شامل غدد درون‌ریز و برون‌ریز ترشح کننده آنزیم و هورمون

+ دندریت‌ها، جسم سلولی و ابتدای آکسون آنها در مغز و نخاع قرار دارد.

۳) نورون‌های رابط که به طور کامل در مغز و نخاع قرار دارند، بنابراین کوتاه بوده و ارتباط لازم بین نورون‌های دیگر را فراهم می‌کنند.

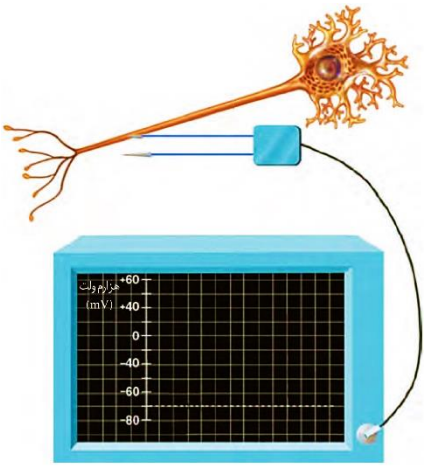


فعالیت ۱

ساختار و کار سه نوع یاختهٔ عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.

مقایسه		سلول عصبی حسی	سلول عصبی رابط	سلول عصبی حرکتی
ساختار	دندریت	معمولاً بلند، به تعداد کم	معمولاً کوتاه، به تعداد زیاد	همواره کوتاه، به تعداد زیاد
	آکسون	معمولاً کوتاه، همواره یک عدد	معمولاً بلند، همواره یک عدد	همواره بلند، همواره یک عدد
	جسم سلولی	معمولاً کم انشعاب	معمولاً پر انشعاب	معمولاً پر انشعاب
کار	ارتباط	بین گیرنده و نورون رابط	بین نورون حسی و حرکتی	بین نورون رابط و اندام
	دریافت اطلاعات	از گیرنده‌های حسی	از نورون حسی	از نورون رابط
	انتقال اطلاعات	به مرکز عصبی (نورون رابط)	به نورون حرکتی	به اندام‌هایی مانند ماهیچه و غده

پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟



پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشاء یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد.

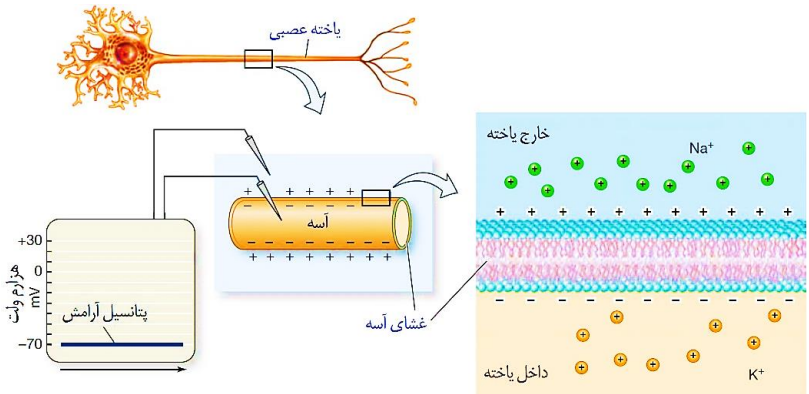
برای اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل از دستگاه میلی‌ولت‌سنج استفاده می‌شود. شکل ۴، اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.

شکل ۴ـ اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی

از آنجا که تفاوت پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای نورون بسیار کم است، بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی قبل از ورود به دستگاه به وسیله یک تقویت کننده، تشدید شده تا دستگاه میلی‌ولت‌سنج بتواند آن را ثبت نماید.

پتانسیل آرامش: وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را **پتانسیل آرامش** می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ به دلیل عمل دو نوع پروتئین غشایی یعنی کانال‌های نشتی که با انتشار تسهیل شده تعداد بیشتری یون پتاسیم از نورون خارج و تعداد کمتری سدیم وارد آن می‌کنند، و پمپ سدیم ـ پتاسیم که با انتقال فعال تعداد بیشتری سدیم از نورون خارج و تعداد کمتری پتاسیم وارد آن می‌کند. برای پاسخ به این پرسش، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی مانند کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند.



شکل ۵ـ پتانسیل آرامش. در شکل، یون‌های پتاسیم در بیرون و یون‌های سدیم در درون نشان داده نشده‌اند.

در واقع در حالت آرامش، درون سلول تعداد کمتری یون سدیم و همچنین در بیرون سلول نیز تعداد کمتری یون پتاسیم وجود دارد.

t.me/MrKonkori

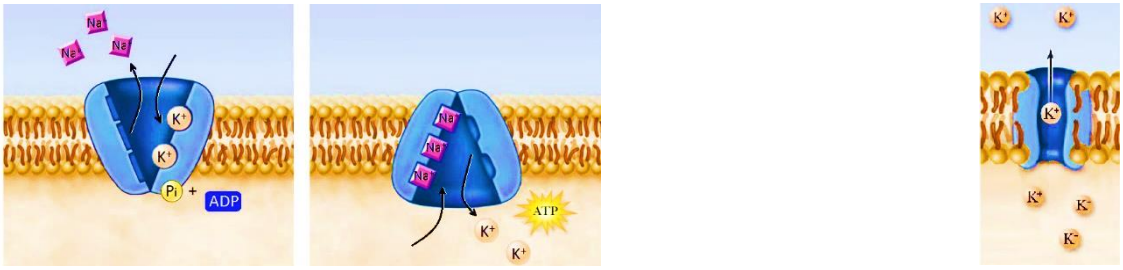
کانال‌های نشتی

یکی از این پروتئین‌ها، **کانال‌های نشتی** هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند (شکل ۶ـ الف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، به تعداد زیاد خارج و یون‌های سدیم به تعداد کم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون یعنی یون پتاسیم، نفوذپذیری بیشتری دارد.

پمپ سدیم ـ پتاسیم

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئین غشایی دیگری است که در هر بار فعالیت، سه یون سدیم از یاخته عصبی و همچنین بقیه سلول‌هایی که دارای این پروتئین هستند! خارج و دو یون پتاسیم نیز وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کنند (شکل ۶ـ ب).

با توجه به شکل کتاب می‌توان گفت: بعد از اتصال ATP دهانه پمپ رو به سیتوپلاسم باز و یون‌های پتاسیم به درون سلول آزاد شده و یون‌های سدیم به آن متصل شوند. بعد از تجزیه ATP دهانه پمپ رو به بیرون باز و یون‌های سدیم رها شده و یون‌های پتاسیم به آن متصل می‌شوند.



الف) ب) ۱ ب) ۲

شکل ۶ـ الف) کانال نشتی که عبور یون‌های پتاسیم از آن نشان داده شده است. ب) چگونگی کار پمپ سدیم ـ پتاسیم

فعالیت ۲ در گروه خود دربارهٔ پرسش‌های زیر گفت‌وگو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱ـ کار پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی را با هم مقایسه کنید.

پروتئین غشایی	مصرف ATP	خروج یون‌ها از سلول	ورود یون‌ها به سلول
پمپ سدیم ـ پتاسیم	دارد.	سه یون سدیم در هر بار	دو یون پتاسیم در هر بار
کانال‌های نشتی	ندارد.	تعداد زیادی یون پتاسیم	تعداد کمی یون سدیم

۲ـ چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟ به دلیل نفوذپذیری بیشتر غشای سلولی نسبت به یون‌های پتاسیم، این یون‌ها به مقدار زیاد از طریق کانال‌های نشتی بیرون رفته و بنابراین بار مثبت درون نورون‌ها نسبت به بیرون آنها کمتر می‌شود.

پتانسیل عمل: دانستید که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر است.

وقتی یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند؛ داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی گردد. این تغییر را **پتانسیل عمل** می‌نامند. هنگام پتانسیل عمل، در یاخته عصبی چه اتفاقی می‌افتد؟ ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارند که با تحریک یاخته عصبی باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند.

وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. در پتانسیل عمل دو اتفاق به صورت پشت سر هم رخ می‌دهد:

+ اتفاق اول) ابتدا **کانال‌های دریچه‌دار سدیمی** باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی این کانال‌ها بسته می‌شوند.

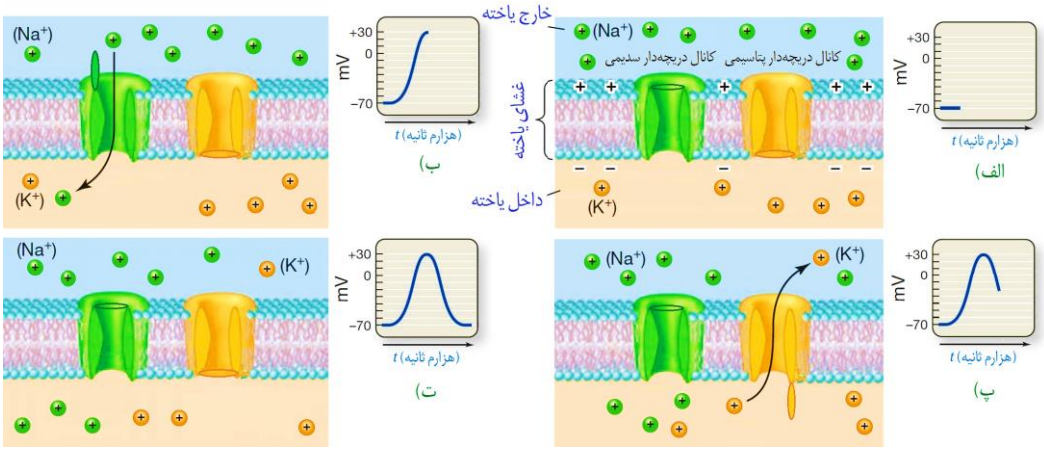
+ اتفاق دوم) سپس **کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی** باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. این کانال‌ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند (شکل ۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (۷۰-) بر می‌گردد.

نکته جالب: در پایان پتانسیل عمل (شکل ۷ ـ ت) با این‌که دوباره اختلاف پتانسیل دو سوی غشاء به ۷۰- میلی‌ولت رسیده است اما نوع و تعداد یون‌هایی که این پتانسیل را به وجود آورده‌اند با حالت آرامش (شکل ۷ ـ الف) که در آن هم ۷۰- میلی‌ولت بود، متفاوت است!

فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش واقعی باز گردد.

نکته مهم: در واقع سلول در حالت آرامش، اختلاف پتانسیل درون و بیرون نورون ۷۰- میلی‌ولت است. در مرحله اول پتانسیل عمل این اختلاف به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، در مرحله دوم دوباره اختلاف پتانسیل به ۷۰- میلی‌ولت می‌رسد. بدیهی است این اختلاف پتانسیل اگرچه با اختلاف پتانسیل آرامش برابر است ولی حاصل فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی نیست. در ادامه پتانسیل آرامش، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم باعث ایجاد پتانسیل آرامش واقعی می‌شود.

t.me/MrKonkori



شکل ۷ـ چگونگی ایجاد پتانسیل عمل؛ در شکل الف، یون‌های پتاسیم بیرون و یون‌های سدیم درون یاخته، نشان داده نشده‌اند.

۱) در همه موارد فوق پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی در حال فعالیت هستند.

۲) در بخش بالارونده نمودار کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند.

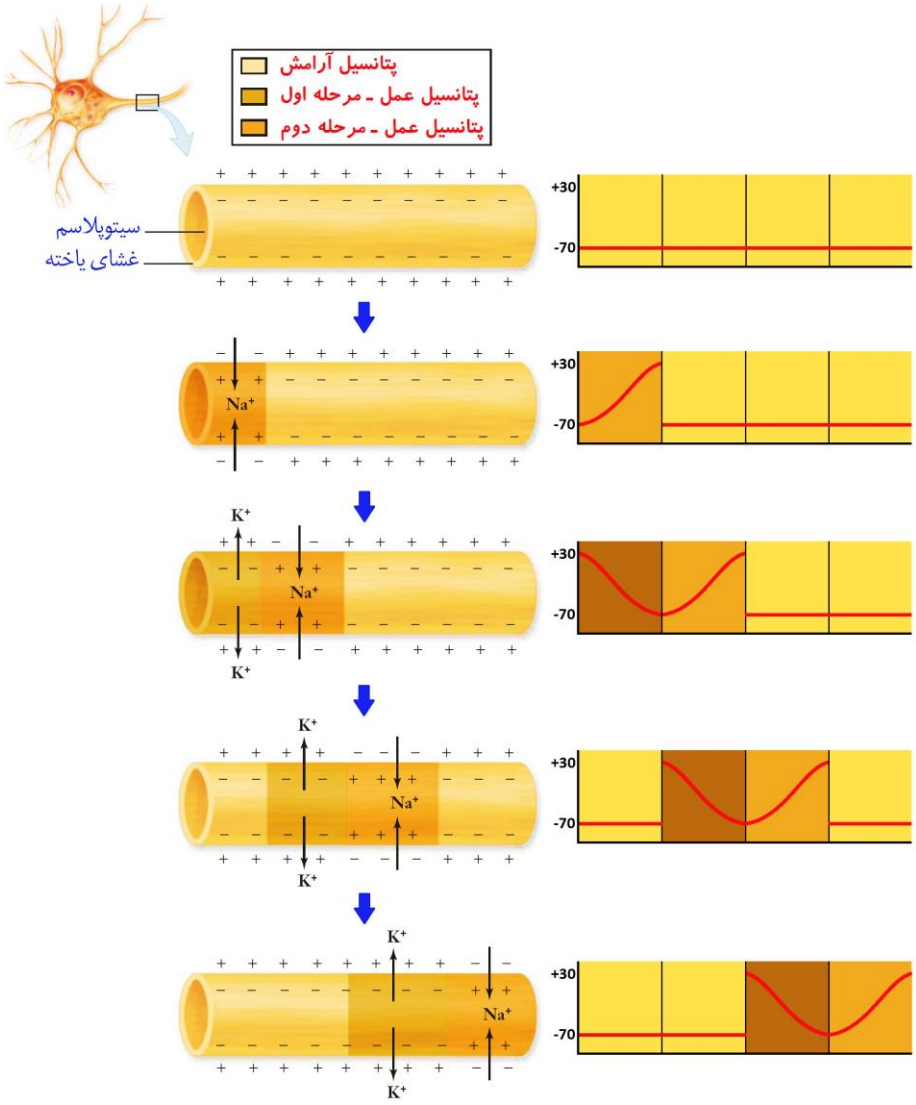
۳) در قله نمودار پتانسیل عمل هر دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی برای یک لحظه کوتاه بسته هستند.

۴) در بخش پایین‌رونده نمودار کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

تعریف پیام عصبی

وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند (شکل ۸). منظور از رشته عصبی آسه یا دارینه بلند است.

تعریف رشته عصبی: دندریت‌های بلند و آکسون‌ها (که همواره بلند هستند!) را رشته عصبی می‌گویند. بنابراین می‌توان گفت رشته عصبی، یکی از زایده‌های بلند نورون است که معمولاً به وسیله غلاف میلین پوشیده شده است.



شکل ۸ ـ هدایت نقطه به نقطه پیام عصبی

فعالیت ۳

وضعیت کانال‌های غشای یاختهٔ عصبی را در ۴ مرحلهٔ شکل ۷ مقایسه کنید.

نوع کانال	الف	ب	پ	ت
کانال‌های نشتی	باز	باز	باز	باز
کانال‌های دریچه‌دار	هر دو بسته	سدیمی باز	پتاسیمی باز	هر دو بسته

t.me/MrKonkori

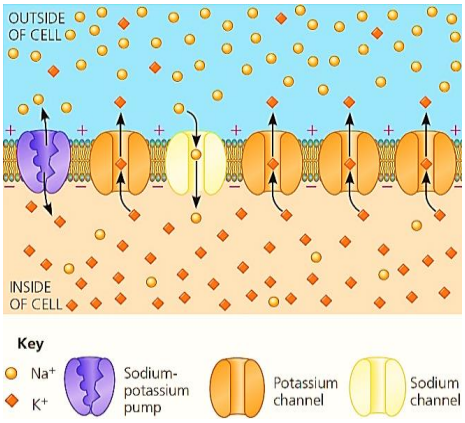
نکاتی در مورد پتانسیل آرامش: بیرون مثبت و درون منفی است.

۱) مقدار پتانسیل آرامش: در حالت استراحت، در دو سوی غشای یک نورون، اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است.

+ مقدار یون‌های سدیم در بیرون نورون از درون آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم در درون نورون، از بیرون آن بیشتر است.

+ در واقع درون سلول نسبت به بیرون تعداد کمتری یون سدیم و بیرون سلول نسبت به درون تعداد کمتری یون پتاسیم وجود دارد.

۲) ایجاد پتانسیل آرامش: این پتانسیل به دلیل وجود دو نوع پروتئین غشایی در غشای نورون‌ها یعنی کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم ایجاد می‌شود.



+ کانال‌های نشتی: به دنبال فعالیت این کانال‌ها بیرون سلول مثبت‌تر می‌شود.

x یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از این کانال‌ها عبور کنند.

x جهت حرکت هر کدام از یون‌های سدیم و پتاسیم دو طرفه است!

x از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم خارج و یون‌های سدیم وارد سلول عصبی می‌شوند.

x از آنجا که غشای نورون نسبت به پتاسیم نفوذپذیری بیشتری دارد، بنابراین تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است.

x این عمل باعث می‌شود تا بیرون نورون نسبت به درون آن مثبت‌تر شود! بنابراین، بیرون نورون مثبت و درون آن منفی می‌شود

x بدیهی است در این حالت هم بیرون نورون و هم درون آن یون‌های مثبت سدیم و پتاسیم وجود دارند.

ـ اما به دلیل اینکه در بیرون بارهای مثبت بیشتری وجود دارد، درون آن را منفی در نظر می‌گیرند!

x لازم به ذکر است، کانال‌های نشتی در تمام مدت پتانسیل آرامش و عمل در حال فعالیت هستند.

x نکته چالشی: آیا کانال‌های نشتی اختصاصی عمل می‌کنند یا هر دو نوع یون سدیم و پتاسیم را عبور می‌دهند؟

ـ در کتب مرجع فیزیولوژی پزشکی این کانال‌ها را غیر اختصاصی در نظر گرفته که می‌توانند تعداد زیادی یون پتاسیم خارج و تعداد خیلی کمی یون سدیم وارد سیتوپلاسم نورون کنند.

❄ ظاهراً کتاب درسی هم این کانال‌ها را غیر اختصاصی در نظر گرفته است.

ـ در کتب مرجع زیست‌شناسی سلولی و مولکولی این کانال‌ها دو نوع بوده و اختصاصی در نظر گرفته شده‌اند. به عبارت دیگر برخی از آنها به طور اختصاصی برای خروج پتاسیم و برخی نیز برای ورود سدیم عمل می‌کنند.

+ پمپ سدیم ـ پتاسیم: به دنبال فعالیت این پمپ‌ها باز هم بیرون سلول مثبت‌تر می‌شود.

x این پمپ تقریباً در همه سلول‌های زنده جانوری وجود دارد.

x در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از نورون خارج و دو یون پتاسیم به آن وارد می‌شوند.

ـ بنابراین به دنبال فعالیت این پمپ بار مثبت بیشتری از سلول خارج شده و بیرون سلول نسبت به درون آن مثبت‌تر می‌شود.

x این پمپ مانند سایر پمپ‌ها با مصرف انرژی کار می‌کند. انرژی لازم برای انتقال یون‌ها از تجزیه یا هیدرولیز مولکول‌های ATP به دست می‌آید.

ـ بعد از اتصال ATP، دهانه پمپ رو به سیتوپلاسم باز، یون‌های پتاسیم به درون سلول آزاد و یون‌های سدیم به آن متصل می‌شوند.

ـ بعد از تجزیه ATP، دهانه پمپ رو به بیرون باز، یون‌های سدیم از آن رها شده و یون‌های پتاسیم به آن متصل می‌شوند.

نکاتی در مورد پتانسیل عمل: در یک لحظه بیرون منفی و درون مثبت است، سپس به حالت قبل برمی‌گردد.

۱) تعریف پتانسیل عمل: در حالت تحریک، در دو سوی غشای یک نورون، اختلاف پتانسیلی در حدود ۳۰+ میلی‌ولت برقرار شده و دوباره به حالت اول برمی‌گردد.

+ در محل تحریک، مقدار یون‌های سدیم در درون نورون بیشتر و به دنبال آن، مقدار یون‌های پتاسیم در بیرون نورون، از درون آن بیشتر می‌شود.

+ در واقع در محل تحریک، درون سلول نسبت به بیرون آن تعداد بیشتری یون سدیم خواهد داشت.

+ بلافاصله به دنبال آن، بیرون سلول نسبت به درون آن تعداد بیشتری یون پتاسیم خواهد داشت.

۲) ایجاد پتانسیل عمل: این پتانسیل به دلیل وجود دو نوع پروتئین غشایی در غشای نورون‌ها یعنی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی ایجاد می‌شود.

+ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی: به دنبال فعالیت این کانال‌ها درون سلول مثبت‌تر می‌شود.

x در لحظه تحریک، یون‌های سدیم می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از این کانال‌ها عبور و وارد سلول شوند.

x این عمل باعث می‌شود تا درون نورون نسبت به بیرون آن مثبت‌تر شود! بنابراین، درون نورون مثبت و بیرون آن منفی می‌شود.

x بدیهی است در این حالت هم بیرون نورون و هم درون آن یون‌های مثبت سدیم و پتاسیم وجود دارند.

ـ اما به دلیل اینکه در درون بارهای مثبت بیشتری وجود دارد، بیرون آن را منفی در نظر می‌گیرند!

t.me/MrKonkori

x بر اساس شکل کتاب، دریچه این کانال‌ها در سمت خارجی سلول واقع شده و رو به بیرون باز می‌شود.

+ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی: به دنبال فعالیت این کانال‌ها بیرون سلول مثبت‌تر می‌شود.

x در ادامه تحریک، یون‌های پتاسیم می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از این کانال‌ها عبور و از سلول خارج شوند.

x این عمل باعث می‌شود تا بیرون نورون نسبت به درون آن مثبت‌تر شود! بنابراین، بیرون نورون مثبت و درون آن منفی می‌شود.

x بدیهی است در این حالت هم بیرون نورون و هم درون آن یون‌های مثبت سدیم و پتاسیم وجود دارند.

ـ اما به دلیل اینکه در درون بارهای مثبت کمتری وجود دارد، بیرون آن را مثبت در نظر می‌گیرند!

x بر اساس شکل کتاب، دریچه این کانال‌ها در سمت داخلی سلول واقع شده و رو به درون باز می‌شود.

نکاتی در مورد پتانسیل آرامش کاذب و واقعی: نوع و تعداد یون‌هایی که این دو نوع پتانسیل را به وجود آورده‌اند با هم متفاوت است (شکل زیر).

۱) پتانسیل عمل واقعی: در حالت آرامش اختلاف پتانسیل ۷۰– میلی‌ولت است!

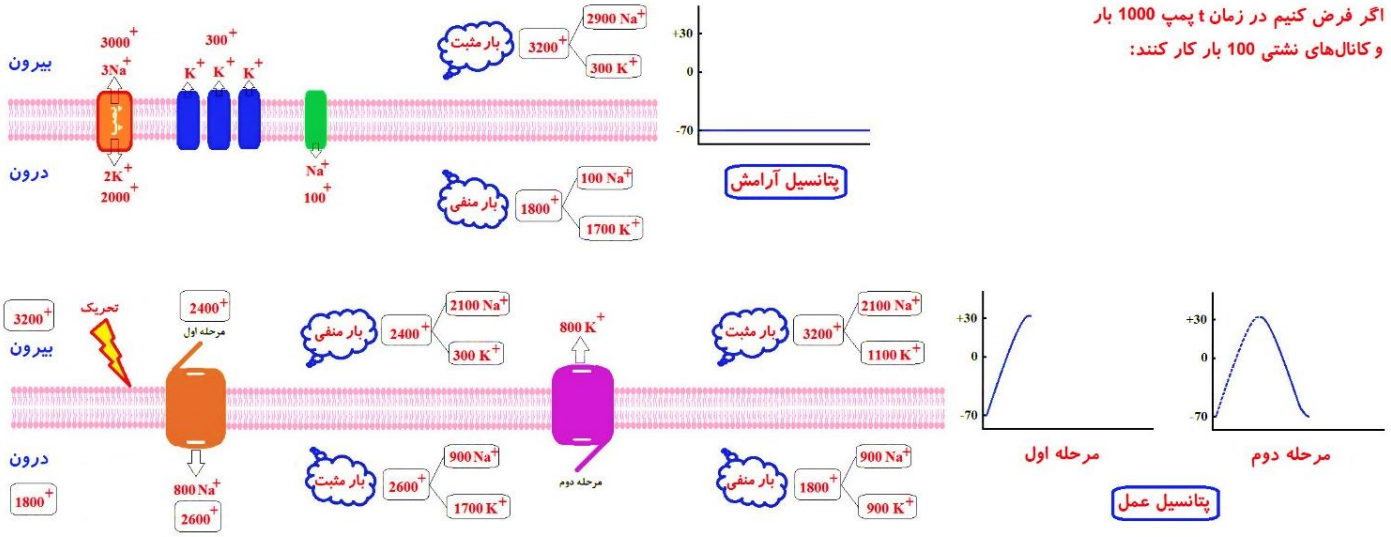
+ نکته جالب این‌که این پتانسیل حاصل فعالیت کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم است!

۲) پتانسیل عمل کاذب: در پایان پتانسیل عمل دوباره اختلاف پتانسیل دو سوی غشاء به ۷۰– میلی‌ولت می‌رسد.

+ نکته جالب این‌که این پتانسیل حاصل فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است!

+ در پایان پتانسیل عمل، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم باعث ایجاد پتانسیل آرامش واقعی می‌شود!

x لازم به ذکر است، پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام مدت پتانسیل آرامش و عمل در حال فعالیت است.



نکاتی در مورد اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون

۱) در یک منفی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل نهایی دو سوی غشا، می‌تواند تا ۱۰۰ میلی‌ولت باشد!

۲) در یک منفی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دو بار صفر و ۷۰، سه بار ۱۳۰، چهار بار ۱۰، ۲۰ و ... میلی‌ولت خواهد بود!

وضعیت پروتئین‌های غشایی در مراحل مختلف پتانسیل آرامش و عمل

وضعیت کانال‌های نشتی، پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در مراحل مختلف پتانسیل آرامش و عمل به صورت زیر است:

نوع پروتئین	پتانسیل آرامش	پتانسیل عمل (مرحله اول – صعودی)	پتانسیل عمل (مرحله دوم – نزولی)
کانال‌های نشتی	باز	باز	باز
پمپ سدیم ـ پتاسیم	فعال	فعال	فعال
کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	هر دو بسته	باز	بسته
کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی	هر دو بسته	بسته	باز

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

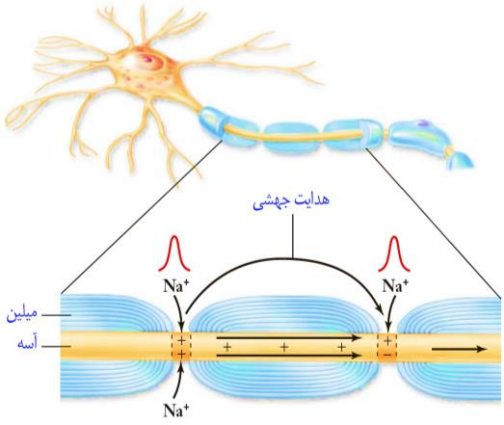
هدایت پیام عصبی در گیرنده‌ها، نورون‌ها، سلول‌های ماهیچه‌ای و سلول‌های پوششی موجود در غدد انجام می‌گیرد. هدایت پیام در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است؛ در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته یا همان مایع بین سلولی ارتباط دارد.

نکته جالب: سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از ۰/۲ mm/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا ۱۲۰ m/s در رشته‌های قطور میلین‌دار متفاوت است.

t.me/MrKonkori

لازم به ذکر است، رشته‌های عصبی در محل گره‌های رانویه، پمپ سدیم ـ پتاسیم، کانال‌های نشتی و کانال‌های دریچه‌دار (به ویژه نوع سدیمی!) بیشتری دارند، در حالی‌که در زیر غلاف میلین تعداد این پروتئین‌ها خیلی کمتر بوده و بیشتر فسفولیپید و کلسترول! وجود دارد. کانال‌های دریچه‌دار در زیر غلاف میلین وجود ندارند.

بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشته عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند (شکل ۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی متصل به آنها میلین‌دار است.



شکل ۹ـ هدایت جهشی در نورون میلین‌دار

کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.

+ کاهش مقدار میلین: مثلاً در بیماری **ام اس (مالتیپل اسکلروزیس)** یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی یعنی مغز و نخاع میلین می‌سازند، به دنبال نوریزی یا آسیب مغزی و نخاعی و پس از حمله سلول‌های T سیستم ایمنی از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

+ افزایش مقدار میلین: باعث بروز بیماری‌هایی مانند صرع و اوتیسم می‌شود.

x در بیماری صرع حرکات شدید اعضای بدن به ویژه دست‌ها و پاها به صورت غیر ارادی، افتادن روی زمین و ... اتفاق می‌افتد.

x در بیماری اوتیسم مشکل در تعاملات اجتماعی، برقراری ارتباط و میل به پیگیری رفتارهای تکرار شونده دیده می‌شود.

فعالیت ۴

پژوهشگران بر این باورند که در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها یعنی در زیر غلاف میلین، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟ ورود و خروج یون‌ها فقط در محل این گره‌ها که کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند انجام شده و هدایت پیام به صورت گره به گره یا جهشی انجام می‌شود.

نکاتی دیگری در مورد هدایت پیام عصبی

۱) هدایت پیام عصبی در گیرنده‌ها، نورون‌ها، سلول‌های ماهیچه‌ای و سلول‌های پوششی موجود در غدد انجام می‌گیرد.

۲) به طور کلی سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی با قطر آنها و میلین‌دار بودن آنها رابطه مستقیم دارد.

۳) در محل گره‌های رانویه، غلاف میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون یعنی مایع بین سلولی! در ارتباط است.

۴) در محل گره‌های رانویه، پمپ سدیم ـ پتاسیم، کانال‌های نشتی و کانال‌های دریچه‌دار (به ویژه نوع سدیمی!) بیشتری وجود دارد.

۵) در بخشی از غشای نورون که در زیر غلاف میلین قرار دارد، بیشتر فسفولیپید و کلسترول! وجود دارد.

۶) بر اساس کتاب، در زیر غلاف میلین کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی وجود ندارند.

۷) در گره‌های رانویه، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشته عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود.

۸) در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند.

۹) نورون‌های حرکتی که پیام‌های عصبی را به سوی ماهیچه‌های اسکلتی می‌برند، میلین‌دار هستند.

۱۰) در همه نورون‌ها هدایت نقطه به نقطه وجود دارد، در حالی‌که در برخی از آنها یعنی انواع میلین‌دار علاوه بر این نوع هدایت، هدایت جهشی هم مشاهده می‌شود.

یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

دانستید پیام عصبی در طول آسه هدایت می‌شود تا به پایانه آن برسد. همان طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نچسبیده‌اند؛ پس چگونه پیام عصبی از یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود؟ از طریق سیناپس

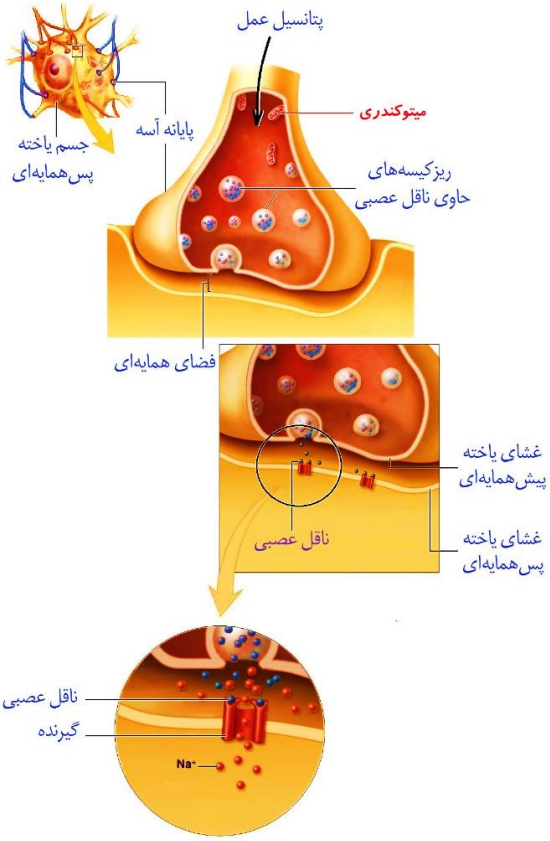
یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام **همایه (سیناپس)** برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضایی به نام فضای سیناپسی یا **فضای همایه‌ای** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال دهنده یا یاخته عصبی **پیش‌همایه‌ای** (نورون پیش‌سیناپسی)، ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر یاخته دریافت کننده، یعنی یاخته **پس‌همایه‌ای** (سلول پس‌سیناپسی) اثر می‌کند. ناقل عصبی اغلب در جسم سلولی یاخته‌های عصبی ساخته شده و درون ریزکیسه‌ها ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها از طریق اسکلت سلولی و با مصرف ATP در طول آسه هدایت

t.me/MrKonkori

می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی به پایانه آسه می‌رسد، این کیسه‌ها با مصرف ATP و برون‌رانی، ناقل را در فضای همایه آزاد می‌کنند (شکل ۱۰). یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز همایه دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند.

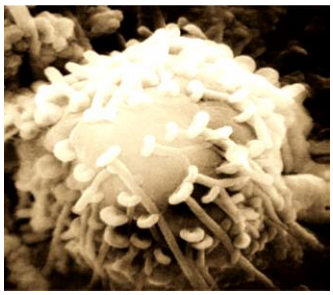
ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس‌همایه‌ای، به پروتئینی به نام **گیرنده** (دو مولکول ناقل به یک مولکول گیرنده!) متصل می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود (انتشار تسهیل شده).

به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذپذیری غشای یاخته پس‌همایه‌ای به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. بر اساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاخته پس‌همایه‌ای می‌تواند تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.



شکل ۱۰ـ الف) تصویر همایه با میکروسکوپ الکترونی (شکل پائین)

ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاختهٔ پس‌همایه‌ای (شکل روبه‌رو)



پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای همایه‌ای تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار (۱) با جذب دوباره ناقل به یاخته پیش‌همایه‌ای انجام می‌شود، (۲) همچنین آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

نکاتی در مورد سیناپس‌ها و انتقال پیام عصبی

۱) یکی دیگر از ویژگی‌های نورون‌ها انتقال پیام عصبی از یک نورون به نورون دیگر یا سلول دیگر است.

+ این انتقال بر اساس کتاب! همواره به صورت شیمیایی و در محل سیناپس‌ها انجام می‌شود.

۲) در محل سیناپس نورون‌ها به یکدیگر نچسبیده‌اند، بلکه بین آنها فضای سیناپسی وجود دارد.

۳) برای انتقال پیام از نورون پیش‌سیناپسی، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود که بر سلول پس‌سیناپسی اثر می‌کند.

+ ناقل عصبی در جسم سلولی نورون‌ها ساخته شده و درون ریزکیسه‌هایی ذخیره می‌شود.

x این ریزکیسه‌ها از طریق اسکلت سلولی و با مصرف ATP در طول نورون حرکت نموده تا به پایانه آکسون برسند.

x با رسیدن پیام عصبی به پایانه آکسون، ریزکیسه‌ها با فرایند اگزوسیتوز، ناقل را در فضای سیناپسی ترشح می‌کنند تا روی سلول پس‌سیناپسی اثر کند.

ـ به همین دلیل در پایانه آکسون‌ها میتوکندری‌های فراوانی وجود دارد تا ATP لازم برای فرایند اگزوسیتوز و انتقال پیام عصبی را فراهم کنند.

۴) انواع سیناپس‌ها عبارتند از:

+ سیناپس نورون با نورون: پایانه آکسون نورون حسی و نورون رابط یا پایانه آکسون نورون رابط با نورون حرکتی!

x پایانه آکسون نورون پیش‌سیناپسی با دندریت نورون پس‌سیناپسی

x پایانه آکسون نورون پیش‌سیناپسی با جسم سلولی نورون پس‌سیناپسی

+ سیناپس نورون با سلول ماهیچه‌ای: پایانه آکسون نورون حرکتی با بخشی از سلول ماهیچه‌ای!

x پایانه آکسون نورون پیش‌سیناپسی با بخشی از سلول ماهیچه‌ای اسکلتی، قلبی یا صاف

+ سیناپس نورون با سلول غده (که نوعی سلول پوششی است!): پایانه آکسون نورون حرکتی با سلول غده‌ای!

x پایانه آکسون نورون پیش‌سیناپسی با بخشی از سلول پوششی

+ سیناپس گیرنده غیر عصبی با نورون حسی: بخشی از گیرنده با دندریت نورون حسی!

x بخشی از گیرنده غیر عصبی با دندریت نورون حسی پس‌سیناپسی

ـ در این مورد سلول پیش‌سیناپسی، نورون نیست! بلکه یک گیرنده غیر عصبی مانند سلول پوششی است.

❁ گیرنده‌های چشایی زبان، گیرنده‌های شنوایی و تعادلی موجود در گوش و گیرنده‌های موجود در خط جانبی ماهی از این نوع هستند!

t.me/MrKonkori

۵) دو مولکول ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای سلول پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود.

+ گیرنده به صورت یک کانال یونی عمل نموده و با اتصال ناقل به آن تغییر شکل داده و دهانه آن باز می‌شود تا اجازه عبور به برخی یون‌ها داده شود.

۶) ناقل‌های عصبی با تغییر نفوذپذیری غشای سلول پس‌سیناپسی به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی آن را تغییر می‌دهند.

+ این تغییر می‌تواند در جهت ایجاد پتانسیل عمل یا پتانسیل آرامش دیگری! اتفاق بیافتد.

۷) بر اساس این‌که ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، سلول پس‌سیناپسی می‌تواند تحریک، یا مهار می‌شود.

۸) نکته بسیار مهم این‌که پس از رسیدن ناقل به گیرنده اتفاقات زیر رخ می‌دهند:

+ قطعاً کانال گیرنده باز شده و نفوذپذیری غشای سلول پس‌سیناپسی تغییر می‌کند!

+ بنابراین پتانسیل سلول پس‌سیناپسی هم قطعاً تغییر می‌کند! این تغییر پتانسیل می‌تواند یکی از دو کار زیر را انجام دهد:

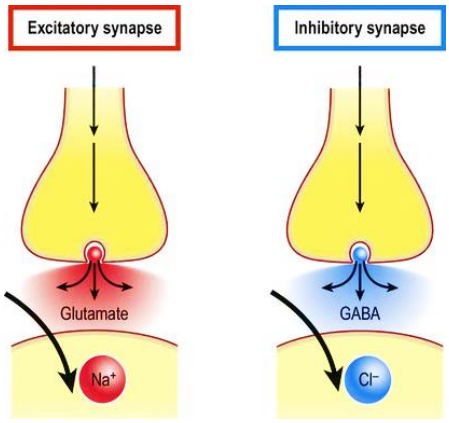
x در جهت تحریک یا در جهت ایجاد پتانسیل عمل (۳۰+ میلی‌ولت) باشد (دپلاریزاسیون).

x در جهت مهار یا در جهت ایجاد یک پتانسیل آرامش دیگر (کمتر از ۷۰– میلی‌ولت) باشد (هیپرپلاریزاسیون)!

+ این موضوع به نوع ناقل عصبی مربوط می‌شود. به عنوان مثال:

x برخی از ناقل‌ها مانند گلوتامات تحریک کننده هستند یعنی سبب ایجاد پتانسیل عمل یا دپلاریزاسیون در سلول پس‌سیناپسی می‌شوند.

x برخی از ناقل‌ها مانند گابا مهار کننده هستند یعنی سبب ایجاد پتانسیل آرامش دیگر! یا هیپرپلاریزاسیون در سلول پس‌سیناپسی می‌شوند.



۹) پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود.

+ تخلیه ناقل عصبی از فضای سیناپسی به دو صورت انجام می‌شود:

x جذب دوباره ناقل عصبی به سلول پیش‌سیناپسی

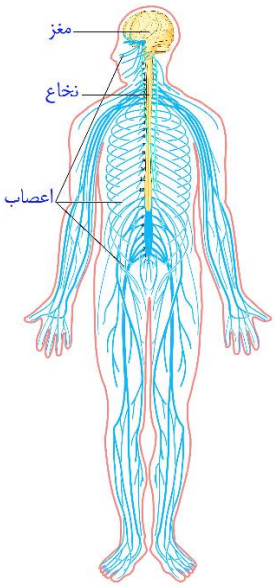
ـ بر اساس اندازه و ماهیت شیمیایی ناقل، جذب می‌تواند از طریق انتشار، انتقال فعال یا آندوسیتوز صورت گیرد!

x تجزیه ناقل عصبی به وسیله آنزیم‌ها

۱۰) تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی می‌تواند سبب بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی شود.

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ ساختار دستگاه عصبی



در گذشته آموختید که دستگاه عصبی دو بخش مرکزی و محیطی دارد (شکل ۱۱). به نظر شما چرا دو بخش این دستگاه را مرکزی و محیطی نامیده‌اند؟

زیرا بخش مرکزی شامل مغز و نخاع است و بخش محیطی نیز شامل ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی متصل به مغز و نخاع است.

شکل ۱۱ـ دستگاه عصبی مرکزی (رنگ زرد) و محیطی (رنگ آبی)

۱) نخاع تا پایین‌ترین بخش ستون مهره‌ها امتداد ندارد.

+ نخاع در ناحیه کمر، تمام شده و کانال موجود در وسط ستون مهره‌ها به وسیله تعدادی از اعصاب نخاعی اشغال می‌شود.

۲) بر اساس شکل کتاب، ناحیه گردنی و کمری نخاع نسبت به ناحیه پشتی یا سینه‌ای آن تکوارتر هستند.

۳) به طور کلی اعصاب مغزی نسبت به اعصاب نخاعی، از نظر تعداد کمتر و از نظر طول کوتاه‌تر و از نظر قطر هم نازک‌تر هستند.

۴) بلندترین و تکوارترین اعصاب بدن اعصاب سیاتیک هستند که به ناحیه پائین ستون مهره‌ها متصل هستند نه به نخاع!

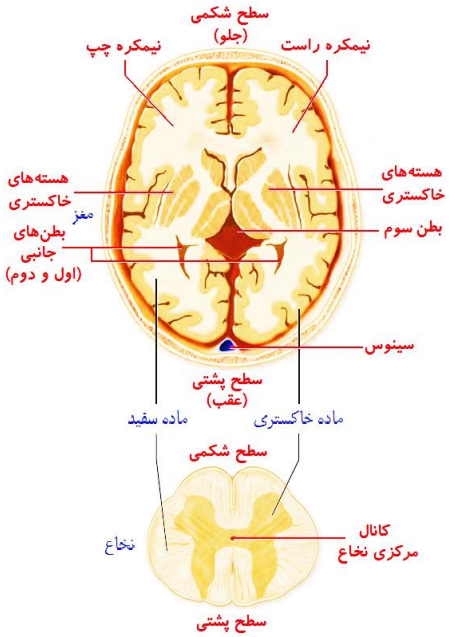
دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن‌اند. این دستگاه، اطلاعات دریافتی از محیط بیرون و درون بدن را که از طریق اعصاب حسی به مغز و نخاع می‌آیند، تفسیر می‌کند و از طریق اعصاب حرکتی به آنها پاسخ می‌دهد. مغز و نخاع از دو بخش **ماده خاکستری** و **ماده سفید** تشکیل شده‌اند. شکل ۱۲ را ببینید و محل قرار گرفتن ماده خاکستری و ماده سفید در مغز و نخاع را مقایسه کنید.

+ در مغز ماده خاکستری در بیرون و ماده سفید در داخل

+ در نخاع ماده سفید در بیرون و ماده خاکستری در داخل

ماده خاکستری شامل (۱) جسم یاخته‌های عصبی و (۲) رشته‌های عصبی بدون میلین و ماده سفید، اجتماع رشته‌های میلین‌دار است.



شکل ۱۲ـ برش عرضی مغز و نخاع

۱) در برش عرضی مغز

+ شیار بین دو نیمکره در بخش عقبی سر عمق بیشتری دارد.

+ بطن‌های مغز در بخش عقبی آن بیشتر دیده می‌شوند.

+ در بخش سفید، تعدادی «هسته خاکستری» متقارن، شامل تالاموس‌ها، هیپوتالاموس و ... دیده می‌شود.

x بدیهی است در این بخش‌ها جسم سلولی نورون‌ها دیده می‌شود.

+ سینوس‌های سیاهرگی پر خون بین دو لایه پرده مننژ بیرونی یا سخت‌شامه وجود دارند.

x در بخش عقبی مغز و در شیار بین دو نیمکره به وضوح دیده می‌شوند.

+ در برش تخم‌مرغی شکل مغز، قاعده تخم‌مرغ به سمت عقب و رأس آن به سمت جلو قرار دارد.

۲) در برش عرضی نخاع

+ اگر بخش خاکستری نخاع را شبیه به یک پروانه در نظر بگیریم:

x بخش پهن‌تر بال‌ها رو به جلو و بخش نازک‌تر رو به عقب قرار دارد.

x بخش پهن بال‌ها، در درون بخش سفید قرار داشته و اعصاب حسی ابتدا وارد بخش سفید می‌شوند.

x بخش نازک بال‌ها، تمام بخش سفید را قطع نموده و به طور مستقیم با اعصاب محیطی در ارتباط است!

+ کانال مرکزی نخاع در مرکز بخش خاکستری آن قرار دارد.

x از طریق این کانال، مایع مغزی ـ نخاعی موجود در بطن چهارم مغز به نخاع هم وارد می‌شود.

+ هم در سطح پشتی و هم سطح شکمی نخاع شیارهایی وجود دارند:

x سطح پشتی نخاع دارای یک شیار عمیق و غیر گسترده است.

x سطح شکمی آن دارای یک شیار سطحی و گسترده است.

+ در برش تخم‌مرغی فیلی پهن نخاع، قاعده تخم‌مرغ به سمت عقب و رأس آن به سمت جلو قرار دارد.

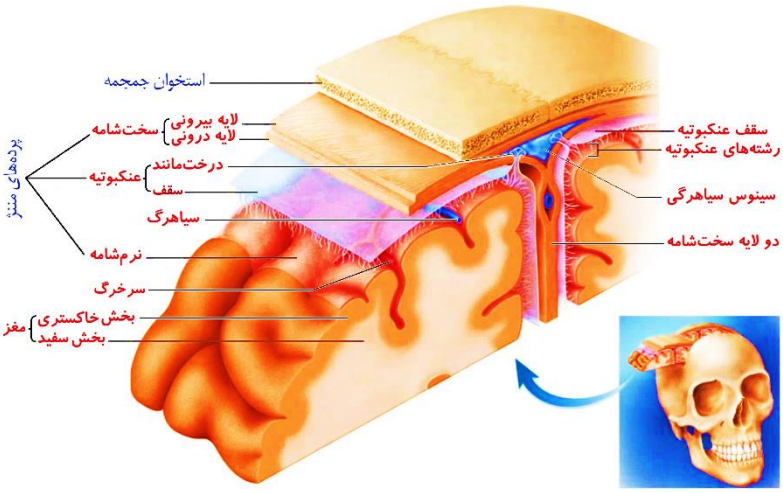
t.me/MrKonkori

حفاظت از مغز و نخاع: مغز و نخاع به وسیله سه نوع سازوکار محافظت می‌شوند.

سازوکار اول: استخوان‌های جمجمه و ستون مهره

سازوکار دوم: پرده‌های سه گانه مننژ

علاوه بر استخوان‌های جمجمه و ستون مهره، سه پرده از نوع بافت پیوندی به نام **پرده‌های مننژ** از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند (شکل ۱۳). فضای بین همه این پرده‌ها را **مایع مغزی ـ نخاعی** پر کرده است که مانند یک ضربه‌گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می‌کند.



شکل ۱۳ ـ پرده‌های مننژ

نکته: این پرده‌ها به ترتیب از بیرون به داخل عبارتند از:

۱) پرده بیرونی یا سخت‌شامه که با جمجمه و مهره‌ها در تماس است.

۲) پرده میانی یا عنکبوتیه که بین دو پرده دیگر قرار می‌گیرد.

۳) پرده درونی یا نرم‌شامه که با مغز و نخاع در تماس است.

سازوکار سوم: سد خونی ـ مغزی و سد خونی ـ نخاعی

در سال گذشته با انواع مویرگ‌ها آشنا شدید. مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی از کدام نوع‌اند و چه ویژگی‌هایی دارند؟ از نوع پیوسته که سلول‌های آنها با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند و ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود.

نکته پالشی: در بخش‌هایی مانند هیپوتالاموس و هیپوفیز مویرگ‌های منفذدار هم وجود دارد که اجازه عبور هورمون‌ها را می‌دهد!

یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز و نخاع به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آنها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز و نخاع وارد شوند. این عامل حفاظت کننده در مغز، **سد خونی ـ مغزی** و در نخاع **سد خونی ـ نخاعی** نام دارد. البته مولکول‌هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها و الکل می‌توانند از این سدها عبور کنند.

نکاتی در مورد دستگاه عصبی

۱) دستگاه عصبی مرکزی یعنی مغز و نخاع مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند.

+ اطلاعات دریافتی از محیط بیرون و درون بدن که از طریق اعصاب حسی به مغز و نخاع می‌آیند را پس از پردازش و به وسیله اعصاب حرکتی پاسخ می‌دهد.

۲) حفاظت از مغز و نخاع: به سه صورت انجام می‌شود.

+ استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها

+ پرده‌های مننژ که از جنس بافت پیوندی هستند. این پرده‌ها به ترتیب از بیرون به داخل عبارتند از:

x پرده بیرونی یا سخت‌شامه که با استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها در تماس است.

ـ این پرده دو لایه دارد. لایه درونی این پرده در شیارهای عمیق فرو رفته در حالی‌که لایه بیرونی آن در تماس با استخوان‌ها قرار دارد.

ـ در محل شیارها دو لایه سخت‌شامه از یکدیگر فاصله گرفته و بین آن سینوس‌های سیاهرگی پرخون وجود دارند.

x پرده میانی یا عنکبوتیه که مابین دو پرده دیگر قرار دارد.

ـ این پرده در مجاورت سخت‌شامه نوعی سقف و در مجاورت نرم‌شامه ستون‌های ظریفی شبیه به تار عنکبوت ایجاد نموده است.

ـ در اطراف سقف و تارهای عنکبوتیه مایع مغزی ـ نخاعی مشاهده می‌شود که از شبکه‌های مویرگی واقع در بطن‌ها ترشح شده است.

ـ لایه درونی سخت‌شامه دارای سوراخ‌هایی است که از طریق آنها بخش‌های درخت‌مانند عنکبوتیه وارد سینوس‌های سیاهرگی می‌شوند.

ـ از طریق این بخش‌های درخت‌مانند مایع مغزی ـ نخاعی با خون سیاهرگی مبادله می‌شود.

ـ پرده میانی مننژ یا عنکبوتیه فقط در درون شیارهای عمیق نفوذ می‌کند.

x پرده درونی یا نرم‌شامه که با مغز و نخاع در تماس مستقیم است.

ـ این پرده در تمام شیارهای بزرگ و کوچک و حتی در درون بطن‌های چهارگانه مغز! نفوذ کرده است.

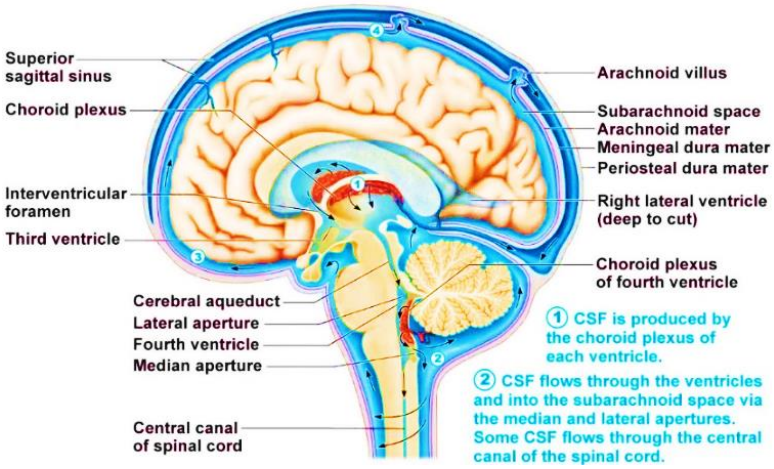
ـ این پرده دارای شبکه‌های مویرگی فراوان است که از طریق آنها مواد مختلف با واسطه نوروگلیاها به بافت‌های مغز و نخاع می‌رسند.

ـ فضای بین پرده‌ها را مایع مغزی ـ نخاعی پر کرده که مانند یک ضربه‌گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می‌کند.

+ سد ناشی از سلول‌های پوششی مویرگ‌های پیوسته مغز و ارتباط تنگاتنگ آنها باعث تنظیم شدید ورود و خروج مواد در آنها می‌شود.

x این ساختار در مغز، سد خونی ـ مغزی و در نخاع، سد خونی ـ نخاعی نامیده می‌شود.

t.me/MrKonkori



یادآوری: مویرگ‌ها سه نوع هستند:

۱) مویرگ‌های پیوسته: سلول‌های آن‌ها با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند و ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

+ در دستگاه عصبی مرکزی، شش‌ها و ماهیچه‌ها از این نوع مویرگ‌ها یافت می‌شود.

۲) مویرگ‌های منفذدار: دارای منافذ فراوان در غشای سلولی خود هستند. غشای پایه ضخیم است که عبور مولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها را محدود می‌کند.

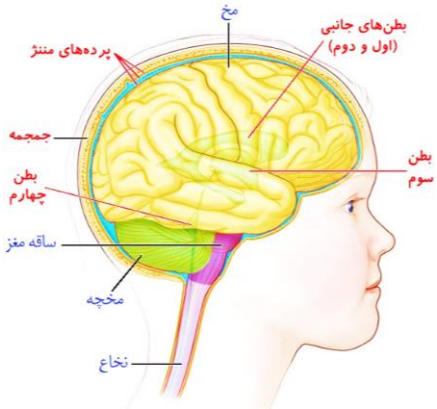
+ مویرگ‌های موجود در نفرون‌های کلیه‌ها از این نوع هستند.

۳) مویرگ‌های ناپیوسته: فاصله سلول‌ها آنقدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در دیواره مویرگ دیده می‌شود.

+ در جگر، طحال و مغز استخوان از این نوع مویرگ‌ها یافت می‌شود.

مغز

می‌دانید مغز از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است (شکل ۱۴). در ادامه با ساختار و کار بخش‌های تشکیل دهنده مغز بیشتر آشنا می‌شوید.

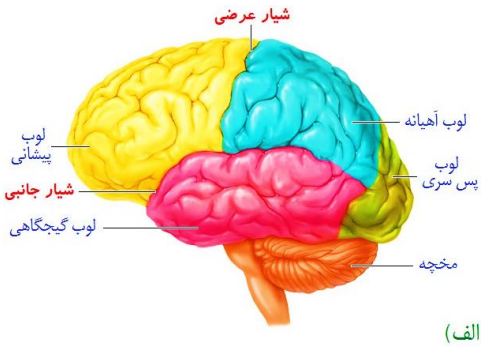


شکل ۱۴ـ سه بخش اصلی مغز

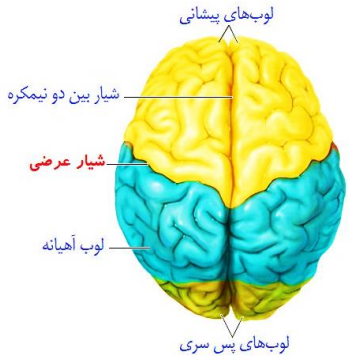
۱) در مغز ساختارهای دیگری از جمله تالاموس‌ها، هیپوتالاموس، سامانه لیمبیک، هیپوکامپ‌ها و ... هم وجود دارد.

۲) هیپوفیز به هیپوتالاموس متصل است، بخش پیشین آن ساختار غده‌ای داشته و جزء دستگاه عصبی محسوب نمی‌شود.

نیمکره‌های مخ: در انسان بیشتر حجم مغز را مخ تشکیل می‌دهد. دو نیمکره مخ با رشته‌های عصبی به هم متصل‌اند. رابط‌های سفید رنگ به نام **رابط پینه‌ای** و رابط **سه‌گوش** از این رشته‌های عصبی‌اند که هنگام تشریح مغز آن‌ها را می‌بینید. پس رابط‌های دیگری هم وجود دارد! مانند رابط تالاموس‌ها. دو نیمکره به طور همزمان از همه بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد؛ مثلاً بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط‌اند و نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.



الف)



ب)

بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین‌خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق یعنی شیار بین دو نیمکره، شیارهای عرضی و شیارهای جانبی هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب **پس‌سری**، **گیجگاهی**، **آهیانه** و **پیشانی** تقسیم می‌کنند.

قشر مخ، جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است. قشر مخ شامل بخش‌های **حسی**، **حرکتی** و **ارتباطی** است.

+ بخش‌های حسی، پیام‌های حسی را دریافت می‌کنند.

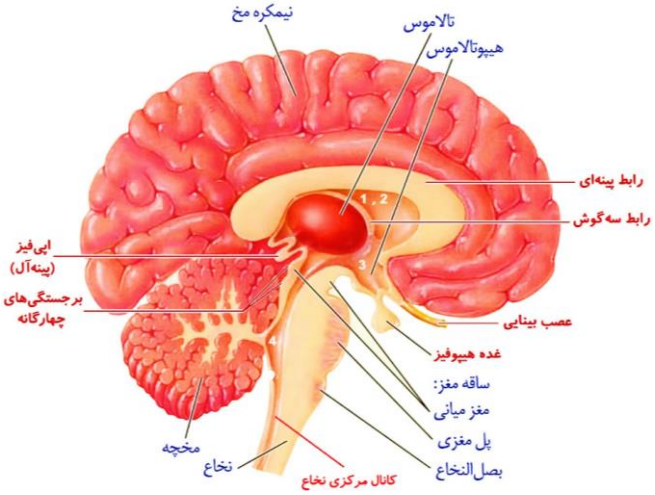
+ بخش‌های حرکتی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، پیام می‌فرستند.

+ بخش‌های ارتباطی بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

شکل ۱۵ـ لوب‌های مخ الف) از نیمرخ ب) از بالا

t.me/MrKonkori

ساقه مغز: ساقه مغز از **مغز میانی**، **پل مغزی** و **بصل‌النخاع** تشکیل شده است (شکل ۱۶).



+ **مغز میانی:** در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. **برجستگی‌های چهارگانه** بخشی از مغز میانی‌اند که در فعالیت تشریح مغز می‌توانید آنها را ببینید.

+ **پل مغزی:** در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد.

+ **بصل‌النخاع:** پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل‌النخاع، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است.

شکل ۱۶ـ نیمهٔ چپ مغز، بطن‌های چهارگانه مغز با شماره نشان داده شده‌اند.

مخچه: مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام **کرمینه** در وسط آنهاست. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها و حتی چشم‌ها پیام حسی را دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.

فعالیت ۵

با استفاده از آنچه آموختید در گروه خود دربارهٔ پرسش‌های زیر گفت‌وگو و پاسخ را به کلاس گزارش کنید.

۱ـ هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟ هنگام ورزش پیام‌های حسی توسط چشم، گوش، پوست و ... به مخچه ارسال می‌شود. مخچه نیز با ارسال پیام حرکتی به ماهیچه‌ها باعث برقراری تعادل می‌شود.

۲ـ هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن ایجاد می‌شود؟ علت تغییر را توضیح دهید. در این صورت پیام‌ها از چشم به مخچه منتقل نشده و مخچه نمی‌تواند تعادل را برقرار نماید.

۳ـ چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟ چون ممکن است بخش بینایی واقع در لوب پس سری مغز و یا عصب بینایی آسیب دیده باشند.

ساختارهای دیگر مغز

۱) **تالاموس‌ها:** این ساختارها دو عدد هسته خاکستری در بخش سفید مغز هستند که به وسیله نوعی رابط به نام رابط تالاموس‌ها به هم متصل هستند. تالاموس‌ها محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی‌اند. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس‌ها گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

+ نکته: پیام‌های بویایی بدون عبور از تالاموس‌ها به بخش زیرین لوب پیشانی ارسال می‌شوند.

۲) **هیپوتالاموس:** که در زیر تالاموس‌ها قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

+ علاوه بر نقش‌های فوق، هیپوتالاموس نقش‌های متعدد دیگری را هم ایفا می‌کند.

x از جمله تنظیم ساعت بیولوژیک بدن، تنظیم دوره جنسی در زنان، تنظیم کار غدد دیگر با واسطه هیپوفیز پیشین و ...

+ همان‌طور که در پایه دهم دیدیم، علاوه بر هیپوتالاموس، بصل‌النخاع هم در تنظیم ضربان قلب و تنظیم فشار خون نقش دارد.

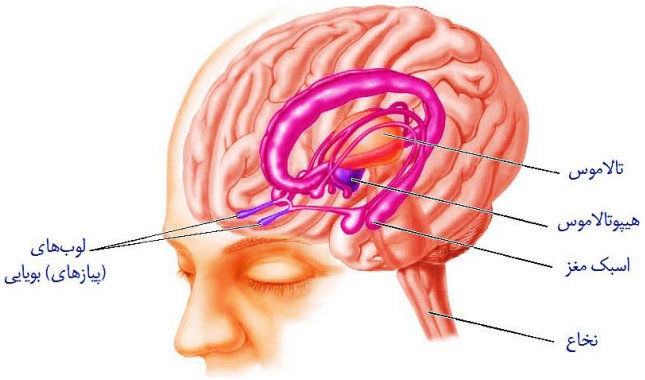
+ هم‌چنین در آینده خواهیم دید علاوه بر هیپوتالاموس، غده اپی‌فیز یا پینه‌آل با ترشح هورمون ملاتونین در تنظیم خواب نیز نقش دارد.

۳) **سامانه کناره‌ای (لیمبیک):** که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد. سامانه کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذت نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶). این بخش دارای شبکه‌ای وسیع از نورون‌هاست که تالاموس‌ها و هیپوتالاموس را به قشر مخ متصل می‌کنند.

+ **اسبک مغز (هیپوکامپ):** یکی از اجزای سامانه کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه افرادی که اسبک مغز آنان آسیب دیده، یا با جراحی برداشته شده است، دچار اختلال می‌شود. این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آنها در تماس باشند، به خاطر بسپارند. نام‌های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌مانند. البته آنان برای به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند. پژوهشگران بر این باورند که اسبک مغز در ایجاد حافظه کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظه بلندمدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شماره تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم، ولی وقتی آن را بارها به کار بریم، در حافظه بلندمدت ذخیره می‌شود.

نکته جالب: در مغز انسان، یک عدد سامانه لیمبیک و دو عدد هیپوکامپ وجود دارد!

t.me/MrKonkori



شکل ۱۷ـ سامانه کناره‌ای (فقط بخش‌های بنفش رنگ)

پیازهای بویایی که با رنگ آبی نمایش داده شده‌اند جز آن محسوب نمی‌شوند!

نکاتی در مورد مغز: مغز از بخش‌های اصلی و ساختارهای دیگر تشکیل شده است.

بخش‌های اصلی مغز: سه بخش اصلی عبارتند از: مخ، مخچه و ساقه مغز

مخ: بخش حجیم مغز را مخ تشکیل می‌دهد.

۱) در انسان، بیشتر حجم مغز را نیمکره‌های مخ تشکیل می‌دهند.

+ این دو نیمکره با رشته‌های عصبی از جمله دو رابط سفید رنگ به هم متصل هستند: رابط پینه‌ای و رابط سه گوش یا مثلثی

x علاوه بر این دو رابط، رشته‌های عصبی دیگری هم بین نیمکره‌ها وجود دارند. به عنوان مثال رابط بین تالاموس‌ها نیز وجود دارد.

۲) نیمکره‌های مخ به طور همزمان از همه بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند.

+ هر نیمکره مخ کارهای اختصاصی نیز دارد:

x بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط می‌شوند.

x بخش‌هایی از نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته‌اند.

+ بخش خارجی نیمکره‌های مخ، سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر در بر می‌گیرد، که آن را قشر مخ می‌گویند.

x قشر مخ از بخش خاکستری تشکیل شده است.

ـ این بخش از جسم سلولی نورون‌های رابط و حرکتی و رشته‌های عصبی بدون میلین تشکیل شده است.

x قشر مخ، چین‌خورده بوده و شیارهای متعددی عمیق و سطحی دارد:

ـ شیارهای عمیق شامل یک شیار طولی عمیق یا شیار بین دو نیمکره، دو شیار عرضی و دو شیار جانبی یا کناری می‌باشند.

❁ این شیارها هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب تقسیم می‌کنند:

❁ لوب‌های پس‌سری که محل پردازش نهایی پیام‌های بینایی هستند.

❁ لوب‌های گیجگاهی که محل پردازش نهایی پیام‌های شنوایی و بویایی هستند.

❁ لوب‌های آهیانه که محل پردازش نهایی پیام‌های حسی یا لمسی و محل ارسال پیام‌های حرکتی هستند.

❁ لوب‌های پیشانی که محل پردازش پیام‌های چشایی هستند.

x قشر مخ جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

ـ این بخش شامل بخش‌های حسی، حرکتی و ارتباطی است:

❁ بخش‌های حسی، با نورون‌های حسی در ارتباط بوده و بنابراین بیشتر از اندام‌های حسی یعنی چشم، گوش، بینی، زبان و ... پیام‌های حسی را دریافت می‌کنند.

❁ بخش‌های حرکتی، با نورون‌های حرکتی در ارتباط بوده و پیام‌های حرکتی را به سوی هر سه نوع ماهیچه اسکلتی، قلبی و صاف و نیز غده‌ها یعنی سلول‌های پوششی برون‌ریز و درون‌ریز، می‌فرستند.

❁ بخش‌های ارتباطی، شامل نورون‌های رابط بوده که بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

مخچه: در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخش رابطی به نام کرمینه در وسط این دو نیمکره است.

۱) بر خلاف رابط‌های پینه‌ای و سه‌گوش، رابط کرمینه درست همانند مغز، دارای بخش‌های خاکستری و سفید است.

۲) بخشی به نام درخت زندگی که در تشریح مغز مشاهده می‌شود، همان بخش سفید و مرکزی مخچه است.

+ همان طور که گفته شد، علاوه بر کرمینه در نیمکره‌های آن هم درخت زندگی وجود دارد.

۳) وظیفه و عمل: مخچه با ایجاد انقباض خفیف و نوبتی یا تونوس ماهیچه‌های اسکلتی تنه، دست‌ها و پاها مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل است.

t.me/MrKonkori

+ این اندام از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها، ماهیچه‌ها و مفاصل و حتی چشم‌ها! پیام را دریافت و بررسی می‌کند.

x مخچه با این عمل، فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون با کمک مغز و نخاع هماهنگ می‌کند.

ساقه مغز: ساقه مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع تشکیل شده است.

۱) **مغز میانی**

+ موقعیت: در بالای پل مغزی قرار دارد.

+ وظیفه و عمل: سلول‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله پردازش اولیه! پیام‌های بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارند.

+ برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی هستند.

x دو برجستگی بالایی بزرگ‌تر از دو برجستگی پائینی هستند. این ساختارها با مراکز بینایی و شنوایی مربوط هستند.

۲) **پل مغزی**

+ موقعیت: این ساختار مابین مغز میانی و بصل‌النخاع قرار گرفته و از آنها بزرگ‌تر است.

+ وظیفه و عمل: با ارسال پیام‌های حرکتی خودمختار به ماهیچه‌ها و غدد! در تنظیم فعالیت‌هایی مانند تنفس، ترشح بزاق و ترشح اشک نقش دارد.

x نقش پل مغزی در تنفس: پل مغزی در تنفس باعث مشخص نمودن زمان پایان دم! می‌شود.

ـ این عمل با ارسال پیام‌هایی از طریق نورون‌های رابط! به بصل‌النخاع، باعث پایان دادن به عمل دم می‌شود.

x نقش پل مغزی در ترشح بزاق: با ارسال پیام‌های حرکتی به غدد بزاقی باعث ترشح بزاق از این غدد می‌شود.

ـ پل مغزی از چشم و بینی هم پیام دریافت کرده (دیدن غذا و بوی آن!) و باعث افزایش ترشح بزاق می‌شود.

x نقش پل مغزی در ترشح اشک: با ارسال پیام‌های حرکتی به غدد اشکی باعث ترشح اشک (حاوی نمک و لیزوزیم!) از غدد اشکی می‌شود.

۳) **بصل‌النخاع**

+ موقعیت: در واقع پایین‌ترین بخش مغز است و در بالای نخاع قرار دارد.

+ وظیفه و عمل: بصل‌النخاع در تنظیم فشار خون و ضربان قلب، عطسه و سرفه و نیز در تنفس نقش دارد.

x نقش بصل‌النخاع در تنظیم فشار خون و ضربان قلب: این بخش به روش‌های مختلف در تنظیم فشار خون و ضربان قلب نقش دارد.

ـ یادآوری: ایجاد ضربان‌های قلب وابسته به مغز و بصل‌النخاع نیست، بلکه به سلول‌های بافت هادی قلب وابسته است.

x نقش بصل‌النخاع در انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه: مرکز برخی از انعکاس‌های مغزی در بصل‌النخاع واقع شده است.

ـ یادآوری: عطسه و سرفه مکانیسم‌های دفاعی از خط اول دفاع بوده و به دلیل ورود ذرات خارجی به مجاری تنفسی انجام می‌شوند.

x نقش بصل‌النخاع در تنظیم تنفس: در واقع بصل‌النخاع مرکز اصلی تنظیم تنفس است.

ـ یادآوری (۱): این عمل با ارسال پیام‌های حرکتی به ماهیچه‌های دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی برای انجام عمل دم! انجام می‌شود.

ـ یادآوری (۲): در دستگاه گوارش و به هنگام بلع غذا قطع لحظه‌ای تنفس به وسیله بصل‌النخاع اتفاق می‌افتد.

ساختارهای دیگر مغز: ساختارهای دیگر مغز عبارتند از: تالاموس‌ها، هیپوتالاموس، سامانه لیمبیک و ...

تالاموس‌ها: شامل دو عدد هسته خاکستری در بخش سفید مغز است که به وسیله رابط تالاموس‌ها متشکل از رشته‌های عصبی به هم متصل هستند.

۱) وظیفه و عمل: تالاموس‌ها محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی است.

۲) اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

+ پیام‌های بویایی بدون عبور از تالاموس‌ها به بخش زیرین لوب پیشانی ارسال می‌شوند.

+ پیام‌های بینایی پس از عبور از تالاموس‌ها پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب‌های پس‌سری می‌روند.

+ پیام‌های شنوایی پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب‌های گیجگاهی می‌روند.

+ پیام‌های چشایی پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب‌های پیشانی می‌روند.

+ پیام‌های حسی یا لمسی نیز پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب‌های آهیانه می‌روند.

هیپوتالاموس: در زیر تالاموس واقع شده است و کارهای مختلفی را تنظیم می‌کند.

۱) هیپوتالاموس در تنظیم دمای بدن، تنظیم تعداد ضربان قلب، تنظیم فشار خون، تنظیم تشنگی، تنظیم گرسنگی و تنظیم خواب نقش دارد.

+ همان‌طور که می‌دانیم علاوه بر هیپوتالاموس، بصل‌النخاع هم در تنظیم ضربان قلب و تنظیم فشار خون نقش دارد.

x لازم به یادآوری است این دو بخش در افزایش یا کاهش تعداد ضربان‌ها نقش دارند نه در تولید آنها!

+ هم‌چنین علاوه بر هیپوتالاموس، غده اپی‌فیز یا پینه‌آل هم با ترشح هورمون ملاتونین در تنظیم خواب نقش دارد.

x توضیح برخی از موارد بالا: در ادامه برخی از نقش‌های هیپوتالاموس را بیشتر توضیح می‌دهیم.

t.me/MrKonkori

ـ نقش هیپوتالاموس در تنظیم تعداد ضربان قلب: هیپوتالاموس و بصل‌النخاع در افزایش یا کاهش تعداد ضربان‌های قلب مؤثر هستند.

ـ نقش هیپوتالاموس در تنظیم دوره جنسی زنان: هیپوتالاموس به صورت ساعت بیولوژیک یا ساعت زیستی بدن عمل نموده و به عنوان مثال در تنظیم دوره جنسی زنان که به صورت یک سیکل ۲۸ روزه تکرار می‌شود، نقش اساسی دارد.

ـ نقش هیپوتالاموس در تنظیم دمای بدن: گیرنده‌های دما یا همان دندریت نورون‌های حسی واقع در پوست و دیواره سیاهرگ‌های بزرگ با ارسال پیام‌هایی به هیپوتالاموس باعث تنظیم دمای بدن می‌شوند.

ـ نقش هیپوتالاموس در تشنگی یا تنظیم آب بدن: اگر فشار اسمزی پلاسما افزایش یابد، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس تحریک و فعال شده، از یک طرف سبب افزایش تمایل به نوشیدن آب و از طرف دیگر با همکاری بخش پسین غده هیپوفیز، سبب ترشح هورمون ضد ادراری می‌شود.

❁ این هورمون با اثر بر لوله‌های جمع‌کننده ادرار در کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می‌کند.

❁ در صورت عدم ترشح هورمون ضد ادراری، مقدار زیادی ادرارِ رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به دیابت بی‌مزه معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی کرده و مایعات زیادی می‌نوشند.

x هیپوتالاموس علاوه بر موارد ذکر شده در بالا، نقش‌های دیگری هم ایفا می‌کند:

ـ نقش هیپوتالاموس در تنظیم دمای بدن پس از آلودگی با میکروب: مواد حاصل از برخی میکروب‌ها با تأثیر بر روی هیپوتالاموس سبب بروز تب می‌شوند!

ـ نقش هیپوتالاموس روی تنظیم کار غدد دیگر: هیپوتالاموس هم‌چنین با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، روی فعالیت بخش پیشین غده هیپوفیز مؤثر است.

❁ بخش پیشین هیپوفیز نیز با ترشح هورمون‌هایی روی غده تیروئید، فوق کلیه و غدد جنسی یعنی تخمدان‌ها و بیضه‌ها اثر می‌گذارد. پس می‌توان گفت هیپوتالاموس به طور غیر مستقیم روی فعالیت غدد دیگر هم مؤثر است.

❁ بخش پیشین هیپوفیز ساختار غده‌ای داشته و جز دستگاه عصبی محسوب نمی‌شود.

❁ بخش پسین هیپوفیز از اجتماع پایانه‌های آکسونی تعدادی از نورون‌های هیپوتالاموس تشکیل شده است، به همین خاطر آن را نوروهیپوفیز می‌گویند.

❁ بنابراین هیپوفیز پیشین جز دستگاه درون‌ریز و ساختار پوششی! دارد، درحالی که بخش پسین آن ساختار عصبی دارد.

ـ نقش هیپوتالاموس به عنوان یک غده درون‌ریز: این غده با همکاری بخش پسین غده هیپوفیز، در تولید اکسی‌توسین نقش دارد.

❁ این هورمون با تأثیر بر روی ماهیچه‌های صاف دیواره رحم و پستان‌ها سبب تسهیل زایمان و خروج شیر از پستان‌ها می‌شود.

❁ همان‌طور که می‌دانیم هیپوتالاموس با همکاری بخش پسین غده هیپوفیز، سبب ترشح هورمون ضد ادراری نیز می‌شود.

سامانه لیمبیک: این سامانه از طریق نورون‌های رابط از یک طرف با قشر مخ، و از طرف دیگر به طور جداگانه! هم با تالاموس و هم با هیپوتالاموس ارتباط دارد.

۱) وظیفه و عمل: سامانه لیمبیک یا کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذت نقش ایفا می‌کند.

۲) پیازهای بویایی با این سامانه در ارتباط بوده ولی جزء آن محسوب نمی‌شوند!

۳) بخش اصلی سامانه لیمبیک، دو عدد هیپوکامپ (مشابه اسب دریایی وارونه!) هستند.

+ هیپوکامپ: یکی از اجزای سامانه لیمبیک است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد.

x این بخش در ایجاد حافظه کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظه بلندمدت نقش دارد.

ـ به عبارت دیگر حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت قابل مقایسه با حافظه‌های RAM و HARD در کامپیوتر هستند. ☺☺

ـ لازم به ذکر است مرکز یادگیری یا حافظه بلندمدت قشر مخ است!

اعتیاد: اعتیاد وابستگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد.

+ اعتیاد رفتاری: وابستگی به اینترنت یا بازی‌های رایانه‌ای نیز نمونه‌ای از اعتیادهای رفتاری‌اند.

+ مواد اعتیادآور: مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیادآورند.

اعتیاد نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد مصرف کننده، بلکه سلامت خانواده او و نیز افراد دیگر اجتماع را به خطر می‌اندازد.

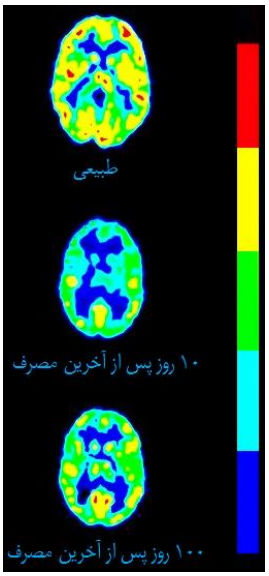
مواد اعتیادآور و مغز: نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیادآور در اغلب افراد اختیاری است، اما استفاده مکرر از این مواد، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت‌پذیر می‌دانند که حتی سال‌ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد.

t.me/MrKonkori

+ تأثیر اعتیاد بر روی سامانه لیمبیک: مواد اعتیادآور بر سامانه کناره‌ای اثر می‌گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. در نتیجه فرد، میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد. با ادامه مصرف، دوپامین کمتری آزاد می‌شود و به فرد احساس کسالت، بی حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیادآور بیشتری مصرف کند.

+ تأثیر اعتیاد بر روی قشر مخ: مواد اعتیادآور بر بخش‌هایی از قشر مخ نیز تأثیر می‌گذارند و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیادآور ممکن است تغییرات برگشت‌ناپذیری را در مغز ایجاد کند.

شکل ۱۸ اثر یک ماده اعتیادآور (کوکائین) بر فعالیت مغز را با بررسی مصرف گلوکز در آن نشان می‌دهد.



شکل ۱۸ـ تصویرها مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کننده کوکائین نشان می‌دهند. رنگ‌های آبی تیره و روشن مصرف کم گلوکز و رنگ زرد و قرمز مصرف زیاد آن را نشان می‌دهند.

توجه کنید بهبود فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد؛ بخش پیشین مغز که محل پردازش پیام‌های بویایی است، بهبود کمتری را نشان می‌دهد. در حالی‌که بخش پسین مغز یا لوب پس‌سری که محل پردازش پیام‌های بینایی است، بهبود بیشتری را نشان می‌دهد.

اعتیاد به الکل: مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی‌های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

+ الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می‌شود.
+ الکل از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور و فعالیت‌های آنها را مختل می‌کند.
+ الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می‌گذارد؛ و عامل کاهش دهنده فعالیت‌های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است.
+ الکل فعالیت مغز را کند می‌کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک‌های محیطی افزایش پیدا می‌کند. مشکلات کبدی، سکته قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است.

فعالیت ۶

دربارهٔ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر اطلاعاتی را جمع‌آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

استفاده از قلیان به اندازهٔ سیگار خطرناک نیست. نادرست، چون تنباکوی موجود در قلیان هم دارای مواد سمی و سرطان‌زا است.

فرد با یک بار مصرف مادهٔ اعتیادآور، معتاد نمی‌شود. نادرست، چون برخی مواد اعتیادآور وابستگی شدید و سریع ایجاد می‌کنند.

مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد. درست، دود حاصل از آن دارای مواد چهش‌زا و سرطان‌زا است.

مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می‌آیند، خطر چندانی ندارد. نادرست اغلب مواد اعتیادآور و مضر گیاهی هستند.

نکاتی در مورد اعتیاد

۱) تعریف اعتیاد: وابستگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد.

۲) انواع اعتیاد: اعتیاد دو نوع است. اعتیاد رفتاری و اعتیاد به مواد شیمیایی خاص

+ اعتیاد رفتاری: مانند وابستگی به اینترنت یا وابستگی به بازی‌های کامپیوتری
+ اعتیاد به مواد شیمیایی خاص: مانند اعتیاد به الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و کافئین

۳) مواد مخدر و الکل موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند.

+ این ناقل در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند.

۴) مواد اعتیادآور: الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین موجود در قهوه از مواد اعتیادآور هستند.

۵) الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می‌گذارد.

+ نوشیدن الکل عامل کاهش دهنده فعالیت‌های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است.

۶) در فرد مصرف کننده کوکائین، بهبود فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد:

+ بخش پیشین مغز یا لوب پیشانی که محل پردازش پیام‌های بویایی است، بهبود کمتری را نشان می‌دهد.
+ بخش پسین مغز یا لوب پس‌سری که محل پردازش پیام‌های بینایی است، بهبود بیشتری را نشان می‌دهد.

t.me/MrKonkori

فعالیت ۷ تشریح مغز

مواد و وسایل لازم: مغز سالم گوسفند (یا گوساله)، وسایل تشریح، دستکش

با کمک معلم مغز را برای تشریح آماده کنید. برای آماده کردن مغز می‌بایست کاری کنیم که بافت‌های بسیار نرم مغز کمی سفت شوند تا در ضمن تشریح راحت‌تر مطالعه شوند. برای این کار یا آن را چند دقیقه در آب جوش قرار می‌دهیم و یا از فیکساتورها (تثبیت‌کننده‌ها) استفاده می‌کنیم.

۱ـ بررسی بخش‌های خارجی مغز

الف) مشاهدهٔ سطح پشتی: مغز را مانند شکل در ظرف تشریح قرار دهید. روی مغز بقایای پردهٔ مننژ وجود دارد. آنها را جدا کنید تا شیارهای مغز (شیار طولی یا شیار بین دو نیمکره، شیارهای عرضی و شیارهای جانبی) بهتر دیده شوند.

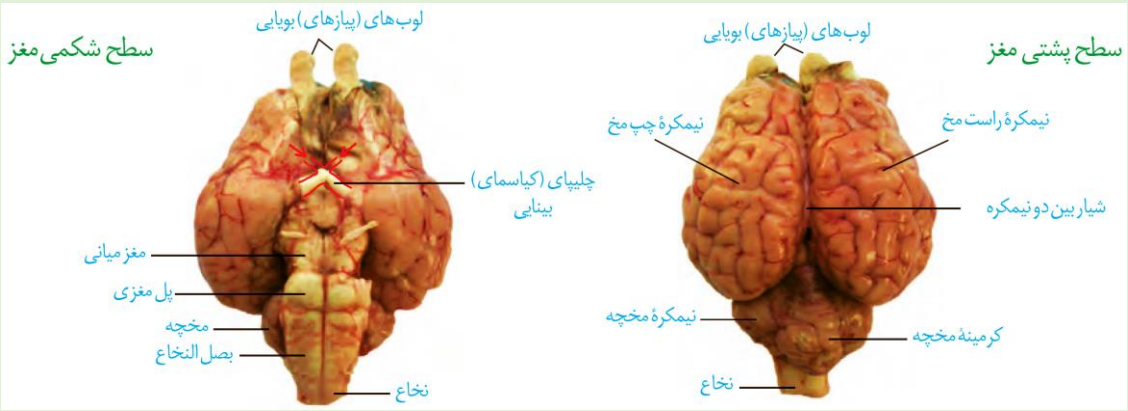
کدام بخش‌های مغز را با مشاهدهٔ سطح پشتی آن می‌توانید ببینید؟ پیازهای بویایی، نیمکره‌های راست و چپ مخ و مخچه، رابط کرمینه و شیار طولی.

نکته مهم: در سطح پشتی مغز انسان فقط نیمکره‌های مخ مشاهده می‌شوند!

ب) مشاهدهٔ سطح شکمی: مغز را برگردانید، باقیماندهٔ مننژ را به آرامی جدا کنید و بخش‌های مغز را در این سطح مشاهده کنید.

در این سطح نیز پیازهای بویایی، کیاسمای بینایی، مغز میانی، پل مغزی، مخچه و بصل‌النخاع قابل مشاهده هستند.

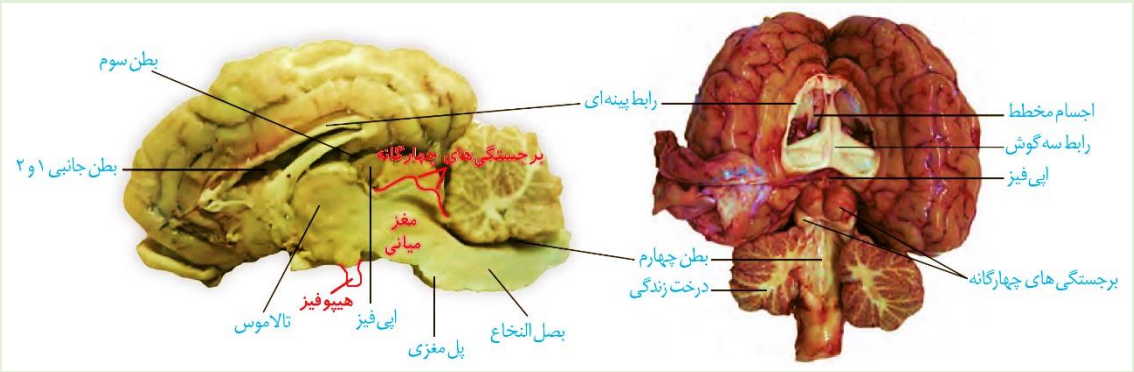
کیاسمای بینایی محلی است که بخشی از اعصاب خروجی از دو چشم در آنجا به نیمکره مقابل می‌روند!



۲ـ مشاهدهٔ بخش‌های درونی مغز: مغز را طوری در ظرف تشریح قرار دهید که سطح پشتی آن را ببینید. با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آنها یا شیار طولی از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده‌های مننژ را از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفیدرنگ **رابط پینه‌ای** را ببینید. در شیار طولی یا شیار بین دو نیمکره ، هر سه لایه مننژ می‌توانند وجود داشته باشند!

در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در جلوی رابط پینه‌ای، برش کم‌عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصلهٔ نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا **رابط سه‌گوش** را در زیر رابط پینه‌ای مشاهده کنید.

در دو طرف این رابطها، فضای **بطن‌های ۱ و ۲ مغز** و داخل آنها، **اجسام مخطط** قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی ـ نخاعی (با منشاء پلاسما) را ترشح می‌کنند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.



در مرحلهٔ بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه‌گوش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، تالاموس‌ها را ببینید. دو تالاموس با یک رابط سفیدرنگ! به نام رابط بین تالاموس‌ها به هم متصل‌اند و با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند.

در عقب تالاموس‌ها، بخشی از **بطن سوم** و در لبهٔ پایین این قسمت از بطن، **اپی‌فیز** را ببینید. در عقب اپی‌فیز **برجستگی‌های چهارگانه** قرار دارند.

در مرحلهٔ بعدی **کرمینهٔ مخچه** را در امتداد شیار بین دو نیمکره برش دهید تا **درخت زندگی** (بخش سفید) و **بطن چهارم** مغز را ببینید. بخش سفید یعنی درخت زندگی هم در کرمینه مشاهده می‌شود و هم در نیمکره‌های مخچه.

نکته پالشی: رابط کرمینه بر خلاف رابط‌های مغز یعنی رابط پینه‌ای، رابط سه گوش و رابط بین تالاموس‌ها دارای بخش خاکستری نیز است!

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد تشریح مغز: در تشریح مغز، بخش‌های درونی به صورت زیر قابل مشاهده هستند.

۱) در سطح پشتی بین دو نیمکره از محل شیار طولی، نوار سفیدرنگ رابط پینه‌ای قابل مشاهده است.

+ در شیار طولی، هر سه لایه منتژ می‌توانند وجود داشته باشند!

۲) در زیر رابط پینه‌ای و پائین‌تر از بطن‌های جانبی اول و دوم رابط سه‌گوش قابل مشاهده است.

۳) در حد فاصل بین این دو رابط، فضای بطن‌های اول و دوم مغز قابل مشاهده است.

+ در داخل بطن‌های اول و دوم، اجسام مخطط قرار دارند.

+ شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی ـ نخاعی (با منشاء پلاسما) را ترشح می‌کنند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.

۴) در زیر رابط سه‌گوش، تالاموس‌ها قابل مشاهده هستند.

+ دو تالاموس با یک رابط سفیدرنگ! به هم متصل هستند و با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند.

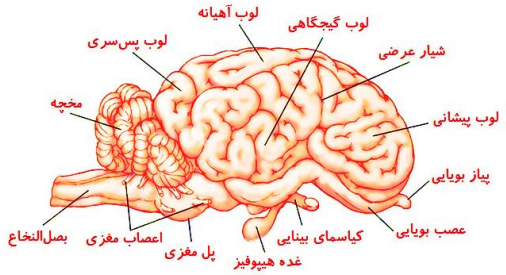
۵) در عقب تالاموس‌ها، بخشی از بطن سوم قابل مشاهده است.

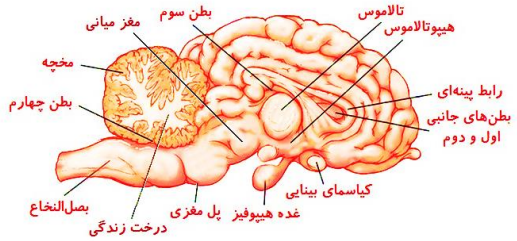
۶) در لبهٔ پایین این قسمت از بطن سوم، اپی‌فیز قابل مشاهده است.

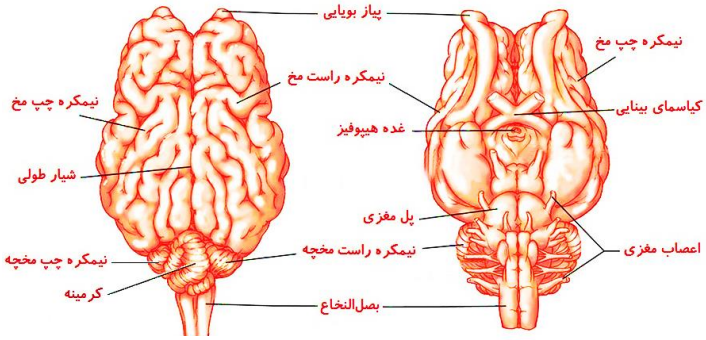
۷) در عقب اپی‌فیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند.

۸) درخت زندگی (بخش سفید) در برش کرمینه و نیمکره‌های مخچه قابل مشاهده است.

۹) در حد فاصل بین مخچه و پل‌مغزی بطن چهارم قابل مشاهده است.







نخاع: نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا دومین مهره کمر کشیده شده است. نخاع، کارهای مختلفی انجام می‌دهد: (۱) مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند و (۲) مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز است و (۳) مسیر ارسال پیام‌های حرکتی از مغز به اندام‌هاست. علاوه بر آن، نخاع (۴) مرکز برخی از انعکاس‌های بدن است.

نخاع دارای ۳۱ جفت عصب است. هر عصب نخاعی دو ریشه دارد (شکل ۱۹).

ریشه پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشه شکمی پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند.



شکل ۱۹ـ عصب نخاعی

t.me/MrKonkori

+ **ریشه پشتی** عصب نخاعی حسی و دارای گره است. در این گره، جسم سلولی نورون‌های حسی که از گیرنده‌ها اطلاعات حسی را می‌آورند، واقع شده است.

+ **ریشه شکمی** آن حرکتی است. بر خلاف ریشه پشتی، در ریشه شکمی فقط رشته‌های عصبی یا آکسون نورون‌های حرکتی که پیام‌ها را به سوی ماهیچه‌ها و غدد می‌برند، قرار دارند.

نکاتی در مورد نخاع

۱) نخاع درون فضای داخلی ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا دومین مهره کمر کشیده شده است.

+ بنابراین در بخش پائینی ستون مهره‌ها عصب وجود دارد نه نخاع!

۲) وظایف نخاع عبارتند از:

+ مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند.

+ مسیر عبور پیام‌های حسی و حرکتی از اندام‌های بدن به جز سر و صورت! به مغز است.

+ مرکز برخی از انعکاس‌های بدن است.

نکاتی در مورد انعکاس

۱) تعریف انعکاس: انعکاس پاسخ سریع و غیرارادی ماهیچه‌های اسکلتی در پاسخ به محرک‌های بیرونی و درونی است.

۲) انجام انعکاس: در وقوع هر انعکاس دو مرحله وجود دارد.

+ مرحله اول: ابتدا یک محرک بیرونی و درونی با تحریک گیرنده‌های خاصی باعث ارسال پیام‌های حسی به سمت مغز یا نخاع می‌شود.

+ مرحله دوم: سپس مغز یا نخاع با ارسال پیام‌های حرکتی به ماهیچه‌ها باعث انقباض سریع آنها می‌شوند تا پاسخ مناسب به محرک داده شود.

۳) انواع انعکاس: انعکاس‌ها دو نوع هستند.

+ انعکاس‌های نخاعی مانند انعکاس عقب کشیدن دست

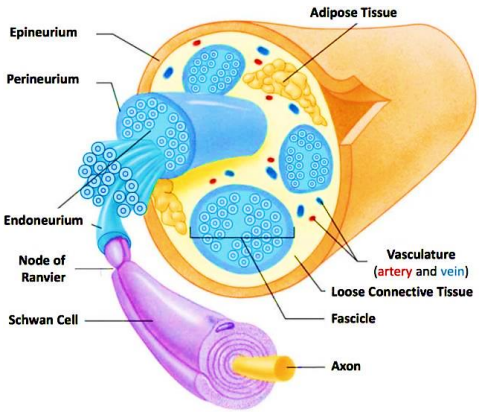
+ انعکاس‌های مغزی مانند انعکاس عطسه، سرفه و بلع که مرکز آنها در بصل‌النخاع قرار دارد.

۴) نکته مهم: در کتاب‌های قدیمی‌تر دفع ادرار و دفع مدفوع و ... را که پاسخ ماهیچه‌های صاف به محرک‌های درونی بودند هم انعکاس محسوب می‌شدند.

+ در کتاب‌های جدید آنها را «سازوکار» نامیده‌اند! بنابراین بر اساس کتاب جدید، انعکاس فقط در مورد ماهیچه‌های اسکلتی به کار می‌رود!

نکاتی در مورد عصب

۱) تعریف عصب: مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی یعنی دندریت‌های بلند و آکسون‌ها که درون لایه‌ای از بافت پیوندی واقع هستند، عصب نامیده می‌شود.



۲) ویژگی‌های عصب: اعصاب در محل‌های خاصی وجود داشته و ویژگی‌هایی دارند.

+ اعصاب فقط در دستگاه عصبی محیطی وجود دارند.

+ هیچ‌گاه در درون مغز و نخاع عصب وجود ندارد!

+ هیچ‌گاه در درون عصب، جسم سلولی نورون‌ها دیده نمی‌شود.

۳) اجزای عصب: درون عصب اجزا و بخش‌های زیر وجود دارند.

+ رشته‌های عصبی همواره میلین‌دار هستند.

+ سلول نوروگلیا و گره رانویه وجود دارد.

+ رگ‌های خونی شامل سرخرگ، مویرگ و سیاهرگ وجود دارد.

۴) اعصاب اصلی بدن: در مجموع بدن انسان دارای ۸۶ عدد یا ۴۳ جفت عصب اصلی است.

+ ۲۱۴ عدد یعنی ۱۲ جفت از آنها به مغز متصل هستند. + ۶۲ عدد دیگر یعنی ۳۱ جفت از آنها به نخاع متصل هستند.

انواع عصب از لحاظ رشته‌های عصبی: نورون‌ها سه نوع هستند: حسی، رابط و حرکتی! اعصاب هم سه نوع هستند: حسی، مختلط و حرکتی!

از لحاظ رشته‌های عصبی، اعصاب سه نوع هستند:

۱) **اعصاب حسی**: درون آنها فقط رشته‌های حسی میلین‌دار (دندریت یا آکسون) وجود دارد

+ این اعصاب اطلاعات حسی را از گیرنده‌ها به مراکز عصبی یعنی مغز و نخاع می‌آورند.

+ اعصابی که از اندام‌های حس مانند چشم و گوش و ... اطلاعات حسی را به مغز می‌آورند، حسی هستند.

۲) **اعصاب مختلط**: درون آنها هر دو نوع رشته حسی و حرکتی وجود داشته و جهت حرکت پیام‌ها در درون آنها دوطرفه است.

+ بدیهی است در هر رشته عصبی درون عصب به دلیل موقعیت قرارگیری سیناپس‌ها جهت جریان الکتریکی همواره یک‌طرفه است!

+ همه اعصاب نخاعی و برخی از اعصاب مغزی مختلط هستند.

۳) **اعصاب حرکتی**: درون آنها فقط رشته‌های حرکتی میلین‌دار (آکسون) وجود دارد.

t.me/MrKonkori

+ این اعصاب پیام‌های حرکتی را از مراکز عصبی یعنی مغز به سوی ماهیچه‌ها و غدد می‌برند.

+ اعصاب پیکری و خودمختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) که پیام‌ها را از مغز به ماهیچه‌های مخطط، قلبی و صاف و غدد می‌برند، حرکتی هستند.

نکاتی در مورد اعصاب نخاعی

اعصاب نخاعی: نخاع دارای ۳۱ جفت عصب مختلط است. هر عصب نخاعی دو ریشه دارد.

۵) ریشه پشتی: ریشه پشتی عصب نخاعی حسی و دارای گره است.

+ در این گره‌ها جسم سلولی نورون‌های حسی که از گیرنده‌ها اطلاعات حسی را می‌آورند، واقع شده است.

۶) ریشه شکمی: ریشه شکمی عصب نخاعی حرکتی است.

+ بر خلاف ریشه پشتی، در ریشه شکمی فقط رشته‌های عصبی یا آکسون نورون‌های حرکتی که پیام‌ها را به سوی ماهیچه‌ها و غدد می‌برند، قرار دارند.

دستگاه عصبی محیطی

بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، **دستگاه عصبی محیطی** نام دارد. ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش‌های دیگر بدن، مانند اندام‌های حس یعنی چشم، گوش و ... و نیز ماهیچه‌های صاف ، قلبی و اسکلتی مرتبط می‌کنند.

هر عصب مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی است که درون بافت پیوندی قرار گرفته‌اند. (ویژگی‌ها و توضیح تکمیلی عصب در قسمت قبلی آمده است.)

دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است.

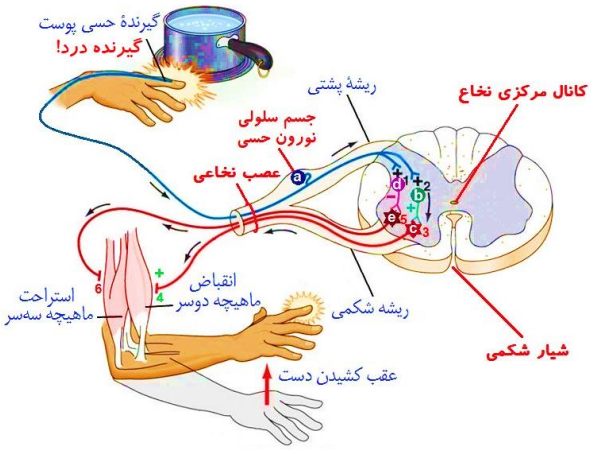
+ **بخش حسی دستگاه عصبی محیطی**: با بخش حسی این دستگاه در فصل بعد آشنا خواهید شد.

این بخش اطلاعات دریافت شده به وسیله گیرنده‌های مختلف موجود در اندام‌های حس یعنی چشم، گوش، بینی، زبان، و تقریباً همه بخش‌های درونی و بیرونی بدن را به مغز و تا حدودی به نخاع می‌آورد. مغز و نخاع هم پاسخ مناسب را توسط بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی به سوی ماهیچه‌ها و غدد ارسال می‌کنند.

+ **بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی**: همان طور که گفته شد، بخش حرکتی این دستگاه پیام عصبی را به اندام‌های اجرا کننده مانند ماهیچه‌ها می‌رساند.

بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش **پیکری** و **خودمختار** است.

x **بخش پیکری**: این بخش پیام‌های عصبی را فقط! به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند. فعالیت این ماهیچه‌ها به شکل ارادی و غیر ارادی تنظیم می‌شود. به عنوان مثال وقتی تصمیم می‌گیرید کتاب را از روی میز بردارید، یاخته‌های عصبی بخش پیکری، دستور مغز را به ماهیچه‌های دست می‌رسانند. فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به شکل انعکاسی نیز تنظیم می‌شود. می‌دانید انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه‌های اسکلتی! در پاسخ به محرک‌هاست. همان طور که در شکل ۲۰ می‌بینید، دست فرد با برخورد به جسم داغ، به عقب کشیده می‌شود. مرکز تنظیم این انعکاس نخاع است.



شکل ۲۰ـ انعکاس عقب کشیدن دست. در این انعکاس پنج نورون، در شش محل سیناپس داده‌اند.

فعالیت ۸ با استفاده از شکل ۲۰ به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

۱ـ پس از احساس درد، چه رویدادهایی رخ می‌دهد تا فرد دست خود را عقب بکشد؟ نورون حسی a پیام را به نخاع می‌برد، نورون رابط b با تحریک نورون حرکتی c باعث انقباض ماهیچه جلوی بازو یا دو سر و نورون رابط d با تحریک نورون حرکتی e دیگر باعث استراحت ماهیچه پشت بازو یا سه سر می‌شود.

۲ـ در مسیر عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک کننده و کدام مهار کننده هستند؟

+ سیناپس‌های تحریک کننده: سیناپس‌های ۱، ۲ و ۳ تحریک کننده هستند.

x سیناپس‌های ۱ و ۲ بین نورون حسی و نورون‌های رابط d و b

x سیناپس ۳ بین نورون رابط b و نورون حرکتی c متصل به ماهیچه دو سر

x سیناپس ۴ بین نورون حرکتی c و ماهیچه دو سر

+ سیناپس مهار کننده: سیناپس ۵ مهار کننده است.

x بین نورون رابط d و نورون حرکتی e متصل به ماهیچه سه سر

+ سیناپس غیر فعال: سیناپس ۶ غیر فعال است.

x بین نورون حرکتی e و ماهیچه سه سر

t.me/MrKonkori

x **بخش خودمختار:** بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی، کار ماهیچه‌های صاف، ماهیچه قلب و غده‌های برون‌ریز و درون‌ریز را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و یکی از بخش‌های آن! همیشه فعال است.

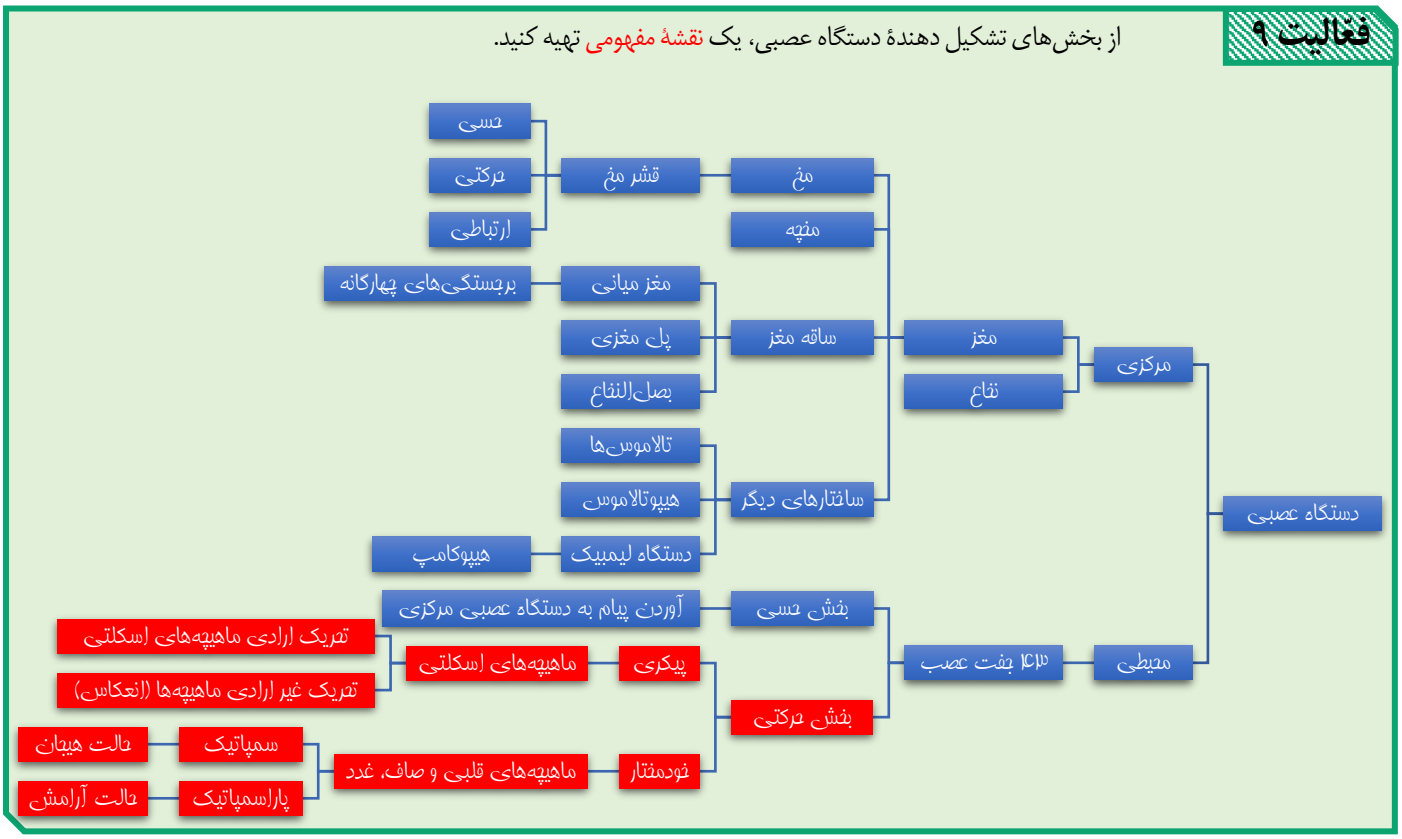
این دستگاه از دو بخش **هم‌حس (سمپاتیک)** و **پادهم‌حس (پاراسمپاتیک)** تشکیل شده است که معمولاً بر خلاف یکدیگر کار می‌کنند تا فعالیت‌های حیاتی بدن را در شرایط مختلف مانند حالت آرامش و حالت هیجان تنظیم کنند.

ـ بخش پاراسمپاتیک: فعالیت بخش پاراسمپاتیک یا پادهم‌حس باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته، ضربان قلب کم می‌شود.

ـ بخش سمپاتیک: بخش سمپاتیک یا هم‌حس هنگام هیجان بر بخش پادهم‌حس غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. ممکن است این حالت را هنگام شرکت در مسابقه ورزشی تجربه کرده باشید. در این وضعیت، بخش هم‌حس سبب افزایش فشار خون، افزایش ضربان قلب و افزایش تعداد تنفس می‌شود و هم‌چنین جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

فعالیت ۹

از بخش‌های تشکیل دهندهٔ دستگاه عصبی، یک نقشهٔ مفهومی تهیه کنید.



نکاتی در مورد دستگاه عصبی محیطی

۱) تعریف دستگاه عصبی محیطی: بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، دستگاه عصبی محیطی نام دارد.

۲) اجزای دستگاه عصبی محیطی: اجزای دستگاه عصبی محیطی شامل ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی هستند.

۳) بخش‌های دستگاه عصبی محیطی: دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است.

+ **بخش حسی:** اطلاعات دریافت شده به وسیله گیرنده‌های مختلف موجود در اندام‌های حس و دیگر بخش‌های بدن را به مغز و نخاع می‌برد.

x مغز و نخاع هم پاسخ مناسب را توسط بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی به سوی ماهیچه‌ها و غدد ارسال می‌کنند.

+ **بخش حرکتی:** پیام عصبی را به اندام‌های اجرا کننده مانند ماهیچه‌ها می‌رساند.

x بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش پیکری و خودمختار است.

ـ **بخش پیکری:** این بخش پیام‌های عصبی را فقط! به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند که فعالیت آنها به شکل ارادی و غیرارادی تنظیم می‌شود.

❁ بخش ارادی: در این حالت سلول‌های عصبی بخش پیکری، دستور ارادی مغز را به ماهیچه‌های دست می‌رسانند.

❁ بخش غیر ارادی: تحت تأثیر دستورهای مغز و نخاع، فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به شکل انعکاسی نیز تنظیم می‌شود.

❁ مراحل انعکاس عقب کشیدن دست:

① گیرنده‌های حسی درد در پوست تحریک می‌شوند.

② نورون حسی a پیام را به نخاع می‌برد.

t.me/MrKonkori

③ نورون رابط b با تحریک نورون حرکتی c باعث انقباض ماهیچه جلوی بازو یا دو سر می‌شود.

④ نورون رابط d با تحریک نورون حرکتی e دیگر باعث استراحت ماهیچه پشت بازو یا سه سر می‌شود.

⑤ در این انعکاس در شش محل، سیناپس وجود دارند:

❁ سیناپس‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ تحریک کننده هستند:

◆ سیناپس‌های ۱ و ۲ بین نورون حسی و نورون‌های رابط d و b

◆ سیناپس ۳ بین نورون رابط b و نورون حرکتی c متصل به ماهیچه دو سر

◆ سیناپس ۴ بین نورون حرکتی c و ماهیچه دو سر

نکته: در سلول پس‌سیناپسی سیناپس‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ هم تغییر پتانسیل داریم و هم ایجاد پتانسیل عمل

❁ سیناپس ۵ مهارکننده است:

◆ بین نورون رابط d و نورون حرکتی e متصل به ماهیچه سه سر

نکته: در سلول پس‌سیناپسی این سیناپس تغییر پتانسیل الکتریکی داریم ولی ایجاد پتانسیل عمل نداریم.

❁ سیناپس ۶ غیر فعال است:

◆ بین نورون حرکتی e و ماهیچه سه سر

نکته: در سلول پس‌سیناپسی این سیناپس تغییر پتانسیل الکتریکی نداریم.

- بخش خودمختار: شامل اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک است که کار ماهیچه‌های صاف، قلبی و غدد را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند.

❁ بخش پاراسمپاتیک: باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود.

✿ برخی از تأثیرات اعصاب پاراسمپاتیک در زیر آمده‌اند:

① کاهش فشار خون

② کاهش تعداد ضربان‌های قلب

③ افزایش فعالیت‌های لوله گوارش به ویژه روده‌ها و معده

④ انقباض ماهیچه‌های صاف حلقوی موجود در عنبیه و تنگ شدن مردمک چشم

❁ بخش سمپاتیک: هنگام هیجان بر بخش پاراسمپاتیک غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد.

✿ برخی از تأثیرات اعصاب سمپاتیک در زیر آمده‌اند:

① افزایش فشار خون

② افزایش تعداد ضربان‌های قلب با اثر بر روی گره پیشاهنگ

③ افزایش تعداد تنفس با اثر بر روی ماهیچه‌های صاف موجود نایژک‌ها

④ کاهش فعالیت‌های لوله گوارش به ویژه روده‌ها و معده

⑤ انقباض ماهیچه‌های صاف شعاعی موجود در عنبیه و گشاد شدن مردمک چشم

❁❁ نکات جالب در مورد اعصاب خودمختار:

✿ در همه حالات بدن، همواره یکی از قسمت‌های بخش خودمختار! فعال است.

✿ اعصاب خودمختار معمولاً بر خلاف یکدیگر کار می‌کنند تا فعالیت‌های حیاتی بدن را در حالت آرامش و هیجان تنظیم کنند.

✿ گاهی اوقات این دو بخش بر خلاف همدیگر کار نمی‌کنند. مثل تأثیر آنها روی ماهیچه‌های عنبیه که در فصل بعد می‌خوانید!

دستگاه عصبی جانوران

انواعی از دستگاه‌های عصبی در جانوران مختلف وجود دارد:

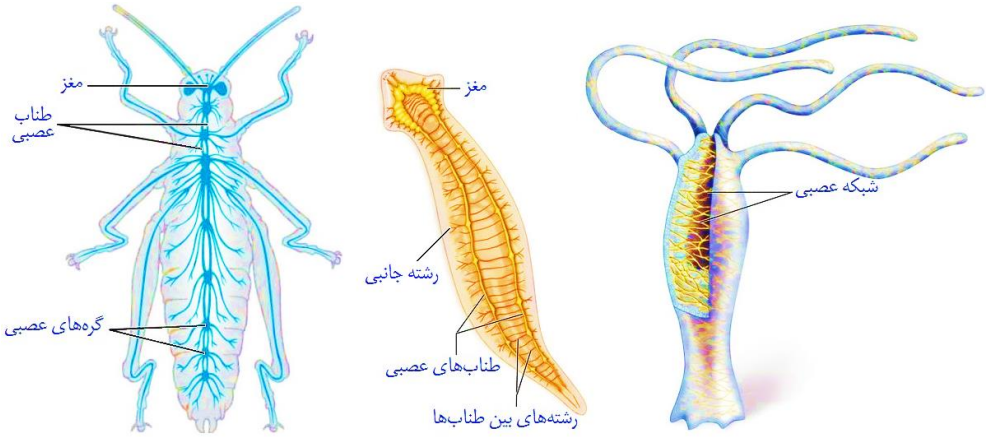
(۱) شبکه عصبی: ساده‌ترین ساختار عصبی، **شبکه عصبی** در هیدر است. شبکه عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند. در هیدر هیچ‌گاه بخش مرکزی و محیطی، گره عصبی، عصب و ... وجود ندارد!

(۲) ساختار نردبان مانند: در پلاناریا، دو گره عصبی غیر جوش خورده! در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. هر گره مجموعه‌ای از جسم یاخته‌های عصبی است. دو طناب عصبی متصل به مغز که در طول بدن جانور کشیده شده‌اند، با رشته‌هایی به هم متصل‌اند و **ساختار نردبان مانندی** را ایجاد می‌کنند. این مجموعه یعنی مغز و دو طناب عصبی متصل به آن، بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است. رشته‌های جانبی متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

t.me/MrKonkori

(۳) طناب عصبی شکمی: مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک **طناب عصبی شکمی** که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک **گره عصبی** دارد. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن بند را تنظیم می‌کند (شکل ۲۱).

(۴) طناب عصبی پشتی: در مهره‌داران **طناب عصبی** به صورت **پشتی** یا همان نخاع قابل مشاهده است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی (در ماهیان غضروفی مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی)، یا استخوانی (در بقیه مهره‌داران شامل ماهیان استخوانی، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران) جای گرفته است. در همه مهره‌داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره‌داران اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.



پ) ملخ ب) پلاناریا الف) هیدر

شکل ۲۱ـ ساختارهای عصبی چند جانور

نکاتی در مورد دستگاه عصبی در جانوران

مرجان‌ها یا کیسه‌تنان (هیدر)

۱) در این جانور دستگاه عصبی مرکزی و محیطی وجود ندارد!

۲) ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیدر است.

+ شبکه عصبی، مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده شامل جسم سلولی و رشته‌های عصبی در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند.

۳) بدن هیدر از دو لایه سلول تشکیل شده که در این لایه‌ها انواعی از سلول‌ها شامل سلول‌های زیر وجود دارد:

+ سلول‌های پوششی که دو نوع هستند: سلول‌های لایه بیرونی و سلول‌های لایه درونی یا همان سلول‌های پوشاننده کیسه گوارشی

+ سلول‌های تاژک‌دار که هر کدام دو تاژک داشته و در آندوسیتوز مواد غذایی و گوارش درون سلولی نقش دارند.

+سلول‌های ترشح کننده آنزیم که عده‌ای از سلول‌های پوشاننده حفره گوارشی یا لایه درونی هستند.

+ سلول‌های عصبی که در لایه‌ای دیگر سلول‌های لایه بیرونی و درونی، شبکه عصبی هیدر را به وجود آورده‌اند.

+ سلول‌های ماهیچه‌ای که در هر دو لایه وجود دارند و پس از دریافت پیام عصبی، در حرکت جانور مؤثر هستند.

۴) لازم به ذکر است علاوه بر ویژگی‌های فوق، این جانور ویژگی‌های دیگری هم دارد:

+ در آب شیرین زندگی می‌کند.

+ گوارش برون سلولی و درون سلولی دارد.

+ مبادله گازها به صورت انتشار از سطح همه سلول‌ها انجام می‌شود.

+ کیسه گوارشی آن در گردش مواد هم دخالت دارد.

کرم‌های پهن (پلاناریا)

۱) دستگاه عصبی دارای دو بخش مرکزی و محیطی است.

+ این مجموعه یعنی مغز و دو طناب عصبی متصل به آن، بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است.

+ رشته‌های جانبی متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

۲) دو گره عصبی غیر جوش خورده! که در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند.

+ البته دو بخش از آن در قسمت جلویی به هم جوش خورده‌اند!

t.me/MrKonkori

۳) مانند بقیه جانداران هر گره مجموعه‌ای از جسم سلولی نورون‌ها است.

۴) دو طناب عصبی متصل به مغز در طول بدن جانور کشیده شده‌اند.

+ این دو طناب با رشته‌هایی به هم متصل بوده و ساختار نردبان مانندی را ایجاد می‌کنند.

+ در نقاطی از این طناب‌ها گره‌های عصبی نیز وجود دارند!

+ بر اساس شکل کتاب، این دو طناب در انتهای بدن جانور به هم متصل نشده و هم‌چنان از یکدیگر مجزا هستند!

۵) بر خلاف حشرات، رشته‌های عصبی هم به گره‌ها و هم بخش‌های دیگر طناب عصبی متصل هستند!

۶) لازم به ذکر است علاوه بر ویژگی‌های فوق، این جانور ویژگی‌های دیگری هم دارد:

+ حفره گوارشی دارای انشعاباتی است که از راه آنها گازهای تنفسی در اختیار تک‌تک سلول‌های بدن جانور قرار می‌گیرند.

+ تبادل گازها از طریق انتشار و از سطح سلول‌ها صورت می‌گیرد.

بندپایان (حشرات)

۱) دستگاه عصبی دارای دو بخش مرکزی و محیطی است:

+ مغز و طناب عصبی شکمی بخش مرکزی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

x مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است.

x یک طناب عصبی شکمی متشکل از دو رشته! هستند که در طول بدن جانور کشیده شده است.

+ اعصاب متصل به مغز و طناب عصبی شکمی هم بخش محیطی این دستگاه را تشکیل می‌دهند.

۲) طناب عصبی شکمی در هر بند از بدن، یک گره عصبی دارد.

۳) بر خلاف پلاناریا، رشته‌های عصبی فقط به گره‌ها متصل هستند!

۴) نورون‌های موجود در هر گره، فعالیت ماهیچه‌های همان بند را تنظیم می‌کند.

۵) درون پاها و شاخک‌ها نیز رشته‌های عصبی وجود دارد که از اجسام سلولی موجود در گره‌ها منشاء می‌گیرند.

۶) طبق شکل کتاب، بند انتهایی بدن یا شکم فاقد گره عصبی است!

مهره‌داران (ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان و پرندگان)

۱) دستگاه عصبی دارای دو بخش مرکزی و محیطی است:

+ مغز و نخاع بخش مرکزی را تشکیل می‌دهند که مغز بخش جلویی نخاع است!

+ اعصاب متصل به مغز و نخاع عم بخش محیطی این دستگاه را تشکیل می‌دهند.

۲) طناب عصبی به صورت پشتی یا همان نخاع قابل مشاهده است.

۳) طناب عصبی در کانال تشکیل شده در درون سورانخ مهره‌ها قرار دارد.

۴) بخش جلویی طناب عصبی برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد.

۵) مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جای گرفته است.

۶) مغز بخشی از طناب عصبی یا نخاع محسوب می‌شود!

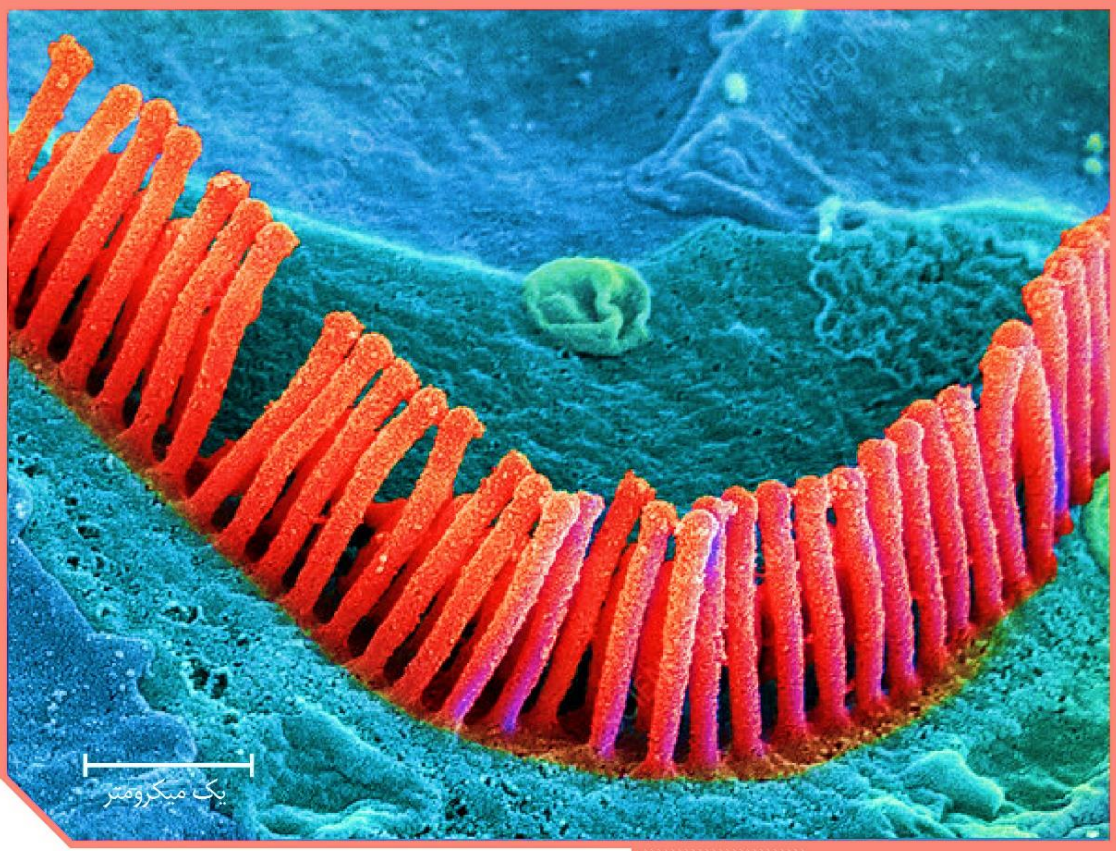
۷) جمجمه در ماهیان غضروفی مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی به طور کامل از جنس غضروف است.

۸) جمجمه در بقیه مهره‌داران شامل ماهی‌های استخوانی، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران از جنس غضروف و استخوان است.

۹) در همه مهره‌داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است.

۱۰) در بین مهره‌داران اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

t.me/MrKonkori



تصویر مژک‌های یاخته گیرندهٔ شنوایی با میکروسکوپ الکترونی

فصل ۲

حواس

نکاتی در مورد شکل بالا: گیرنده‌های شنوایی موجود در حلزون گوش، جزء سلول‌های بافت پوششی استوانه‌ای مژک‌دار هستند که در چهار ردیف آرایش پیدا کرده‌اند.

۱) سه ردیف خارجی آنها در مجاورت همدیگر و یک ردیف داخلی هم دورتر قرار گرفته‌اند.

۲) مژک‌های سلول‌های خارجی از دو نیم‌حلقه تشکیل شده‌اند که به صورت یک منحنی در سطح فوقانی سلول واقع شده و با ماده‌ای ژلاتینی در تماس هستند.

۳) طول هر کدام از این مژک‌ها کمتر از دو میکرومتر است.

در هر لحظه سیستم عصبی مرکزی انسان، هم از بیرون و هم از درون بدن اطلاعاتی را به وسیله گیرنده‌های حسی دریافت می‌کند.

مثال اول: اکنون که این متن را می‌خوانید، چشم‌های شما، پیام‌های بینایی را که از بیرون دریافت نموده‌اند، فقط! به مغز ارسال می‌کنند.

مثال دوم: وقتی به صفحه کتاب دست می‌زنید، اطلاعاتی از بیرون پوست به دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع می‌رسد.

مثال سوم: در این حالت، هم‌چنین دستگاه عصبی از درون بدن مانند وضعیت نشستن شما و میزان اکسیژن خون شما نیز آگاه است.

بدن چگونه اطلاعات گوناگون را دریافت می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد؟ به وسیله گیرنده‌ها اطلاعات را دریافت نموده و پس از انتقال به مرکز عصبی و پردازش آنها به وسیله نورون‌های حرکتی و یا غدد ماهیچه‌ها به آنها پاسخ می‌دهد.

چرا گاهی تماس ساعت یا عینک با پوست خود را احساس نمی‌کنیم؟ به خاطر سازش گیرنده‌ها

چرا فردی که تحت عمل جراحی قرار دارد، دردی احساس نمی‌کند؟ چون در این فرد، پیام‌های درد به وسیله داروهای مسکن سرکوب شده و به دستگاه عصبی مرکزی نمی‌رسند.

چرا برخی جانوران می‌توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، نمی‌توانیم آنها را درک کنیم؟ چون آنها دارای گیرنده‌های ویژه‌ای هستند که آنها را قادر می‌سازد محرک‌های ویژه‌ای تشخیص دهند که ما قادر به درک آنها نیستیم.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد دریافت پیام حسی: سیستم عصبی مرکزی، هم از بیرون و هم از درون بدن اطلاعاتی را به وسیله گیرنده‌های حسی دریافت نموده و به آنها پاسخ می‌دهد.

۱) دریافت اطلاعات از بیرون بدن

+ اندام‌های حسی اصلی یعنی چشم، گوش، بینی و زبان که فقط در سر و صورت وجود دارند!

x اطلاعات بینایی، شنوایی ـ تعادلی، بویایی و چشایی را که از بیرون دریافت نموده‌اند، فقط! به مغز ارسال می‌کنند.

+ اندام حسی دیگر یعنی پوست که در سراسر بدن قرار دارد!

x اطلاعاتی را که از بیرون دریافت نموده، به دستگاه عصبی مرکزی یعنی هم مغز و هم نخاع ارسال می‌کند.

ـ از طریق گیرنده‌های درد از وضعیت آسیب مکانیکی، دمایی و شیمیایی پوست و لایه‌های مخاطی بدن اطلاعاتی به دست می‌آید.

ـ از طریق گیرنده‌های دمایی از وضعیت سردی یا گرمی پوست یا لایه‌های مخاطی بدن اطلاعاتی به دست می‌آید.

۲) دریافت اطلاعات از درون بدن

+ از طریق گیرنده‌های مکانیکی از وضعیت فشار خون، حجم مثانه، وضعیت نشستن یا وضعیت ایستادن و ... اطلاعاتی به دست می‌آید.

+ از طریق گیرنده‌های شیمیایی از وضعیت فشار اسمزی، میزان O_2، میزان CO_2، میزان یون‌های H^+ خون و ... اطلاعاتی به دست می‌آید.

+ از طریق گیرنده‌های درد از وضعیت آسیب مکانیکی، آسیب دمایی و آسیب شیمیایی اغلب بافت‌ها و اندام‌های بدن اطلاعاتی به دست می‌آید.

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ گیرنده‌های حسی

گیرنده حسی، یاخته کامل یا بخشی از یاخته است که اثر محرک را دریافت می‌کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می‌شود.

نکته مهم و چالشی: بنابراین می‌توان گفت همواره بین گیرنده حسی و نورون حسی، سیناپس و ناقل عصبی وجود ندارد. ☹☺☺

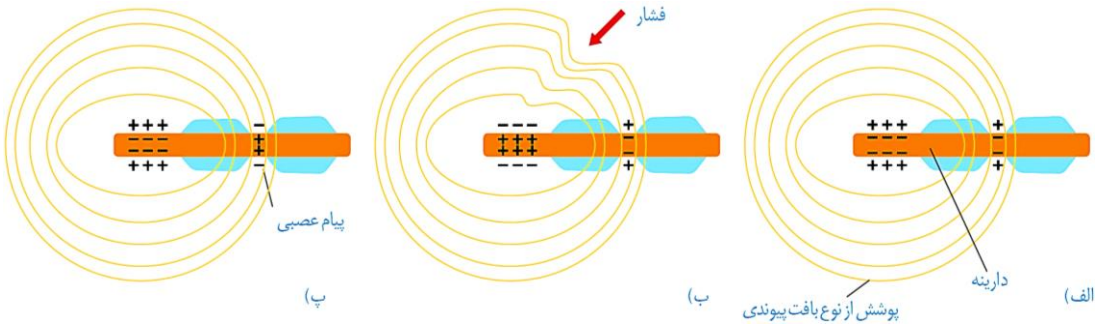
صدا، فشار، اکسیژن، گرما و نور نمونه‌هایی از این محرک‌ها هستند که هر کدام گیرنده ویژه‌ای را در بدن تحریک می‌کنند. گیرنده‌های حسی انسان گوناگون‌اند؛ ولی می‌توان آنها را بر اساس نوع محرک، در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد: گیرنده‌های **مکانیکی**، **شیمیایی**، **دمایی**، **نوری** و **درد**. در ادامه درس با این گیرنده‌ها آشنا می‌شوید.

کار گیرنده‌های حسی

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند؟ در فصل قبل با چگونگی ایجاد پیام عصبی در یاخته‌های عصبی آشنا شدید. محرک‌ها یا عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می‌دهند. به عنوان مثال، محرک‌ها با باز نمودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل غشا را از حالت آرامش به حالت عمل تبدیل می‌کنند.

شکل ۱، یک گیرنده فشار موجود در پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده انتهای دارینه یا به عبارت دیگر، بخشی از یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر از نوع بافت پیوندی سست! قرار دارد.

فشرده شدن این پوشش، رشته دارینه را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر شکل فیزیکی ایجاد می‌کند. در نتیجه کانال‌های یونی از قبیل کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی موجود در غشای گیرنده، باز شده و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. به این ترتیب در دارینه، پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود.



شکل ۱ـ ایجاد پیام عصبی به وسیلهٔ گیرندهٔ فشار. الف) ساختار گیرنده، ب) وارد آمدن تحریک (فشار)، پ) تغییر شکل گیرنده و تبدیل اثر محرک به پیام عصبی (هدایت پیام عصبی)

۱) بر اساس شکل کتاب، در زیر پوشش پیوندی گیرنده فشار، غلاف میلین و گره رانویه وجود دارد.

۲) فشرده شدن پوشش پیوندی گیرنده فشار، رشته دندریت را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر شکل فیزیکی ایجاد می‌کند!

۳) به خاطر داشتن غلاف میلین، می‌توان گفت فقط در بخش‌هایی از گیرنده فشار تجمع کانال‌های دریچه‌دار وجود دارد!

۴) هدایت پیام عصبی در این نوع گیرنده بر خلاف گیرنده‌های موجود در حواس ویژه هم به صورت نقطه به نقطه انجام می‌شود، هم به صورت جهشی!

۵) بدیهی است پوشش پیوندی چندلایه‌ای اطراف گیرنده فشار، دارای تعدادی سلول پیوندی، ماده زمینه‌ای و رشته‌های کلاژن و به ویژه رشته‌های کشسان فراوان است!

نکاتی در مورد انواع گیرنده‌های حسی

۱) گیرنده‌های حسی سه نوع هستند: سلول کامل عصبی، سلول کامل غیر عصبی یا بخشی از سلول عصبی

+ سلول کامل عصبی: همه آنها در سر و صورت واقع بوده و جزء حواس ویژه محسوب می‌شوند:

x مانند گیرنده‌های بویایی و بینایی شامل مخروط‌ها و استوانه‌ها که نورون تغییر شکل یافته هستند.

+ سلول کامل غیر عصبی (پوششی): همه آنها در سر و صورت واقع بوده و جزء حواس ویژه محسوب می‌شوند:

x مانند گیرنده‌های چشایی، شنوایی و تعادلی که سلول‌های پوششی استوانه‌ای هستند.

+ بخشی از سلول عصبی: در تمام اندام‌های بدن قرار دارند و اغلب آنها جزء حواس پیکری محسوب می‌شوند.

x این گیرنده‌ها انتهای دندریت نورون‌های حسی بوده و فاقد سیناپس و فاقد ناقل عصبی هستند!

ـ انتهای دندریت آزاد مانند گیرنده‌های درد که در پوست و دیواره سرخرگ‌های اغلب اندام‌ها و بافت‌ها وجود دارند.

t.me/MrKonkori

ـ انتهای دندریت دارای پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار که در پوست وجود دارند.

۲) گیرنده‌های حسی جزء دستگاه عصبی محیطی محسوب می‌شوند.

+ پس از تحریک، پیام‌های ارسال شده از آنها به وسیله نورون‌های حسی به سمت دستگاه عصبی مرکزی رفته تا پس از پردازش پاسخ مناسب داده شود.

۳) گیرنده‌های حسی همانند نورون‌ها سه ویژگی یا عملکرد دارند.

+ ایجاد پیام عصبی یا تبدیل پتانسیل آرامش به عمل

+ هدایت پیام عصبی اغلب به صورت نقطه به نقطه!

+ انتقال پیام عصبی در محل سیناپس در صورت وجود سیناپس!!

گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

شاید توجه کرده باشید که بوی غذا یا عطر را پس از گذشت مدتی، دیگر احساس نمی‌کنیم. در این حالت، آیا مولکول‌های بودار در محیط کم می‌شوند، یا گیرنده‌های بو درست کار نمی‌کنند؟ خیر، مولکول‌های بودار کم نشده‌اند.

وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند، (۱) یا پیام عصبی کمتری ایجاد می‌کنند، یا (۲) اصلاً پیامی ارسال نمی‌کنند. این پدیده را **سازش گیرنده‌ها** می‌نامند.

سازش گیرنده‌ها چه فایده‌ای دارد؟ پدیده سازش گیرنده‌های فشار در پوست، موجب می‌شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، اطلاعات کمتری به مغز ارسال می‌شود. در نتیجه مغز می‌تواند اطلاعات مهم‌تری را پردازش کند. مثال‌های دیگری از سازش گیرنده‌ها را که تجربه کرده‌اید، بیان کنید. حس نکردن عینک روی بینی، عادی شدن بوی عطر و ...

نکاتی در مورد سازش گیرنده‌ها

۱) تعریف سازش: وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند: یا پیام عصبی کمتری ایجاد می‌کنند. یا اصلاً پیامی ارسال (هدایت و انتقال!) نمی‌کنند.

۲) فایده سازش: موجب می‌شود اطلاعات کمتری به مغز ارسال می‌شود. در نتیجه مغز می‌تواند اطلاعات مهم‌تری را پردازش کند.

۳) عدم سازش: گیرنده درد سازش پیدا نمی‌کنند. در این صورت فرد تا برطرف نمودن عامل آسیب‌زا تلاش خواهد کرد و به این ترتیب بقای فرد تضمین می‌شود!

فعالیت ۱ گیرنده‌های زیر را در پنج گروه گیرنده که با آنها آشنا شدید، طبقه‌بندی کنید.

گیرنده‌های چشایی روی زبان (شیمیایی)، گیرندهٔ میزان اکسیژن در آئورت (شیمیایی)، گیرنده‌های شبکیهٔ چشم (نوری)، گیرندهٔ گرما (دمایی)، گیرندهٔ فشار پوست (مکانیکی)، گیرنده بویایی بینی (شیمیایی)، گیرندهٔ فشار خون دیوارهٔ رگ‌ها (مکانیکی)

+ گیرنده شیمیایی: گیرنده‌های چشایی روی زبان، گیرندهٔ میزان اکسیژن در آئورت، گیرنده بویایی بینی

+ گیرنده نوری: گیرنده‌های شبکیهٔ چشم

+ گیرنده دمایی: گیرندهٔ گرما

+ گیرنده مکانیکی: گیرندهٔ فشار پوست، گیرندهٔ فشار خون دیوارهٔ رگ‌ها

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 این رو، حواس را به دو گروه حواس پیکری و حواس ویژه تقسیم کرده‌اند. در ادامه درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می‌شوید.

نکاتی در مورد گیرنده‌ها و حواس مربوط به آنها: گیرنده‌ها بر اساس محلی که در آن قرار می‌گیرند به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱) گیرنده‌های گروه اول: گروهی از گیرنده‌ها در بخش‌های مختلف پیکر پراکنده‌اند مانند گیرنده‌های دما، فشار، لمس و ... در پوست و مخاط قرار گرفته‌اند!

۲) گیرنده‌های گروه دوم: گروهی از گیرنده‌ها در اندام‌های ویژه‌ای قرار دارند، مانند گیرنده‌های بینایی، شنوایی، و چشایی که همه در سر قرار گرفته‌اند!

۳) گیرنده‌های گروه سوم: گروهی از گیرنده‌ها در یک اندام ویژه قرار داشته! ولی جزء هیچ کدام از حواس پیکری یا حواس ویژه تقسیم‌بندی نمی‌شوند!

+ نکته بسیار مهم: لازم به ذکر است، این گیرنده‌ها فقط یا شیمیایی هستند یا مکانیکی!

x گیرنده‌های شیمیایی: در دیواره رگ‌ها، هیپوتالاموس، بصل‌النخاع

x گیرنده‌های مکانیکی: در دیواره برخی از سرخرگ‌ها مانند گیرنده حساس به فشار خون

t.me/MrKonkori

حواس پیکری

در بخش‌های گوناگون بدن مانند (۱) پوست، (۲) ماهیچه‌های اسکلتی و (۳) زردپی‌ها گیرنده‌هایی به نام گیرنده‌های حس‌های پیکری وجود دارند.

حس‌های پیکری شامل حس تماس، دما، وضعیت و دردند. (تَدوَد!! ☺☺☹)

گیرنده‌های حواس پیکری متنوع بوده ولی دو نوع مهم آنها در زیر آمده‌اند. این دو نوع، نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس پیکری‌اند (شکل ۱).

۱) انتهای دارینه آزاد، مانند گیرنده‌های درد در لایه بیرونی پوست و گیرنده‌های اطراف پیاز مو در لایه درونی پوست

۲) انتهای دارینه‌هایی درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار در لایه درونی پوست

شکل ۲ـ گیرنده‌های پوست. پوست سه لایه دارد:

۱) لایه اپیدرم: از بافت پوششی سنگ‌فرشی چندلایه است.

+ سلول‌های بیرونی غیر زنده هستند.

+ در زیر اپیدرم غشای پایه وجود دارد.

+ این بافت در اطراف محور و پیاز مو هم واقع شده است.

+ در این لایه رگ خونی وجود ندارد.

+ در لایه‌ای سلول‌های قاعده‌ای آن رشته‌های عصبی وجود دارد.

۲) لایه درم: از بافت پیوندی رشته‌ای تشکیل شده است.

+ دارای سلول‌های پراکنده پیوندی، رشته‌های کلاژن و کشسان فراوان است.

+ این لایه در فضای بین سلولی زیاد خود دارای ماده زمینه‌ای اندک است.

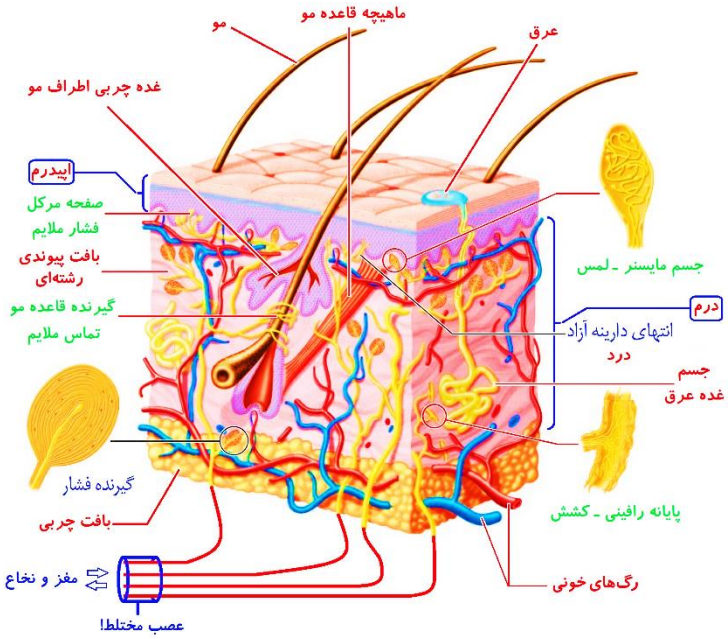
+ در این لایه رگ‌های خونی و رشته‌های عصبی به فراوانی یافت می‌شوند.

+ جسم غدد عرقی و ماهیچه‌های صاف قاعده موها هم در این لایه قرار دارند.

۳) لایه هیپودرم: از بافت چربی تشکیل شده است.

+ در این لایه برخی از گیرنده‌های فشار قرار دارند.

+ هم‌چنین در این لایه رگ‌های خونی بزرگ و اعصاب مختلط! قرار دارند.



گیرنده‌های موجود در حواس پیکری: این گیرنده‌ها شامل گیرنده‌های تماس، دما، وضعیت و درد هستند.

۱) گیرنده‌های تماس: گیرنده‌های تماسی، گیرنده‌های مکانیکی هستند که با تماس، فشار یا ارتعاش تحریک می‌شوند (شکل ۲).

این گیرنده‌ها، مثلاً در پوست و اندام‌های داخلی وجود دارند.

تعداد گیرنده‌های تماس در پوست بخش‌های گوناگون بدن متفاوت است و بخش‌هایی که تعداد گیرنده‌های بیشتری دارند، مانند نوک انگشتان و لب‌ها و زبان حساستر هستند.

۲) گیرنده‌های دما: گیرنده‌های دمایی در بخش‌هایی از درون بدن، مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند.

گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن حساس هستند.

گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند.

نکته مهم: گیرنده‌های گرما با گیرنده‌های سرما کاملاً متفاوت هستند.

+ اگر فقط یک نوع گیرنده دمایی وجود داشته باشد، فرد تغییر دما را احساس خواهد نمود.

x بنابراین می‌توان گفت، فرد تشخیص نمی‌دهد که این دما بیشتر از دمای بدن است یا کمتر از آن!

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

گیرنده‌های حس وضعیت فقط در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشاننده مفصل‌ها قرار دارند و به کشیده شدن حساس‌اند.

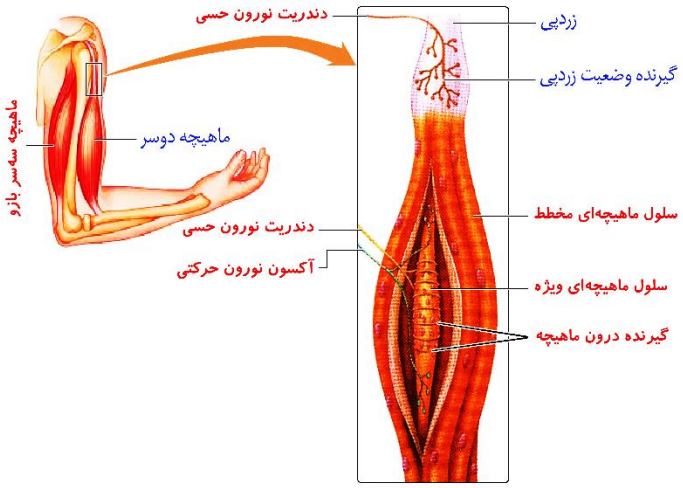
گیرنده‌های وضعیت درون ماهیچه‌ها به تغییرات طول ماهیچه حساس هستند.

مثلاً وقتی دست خود را حرکت می‌دهید، طول ماهیچه تغییر می‌کند و گیرنده‌های درون ماهیچه تحریک می‌شوند.

سپس این تحریک به وسیله دندریت نورون‌های حسی به دستگاه عصبی مرکزی می‌رود.

پس از پردازش، پیام عصبی به وسیله آکسون نورون حرکتی به ماهیچه برگشته تا پاسخ مناسب به آن داده شود. (شکل ۳)

t.me/MrKonkori



شکل ۳ـ گیرنده‌های حس وضعیت در زردپی

سلول‌های ماهیچه‌ای ویژه‌ای در درون ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارد که به تغییرات طول ماهیچه حساس هستند.

۴) گیرنده‌های درد: گیرنده‌های درد در پوست و برخی بخش‌های دیگر بدن مانند دیواره سرخرگ‌ها قرار دارند.

نکته مهم: گیرنده‌های درد متنوع‌ترین محرک‌ها را داشته و به هر گونه آسیب بافتی پاسخ می‌دهند.

آسیب بافتی در اثر عوامل یا محرک‌های مکانیکی مثل بریدگی، سرمای شدید یا گرمای شدید و برخی مواد یا محرک‌های شیمیایی مثل لاکتیک‌اسید ایجاد می‌شود.

گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند. در نتیجه، این پدیده کمک می‌کند مادامی که محرک آسیب‌رسان مکانیکی یا شیمیایی وجود دارد، فرد از وجود محرک 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 طولانی مدت ممکن است موجب آسیب دیدن پوست در محل نشیمنگاه شود. بنابراین، فرد به طور ناخودآگاه تغییر وضعیت می‌دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود.

نکاتی در مورد گیرنده‌های حسی: می‌توان گفت گیرنده‌های حسی موجود در بدن انسان سه گروه هستند:

۱) گیرنده‌های موجود در حواس ویژه: شامل گیرنده‌های بینایی، شنوایی، تعادلی، چشایی و بویایی

۲) گیرنده‌های موجود در حواس پیکری: شامل گیرنده‌های تماسی، دمایی، وضعیت و درد

۳) گیرنده‌های موجود در اندام‌های متفرقه: شامل بقیه گیرنده‌های شیمیایی و مکانیکی

+ گیرنده‌های شیمیایی: شامل گیرنده‌های حساس به مواد شیمیایی

x مانند کاهش اکسیژن، افزایش کربن دی‌اکسید و افزایش یون هیدروژن واقع در بصل‌النخاع و دیواره رگ‌ها

x گیرنده‌های فشار اسمزی در هیپوتالاموس

+ گیرنده‌های مکانیکی: شامل گیرنده‌های حساس به فشار خون

x گیرنده‌های فشار خون واقع در دیواره رگ‌ها

نکاتی در مورد حواس: حواس انسان دو نوع هستند.

۱) حواس ویژه: شامل حس بینایی، شنوایی، تعادلی، چشایی و بویایی هستند.

+ گیرنده‌های آنها در بخش‌های ویژه‌ای از سر قرار دارند.

۲) حواس پیکری: شامل حس تماس، دما، وضعیت و درد هستند.

+ گیرنده‌ها در بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، اندام‌های داخلی، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، کپسول پوشاننده مفاصل، دیواره رگ‌ها قرار دارند.

+ جالب اینجاست که گیرنده‌های آنها حتی در اندام‌های حواس ویژه! مانند چشم، گوش، بینی و زبان هم قرار دارند.

x حس تماس: گیرنده‌های تماس از نوع مکانیکی بوده که با تماس، فشار یا ارتعاش تحریک می‌شوند.

ـ این گیرنده‌ها، در پوست و اندام‌های داخلی وجود دارند.

❁ تعداد آنها در بخش‌های مختلف بدن متفاوت است و بخش‌هایی که گیرنده‌های بیشتری دارند، مانند نوک انگشتان و لب‌ها، حساس‌ترند.

x حس دما: گیرنده‌های دمایی با تغییرات دما یعنی سرما و گرما تحریک می‌شوند.

t.me/MrKonkori

ـ این گیرنده‌ها در پوست و بخش‌های درونی بدن قرار دارند.

❁ در پوست: نسبت به تغییرات دمایی پوست یعنی دمای سطح بدن حساس هستند. در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند.

✿ لازم به ذکر است گیرنده‌های گرما با گیرنده‌های سرما کاملاً متفاوت هستند.

❁ اگر فقط یک نوع گیرنده دمایی وجود داشته باشد، فرد تشخیص نمی‌دهد که این دما بیشتر از دمای بدن است یا کمتر از آن!

❁ در درون بدن: نسبت به تغییرات دمایی درون بدن حساس هستند.

✿ به عنوان مثال در دیواره برخی از سیاهرگ‌های بزرگ از این گیرنده‌ها وجود دارد.

❁ فعالیت شدید ماهیچه‌ها، سبب تحریک این گیرنده‌ها شده و سبب ارسال پیام‌هایی به هیپوتالاموس و تنظیم دمای بدن می‌شود.

x حس وضعیت: گیرنده‌های حس وضعیت از نوع مکانیکی بوده که با کشش ماهیچه یا زردپی‌ها تحریک می‌شوند.

ـ این گیرنده‌ها فقط در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشاننده مفاصل متحرک! قرار دارند.

❁ در ماهیچه‌های اسکلتی: گیرنده‌های وضعیت درون ماهیچه‌ها به تغییر طول ماهیچه حساس هستند.

✿ مثلاً به هنگام حرکت دست، طول ماهیچه تغییر نموده و گیرنده‌های درون آن تحریک می‌شوند.

❁ این تحریک به دستگاه عصبی منچه رفته و پس از پردازش به ماهیچه برگشته تا پاسخ مناسب به آن داده شود.

x حس درد: اغلب گیرنده‌های درد از نوع مکانیکی و شیمیایی بوده و نسبت به آسیب بافتی تحریک می‌شوند.

ـ این گیرنده‌ها در پوست و برخی بخش‌های درون بدن قرار دارند.

❁ در پوست: در لایه‌های بیرونی و درونی پوست وجود داشته و به محرک‌های مکانیکی آسیب‌رسان، سرما و گرمای شدید حساس هستند.

❁ در درون بدن: تقریباً در همه بخش‌های بدن از جمله در دیواره سرخرگ‌های درون اندام‌ها و بافت‌ها قرار دارند.

✿ در دیواره سرخرگ‌ها، گیرنده‌های مکانیکی و شیمیایی مربوط به حواس پیکری و متفرقه! وجود دارند.

❁ مانند گیرنده‌های درد، فشار خون، فشار اسمزی، کاهش اکسیژن، افزایش کربن‌دی‌اکسید، افزایش یون هیدروژن و ...

◆ محرک‌های درد بسیار متنوع هستند. برخی از محرک‌ها که باعث تحریک گیرنده‌های درد می‌شوند، در زیر آمده‌اند.

① محرک‌های مکانیکی: مانند بریدگی و جراحت

② محرک‌های دمایی: مانند سرمای شدید و گرمای شدید (که سبب ایجاد انعکاس عقب کشیدن دست هم می‌شود!)

③محرک‌های شیمیایی: مانند لاکتیک‌اسید که به هنگام کوفتگی ماهیچه‌های اسکلتی بر اثر تمرین ساخته می‌شود.

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ حواس ویژه

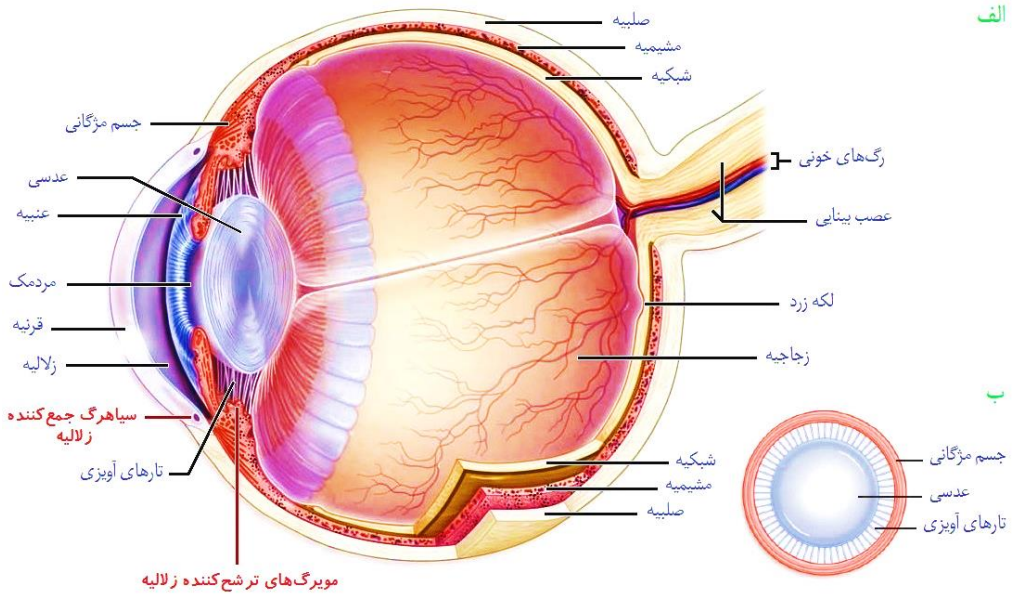
گیرنده‌های حواس ویژه شامل گیرنده‌های حس بینایی، شنوایی، تعادل، بویایی و چشایی‌اند که در اندام‌های حسی یعنی چشم، گوش، بینی و زبان قرار دارند. این گیرنده‌ها در کدام بخش هر یک از این اندام‌ها قرار دارند؟ گیرنده‌های بینایی در شبکیه چشم، گیرنده‌های شنوایی در ملزون گوش، گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره گوش، گیرنده‌های بویایی در سقف حفره بینی و گیرنده‌های چشایی در جوانه‌های چشایی موجود در سطح زبان و حفره دهان واقع شده‌اند.

بینایی

بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می‌کنیم. کره چشم در حفره استخوانی کاسه چشم قرار دارد. ماهیچه‌هایی که از بیرون به کره چشم متصل‌اند، تحت فرمان پیام‌های حرکتی مغز آن را حرکت می‌دهند. این ماهیچه‌های اسکلتی شش‌گانه که شامل چهار ماهیچه راست و دو ماهیچه مورب هستند را در فعالیت تشریح چشم می‌توانید ببینید. پلک‌ها، مژه‌ها، بافت چربی روی کره چشم و اشک با دارا بودن آنزیم لیزوزیم و نمک از چشم حفاظت می‌کنند. در شکل ۴ ساختار کره چشم را می‌بینید.

می‌دانید نوری را که از اجسام بازتاب پیدا می‌کند، گیرنده‌های نوری شبکیه دریافت می‌کنند. نور برای رسیدن به این یاخته‌ها از چه مسیری عبور می‌کند؟

نور ابتدا از هوا وارد اشک! شده، سپس ضمن عبور از قرنیه، زلالیه، عدسی و زجاجیه به شبکیه می‌رسد. بنابراین نور در این مسیر پنج بار دچار شکست می‌شود!



شکل ۴ـ الف) بخش‌های تشکیل دهندهٔ کرهٔ چشم چپ از بالا ب) عدسی چشم از روبه‌رو

ساختار کره چشم: کره چشم دارای سه لایه است.

+ لایه فارغی: خارجی‌ترین لایه کره چشم از **صلبیه** و **قرنیه** تشکیل شده است. صلبیه پرده‌ای سفید رنگ، محکم و قرنیه پرده شفاف جلوی چشم است.
+ لایه میانی: لایه میانی چشم شامل **مشیمیه**، **جسم مژگانی** و **عنبیه** است. مشیمیه لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است.

جسم مژگانی، حلقه‌ای بین مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه‌های 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 می‌کنند. ماهیچه‌های تنگ‌کننده را اعصاب پاراسمپاتیک یا پادهم‌حس و ماهیچه‌های گشادکننده را اعصاب سمپاتیک یا هم‌حس عصب‌دهی می‌کنند.

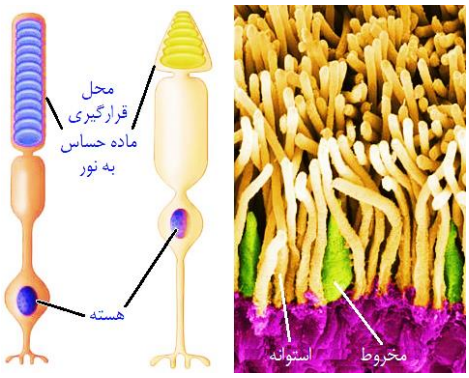
نکته جالب: بر خلاف بقیه بخش‌های بدن، در عنبیه چشم اعصاب سمپاتیک روی یک نوع ماهیچه و اعصاب پاراسمپاتیک روی نوع دیگری اثر نموده‌اند!

عدسی چشم که جزء هیچ‌کدام از لایه‌های سه‌گانه کره چشم محسوب نمی‌شود! همگرا، کوژ یا محدب، انعطاف‌پذیر و با رشته‌هایی به نام **تارهای آویزی** به جسم مژگانی متصل است (شکل ۴ـ ب). مایعی شفاف به نام **زلالیه** فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ‌های جسم مژگانی ترشح می‌شود. زلالیه که از پلاسمای خون منشاء می‌گیرد! مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع‌آوری می‌کند و به خون می‌دهد. ماده‌ای ژله‌ای و شفاف به نام **زجاجیه** در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می‌کند.

نکته: زلالیه با عدسی، قرنیه، ماهیچه‌های مژگانی، تارهای آویز و زجاجیه تماس دارد. زجاجیه هم با عدسی، شبکیه، ماهیچه‌های مژگانی و تارهای آویز تماس دارد.

t.me/MrKonkori

+ لایه داخلی: **شبکیه** داخلی‌ترین لایه چشم است که گیرنده‌های نوری، یعنی یاخته‌های **مخروطی** و **استوانه‌ای** و نیز دیگر یاخته‌های عصبی در آن قرار دارند (شکل ۵ ـ الف). آسه یاخته‌های عصبی، **عصب بینایی** را تشکیل می‌دهند که پیام‌های بینایی را به مغز می‌برد. محل خروج عصب بینایی از شبکیه، **نقطه کور** نام دارد. درون دندریت گیرنده‌های نوری ماده حساس به نور وجود دارد (شکل ۵ ـ ب).



شکل ۵ـ ب) گیرنده‌های نوری (رنگ‌های تصاویر واقعی نیستند).

۱) بر اساس شکل کتاب! در بقیه قسمت‌های شبکیه تعداد استوانه‌ها از مخروط‌ها بسیار بیشتر است.

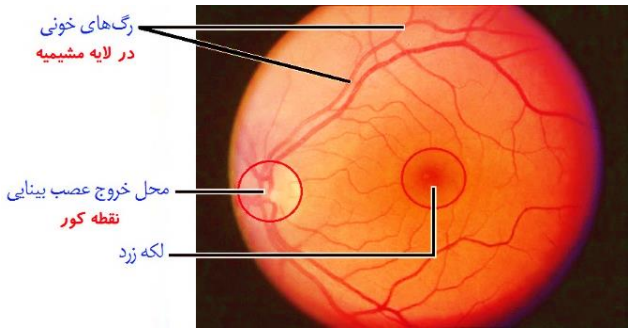
۲) طول استوانه‌ها از مخروط‌ها هم بلندتر بوده و مقدار ماده حساس به نور هم در آنها بیشتر از مخروط‌ها است.

۳) همچنین می‌توان گفت ماده حساس به نور (مشتق از ویتامین A) در انتهای دندریت گیرنده‌ها وجود دارد!

۴) دندریت در استوانه‌ها طویل‌تر از آکسون‌هاست، در حالی‌که آکسون‌ها و دندریت‌های مخروط‌ها تقریباً هم‌اندازه هستند.

اثر نور بر شبکیه: پرتوهای نور پس از عبور از اشک اطراف کره چشم! از قرنیه می‌گذرند و به علت انحنای آن همگرا می‌شوند. این پرتوها از زلالیه، سوراخ مردمک، عدسی و زجاجیه عبور می‌کنند. عدسی، پرتوهای نور را روی شبکیه و گیرنده‌های نوری آن متمرکز می‌کند.

یاخته‌های استوانه‌ای در نور کم و یاخته‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند. بنابراین حساسیت استوانه‌ها از مخروط‌ها بیشتر است و با انرژی کمتری تحریک می‌شوند. گیرنده‌های مخروطی، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان پذیر می‌کنند. بخشی از شبکیه را که در امتداد محور نوری کره چشم قرار دارد، **لکه زرد** می‌نامند. این بخش در دقت و تیزبینی اهمیت دارد؛ زیرا گیرنده‌های مخروطی در آن نسبت به گیرنده‌های استوانه‌ای فراوان‌ترند.



شکل ۵ـ پ) مشاهدهٔ شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه

در شکل مقابل که مربوط به چشم چپ انسان در یک فرد ایستاده از روبه‌رو است، می‌بینیم که لکه زرد و نقطه کور تقریباً در یک راستا هستند.

با برخورد نور به شبکیه، ماده حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پتانسیل عمل یا ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. ویتامین A برای ساخت ماده حساس به نور لازم است.

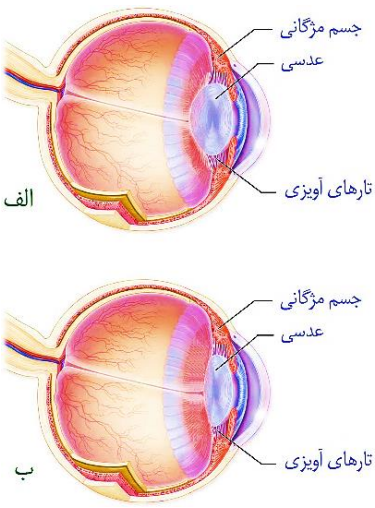
تطابق: با تغییر همگرایی یا تحدب عدسی چشم، می‌توان اجسام دور و نزدیک را واضح دید.

هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های جسم مژگانی و شل شدن تارهای آویزی، عدسی چشم همگراتر یا به عبارتی ضخیم‌تر می‌شود.

وقتی به اشیای دور نگاه می‌کنیم با استراحت این ماهیچه‌ها و کشیده شدن تارهای آویزی، عدسی چشم واگراتر یا به عبارتی باریک‌تر می‌شود.

به این ترتیب، تصویر در هر دو حالت به صورت واضح بر روی شبکیه تشکیل می‌شود. این فرایندها **تطابق** نام دارند (شکل ۶).

نکته پالشی: از آنجا که برای دیدن اجسام دور ماهیچه‌های مژگانی در حال استراحت و برای دیدن اجسام نزدیک در حال فعالیت هستند، می‌توان گفت، تطابق فقط برای دیدن واضح اشیاء نزدیک انجام می‌شود نه مشاهده اجسام دور!



شکل ۶ ـ تطابق برای دیدن اجسام الف) نزدیک ب) دور

فعالیت ۲ با استفاده از شکل ۶، تغییرات چشم هنگام تطابق برای دیدن جسم دور و نزدیک را مقایسه کنید.

هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های جسم مژگانی و شل شدن تارهای آویزی، عدسی چشم همگراتر یا به عبارتی ضخیم‌تر می‌شود. وقتی به اشیای دور نگاه می‌کنیم با استراحت این ماهیچه‌ها و کشیده شدن تارهای آویزی، عدسی چشم واگراتر یا به عبارتی نازک‌تر می‌شود.

t.me/MrKonkori

بیماری‌های چشم

برای دیدن درست اجسام، (۱) قرنیه، (۲) عدسی و (۳) کره چشم باید شکل ویژه‌ای داشته باشند، تا پرتوهای نور به طور دقیق روی شبکیه متمرکز شوند.

نزدیک‌بینی و دوربینی

+ در افراد نزدیک‌بین، کره چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور اجسام دور، در جلوی شبکیه متمرکز می‌شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح نمی‌بیند.

+ در فرد دوربین، کره چشم از اندازه طبیعی کوچک‌تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیه متمرکز می‌شوند و فرد این اجسام را واضح نمی‌بیند.

شکل ۷ ـ اصلاح نزدیک‌بینی و دوربینی

۱) نزدیک‌بینی

+ دلایل وقوع: بزرگ بودن کره چشم، افزایش همگرایی یا تقدب قرنیه، افزایش همگرایی یا تقدب عدسی

+ وضعیت تمرکز پرتوها: برای دیدن اجسام نزدیک مشکلی وجود ندارد اما پرتوهای نوری اجسام دور در جلوی شبکیه متمرکز می‌شوند.

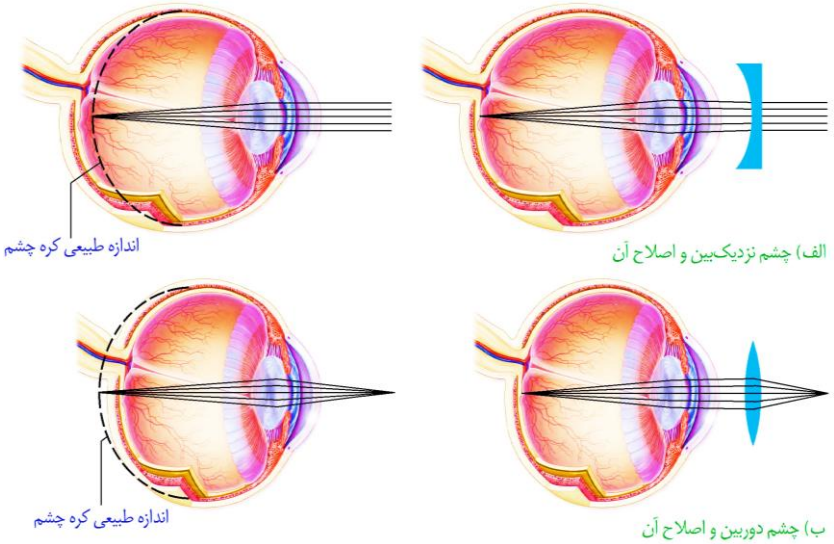
+ درمان نزدیک‌بینی: استفاده از عینک‌های دارای عدسی مقعر یا کاو یا واگرا تا پرتوهای نوری دیرتر به هم برسند.

۲) دوربینی

+ دلایل وقوع: کوچک بودن کره چشم، کاهش همگرایی یا تقدب قرنیه، کاهش همگرایی یا تقدب عدسی

+ وضعیت تمرکز پرتوها: برای دیدن اجسام دور مشکلی وجود ندارد اما پرتوهای نوری اجسام دور در پشت شبکیه متمرکز می‌شوند.

+ درمان نزدیک‌بینی: استفاده از عینک‌های دارای عدسی محدب یا کوژ یا همگرا تا پرتوهای نوری زودتر به هم برسند.



فعالیت ۳

ـ با استفاده از شکل ۷ بگویید نزدیک‌بینی و دوربینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می‌شوند؟

+ نزدیک‌بینی: از عینک‌های با عدسی واگرا یا مقعر یا کاو

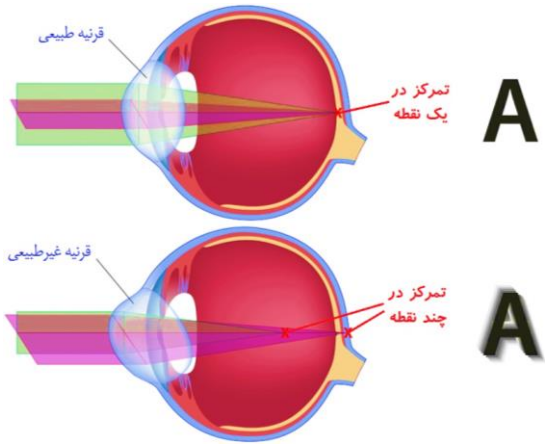
+ دوربینی: از عینک‌های با عدسی همگرا یا محدب یا کوژ

ـ در برخی افراد، علت نزدیک‌بینی و دوربینی، تغییر همگرایی عدسی چشم است. با استفاده از آنچه آموختید، بگویید تغییر همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک‌بینی و دوربینی می‌شود؟

+ هرگاه همگرایی یا تقدب قرنیه یا عدسی یا هر دو افزایش یابد پرتوهای نوری اجسام دور در جلوی شبکیه متمرکز شده و نزدیک‌بینی اتفاق می‌افتد.

+ هرگاه همگرایی یا تقدب قرنیه یا عدسی یا هر دو کاهش یابد هم پرتوهای نوری اجسام نزدیک در پشت شبکیه متمرکز شده و دوربینی اتفاق می‌افتد.

آستیگماتیسم: اگر سطح عدسی یا سطح قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور که از اجسام نزدیک یا دور می‌آیند، به طور نامنظم به هم می‌رسند و روی یک نقطه شبکیه متمرکز نمی‌شوند. در نتیجه تصویر واضحی تشکیل نمی‌شود. در این حالت، چشم دچار آستیگماتیسم است (شکل ۸). برای اصلاح دید این فرد از عینکی استفاده می‌کنند که عدسی آن عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران می‌کند.



شکل ۸ ـ مقایسهٔ تشکیل تصویر در الف) چشم طبیعی ب) چشم آستیگمات و تصویری که هر کدام می‌بینند.

۱) پرتوهای از پرتوهای منعکس شده از اجسام نزدیک و دور در جلو یا پشت عدسی متمرکز می‌شوند.

۲) دلایل ایجاد بیماری: یک یا دو اشکال به صورت زیر رخ داده است:

+ سطح عدسی کاملاً کروی و صاف نیست.

+ سطح قرنیه کاملاً کروی و صاف نیست.

۳) این افراد آستیگمات، هم برای دیدن اجسام نزدیک و هم برای دیدن اجسام دور مشکل دارند.

۴) درمان آستیگماتیسم: برای درمان این بیماری می‌بایست پرتوهای نوری با هم به شبکیه برسند.

+ باید از عینکی استفاده کرد تا عدسی آن عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران کند.

t.me/MrKonkori

پیرچشمی: با افزایش سن، انعطاف‌پذیری عدسی چشم کاهش پیدا می‌کند و تطابق دشوار می‌شود. این حالت را پیرچشمی می‌گویند که به کمک عینک‌های ویژه اصلاح می‌شود.

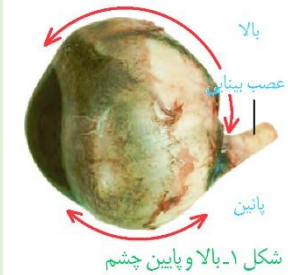
نکته مهم: از آنجا که عمل تطابق فقط برای دیدن اجسام نزدیک و به وسیله ماهیچه‌های مژگانی انجام می‌شود، بنابراین پیرچشمی نوعی دوربینی است که در آن به دلیل کاهش انعطاف‌پذیری عدسی، چشم فرد برای دیدن اجسام نزدیک دچار مشکل می‌شود!

فعالیت ۴ تشریح چشم

مواد و وسایل لازم: چشم سالم گاو به همراه ماهیچه‌های آن، وسایل تشریح، دستکش برای هر گروه. برای آماده کردن چشم از دبیر خود راهنمایی بخواهید.

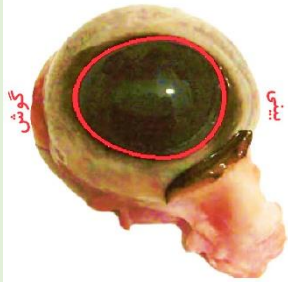
۱ـ بررسی ویژگی‌های ظاهری چشم

بالا و پایین چشم: برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصلهٔ عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی از کره چشم که در آن فاصلهٔ عصب تا روی قرنیه بیشتر است، سطح بالایی چشم و سطح دیگر، سطح پایینی آن است (شکل ۱).



شکل ۱ـ بالا و پایین چشم

چپ یا راست بودن چشم: برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم‌مرغ دیده می‌شود و بخش پهن‌تر آن به سمت بینی و بخش باریک‌تر 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 می‌شود.



شکل ۲ـ چشم راست

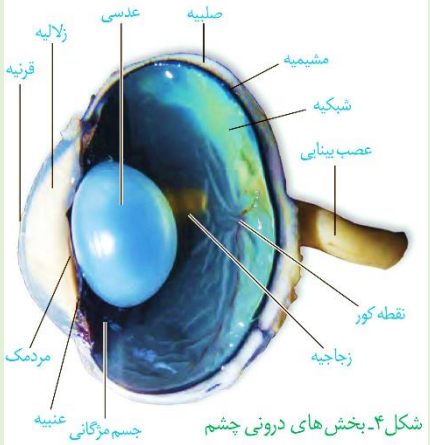
در ادامه، بافت‌های چربی بین ماهیچه‌ها و کرهٔ چشم را جدا و ماهیچه‌های آن را مشاهده کنید. برای مشاهدهٔ دقیق ماهیچه‌ها از مولاژ چشم استفاده کنید. شش ماهیچه اسکلتی شامل چهار ماهیچه راست و دو ماهیچه مورب

۲ـ تشریح

ماهیچه‌ها را با قیچی از کرهٔ چشم جدا کنید. چشم را روی ظرف تشریح قرار دهید و با چاقوی جراحی، صلبیه را در فاصلهٔ یک سانتی‌متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دورتادور قرنیه را در این فاصله برش دهید. دقت کنید قیچی را خیلی درون کرهٔ چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند (شکل ۳). پس از برش می‌توانید سه لایهٔ چشم و بخش‌های تشکیل دهندهٔ آنها و نقطهٔ کور را ببینید. لایهٔ شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود.


شکل ۳ـ کرهٔ چشم برش‌خورده

به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید. عدسی در سمت عقب یعنی رو به زجاجیه تحدب بیشتری دارد! در کنار عدسی، جسم مژگانی، و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده‌اند، دیده می‌شوند. عدسی را به آرامی خارج کنید. مایع زلالیه و زجاجیهٔ ژله‌ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های دیگر چشم مانند عنبیه، مشیمیه و حتی شبکیه در آن رها شده‌اند.



شکل ۴ـ بخش‌های درونی چشم

نکته چالشی: تارهای آویزی: که از بافت پیوندی رشته‌ای تشکیل شده‌اند و جزء جسم مژگانی محسوب نمی‌شوند! این تارها از یک طرف به جسم مژگانی و از طرف دیگر به لبه عدسی متصل هستند.

جسم مژگانی به شکل حلقه‌ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک‌تر از دو لایه دیگر یعنی مشیمیه و صلبیه است و شامل ماهیچه‌های صاف حلقوی (تنگ‌کنندهٔ مردمک تحت تأثیر اعصاب پاراسمپاتیک) و شعاعی (گشادکنندهٔ مردمک تحت تأثیر اعصاب سمپاتیک) است. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می‌شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می‌شود.

نکته جالب: در انسان دایره‌ای ولی در گاو کشیده و افقی است!

پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده‌های خود، به این پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) ویژگی‌های هریک از سه لایهٔ چشم و بخش‌های تشکیل دهندهٔ آنها را بیان کنید. صلبیه به رنگ سفید، محکم و در تماس با چربی اطراف چشم و ماهیچه‌های حرکت دهنده چشم، مشیمیه به رنگ سیاه و شبکیه بسیار نازک و شفاف است.

ب) زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید. زجاجیه حالت ژله‌ای و زلالیه حالت مایع دارد.

از فعالیت خود گزارش تهیه کنید و به معلم ارائه دهید.

نکاتی در مورد ماهیچه‌ها و حفاظت از چشم

۱) ماهیچه‌های متصل به چشم: به کره هر چشم شش ماهیچه اسکلتی متصل است.

+ این ماهیچه‌ها مخطط و ارادی بوده و به وسیله اعصاب پیکری باعث حرکت چشم در جهات مختلف می‌شوند.

t.me/MrKonkori

۲) حفاظت از چشم: به وسیله موارد زیر انجام می‌شود.

+ پلک‌ها: از سطح بیرونی دارای پوست و از سطح درونی دارای لایه مخاطی است.

x بنابراین در هر دو سطح از بافت پوششی سنگفرشی چندلایه تشکیل شده‌اند.

+ مژه‌ها: موهای زبر و ضخیمی که به منتهی‌الیه پلک‌ها متصل هستند.

+ بافت چربی: این بافت روی کره چشم به عنوان ضربه‌گیر عمل می‌کند.

x بر اساس فعالیت تشریح! بافت چربی مابین ماهیچه‌ها و کره چشم وجود دارد!

+ اشک: دارای آنزیم لیزوزیم و نمک است. هر دو ماده در از بین بردن میکروب‌ها نقش دارند.

نکاتی در مورد ساختار کره چشم: دارای سه لایه به شرح زیر است.

۱) لایه خارجی: از نوعی بافت پیوندی دو قسمتی به نام صلبیه و قرنیه تشکیل شده است.

+ صلبیه: پرده‌ای سفید رنگ و محکم و بسیار بزرگ‌تر از قرنیه، واقع شده در عقب

+ قرنیه: پرده‌ای شفاف، بسیار کوچک‌تر از صلبیه، واقع شده در جلو

x به هنگام بسته شدن چشم، قرنیه به وسیله پلک‌ها پوشیده می‌شود!

۲) لایه میانی: این لایه سه قسمت دارد: مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه

+ مشیمیه: نازک‌ترین لایه چشم که دارای رنگدانه سیاه ملانین و مویرگ‌های خونی فراوان است.

x رنگدانه سیاه ملانین: بخش‌های مختلف چشم شامل عنبیه، مشیمیه و بیرونی‌ترین لایه شبکیه دارای ملانین هستند.

ـ این ماده نور را جذب نموده و درون کره چشم را به یک «اتاق تاریک» تبدیل نموده تا پرتوهای نوری در آن دچار پراکندگی نشوند!

x مویرگ‌های خونی فراوان: تغذیه و اکسیژن‌رسانی به شبکیه را برعهده دارند.

ـ انشعاباتی رگ‌ها در درون شبکیه و لایه‌لای نورون‌های شبکیه وجود دارد.

+ جسم مژگانی: حلقه‌ای بین مشیمیه و عنبیه است. جسم مژگانی دارای ماهیچه‌های مژگانی و زواید مژگانی است.

x ماهیچه‌های مژگانی: شامل ماهیچه‌های صاف حلقوی هستند.

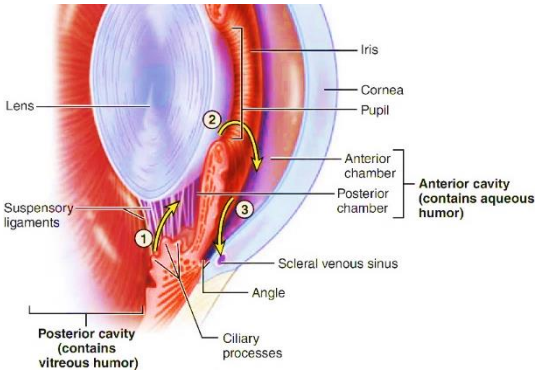
ـ کار آنها انجام عمل تطابق برای دیدن واضح اجسام نزدیک است.

❁ تطابق: تغییر همگرایی عدسی چشم، می‌تواند سبب شود تصویر اجسام دور و نزدیک به طور واضح روی شبکیه تشکیل شود.

❁ تطابق فقط برای مشاهده اجسام نزدیک رخ می‌دهد. به عبارت دیگر در این پدیده، همگرایی یا تحدب عدسی بیشتر می‌شود!

❁ دیدن اشیای نزدیک: انقباض ماهیچه‌های مژگانی، شل شدن تارهای آویزی، افزایش همگرایی یا ضخیم شدن عدسی

❁ دیدن اشیای دور: استراحت ماهیچه‌های مژگانی، کشیده شدن تارهای آویزی، کاهش همگرایی یا نازک‌تر شدن عدسی



x زواید مژگانی: مویرگ‌های موجود در آنها زلالیه را ترشح می‌کنند. زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را به قرنیه و عدسی می‌رساند.

+ عنبیه: بخش رنگی چشم در عقب قرنیه و شامل دو گروه از ماهیچه‌های صاف است.

x گروه اول با آرایش شعاعی

x گروه دوم با آرایش حلقوی

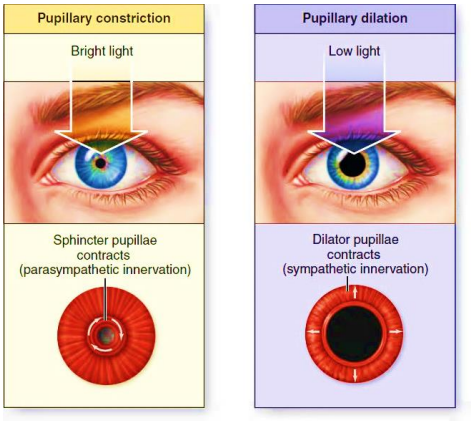
ـ در وسط آن، سوراخ مردمک قرار دارد.

❁ مردمک یک سوراخ در وسط عنبیه بوده و وجود خارجی ندارد!

❁ مردمک به وسیله مایع زلالیه پر شده است.

❁ مردمک در انسان دایره‌ای ولی در گاو کشیده است!

❁ دو گروه ماهیچه صاف عنبیه، قطر مردمک را تغییر می‌دهند:



❁ در نور زیاد: تحت فرمان حرکتی پاراسمپاتیک که از مغز می‌آیند به وسیله ماهیچه‌های صاف با آرایش حلقوی، مردمک تنگ می‌شود.

t.me/MrKonkori

❁ در نور کم: تحت فرمان حرکتی سمپاتیک که از مغز می‌آیند به وسیله ماهیچه‌های صاف با آرایش شعاعی، مردمک گشاد می‌شود.

۳) **لایه داخلی**: داخلی‌ترین لایه چشم شبکیه است که گیرنده‌های نوری، یعنی مخروط‌ها و استوانه‌ها و نیز لکه زرد در آن قرار دارند.

+ گیرنده‌های نوری: دو نوع سلول تمایز یافته عصبی هستند، که در انتهای دندریت آنها! ماده حساس به نور وجود دارد.

x سلول‌های استوانه‌ای در نور کم و سلول‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند.

x حساسیت استوانه‌ها از مخروط‌ها بیشتر است و با انرژی کمتری تحریک می‌شوند.

x طول استوانه‌ها از مخروط‌ها بلندتر بوده و مقدار ماده حساس به نور هم در آنها بیشتر از مخروط‌ها است.

x گیرنده‌های مخروطی، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند.

+ لکه زرد: بخشی از شبکیه را که در امتداد محور نوری کره چشم قرار دارد، لکه زرد نامیده می‌شود.

x به دلیل کوتاه‌تر بودن مخروط‌ها، لکه زرد نازک‌تر از سایر بخش‌های شبکیه است.

x این بخش در دقت و تیزبینی اهمیت دارد، زیرا گیرنده‌های مخروطی در آن نسبت به گیرنده‌های استوانه‌ای فراوان‌تر هستند.

x بر اساس شکل کتاب! در همه قسمت‌های شبکیه به جز لکه زرد، تعداد استوانه‌ها از مخروط‌ها بسیار بیشتر است.

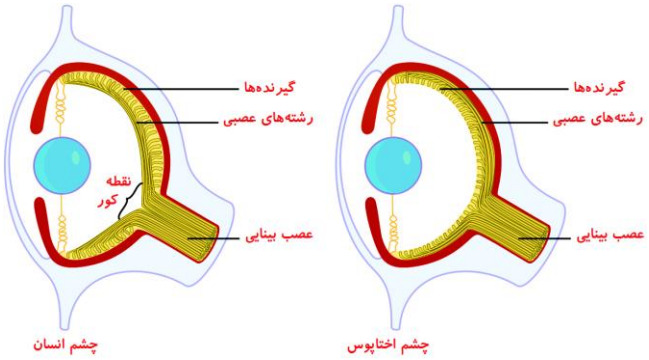
نکاتی در مورد نقطه کور

۱) تعریف: محل خروج عصب بینایی از شبکیه، نقطه کور نام دارد. در این محل گیرنده‌های نوری وجود ندارند. ضخامت آن از سایر بخش‌های شبکیه کمتر است.

۲) فرگشت: به خاطر خویشاوندی، همه مهره‌داران از جمله انسان دارای نقطه کور هستند، در حالی‌که بی‌مهرگانی مانند اختاپوس این گونه نیستند!

+ در چشم همه مهره‌داران جهت قرارگیری گیرنده‌های نور بر روی شبکیه به صورت وارونه یا معکوس بوده و وجود نقطه کور اجتناب‌ناپذیر است.

+ لازم به ذکر است در بی‌مهرگان پیشرفته مانند اختاپوس به علت معماری درست گیرنده‌های نوری، نقطه کور وجود ندارد!



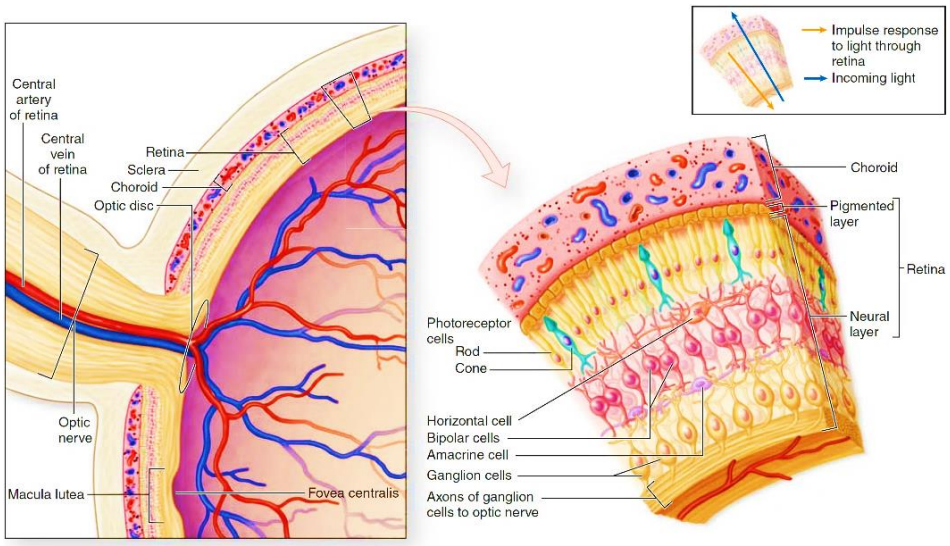
نکاتی در مورد تولید پیام عصبی

۱) با برخورد نور به شبکیه، به دلیل معماری وارونه چشم انسان! نور ابتدا پس از گذشتن از چند ردیف سلول عصبی می‌گذرد.

۲) سپس به گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای رسیده و ماده حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود.

۳) در نهایت! واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پتانسیل عمل توسط گیرنده‌های نوری یا تولید پیام عصبی منجر می‌شود.

۴) نکته پالشی: به دلیل معماری وارونه چشم انسان! مسیر حرکت پرتوهای نور و مسیر هدایت و انتقال پیام عصبی عکس یکدیگر هستند.



نکاتی در مورد عصب بینایی

۱) ساختار: آکسون نورون‌های خروجی از چشم، عصب بینایی که نوعی عصب حسی به شمار می‌رود را تشکیل می‌دهند.

۲) مقصد: این عصب پس از گذشتن از کیاسمای بینایی، پیام‌های بینایی را از هر کدام از چشم‌ها به لوب پس‌سری قشر مخ در مغز می‌برد.

t.me/MrKonkori

۳) رگ‌های خونی: دو رگ خونی شامل یک سرخرگ و یک سیاهرگ نیز که در درون عصب بینایی واقع شده‌اند.

+ این رگ‌ها در مجاورت شبکیه و زجاجیه منشعب شده و کار خون‌رسانی به کره چشم را بر عهده دارند.

۴) اعصاب حرکتی: اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک وارد کره چشم شده و به ترتیب ماهیچه‌های صاف حلقوی و شعاعی عنبیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

+ فرآیند تطابق توسط پیام‌های حرکتی مغز اتفاق می‌افتد، بنابراین به جزء عصب بینایی که حسی است اعصاب حرکتی نیز به چشم وارد می‌شوند!

نکاتی در مورد زلالیه و زجاجیه

۱) زلالیه: مایعی شفاف به نام زلالیه فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ‌های جسم مژگانی ترشح می‌شود.

+ زلالیه همانند مایع بین سلولی از پلاسمای خون منشاء می‌گیرد!

+ زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه که فاقد رگ خونی هستند، فراهم می‌کند.

x به عبارت دیگر عدسی و قرنیه مواد غذایی و اکسیژن را از مستقیماً از خون نمی‌گیرند.

+ زلالیه مواد دفعی و کربن دی‌اکسید را از آنها جمع‌آوری می‌کند از طریق خون دفع می‌کند.

x همچنین مواد دفعی و کربن دی‌اکسید را هم مستقیماً به خون وارد نمی‌کنند!

+ زلالیه با عدسی، قرنیه، ماهیچه‌های مژگانی، تارهای آویزی و زجاجیه در ارتباط است.

۲) زجاجیه: ماده‌ای ژله‌ای، شفاف و در تماس با شبکیه و در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می‌کند.

+ زجاجیه با عدسی، شبکیه، ماهیچه‌های مژگانی، تارهای آویزی و زلالیه در ارتباط است.

نکات دیگر

۱) نکته مهم: تارهای آویزی که عدسی را در جای خود نگه می‌دارند، جزء جسم مژگانی محسوب نمی‌شوند.

۲) عدسی چشم که جزء هیچ‌کدام از لایه‌های سه‌گانه کره چشم محسوب نمی‌شود!

+ همگرا، کوژ یا محدب، انعطاف‌پذیر و با رشته‌هایی به نام تارهای آویزی به جسم مژگانی متصل است.

+ انعطاف‌پذیری عدسی چشم سبب می‌شود، برای دیدن واضح اجسام دور و نزدیک همگرایی یا تحدب آن تغییر کند.

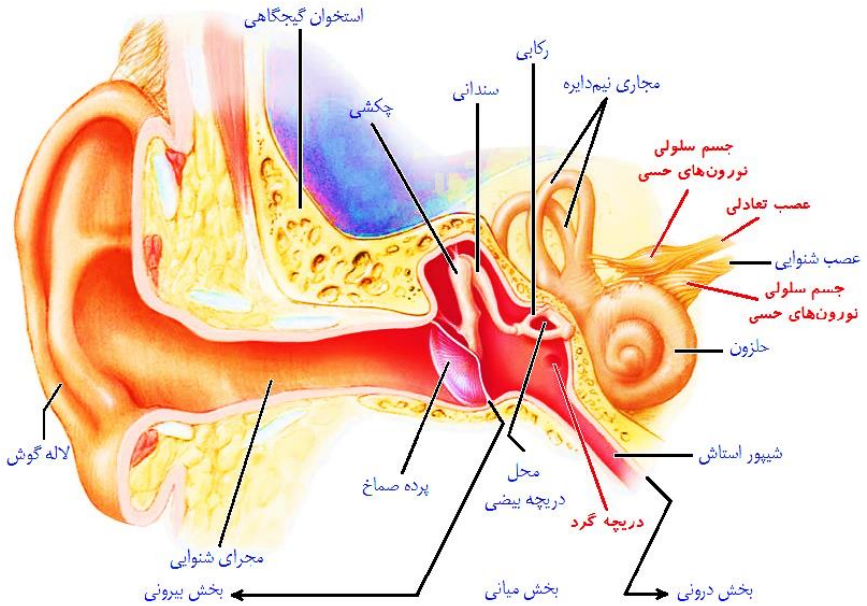
شنوایی و تعادل

گیرنده‌های مکانیکی درون گوش در شنیدن و حفظ تعادل بدن نقش دارند.

این گیرنده‌ها در کدام بخش‌های گوش قرار گرفته‌اند؟ این گیرنده‌ها در اصل سلول‌های پوششی مژک‌داری هستند که به ترتیب در درون حلزون و مجاری نیم‌دایره گوش درونی قرار دارند.

نکته چالشی: در بدن انسان گیرنده صوتی نداریم!

همان طور که آموخته‌اید، گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است (شکل ۹).



شکل ۹ـ بخش‌های تشکیل دهندهٔ گوش

فعالیت ۵

با استفاده از شکل ۹ و مولاژ گوش به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- بین بخش بیرونی و میانی گوش کدام ساختار قرار دارد؟ پرده صماخ
- استخوان‌های کوچک در کدام بخش گوش قرار دارند؟ گوش میانی
- حلزون گوش در کدام بخش آن قرار دارد؟ گوش درونی

t.me/MrKonkori

ساختار گوش: گوش دارای سه بخش است که عبارتند از: بخش بیرونی، بخش میانی، بخش درونی

+ **بخش بیرونی:** لاله گوش و مجرای آن بخش بیرونی گوش را تشکیل می‌دهند. لاله گوش امواج صوتی را جمع‌آوری و مجرای شنوایی، آنها را به بخش میانی منتقل می‌کند. موهای کرک مانند درون مجرا و موادی عمدتاً از جنس لیپید که غده‌های عرقی تغییر شکل یافته درون مجرا ترشح می‌کنند، در برابر ورود آب، حشرات، باکتری‌ها و قارچ‌ها نقش حفاظتی دارند. لاله گوش و بیشتر طول مجرای شنوایی به ویژه در سمت بالا! از جنس غضروف بوده ولی انتهای مجرا و همه بخش‌های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می‌کند.

پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. به عبارت دیگر جزء هیچ‌کدام از آنها نیست!

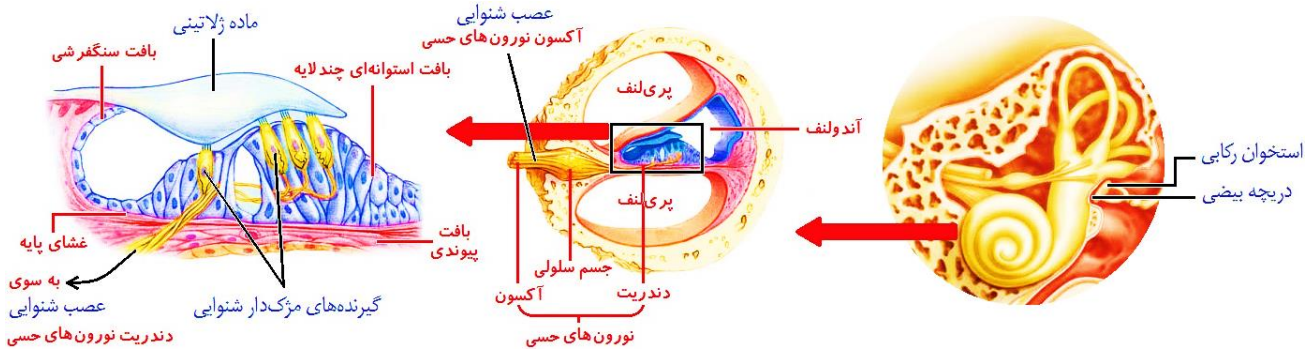
+ **بخش میانی:** گوش میانی محفظه استخوانی پر از هواست. درون گوش میانی و پشت پرده صماخ سه استخوان کوچک **چکشی**، **سندانی** و **رکابی**، به ترتیب قرار دارند و با دو مفصل متحرک به هم مفصل شده‌اند.

همان طور که در شکل ۹ می‌بینید، بخشی به نام **شیپور استاش**، حلق را به گوش میانی مرتبط می‌کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود، تا فشار آن در دو طرف پرده صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد.

+ **بخش درونی:** گوش درونی از دو بخش **حلزونی** و **دهلیزی** تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

تبدیل صدا به پیام عصبی: امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به پرده صماخ برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش در می‌آورند. دسته استخوان چکشی روی پرده صماخ چسبیده و با ارتعاش آن می‌لرزد و استخوان‌های سندانی و رکابی را نیز به ارتعاش در می‌آورد. کف استخوان رکابی طوری روی دریچه‌ای به نام **دریچه بیضی** قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می‌لرزاند. این دریچه پرده‌ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را بافت استخوان دربرگرفته و درون آن را مایعی به نام پری‌لنف پر کرده است. لرزش دریچه بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش در می‌آورد. حرکت این مایع باعث وارد آمدن فشار به مایع دیگری به نام آندولنف که در تماس با نوعی پوشش ژلاتینی است، می‌شود.

همان طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، در بخش حلزونی یاخته‌های مکانیکی مژک‌داری قرار دارند که مژک‌هایشان فقط در بخش انتهایی خود! با پوششی ژلاتینی تماس دارند. این یاخته‌ها، گیرنده‌های مکانیکی‌اند که با لرزش مایع درون بخش حلزونی یا آندولنف، و تحت فشار پوشش ژلاتینی، مژک‌های آنها خم می‌شود. در نتیجه کانال‌های یونی غشای آنها باز و پس از ورود یون‌ها به درون آنها این یاخته‌ها تحریک یا به عبارتی دچار پتانسیل عمل می‌شوند. گیرنده‌ها با نورون‌های حسی سیناپس تشکیل داده، در نتیجه بخش شنوایی عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به لوب گیجگاهی قشر مخ واقع در مغز می‌برد (شکل ۱۰). عصب گوش یک بخش دیگر نیز دارد که بخش تعادلی آن را تشکیل می‌دهد و به مخچه می‌رود.



شکل ۱۰ـ یاخته‌های مژک‌دار حلزون گوش

فعالیت ۶

دربارهٔ نقش حفاظتی موها و مواد ترشحی در مجرای شنوایی گوش اطلاعات جمع‌آوری و به کلاس ارائه کنید.

موها: موهای درون مجرا مانع از ورود گرد و غبار، حشرات و جانوران ریز به درون گوش می‌شوند.

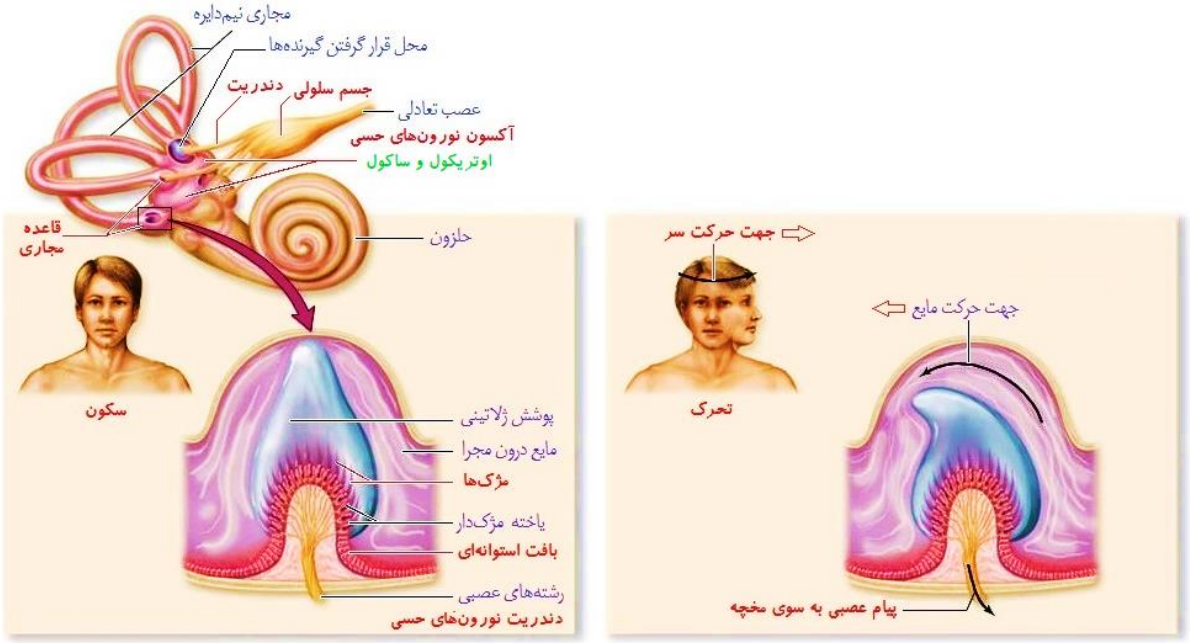
مواد ترشحی: جنس مواد موجود در مجرای شنوایی عمدتاً از چند نوع لیپید مختلف است که با هم ماده قهوه‌ای رنگی به نام «سرومن» را می‌سازند. این مواد مانع از ورود آب و میکروب‌ها به درون گوش می‌شوند. اسیدهای چرب موجود در آن با اسیدی نمودن مجرای گوش مانع از رشد میکروب‌ها می‌شوند.

حفظ تعادل

در بخش دهلیزی گوش داخلی سه **مجرای نیم‌دایره‌ای** شکل عمود بر هم (در سه جهت فضا) با پنج پایه! وجود دارد که یاخته‌های مکانیکی مژک‌دار حس تعادل درون قاعده آنها قرار گرفته‌اند. حرکت سر، این یاخته‌ها را تحریک می‌کند. شکل ۱۱ یاخته‌های گیرنده تعادل در یک مجرای نیم‌دایره را نشان می‌دهد. درون مجاری نیم‌دایره از مایعی پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده نیز به طور کامل یعنی در تمام طول خود! در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. با

t.me/MrKonkori

چرخش سر، مایع درون مجرا یا آندولنف به حرکت در می‌آید و ماده ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. مژک‌های یاخته‌های گیرنده، خم و پس از باز شدن کانال‌های یونی این گیرنده‌ها تحریک یا به عبارتی دچار پتانسیل عمل می‌شوند. آسه یاخته‌های عصبی حسی که شاخه دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می‌دهند، پیام را به مغز و به ویژه مخچه می‌برند و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از گیرنده‌های دیگر مانند گیرنده‌های وضعیت از حواس پیکری و نیز از چشم‌ها که از حواس ویژه هستند، نیز پیام دریافت می‌کند.



شکل ۱۱ـ چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره

نکاتی در مورد ساختار گوش: گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است.

۱) گوش بیرونی: لاله گوش و مجرای آن بخش بیرونی گوش را تشکیل می‌دهند.

+ لاله گوش

x ساختار: از جنس غضروف و به وسیله پوست پوشیده شده است.

x وظیفه: امواج صوتی را جمع‌آوری و به مجرای شنوایی وارد می‌کند.

+ مجرای شنوایی

x ساختار: در بخش بیرونی غضروفی و در داخل به ویژه در سمت بالا استخوانی می‌شود.

ـ بیشتر طول مجرای شنوایی به ویژه در سمت بالا! از جنس غضروف است.

ـ انتهای مجرای شنوایی قسمتی از استخوان گیجگاهی تشکیل شده است.

x وظیفه: مجرای شنوایی امواج صوتی را به بخش میانی منتقل می‌کند.

x حفاظت: توسط موهای کرک مانند و موادی عمدتاً از جنس لیپید انجام می‌شود که غدد عرقی تغییر شکل یافته درون مجرا ترشح می‌کنند.

ـ این ساختارها جزء اولین سد دفاعی بدن محسوب شده و در برابر ورود آب، حشرات، باکتری‌ها و قارچ‌ها نقش حفاظتی دارند.

۲) گوش میانی: حاوی سه تکه استخوان واقع در یک محفظه استخوانی پر از هوا است.

+ استخوان‌ها

x موقعیت استخوان‌ها: درون گوش میانی و پشت پرده صماخ سه استخوان کوچک قرار دارند.

x آرایش استخوان‌ها: در این محفظه، به ترتیب استخوان‌های چکشی، سندانی و رکابی، قرار دارند که با دو مفصل متحرک به هم وصل شده‌اند.

x وظیفه استخوان‌ها: این استخوان‌ها در شنیدن دقیق مؤثر هستند! به عبارت دیگر بدون وجود آنها هم تا حدودی می‌شنویم!

+ محفظه پر از هوا

x بخشی به نام شیپور استاش، در هر گوش، حلق را به گوش میانی مرتبط می‌کند.

ـ نکته اول: شیپور استاش جزء گوش میانی محسوب نمی‌شود!

ـ نکته دوم: در اطراف شیپور استاش، استخوان وجود دارد.

t.me/MrKonkori

ـ نکته سوم: می‌توان گفت حلق به صورت یک شش‌راه است نه چهارراه!

x هوا از راه این شیپورها به گوش میانی منتقل می‌شود، تا فشار آن در دو طرف پرده صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد.

x به هنگام سرماخوردگی یا مسافرت طولانی ممکن است شیپور استاش مسدود شده و فرد دچار گرفتگی گوش شود!

۳) گوش درونی: از دو بخش حلزونی و دهلیزی تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

+ حس شنوایی

x در بخش حلزونی گوش داخلی گیرنده‌های مکانیکی وجود دارند که باعث ایجاد حس شنیدن می‌شوند.

ـ این گیرنده‌ها در واقع از سلول‌های پوششی استوانه‌ای مژک‌دار تشکیل شده‌اند.

x مراحل شنوایی به صورت زیر است:

ـ امواج صوتی به وسیله لاله گوش جمع‌آوری شده و از مجرای شنوایی عبور می‌کنند.

ـ این امواج به پرده صماخ برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش در می‌آورند.

ـ دسته استخوان چکشی روی پرده صماخ چسبیده و با ارتعاش آن می‌لرزد.

ـ استخوان‌های سندانی و رکابی نیز به ارتعاش در می‌آیند.

ـ کف استخوان رکابی طوری روی دریچه بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را نیز به لرزه در می‌آورد.

❁ دریچه بیضی در واقع پرده‌ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد.

ـ لرزش دریچه بیضی، مایعات درون حلزون را به لرزش در می‌آورد.

ـ بخش حلزونی را بافت استخوان در برگرفته و درون آن را مایعی به نام پری‌لنف پر کرده است.

ـ حرکت پری‌لنف باعث وارد آمدن فشار به مایع دیگری به نام آندولنف که در تماس با نوعی پوشش ژلاتینی است، می‌شود.

ـ در بخش حلزونی گوش، گیرنده‌های مکانیکی مژک‌دار یا شنوایی سلول‌های پوششی استوانه‌ای هستند، تحریک می‌شوند.

❁ مژک‌های این گیرنده‌ها فقط در بخش انتهایی خود! با پوششی ژلاتینی تماس دارند.

ـ با لرزش مایع درون بخش حلزونی یا آندولنف، و تحت فشار پوشش ژلاتینی، مژک‌های گیرنده‌ها خم می‌شود.

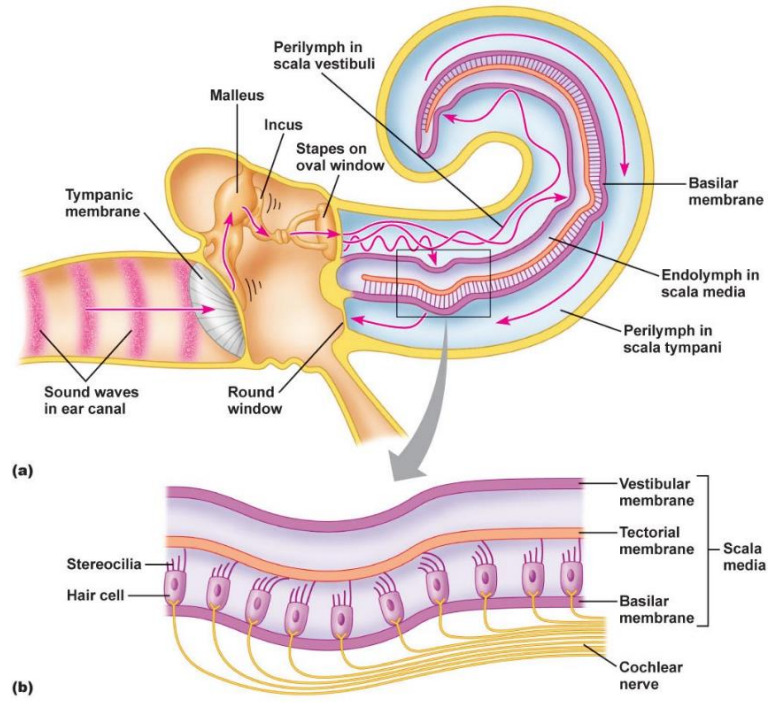
ـ کانال‌های یونی غشای گیرنده‌ها باز شده و پس از ورود یون‌ها به درون آنها، تحریک و یا به عبارتی دچار پتانسیل عمل می‌شوند.

ـ گیرنده‌ها با دندریت نورون‌های حسی سیناپس تشکیل می‌دهند.

ـ جسم سلولی نورون‌های حسی در اطراف محور حلزون به صورت گره‌هایی! قرار دارد.

ـ آکسون‌های خارج شده از این گره‌ها شاخه حلزونی یا شنوایی عصب گوش را تشکیل داده است.

ـ پیام عصبی ایجاد شده ابتدا به تالاموس‌ها و سپس به مغز میانی و لوب گیجگاهی واقع در قشر مخ ارسال می‌شود.



t.me/MrKonkori

+ حفظ تعادل

x در بخش دهلیزی گوش داخلی سه مجرای نیم‌دایره‌ای شکل عمود بر هم یا در سه جهت فضا با پنج پایه! وجود دارد.

ـ در قاعده مجاری نیم‌دایره‌ای گیرنده‌های مکانیکی تعادلی وجود دارند که باعث ایجاد حس شنیدن می‌شوند.

❁ این گیرنده‌ها در واقع از سلول‌های پوششی استوانه‌ای مژک‌دار تشکیل شده‌اند.

x مراحل ایجاد تعادل به صورت زیر است:

ـ حرکت سر، بر عکس حرکت ماده ژلاتینی بوده و سلول‌های مکانیکی مژک‌دار حس تعادل را تحریک می‌کند.

❁ درون مجاری نیم‌دایره از مایعی به نام آندولنف پر شده و در قاعده آنها گیرنده‌های تعادلی وجود دارند.

❁ گیرنده‌های تعادلی دارای مژک‌های غیر هم‌اندازه! هستند و به طور کامل یعنی در تمام طول خود! درون ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند.

ـ با چرخش سر، مایع درون مجاری به به صورت بر عکس به حرکت در آمده و ماده ژلاتینی را در همان جهت حرکت مایع خم می‌کند.

❁ لازم به ذکر است حرکت‌های سر و بدن به وسیله مراکز دیگری از بخش دهلیزی مانند اوتریکول و ساکول هم تشخیص داده می‌شوند!

ـ مژک‌های سلول‌های گیرنده، خم شده و پس از باز شدن کانال‌های یونی این گیرنده‌ها تحریک یا به عبارتی دچار پتانسیل عمل می‌شوند.

ـ گیرنده‌ها با دندریت نورون‌های حسی سیناپس تشکیل می‌دهد.

ـ جسم سلولی نورون‌های حسی در خارج از مجاری نیم‌دایره به صورت یک گره بزرگ! قرار دارد.

ـ آکسون‌های خارج شده از این گره که شاخه دهلیزی یا تعادلی عصب گوش را تشکیل می‌دهد.

ـ پیام عصبی ایجاد شده ابتدا به تالاموس‌ها و سپس به مغز و به ویژه مخچه می‌برند و به این ترتیب مغز از موقعیت فقط! سر آگاه می‌شود.

ـ نکات دیگری در مورد تعادل

❁ برای حفظ تعادل، مغز از گیرنده‌های دیگری هم پیام دریافت می‌کند.

✿ گیرنده‌های حس وضعیت واقع در ماهیچه‌های اسکلتی، مفاصل و کپسول مفصلی که از حواس پیکری محسوب می‌شوند.

✿ گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای موجود در چشم‌ها که از حواس ویژه محسوب می‌شوند.

نکاتی در مورد عصب گوش

۱) عصب گوش دو بخش دارد که در مسیر خود، یک بار با هم ادغام شده و عصب گوش را تشکیل داده و در نهایت، دوباره از هم تفکیک می‌شوند.

+ بخش شنوایی یا حلزونی که از گیرنده‌های شنوایی پیام حسی دریافت می‌کند.

+ بخش تعادلی یا دهلیزی که از گیرنده‌های تعادلی پیام حسی دریافت می‌کند.

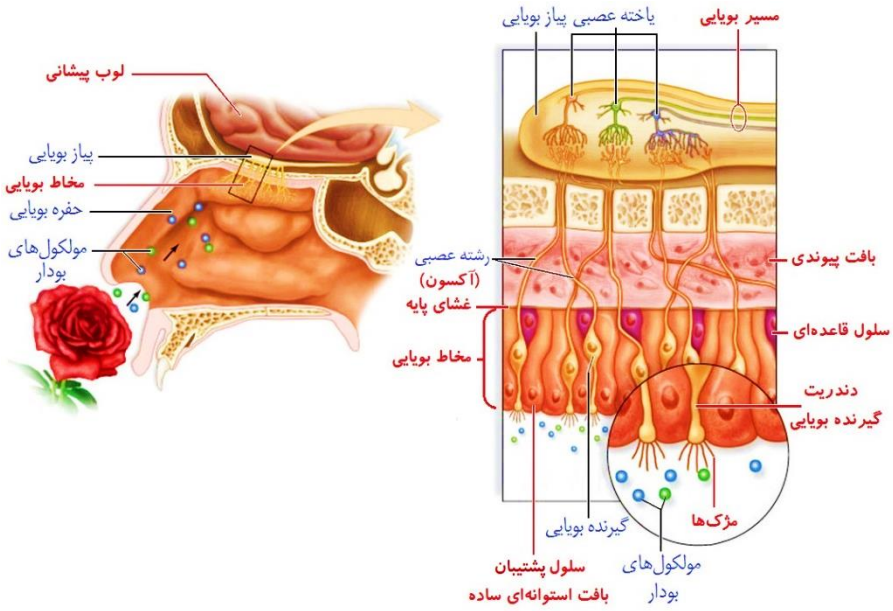
۲) پس از ورود به مغز دوباره دو بخش این عصب تفکیک شده و هر بخش وارد بخش خاص از مغز می‌شود.

+ بخش شنوایی یا حلزونی در نهایت به لوب گیجگاهی واقع در قشر مخ می‌رود.

+ بخش تعادلی یا دهلیزی نیز به مخچه و لوب آهیانه واقع در قشر مخ می‌رود.

بویایی

گیرنده‌های بویایی سلول‌های عصبی ویژه‌ای هستند که در سقف حفره بینی قرار دارند. مولکول‌های بودار هوای تنفسی این یاخته‌ها را تحریک و پس از تغییر پتانسیل الکتریکی در غشای آنها، پتانسیل عمل تولید می‌کنند. آکسون این یاخته‌ها پیام‌های بویایی را به نورون‌های حسی متفاوت! موجود در لوب‌های (پیازهای) بویایی مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می‌برند. پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ گیرنده‌های بویایی

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد حس بویایی

۱) گیرنده‌های بویایی در واقع سلول‌های عصبی ویژه‌ای هستند که در لابه‌لای سلول‌های پوششی استوانه‌ای یک لایه و در سقف حفره بینی قرار دارند.

۲) بر اساس کتاب سال اول! بیشتر سلول‌های استوانه‌ای مخاط بینی هم مژک‌دار هستند، هر چند در شکل ۱۲ کتاب یازدهم بدون مژک ترسیم شده‌اند!

۳) گیرنده‌های بویایی دارای یک دندریت قطور هستند که این دندریت در انتها منشعب و دارای تعدادی مژک! است.

۴) فقط مژک‌های سلول‌های گیرنده، از سقف حفره بینی به صورت آویزان و غوطه‌ور در درون ماده مخاطی مترشحه از سلول‌های مخاط بینی قرار دارند.

۵) مژک‌های سلول‌های گیرنده با مولکول‌های فرار یا بودار حل شده در ماده مخاطی! در تماس مستقیم هستند.

۶) مولکول‌های فرار یا بودار هوای تنفسی، گیرنده‌ها را تحریک نموده و پس از تغییر پتانسیل الکتریکی در غشای آنها، پتانسیل عمل تولید می‌کنند.

۷) آکسون این سلول‌ها پیام‌های بویایی را به نورون‌های حسی متفاوت! موجود در پیازهای بویایی مغز می‌برند. چیزی به نام عصب بویایی وجود ندارد!

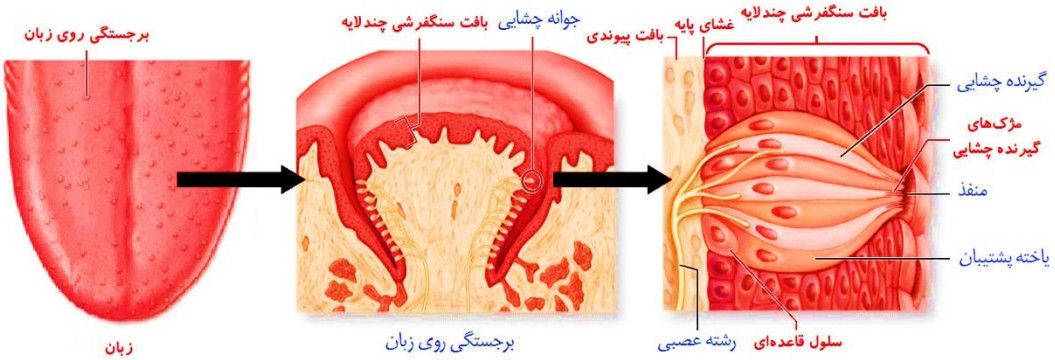
۸) پیام‌های بویایی سرانجام به منطقه‌ای از لوب‌های پیشانی و گیجگاهی مغز در مجاورت شیارهای جانبی واقع در قشر مخ ارسال می‌شوند.

چشایی

در تمام بخش‌های حفره دهان و روی ابعاد جانبی برجستگی‌های زبان **جوانه‌های چشایی** وجود دارد و درون این جوانه‌ها **گیرنده‌های چشایی** قرار گرفته‌اند. ذره‌های غذا ابتدا در آب موجود در بزاق حل می‌شوند و سپس با باز نمودن کانال‌های دریچه‌دار و ورود یون‌ها و تغییر پتانسیل الکتریکی یاخته‌های گیرنده چشایی را تحریک می‌کنند (شکل ۱۳).

انسان پنج مزه اصلی شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و مزه اومامی را احساس می‌کند. **اومامی**، کلمه‌ای ژاپنی به معنای لذیذ است که برای توصیف یک مزه مطلوب که با چهار مزه دیگر تفاوت دارد، به کار می‌رود. اومامی مزه غالب غذاهایی است که آمینواسید گلوتامات دارند، مانند عصاره گوشت.

حس بویایی در درک درست مزه غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرماخورده و دچار گرفتگی بینی شده‌ایم، مزه غذاها را به درستی تشخیص نمی‌دهیم.



شکل ۱۳ـ گیرنده‌های چشایی زبان

نکاتی در مورد حس چشایی

۱) در تمام بخش‌های حفره دهان و روی ابعاد جانبی برجستگی‌های زبان تعداد زیادی جوانه‌های چشایی وجود دارد.

۲) در درون جوانه‌های چشایی واقع در حفره دهان و روی برجستگی‌های زبان، تعداد زیادی گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند.

+ گیرنده‌های چشایی در واقع گیرنده‌های شیمیایی با منشاء پوششی بوده و در انتهای خود نیز دارای تعدادی مژک هستند.

x هر گیرنده چشایی با یک یا چند رشته عصبی سیناپس تشکیل می‌دهد!

۳) هر جوانه چشایی از تعدادی گیرنده چشایی مژک‌دار با منشاء پوششی، به همراه تعداد بیشتری سلول پشتیبان و قاعده‌ای تشکیل شده است.

+ نکته مهم: در هر جوانه هر پنج نوع گیرنده مربوط به پنج مزه اصلی یعنی شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و اومامی وجود دارند!

x هر چند تعداد آنها در جوانه‌های بخش‌های مختلف زبان و دهان متفاوت است.

۴) ذره‌های غذا ابتدا در بزاق حل شده و با باز نمودن کانال‌های دریچه‌دار و ورود یون‌ها و تغییر پتانسیل الکتریکی سلول‌های گیرنده چشایی را تحریک می‌کنند.

۵) پیام عصبی ایجاد شده به وسیله رشته‌های عصبی سرانجام به منطقه‌ای از لوب پیشانی در مجاورت شیارهای جانبی واقع در قشر مخ ارسال می‌شود.

۶) بر اساس شکل کتاب! هر جوانه چشایی یا به عبارت دیگر چند سلول گیرنده با یک نورون حسی در ارتباط هستند.

۷) هر گیرنده چشایی با یک یا چند انشعاب از یک رشته عصبی سیناپس تشکیل می‌دهد.

+ این انشعابات در بافت پیوندی زیرین به هم ملحق شده و یک رشته عصبی قطورتر به وجود می‌آورند.

۸) سلول‌های پشتیبان و قاعده‌ای موجود در جوانه‌ها نه تحریک می‌شوند و نه در تشکیل سیناپس شرکت می‌کنند!

۹) انسان پنج مزه اصلی شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و مزه اومامی را احساس می‌کند.

t.me/MrKonkori

+ اومامی مزه غالب غذاهایی مانند عصاره گوشت است که آمینواسید گلوتامات دارند.

+ نکته جالب توجه این‌که چیزی به نام مزه تندی که در فلفل حس می‌شود، وجود خارجی ندارد.

x ماده‌ای به نام کپسیسین که در فلفل، ریشه زنجبیل، ترب وحشی و ... وجود دارد باعث پیدایش این حس می‌شود.

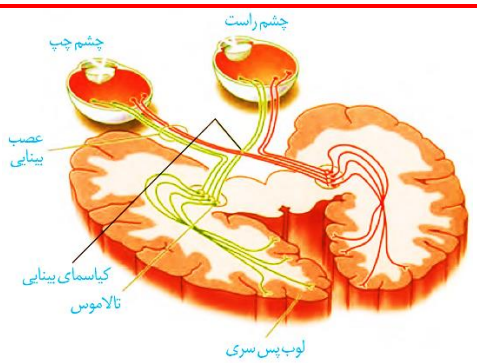
ـ تحت تأثیر این ماده، گیرنده‌های دما و درد که روی سطح زبان و مخاط دهان وجود دارند تحریک شده و فرد احساس سوختگی یا درد می‌کند.

۱۰) حس بویایی در درک درست مزه غذا تأثیر دارد، مثلاً هنگام سرماخوردگی، مزه غذاها را به درستی تشخیص داده نمی‌شود.

پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن ماهیت پیام عصبی (به صورت الکتریکی) که از گیرنده‌های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسند، مغز چگونه آنها را به شکل‌های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می‌کند؟ پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده‌های حسی ارسال می‌کنند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند.

شکل ۱۴ مسیر ارسال پیام‌های بینایی را نشان می‌دهد. **چلیپای (کیاسمای) بینایی** که در فعالیت تشریح مغز آن را مشاهده کردید، محلی است که بخشی از آسه‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکره مخ مقابل می‌روند. پیام‌های بینایی سرانجام به **لوب‌های پس‌سری** قشر مخ وارد و در آنجا پردازش می‌شوند. پیام‌های بینایی پس از عبور از کیاسمای بینایی و قبل از رسیدن به قشر مخ از بخش‌های دیگری از مغز مانند تالاموس‌ها می‌گذرند.



شکل ۱۴ـ مسیر پیام‌های بینایی

*** طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.**

نکاتی در مورد پردازش اطلاعات حسی

۱) پیام‌های عصبی ارسال شده از همه گیرنده‌ها به طرف مغز و نخاع همواره ماهیت یکسان داشته و به صورت الکتریکی است.

۲) پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده‌های حسی ارسال می‌کنند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند.

+ مثال: پیام‌های بینایی پس از عبور از کیاسمای بینایی و قبل از رسیدن به قشر مخ از بخش‌های دیگری از مغز مانند تالاموس‌ها می‌گذرند.

x کیاسمای بینایی محلی است که بخشی از آکسون‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکره مخ مقابل می‌روند.

ـ به عبارت دیگر از هر چشم دو دسته آکسون خارج می‌شود که هر دسته به یک نیمکره مغز وارد می‌شوند.

❁ پیام‌های خارج شده از بخش درونی یا نزدیک به بینی هر چشم به نیمکره مخالف ارسال می‌شوند!

❁ پیام‌های خارج شده از بخش بیرونی یا نزدیک به گوش هر چشم به نیمکره موافق ارسال می‌شوند!

۳) پردازش اطلاعات حسی در بخش‌های مختلف مغز و یا نخاع انجام می‌شود.

+ **پیام‌های بینایی**: پیام‌های عصبی ایجاد شده در مخروط‌ها و استوانه‌ها، عصب بینایی را تشکیل می‌دهند.

x این پیام‌ها پس از عبور از کیاسمای بینایی به مغز میانی و سپس به تالاموس‌ها و در نهایت به لوب پس‌سری قشر مخ و حتی منچه! ارسال می‌شوند.

ـ علاوه بر لوب‌های پس‌سری، بخش‌های دیگری از مغز مانند تالاموس‌ها، منچه و مغز میانی هم در پردازش اطلاعات بینایی نقش دارند!

+ **پیام‌های شنوایی**: پیام‌های عصبی ایجاد شده در گیرنده‌های مژک‌دار بخش حلزونی گوش، شاخه حلزونی یا شنوایی عصب گوش را تشکیل می‌دهند.

x این پیام‌ها ابتدا به مغز میانی و سپس به تالاموس‌ها و در نهایت به لوب گیجگاهی واقع در قشر مخ ارسال می‌شوند.

+ **پیام‌های تعادلی**: پیام‌های عصبی ایجاد شده در گیرنده‌های مژک‌دار بخش دهلیزی گوش، شاخه دهلیزی یا تعادلی عصب گوش را تشکیل می‌دهند.

x آکسون‌های خارج شده از گره عصبی مجاری نیم‌دایره، پیام را از یک طرف به منچه و از طرف دیگر پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب‌های آهیانه می‌برد.

ـ به این ترتیب مغز از موقعیت سر آگاه می‌شود.

x برای حفظ تعادل، از گیرنده‌های حس وضعیت که از حواس پیکری محسوب می‌شوند و نیز از چشم‌ها که از حواس ویژه هستند، نیز پیام دریافت می‌شود.

+ **پیام‌های بویایی**: پیام عصبی ایجاد شده در گیرنده‌های مژک‌دار سقف بینی، بدون عبور از تالاموس‌ها! وارد مغز می‌شوند.

x این پیام‌ها ابتدا به پیاز بویایی و سپس به لوب پیشانی و لوب گیجگاهی در مجاورت شیارهای جانبی واقع در قشر مخ ارسال می‌شوند.

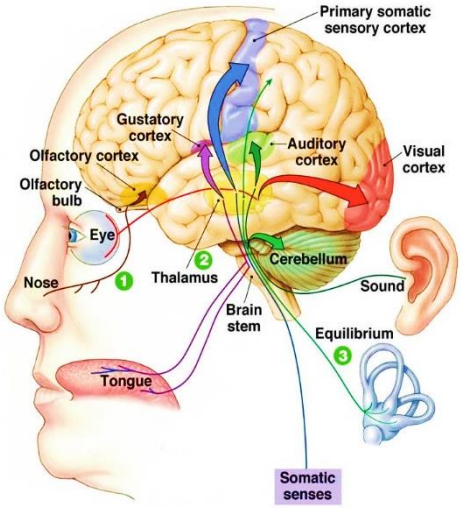
+ **پیام‌های چشایی**: پیام عصبی ایجاد شده در گیرنده‌های مژک‌دار واقع در جوانه‌های چشایی وارد مغز می‌شوند.

x این پیام‌ها پس از عبور از تالاموس‌ها به لوب پیشانی در مجاورت شیارهای جانبی واقع در قشر مخ ارسال می‌کند.

t.me/MrKonkori

+ **پیام‌های حواس پیکری**: این پیام‌ها ابتدا به تالاموس‌ها و سپس به لوب آهیانه ارسال می‌شوند.

x همچنین از حواس پیکری، پیام‌هایی به سوی نخاع می‌رود!



جمع‌بندی انواع گیرنده‌ها از نظر محرک: گیرنده‌های حسی در انسان را بر اساس نوع محرک می‌توان در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد:

۱) **گیرنده‌های مکانیکی**: برخی از آن‌ها جزء حواس پیکری و برخی جزء حواس ویژه هستند.

+ **حواس پیکری**

x گیرنده‌های تماسی: این گیرنده‌ها به تماس، فشار و ارتعاش حساس بوده و در پوست و بافت‌های دیگر قرار دارند.

x گیرنده‌های حس وضعیت: این گیرنده‌ها در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول‌های مفصلی وجود دارند.

ـ با ارسال پیام‌هایی به مخچه باعث انقباض نوبتی و خفیف ماهیچه‌های اسکلتی تنه و پاها و در نتیجه ایجاد تونوس ماهیچه‌ای و تعادل می‌شوند.

+ **حواس ویژه**

x گیرنده‌های شنوایی: این گیرنده‌ها در حلزون گوش درونی واقع شده‌اند.

ـ پس از به جریان درآمدن مایع آندولنف و حرکت بخش ژله‌ای اطراف خود و حرکت مژک‌ها پیام عصبی تولید شده به لوب گیجگاهی مخ می‌رود.

x گیرنده‌های تعادلی: این گیرنده‌ها در مجاری نیم‌دایره گوش درونی واقع شده‌اند.

ـ پس از به جریان درآمدن مایع آندولنف و حرکت بخش ژله‌ای اطراف خود و حرکت مژک‌ها پیام عصبی تولید شده در آن‌ها به مخچه می‌رود.

+ **حواس متفرقه** (نه ویژه ـ نه پیکری!)

x گیرنده‌های کششی: این گیرنده‌های مکانیکی در ماهیچه‌های صاف دیواره مثانه واقع شده‌اند و به کشش حساس هستند.

ـ با ارسال پیام‌های حسی به سمت نخاع باعث به راه افتادن «سازوکار» تخلیه مثانه می‌شوند.

x گیرنده‌های فشار خون: این گیرنده‌هادر دیواره سرخرگ‌های گردش عمومی وجود دارند.

x در جانوران: در خط جانبی ماهی و روی پاهای جلویی جیرجیرک! نیز گیرنده‌های مکانیکی یافت می‌شود.

۲) **گیرنده‌های شیمیایی**: هیچ‌گاه در گروه حواس پیکری قرار نمی‌گیرند! اما عده‌ای از آن‌ها جزء حواس ویژه محسوب می‌شوند.

+ **حواس ویژه**

x گیرنده‌های بویایی: این گیرنده‌ها در سقف حفره بینی واقع شده و پیام خود را به پیازهای بویایی و از آنجا به قشر مخ می‌فرستند.

x گیرنده‌های چشایی: این گیرنده‌ها در جوانه‌های سطح زبان و نیز در جوانه‌های مخاط دهان یافت شده و پیام‌های خود را به قشر مخ ارسال می‌کنند.

+ **حواس متفرقه** (نه ویژه ـ نه پیکری!)

x گیرنده‌های فشار اسمزی: این گیرنده‌ها در هیپوتالاموس قرار داشته و پس از تحریک مرکز تشنگی، باعث افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها می‌شوند.

x گیرنده‌های شیمیایی: این گیرنده‌ها در بخش‌های مختلفی از بدن قرار دارند.

ـ گیرنده‌های افزایش CO_2: که در سرخرگ‌های گردن و آئورت و نیز در بصل‌النخاع واقع شده و باعث تشدید تنفس و تنظیم فشار خون می‌شوند.

ـ گیرنده‌های کاهش O_2: که در سرخرگ‌های گردن و آئورت واقع شده و باعث تشدید تنفس و تنظیم فشار خون می‌شوند.

ـ گیرنده‌های افزایش H^+: که در دیواره سرخرگ‌ها واقع شده و باعث تنظیم فشار خون می‌شوند.

x در جانوران: در موهای حسی پای مگس و در زبان مار! نیز گیرنده‌های شیمیایی وجود دارد.

۳) **گیرنده‌های دمایی**: همگی در گروه حواس پیکری قرار می‌گیرند! و هیچ‌گاه جزء حواس ویژه محسوب نمی‌شوند.

t.me/MrKonkori

+ حواس پیکری

+ گیرنده‌های بیرونی: گیرنده‌های سرما و گیرنده‌های گرما که دو نوع بوده! و در پوست وجود دارند.

+ گیرنده‌های درونی: گیرنده‌های مربوط به تغییرات دمای درونی بدن که در دیواره برخی از سیاهرگ‌های بزرگ واقع شده‌اند.

۴) گیرنده‌های نوری: همگی در گروه حواس ویژه قرار می‌گیرند! و هیچ‌گاه جزء حواس پیکری محسوب نمی‌شوند.

+ حواس ویژه

x گیرنده‌های نوری: این گیرنده‌ها به دو صورت مخروط و استوانه در شبکیه چشم قرار دارند.

x در جانوران: در برخی از جانوران هم گیرنده‌های حساس به نور وجود دارند:

ـ چشم مرکب برخی حشرات مانند زنبور! حساس به پرتوهای فرابنفش

ـ در سوراخ‌های جلوی چشم مار زنگی! حساس به پرتوهای فروسرخ

۵) گیرنده‌های درد: همگی در گروه حواس پیکری قرار می‌گیرند! و هیچ‌گاه جزء حواس ویژه محسوب نمی‌شوند.

+ حواس پیکری

x گیرنده‌های درد: این گیرنده‌ها در پوست و نیز در دیواره سرخرگ‌های بیشتر بافت‌ها و اندام‌ها قرار دارند.

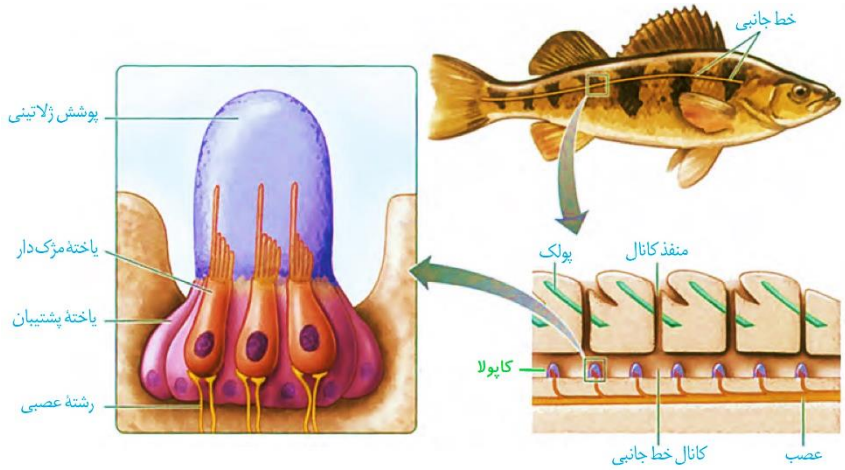
ـ نکته جالب این که این گیرنده‌ها به محرک‌های مکانیکی، دمایی و شیمیایی حساس هستند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۳ گیرنده‌های حسی جانوران

گیرنده‌های حسی انسان می‌توانند محرک‌های گوناگون محیط را دریافت کنند. اما محرک‌هایی مانند پرتوهای فرابنفش، پرتوهای فروسرخ و امواج الکترومغناطیس نیز وجود دارد که انسان به کمک دستگاه‌های ویژه‌ای می‌تواند آنها را دریافت کند؛ در حالی که برخی جانوران گیرنده‌های دریافت کننده آنها را دارند. در ادامه به برخی گیرنده‌های حسی در جانوران می‌پردازیم.

۱) گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی در همه ماهی‌ها: در دو سوی بدن همه! ماهی‌ها ساختاری به نام **خط جانبی** وجود دارد. این ساختار، کانالی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، گیرنده‌های مکانیکی به صورت یاخته‌های مژک‌داری در سه ردیف قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. مژک‌های این یاخته‌ها به طور کامل در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. جریان آب در کانال، ماده ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. حرکت ماده ژلاتینی، یاخته‌های گیرنده را با تغییر بار الکتریکی و ایجاد پتانسیل عمل، تحریک می‌کند و به این ترتیب پس از ارسال پیام حسی به سمت جلو و به دستگاه عصبی مرکزی، ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام معمولاً نارسانا! و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) که رسانا هستند! در پیرامون خود آگاه می‌شود (شکل ۱۵).



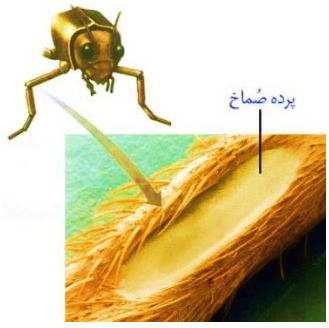
شکل ۱۵ ـ ساختار خط جانبی در ماهی

۲) گیرنده‌های شیمیایی در پاهای جلویی برخی از حشرات مانند مگس: در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در درون موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶ ـ گیرندهٔ شیمیایی در مگس

۳) گیرنده مکانیکی صدا در پا در برخی از حشرات مانند جیرجیرک: روی انتهای بالایی بند دوم! هر یک از فقط! پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که بخش فرورفته و بیضوی شکلی به نام پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت و چسبیده به پرده صماخ قرار دارند، تحریک و پس از تغییر بار الکتریکی و ایجاد پتانسیل عمل و ارسال پیام‌های حسی به سمت یک گره عصبی موجود در بخش جلویی بدن!، جانور صدا را دریافت می‌کند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ـ پردهٔ صماخ در جیرجیرک

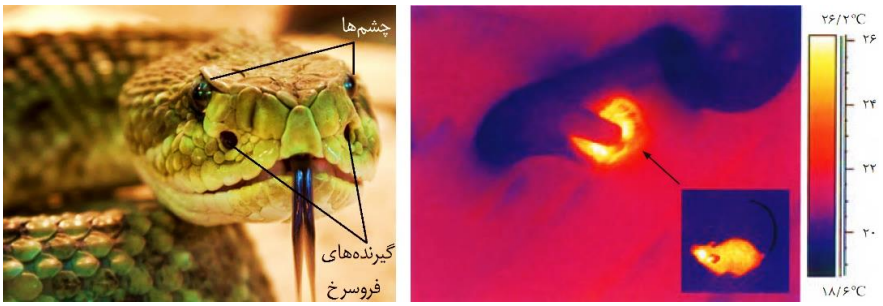
۴) گیرنده‌های نوری چشم مرکب در همه حشرات: چشم مرکب که در همه حشرات دیده می‌شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی یا پازل‌مانند ایجاد می‌کند (شکل ۱۸). گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، علاوه بر پرتوهای نور مرئی، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

t.me/MrKonkori



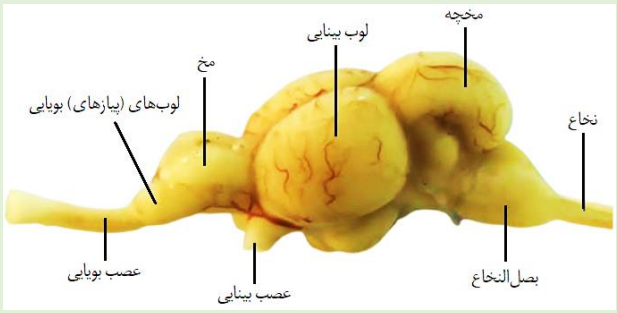
شکل ۱۸ـ الف) چشم مرکب حشرات و ب) تصویر موزاییکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می‌بیند.

۵) گیرنده نوری فروسرخ در مار زنگی: برخی مارها مانند مار زنگی می‌توانند پرتوهای فروسرخ را به وسیله اندام‌های ویژه‌ای که در سر جانور وجود دارند تشخیص دهند. همان طور که در شکل ۱۹ می‌بینید، در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار و جانداران دیگر را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.



شکل ۱۹ـ الف) محل گیرندهٔ فروسرخ در مار زنگی ب) تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است.

فعالیت ۸



۱ـ طرح زیر مغز ماهی را نشان می‌دهد. لوب‌های (پیازهای) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است. این مطلب چه واقعیتی را دربارهٔ حس بویایی ماهی نشان می‌دهد؟ حس بویایی در ماهی نسبت به انسان قوی‌تر است.

۲ـ ساختار و عملکرد چشم مرکب و چشم انسان را مقایسه کنید. چشم انسان یک عدسی و یک قرنیه دارد، اما چشم مرکب حشره تعداد فراوانی عدسی و قرنیه دارد و ...

۳ـ خط جانبی در ماهی‌ها با کدام ساختارها در انسان شباهت دارد؟ گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره گوش درونی

نکاتی در مورد گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی در همه ماهی‌ها

۱) در دو طرف بدن همه ماهی‌ها ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد.

۲) این ساختار، کانالی در زیر پوست جانور است که از راه منافذ یا سوراخ‌هایی به بیرون ارتباط دارد.

۳) سوراخ‌های مرتبط با این کانال، پولک‌های سطح پوست جانور را هم سوراخ می‌کنند!

۴) بر اساس کتاب، این کانال در سر و باله دمی جانور وجود ندارد! هر چند در اغلب ماهی‌ها در بخش سر هم انشعاباتی از آن وجود دارند.

۵) درون کانال، گیرنده‌های مکانیکی به صورت سلول‌های مژک‌داری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس هستند.

۶) مژک‌های این سلول‌ها همانند مژک‌های گیرنده‌های تعادلی گوش انسان غیر هم‌اندازه بوده و به طور کامل در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند.

۷) لازم به ذکر است در کنار این گیرنده‌ها، تعداد بیشتری سلول‌های پشتیبان هم وجود دارد.

۸) هم گیرنده‌ها و هم سلول‌های پشتیبان در تماس مستقیم با ماده ژلاتینی هستند.

۹) فقط گیرنده‌ها با رشته‌های عصبی نورون‌های حسی در تماس بوده و با آنها سیناپس تشکیل می‌دهند.

۱۰) طبق شکل کتاب! هر گیرنده با دو رشته عصبی سیناپس می‌دهد.

۱۱) هم‌چنین دندریت نورون‌های حسی در محل سیناپس دارای بخش پهن شده و متورم است.

۱۲) جریان آب در کانال، ماده ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد.

۱۳) حرکت ماده ژلاتینی، با تغییر بار الکتریکی و ایجاد پتانسیل عمل، سلول‌های گیرنده را تحریک می‌کند.

t.me/MrKonkori

۱۴) پس از ارسال پیام حسی به مغز، ماهی از وجود اجسام معمولاً نارسانا! و شکار و شکارچی که رسانا هستند! در پیرامون خود آگاه می‌شود.

۱۵) می‌توان گفت گیرنده‌های ارتعاش که از نوع گیرنده‌های مکانیکی یا تماسی هستند، بخشی از حواس پیکری ماهی محسوب می‌شوند.

نکاتی در مورد گیرنده‌های شیمیایی در پا در برخی حشرات مانند مگس

۱) در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در درون موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند.

۲) این گیرنده‌ها در واقع نورون‌های حسی هستند که دندریت آنها در درون موها قرار گرفته است.

۳) به علت توخالی بودن موها و انتهای باز آنها، دندریت‌ها در تماس مستقیم با مواد شیمیایی قرار می‌گیرند.

۴) پس از ایجاد پتانسیل عمل، آکسون‌های گیرنده‌ها پیام‌های حسی را به سمت گره‌های عصبی جانور هدایت و انتقال می‌دهد.

۵) لازم به ذکر است هر گیرنده فقط یک دندریت و یک آکسون دارد.

۶) فقط دندریت گیرنده‌ها در درون موهای حسی قرار گرفته است!

۷) جسم سلولی و آکسون آنها در خارج از موی حسی و در درون پا قرار دارد.

۸) مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند.

۹) می‌توان گفت این نوع گیرنده‌های شیمیایی بخشی از حواس پیکری مگس محسوب می‌شوند.

نکاتی در مورد گیرنده مکانیکی صدا در پا در برخی حشرات مانند جیرجیرک

۱) روی انتهای بالایی بند دوم! هر یک از فقط! پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد.

۲) بخش فرورفته و بیضوی شکلی به نام پرده صماخ روی آن کشیده شده است.

۳) لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی پشت و چسبیده به پرده صماخ را تحریک می‌کند.

۴) بر خلاف پرده صماخ انسان که با استخوان‌های گوش میانی در تماس است، در جیرجیرک این پرده به خود گیرنده‌ها متصل است!

۵) پس از تحریک و ارسال پیام‌های حسی به سمت یک گره عصبی موجود در بخش جلویی بدن!، جانور صدا را دریافت می‌کند.

۶) می‌توان گفت این نوع گیرنده‌های مکانیکی بخشی از حواس ویژه! جیرجیرک محسوب می‌شوند.

نکاتی در مورد گیرنده‌های نوری چشم مرکب در همه حشرات

۱) چشم مرکب در همه حشرات، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است.

۲) هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد.

۳) لازم به ذکر است در هر واحد بینایی علاوه بر موارد بالا تعداد دیگری سلول به ویژه در اطراف گیرنده‌ها و عدسی وجود دارد.

۴) جسم سلولی گیرنده‌های نوری، در درون واحد بینایی و آکسون آنها در پایین آن قرار دارد.

۵) نور توسط هم قرنیه و هم عدسی بر روی گیرنده‌ها متمرکز می‌شود.

۶) بار الکتریکی تغییر یافته و با ایجاد پتانسیل عمل، پیام‌های حسی به سمت مغز جانور رفته و تصویر کلی اجسام تشکیل می‌شود.

۷) هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند.

۸) دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یک‌پارچه و تصویری موزاییکی یا پازل‌مانند ایجاد می‌کند.

۹) گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، علاوه بر پرتوهای نور مرئی، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

۱۰) تشخیص پرتوهای فرابنفش برای زنبورها از اهمیت زیادی برخوردار است.

۱۱) زنبورها به وسیله گیرنده‌های فرابنفش خود گل‌هایی که دارای شهد بیشتری هستند را از سایر گل‌ها تشخیص می‌دهند.

۱۲) این گل‌ها در زیر نور فرابنفش خورشید الگوهای جذابی برای آنها ایجاد می‌کنند و زنبورها را به سمت خود جذب می‌کنند!

۱۳) می‌توان گفت این نوع گیرنده‌های نوری بخشی از حواس ویژه زنبور محسوب می‌شوند.

نکاتی در مورد گیرنده نوری فروسرخ در برخی مارها

۱) برخی از مارها مانند مار زنگی می‌توانند پرتوهای فروسرخ را به وسیله اندام‌های ویژه‌ای که در سر جانور وجود دارند تشخیص دهند.

۲) در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی وجود دارد که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند.

۳) به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تابیده از بدن شکار و جانداران دیگر را دریافت می‌کند.

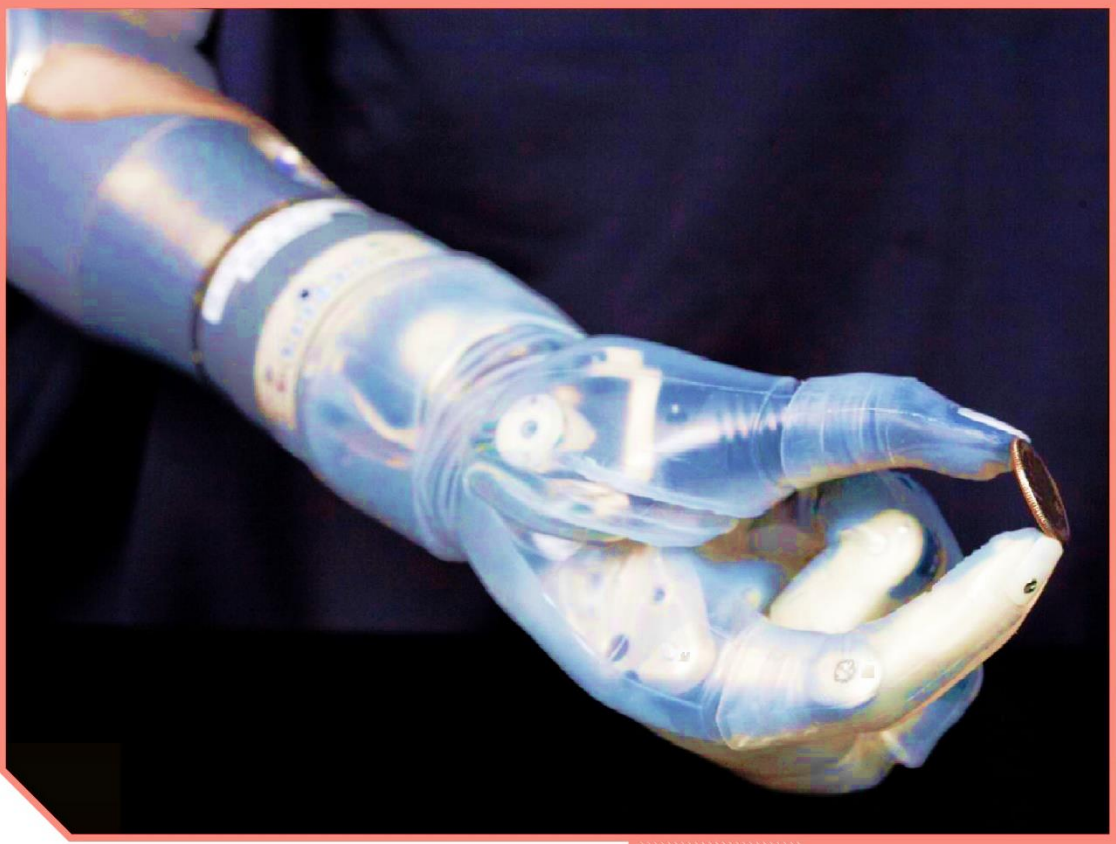
۴) به این ترتیب در مغز جانور تصویری تشکیل شده و محل طعمه را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

۵) لازم به ذکر است جانوران مرده که هم‌دمای محیط هستند به وسیله این گیرنده‌ها تشخیص داده نمی‌شوند.

۶) البته جانور از طریق شیمیایی یعنی حس بویایی خود می‌تواند به طعمه‌های مرده هم دسترسی پیدا کند.

۷) می‌توان گفت این نوع گیرنده‌های نوری! بخشی از حواس ویژه مار محسوب می‌شوند.

t.me/MrKonkori



فصل ۳

دستگاه حرکتی

۱) اندام بالا نوعی اندام مصنوعی است که به اعصاب دست انسان متصل بوده و پیام‌های حرکتی مغز را اجرا می‌کند!

۲) دستگاه حرکتی در انسان شامل دو بخش اصلی است:

+ اسکلت که خود شامل استخوان‌ها، غضروف‌ها و مفاصل و نیز رباط‌ها است و حرکت ماهیچه‌ها باعث به حرکت درآمدن آنها می‌شود.

+ ماهیچه‌ها که باعث به حرکت درآوردن اسکلت و در نتیجه حرکت اعضای بدن انسان می‌شوند.

استفاده ما از دست و پا به قدری است که تصور زندگی بدون آنها برایمان بسیار سخت است. خوشبختانه امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تا حدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیره شوند. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد و الکترونیک، مهندسان را قادر ساخته تا اندام‌های پیچیده را جایگزین بخش‌های آسیب دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی اندام‌های مصنوعی آنقدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه‌ای برای استفاده از این اندام‌ها وضع شده است.

اندام‌های حرکتی از چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟ از استخوان، غضروف، ماهیچه و ...

نحوه عملکرد این بخش‌ها چگونه است؟ ماهیچه با حرکت خود استخوان‌ها را به حرکت در می‌آورد.

چه آسیب‌های احتمالی اندام‌های حرکتی را تهدید می‌کند؟ شکستگی استخوان، در رفتگی و آسیب به مفاصل، روماتیسم مفصلی، نقرس و ...

به چه روش‌هایی می‌توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟ تغذیه مناسب برای جلوگیری از پوکی استخوان و آسیب رسیدن به استخوان‌ها و مفاصل و ...

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ استخوان‌ها و اسکلت

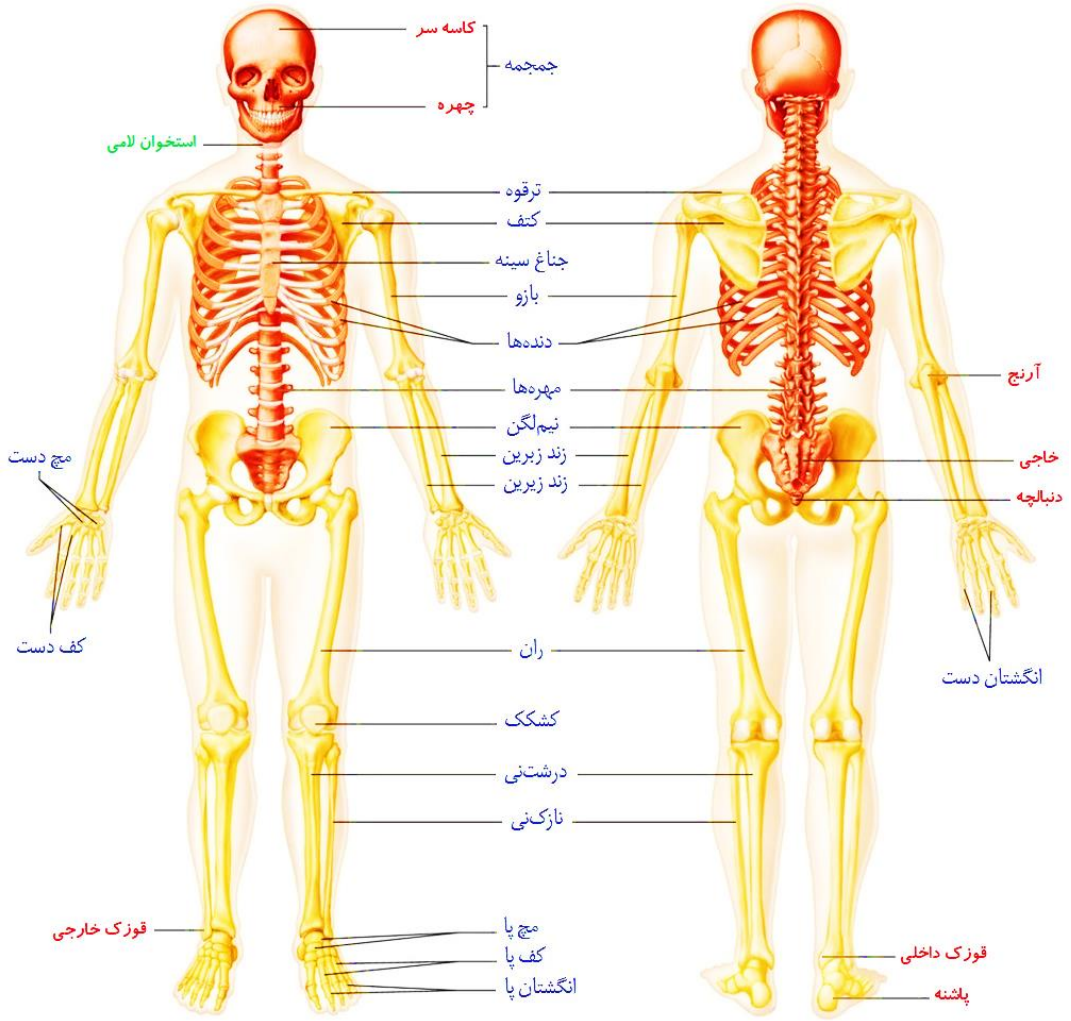
استخوان‌ها (۲۰۶ عدد) بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهند. بخش‌های دیگر اسکلت را غضروف‌ها و مفاصل و نیز رباط‌ها تشکیل می‌دهند!

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، نخاع و قلب حفاظت می‌کند؛ گرچه بخش‌هایی از آن هم در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حتی حرکات بدن نیز نقش دارند.

+ بخش جانبی: استخوان‌های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی‌اند. این استخوان‌ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند.

بخش‌های مختلف اسکلت در شکل ۱ دیده می‌شوند.



شکل ۱ـ اسکلت انسان. بخش محوری و جانبی به ترتیب با رنگ قرمز و زرد نشان داده شده‌اند.

نکاتی در مورد اسکلت

۱) اسکلت انسان از سه جزء تشکیل شده است: ۱) استخوان‌ها ۲) غضروف‌ها و مفاصل ۳) رباط‌ها

۲) اسکلت انسان شامل دو بخش محوری و جانبی است.

+ بخش محوری: که در شکل با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند.

x وظایف: بخش محوری دارای متعدد و به صورت زیر است.

ـ محور بدن را تشکیل می‌دهد.

ـ از ساختارهایی مانند مغز، نخاع و قلب حفاظت می‌کند.

ـ بخش‌هایی از آن هم در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حتی حرکات بدن نیز نقش دارند.

x شامل: بخش محوری از جمجمه، ستون مهره‌ها، جناغ سینه و دنده‌ها تشکیل شده است.

t.me/MrKonkori

ـ جمجمه: شامل کاسه سر، کف جمجمه و استخوان‌های چهره شامل استخوان‌های گونه و فک‌های بالا و پایین است.

❁ کاسه سر: از استخوان‌های پیشانی، آهیانه، گیجگاهی و پس سری تشکیل شده است.

✿ استخوان پرویزنی که آکسون گیرنده‌های بویایی از سوراخ‌های آن می‌گذرند جزء استخوان‌های کاسه سر به حساب می‌آید.

❁ استخوان در برگیرنده غده هیپوفیز نیز یکی از استخوان‌های کف جمجمه است.

❁ کاسه چشم بخشی از استخوان‌های پیشانی، فک بالا و گونه محسوب می‌شود.

❁ فک بالایی که ثابت و فک پائینی که متحرک است هم از استخوان‌های چهره محسوب می‌شوند.

ـ ستون مهره‌ها: دارای ۳۳ مهره است. ۷ مهره گردنی، ۱۲ مهره پشتی، ۵ مهره کمری، ۵ مهره خاجی و ۴ مهره دنبالچه‌ای

❁ در بزرگسالان مهره‌های خاجی و دنبالچه‌ای به هم جوش خورده هستند.

ـ جناغ سینه: که در جلوی قفسه سینه واقع شده است.

❁ دو ترقوه و ده جفت دنده به طور مستقیم یا غیر مستقیم با جناغ سینه مفصل دارند.

❁ جناغ خود از سه تکه استخوان تشکیل شده است.

❁ استخوان‌های جناغ به همراه دنده‌ها قفسه سینه را به وجود می‌آورند.

ـ دنده‌ها: همگی از عقب به ستون مهره‌ها متصل هستند.

❁ تعداد آنها ۱۲ جفت است.

✿ دنده‌های حقیقی: ۷ جفت که هر کدام از آنها با یک غضروف مستقل به جناغ متصل می‌شوند.

✿ دنده‌های کاذب: ۳ جفت که همگی با یک جفت غضروف به غضروف‌های آخرین دنده‌های حقیقی متصل می‌شوند.

✿ دنده‌های آزاد: ۲ جفت که فاقد غضروف بوده و از جلو به استخوان جناغ متصل نمی‌شوند.

+ بخش جانبی: که در شکل با رنگ زرد نمایش داده شده‌اند.

x وظیفه: بخش جانبی دارای یک وظیفه و به صورت زیر است.

ـ نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند.

x شامل: بخش جانبی شامل استخوان‌های مرتبط با اندام‌های بالایی و پائینی یعنی دست و پا است.

ـ استخوان‌های مرتبط با اندام‌های بالایی یا دست عبارتند از:

❁ استخوان‌های کتف، ترقوه، بازو، زند زیرین و زند زبرین، استخوان‌های مچ دست، کف دست و انگشتان دست

✿ استخوان‌های ترقوه از یک طرف با کتف‌ها و از طرف دیگر با جناغ مفصل دارند.

✿ سر بالایی زند زیرین آرنج نامیده می‌شود.

✿ زند زبرین در پائین در مقابل استخوان انگشت بزرگ یا شست دست قرار می‌گیرد.

ـ استخوان‌های مرتبط با اندام‌های پائینی یا پا عبارتند از:

❁ استخوان‌های نیم‌لگن، ران، درشت‌نی، نازک‌نی، مچ پا، کف پا و انگشتان پا

✿ قوزک داخلی پا بخشی از درشت‌نی و قوزک خارجی آن نیز بخشی از نازک‌نی است.

✿ پاشنه یکی از استخوان‌های مچ پا است.

۳) مشاهده استخوان‌ها از نمای جلو و عقب:

+ مشاهده از نمای جلویی: استخوان‌های پیشانی، چهره، استخوان لامی، جناغ و کشکک

+ مشاهده از نمای عقب: استخوان‌های پس‌سری، فک پائینی، مهره‌های دنبالچه‌ای و نیز آرنج و پاشنه

+ مشاهده از هر دو نما: بقیه استخوان‌ها کمابیش از هر دو نما قابل مشاهده هستند!

اعمال استخوان‌ها

استخوان‌ها علاوه بر حفاظت و پشتیبانی اندام‌ها، اعمال دیگری هم انجام می‌دهند؛ مثلاً استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن دقیق مؤثرند. به عبارت دیگر بدون وجود استخوان‌های کوچک گوش هم به صورت غیر دقیق! می‌شنویم. همچنین استخوان‌ها به کمک ماهیچه‌ها موجب حرکت بدن می‌شوند. سایر اعمال استخوان‌ها در جدول ۱ خلاصه شده است.

t.me/MrKonkori

جدول ۱ـ وظایف اسکلت استخوانی در انسان

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	همه استخوان‌ها شکل بدن را مشخص و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا اندام‌ها روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال اغلب ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان‌ها و حرکت آنها می‌شود.
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی شامل ستون مهره‌ها، قفسه سینه و جمجمه بخش‌های حساسی، مانند نخاع، قلب و شش‌ها و مغز را حفاظت می‌کند.
تولید سلول‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها مغز قرمز و سلول بنیادی داشته که گلبول‌های قرمز، سفید و پلاکت‌ها را تولید می‌کنند.
ذخیره مواد معدنی	همه استخوان‌ها محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم هستند.
اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند. + کمک به شنیدن دقیق: استخوان‌های چکشی، سندانی و رکابی + کمک به جویدن غذا: استخوان‌های آرواره یعنی فک بالا و فک پائین با کمک دندان‌ها + کمک به تکلم: استخوان‌های آرواره به همراه پرده‌های صوتی، لب‌ها و دهان شامل زبان و دندان‌ها

انواع استخوان

استخوان‌ها به عنوان اندام‌هایی از دستگاه حرکتی اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های **دراز**ند، در حالی که استخوان‌های مچ از انواع استخوان‌های **کوتاه**اند. استخوان جمجمه از استخوان‌های **پهن** هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های **نامنظم**اند (شکل ۲). استخوان‌های بدن اندازه‌های متفاوتی دارند، از استخوان‌های کوچک گوش میانی یعنی چکشی، سندانی و رکابی تا استخوان بزرگ لگن.



شکل ۲ـ انواع استخوان

جمجمه پهن، مهره‌ها نامنظم، مچ دست کوتاه و استخوان ران دراز. (در تصاویر مقیاس رعایت نشده است).

انواع استخوان از نظر شکل: استخوان‌ها از نظر شکل به پنج گروه تقسیم می‌شوند:

۱) استخوان‌های دراز، مانند: استخوان‌های ران و بازو و نیز زند زیرین و زند زبرین، درشت‌نی و نازک‌نی، استخوان‌های انگشتان، استخوان‌های کف دست و استخوان‌های کف پا.

۲) استخوان‌های کوتاه، مانند: استخوان‌های مچ دست و استخوان‌های مچ پا و نیز پاشنه پا که جز استخوان‌های مچ پا محسوب می‌شود.

۳) استخوان‌های پهن، مانند: استخوان‌های جمجمه (شامل استخوان‌های کاسه سر و استخوان‌های چهره) و نیز دنده‌ها، جناغ سینه، نیم‌لگن و کتف

۴) استخوان‌های نامنظم، مانند: استخوان‌های ستون مهره‌ها شامل مهره‌ها و نیز استخوان خاجی، دنبالچه‌ای و استخوان‌های گوش میانی

۵) استخوان‌های کنجدی، مانند: استخوان کشکک

ساختار بافتی استخوان

نکته اول: هر کدام از استخوان‌های فوق! قطعاً از دو نوع بافت استخوانی **فشرده** و **اسفنجی** تشکیل شده است.

نکته دوم: همواره بافت فشرده در بیرون و بافت اسفنجی در درون استخوان قرار گرفته است.

میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف متفاوت است.

مثلاً در استخوان ران بخش‌های مختلفی به صورت زیر وجود دارد:

الف) در طول تنه استخوان ران: بافت استخوانی فشرده در طول استخوان‌های دراز مانند ران، بیشتر به صورت واحدهایی به نام **سامانه هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). در این بخش تیغه‌های بینابینی و محیطی هم وجود دارند. این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم‌مرکز از تیغه‌های استخوانی‌اند که این تیغه‌ها از سه جزء تشکیل شده‌اند:

+ یاخته‌های استخوانی که طبق کتاب! همه آنها از یک نوع هستند.

+ ماده زمینه‌ای به صورت جامد از مواد آلی و مواد معدنی

x ماده زمینه‌ای از جنس مواد آلی یعنی پروتئین‌ها و مواد معدنی یعنی کربنات کلسیم و فسفات کلسیم تشکیل شده است.

+ رشته‌های کلاژن در اطراف سلول‌های استخوانی

اعصاب و رگ‌های درون مجرای مرکزی هر سامانه هاورس که گاهی اوقات مجرای هاورس نامیده می‌شود، به حالت طولی قرار گرفته و ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.

t.me/MrKonkori

❁ در سطح درونی تنه استخوان ران: سطح درونی تنه استخوان ران نیز بافت اسفنجی دارد.

❁ در سطح خارجی تنه استخوان ران: سطح خارجی این استخوان، توسط دو لایه! بافت پیوندی احاطه شده است و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به حالت شعاعی یا عرضی به بیرون ارتباط دارند.

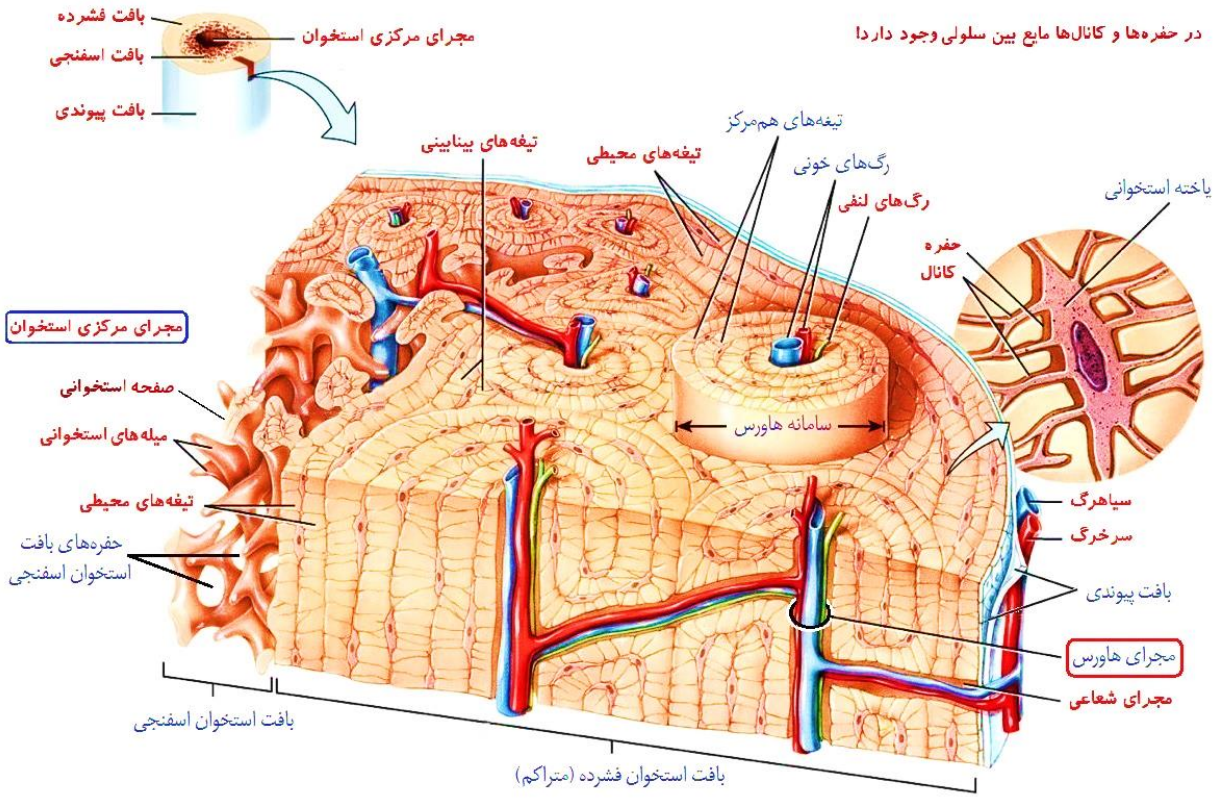
ب) در انتهای برآمده استخوان ران: انتهای برآمده استخوان ران بیشتر از بافت اسفنجی پر شده است. بدیهی است در بیرون آن استخوان فشرده هم وجود دارد! بافت استخوانی اسفنجی، از میله‌ها و صفحه‌های استخوانی تشکیل شده است که در بین آنها حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده‌اند.

+ مغز استخوان نوعی اندام لنفی بوده و در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد.

x مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده است و (فقط!) مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند.

x مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی (بسیاری!) انواع استخوان‌ها دیده می‌شود.

x در کم خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.



شکل ۳ـ ساختار بخشی از تنهٔ یک استخوان دراز و اجزای آن

فعالیت ۱

سال گذشته با ساختار بافت پیوندی و اجزای آن آشنا شدید.

الف) با توجه به اطلاعات قبلی هر بافت پیوندی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ سلول‌ها، رشته‌ها و ماده زمینه‌ای

ب) مادّهٔ زمینه‌ای استخوان توسط چه بخشی ساخته می‌شود؟ به وسیله سلول‌های استخوانی

نکاتی در مورد ساختار بافتی استخوان

۱) هر یک از استخوان‌های دراز، کوتاه، پهن و ... از دو نوع بافت فشرده و اسفنجی! تشکیل شده‌اند. میزان و محل آنها در هر استخوان‌های متفاوت است.

+ بافت استخوانی فشرده: تیغه‌های استخوانی به صورت هم‌مرکز یا سیستم هاورس قابل مشاهده است. بخش‌های غیر هم‌مرکز هم در این بافت وجود دارد!

x سیستم هاورس: هر سیستم هاورس دارای چند تیغه استخوانی به صورت استوانه‌های هم‌مرکز و یک مجرای مرکزی هاورس است.

ـ تیغه‌های استخوانی: در تیغه‌های استخوانی سیستم هاورس، سلول‌هایی با آرایش حلقوی، ماده زمینه‌ای جامد و رشته‌های کلاژن وجود دارند.

❁ سلول‌ها: طبق شکل کتاب، همه سلول‌های تشکیل دهنده استخوان از یک نوع هستند!

❁ این سلول‌ها منشعب و از طریق رشته‌هایی به هم متصل بوده و در حفرات اطراف آنها مایع بین سلولی اندکی وجود دارد.

❁ تبادلات گازی، مواد غذایی و مواد سمی در این حفرات و توسط مایع بین سلولی انجام می‌شود.

❁ ماده زمینه‌ای: به صورت جامد از جنس مواد آلی مانند پروتئین و مواد معدنی مانند کربنات کلسیم و فسفات کلسیم است.

t.me/MrKonkori

❁ این مواد به وسیله سلول‌های استخوانی به فضای بین سلولی ترشح می‌شوند.

❁ رشته‌های کلاژن: این رشته‌های پروتئینی، در درون ماده زمینه‌ای و در جهات مختلف کشیده شده‌اند.

❁ این رشته‌ها هم به وسیله سلول‌های استخوانی به فضای بین سلولی ترشح می‌شوند.

ـ مجرای مرکزی هاورس: در این مجرا اجزای زیر دیده می‌شوند.

❁ اعصاب و رگ‌های درون مجرای مرکزی هاورس شامل سرخرگ، سیاهرگ و رگ لنفی به حالت طولی و در امتداد استخوان قرار گرفته‌اند.

❁ اعصاب و رگ‌ها، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.

❁ نکته چالشی: مراقب باشید مجرای مرکزی هاورس و مجرای مرکزی استخوان اشتباه گرفته نشود.

+ بافت استخوانی اسفنجی: تیغه‌های استخوانی به صورت از میله‌ها و صفحات استخوانی تشکیل شده است که در بین آنها حفرات فراوانی وجود دارد.

x در ساختار میله‌ها و صفحات استخوانی بافت اسفنجی، آرایش سلولی نامنظم و بدون مجرا دیده شود. برش میله‌ها و صفحات به ترتیب گرد و پهن است.

x حفرات فراوان مابین میله‌ها و صفحات استخوانی، توسط اعصاب، رگ‌ها و مغز استخوان پر شده است.

ـ مغز استخوان: نوعی اندام لنفی بوده که جزء استخوان محسوب می‌شود ولی از بافت‌های استخوانی به حساب نمی‌آید!

❁ مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز یافت می‌شود.

❁ مغز زرد استخوان: بیشتر از چربی تشکیل شده است و فقط مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند.

❁ در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

❁ مغز قرمز استخوان: در لابه‌لای بافت اسفنجی بسیاری! انواع استخوان دیده می‌شود.

❁ مغز قرمز دارای سلول‌های بنیادی میلوئیدی و لنفوئیدی است که به طور دائم در حال تقسیم هستند.

◆ سلول‌های بنیادی با تقسیم سلولی و تمایز یا تنظیم بیان ژن‌های مختلف انواع سلول‌های خونی را به وجود می‌آورند.

❁ نکات دیگری در مورد مغز قرمز استخوان به صورتی ترکیبی در زیر آمده است.

◆ تولید لنفوسیت‌های B و T همانند سایر سلول‌های خونی، در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود.

◆ مراحل بلوغ لنفوسیت‌های نوع B بر خلاف نوع T در مغز قرمز استخوان کامل می‌شود.

◆ مغز قرمز استخوان اندام هدف هورمون اریتروپویتین است که از گروه ویژه‌ای از سلول‌های کلیه و کبد ترشح می‌شود.

◆ تولید سلول‌های خونی تحت تأثیر هورمون اریتروپویتین انجام می‌شود.

◆ هورمون اریتروپویتین به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند.

◆ هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، مقدار ترشح هورمون اریتروپویتین افزایش می‌یابد.

◆ افزایش ترشح اریتروپویتین در بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا سفر به ارتفاعات، می‌تواند رخ دهد.

◆ مغز قرمز استخوان برای تولید گلبول‌های قرمز به ویتامین B_{12} و آهن هم نیاز دارد.

◆ ویتامین B_{12} برای ورود به سلول‌های پوششی روده یا آندوسیتوز به فاکتور داخلی معده وابسته است.

◆ همان‌طور که می‌دانیم، فاکتور داخلی معده، از سلول‌های کناری غدد معده ترشح می‌شود.

◆ مغز قرمز استخوان برای تقسیم سلولی و در نتیجه تولید همه سلول‌های خونی به فولیک‌اسید هم نیاز دارد.

◆ همان‌طور که می‌دانیم، در مغز قرمز استخوان، مویرگ‌های ناپیوسته وجود دارند.

◆ سلول‌های خونی تولیدی و پلاکت‌های حاصل از مگاکاریوسیت‌ها می‌توانند از طریق مویرگ‌های ناپیوسته وارد خون شوند.

◆ برای درمان سرطان و بعد از شیمی‌درمانی و پرتودرمانی ممکن است مغز قرمز استخوان آسیب ببیند.

◆ در صورت آسیب دیدگی مغز قرمز استخوان، ممکن است شخص بیمار نیاز به پیوند مغز قرمز استخوان پیدا کند.

◆ در مهندسی بافت، سلول‌های بنیادی مغز قرمز برای تولید سلول‌های عصبی، ماهیچه‌ای، خونی و استخوانی به کار می‌روند.

◆ برای درمان برخی از بیماری‌های ژنتیکی در روش ژن‌درمانی نیز از سلول‌های مغز قرمز استخوان استفاده می‌کنند.

نکاتی در مورد استخوان ران

+ استخوان ران به عنوان یک اندام! دارای یک تنه در میانه خود و دو سر است که یکی از آنها به نیم‌لگن و دیگری با درشت‌نی مفصل می‌سازد.

x تنه استخوان ران: این بخش عمدتاً از بافت استخوانی فشرده و مجرای مرکزی استخوان تشکیل شده است.

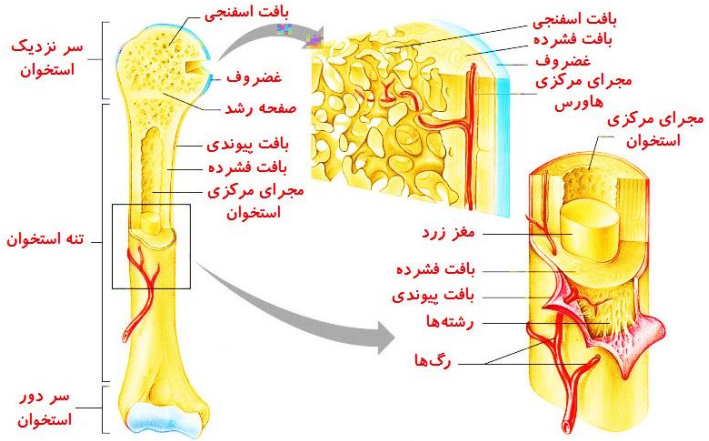
t.me/MrKonkori

ـ سطح خارجی این استخوان، توسط دو لایه از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده است که لایه درونی دارای سلول‌های پهن بدون فاصله است.

ـ در زیر دو لایه بافت پیوندی، بافت استخوانی واقع شده که رگ‌ها و اعصاب از راه مجاری شعاعی یا عرضی از این دو لایه به بیرون ارتباط دارند.

ـ سطح بیرونی تنه استخوان ران دارای بافت استخوانی متراکم از تیغه‌های هم‌مرکز موجود در سامانه هاورس و تیغه‌های غیر هم‌مرکز دیگر است.

ـ سطح درونی تنه استخوان ران نیز دارای بافت استخوانی اسفنجی حاوی مغز قرمز دارد. مغز زرد هم فقط در مجرای داخلی استخوان ران وجود دارد.



x دو سر استخوان ران: این سرها عمدتاً از بافت استخوانی اسفنجی و مغز قرمز استخوان تشکیل شده‌اند.

ـ در بیرون از سرهای استخوان ران، غضروف‌های مفصلی مشاهده می‌شوند که جزء این استخوان محسوب نمی‌شوند.

ـ در زیر این غضروف‌ها لایه نازکی از بافت استخوانی فشرده و در زیر آن به طور کامل با بافت استخوانی اسفنجی پر شده است.

ـ در لابه‌لای میله‌ها و صفحات بافت اسفنجی استخوان ران نیز مغز قرمز استخوان یافت می‌شود.

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، علاوه بر تقسیم سلولی، ماده زمینه‌ای آلی و معدنی، ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند.

نکته پالشی: مقایسه بین توده استخوان و تراکم استخوان

+ توده استخوانی: همان جرم کل بافت استخوان شامل سلول‌ها، ماده زمینه‌ای و رشته‌ها بوده و واحد آن همان واحد جرم است. مثلاً گرم

+ تراکم استخوان: همان چگالی بافت استخوان شامل فقط ماده معدنی بوده و واحد آن همان واحد چگالی است. مثلاً گرم بر سانتی‌متر مکعب

۱) تغییرات استخوانی: عوامل مختلفی می‌توانند باعث کاهش یا افزایش توده استخوان شوند. در همه این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است.

+ کاهش توده استخوان: بعد از بلوغ، با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی کم‌کار می‌شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

+ افزایش توده استخوان: هرچه از استخوان‌ها بیشتر استفاده شود، ضخامت، تراکم و استحکام استخوان‌ها افزایش می‌یابد.

x به عنوان مثال استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن یعنی رشد و چاقی! ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند.

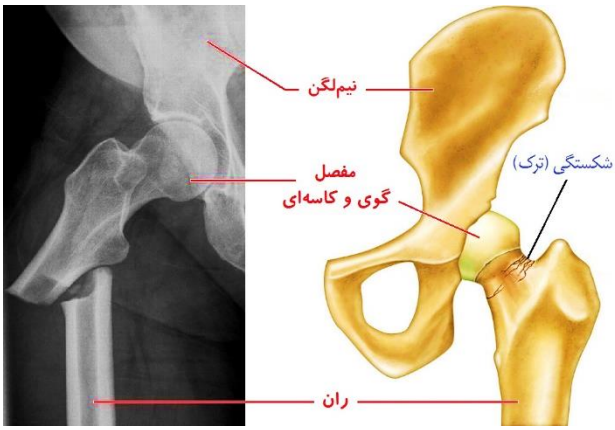
x استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ظریف‌تر می‌شوند.

ـ مشابه این حالت، در فضانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.

۲) شکستگی‌های استخوان: دو نوع هستند، میکروسکوپی و ماکروسکوپی

+ شکستگی‌های میکروسکوپی: استخوان‌های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکات معمول بدن‌اند و خود به خود ترمیم می‌شوند، بنابراین مشکلی به وجود نمی‌آورند!.

+ شکستگی‌های ماکروسکوپی: شکستگی‌های دیگر یا شکستگی‌های ماکروسکوپی می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴). در این حالت، فقط! یاخته‌های استخوانی نزدیک به محل شکستگی، با تقسیم میتوز، یاخته‌های جدید استخوانی می‌سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می‌کنند.



شکل ۴ـ الف) سمت راست: شکستگی یا ترک ناشی از صدمه در سر استخوان ران

ب) سمت چپ: تصویر رادیوگرافی از استخوان شکستهٔ ران

۳) پوکی استخوان: تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث **پوکی استخوان** می‌شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند (شکل ۵).

+ نکته بسیار مهم: بر اساس کتاب، در پوکی استخوان مواد معدنی موجود در استخوان کاهش یافته بنابراین هم تراکم و هم توده استخوانی کاهش می‌یابند!

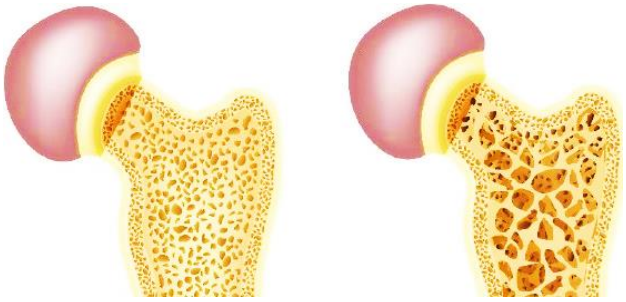
x پوکی استخوان هم باعث کاهش توده یا جرم استخوان و هم باعث کاهش تراکم یا چگالی استخوان می‌شود، اما ممکن است بر حجم استخوان تأثیر نگذارد.

+ انواع پوکی استخوان: پوکی استخوان به دو حالت انجام می‌شود:

t.me/MrKonkori

x حالت اول ـ جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان: کمبود ویتامین D و کمبود کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات و نیز کاهش هورمون‌های رشد و تستوسترون با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

x حالت دوم ـ کاهش مواد معدنی یا کاهش تراکم استخوان: اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها مانند کاهش ترشح کلسی‌تونین، کاهش هورمون‌های استروژن و پروژسترون و افزایش ترشح هورمون پاراتیروئیدی و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.



شکل ۵ ـ مقایسهٔ استخوان طبیعی (سمت چپ) با استخوان دچار پوکی (سمت راست)

۱) در این شکل حجم استخوان ثابت است ولی تراکم استخوان کاهش یافته است.

۲) پوکی استخوان در واقع همان کاهش تراکم استخوان یا کاهش مواد معدنی استخوان است.

۳) بر اساس شکل کتاب، در پوکی استخوان سرنوشت بافت اسفنجی و متراکم متفاوت است.

+ فضای بین میله‌ها و صفحات استخوان اسفنجی، افزایش یافته است.

+ تغییر محسوسی در بقیه قسمت‌ها از جمله در بافت استخوانی فشرده مشاهده نمی‌شود!

فعالیت ۲

به طور کلی تراکم تودهٔ استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد. جدول زیر تراکم استخوانی زنان و مردان را در سنین مختلف نشان می‌دهد.

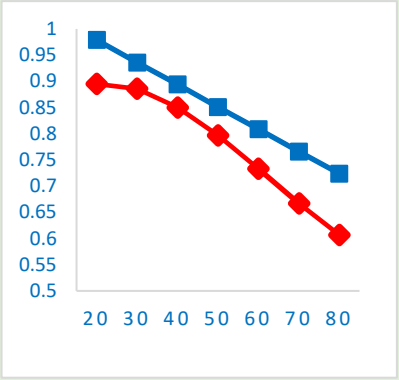
در این فعالیت سن رشد، ۲۰ سالگی در نظر گرفته شده است. با افزایش سن در هر دو جنس تراکم توده استخوانی کاهش می‌یابد. به طور کلی تراکم توده استخوان در مردان نسبت به زنان بیشتر است. اما در بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی کاهش تراکم توده استخوان یا پوکی استخوان در زنان کمتر از مردان صورت می‌گیرد!

۱ـ منحنی تغییر تراکم تودهٔ استخوانی را در دو جنس رسم کنید.

مرد ■، زن ◆

۲ـ در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟ در مردان

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



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

نکاتی در مورد تشکیل و تخریب استخوان

۱) در دوران جنینی: ابتدا استخوان‌ها از بافت‌های نرم تشکیل شده‌اند. به عبارت دیگر در بین سلول‌های استخوانی ماده زمینه‌ای وجود ندارد.

+ به تدریج با افزوده شدن نمک‌های معدنی مانند کربنات کلسیم و فسفات کلسیم سخت می‌شوند.

۲) تا اواخر سن رشد: سلول‌های استخوانی، ماده زمینه‌ای یعنی مواد آلی یا پروتئین و مواد معدنی یا کربنات کلسیم و فسفات کلسیم، ترشح می‌کنند.

+ بنابراین، تا اواخر سن رشد توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند.

۳) بعد از سن رشد: سلول‌های استخوانی کم‌کار شده و توده و تراکم استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در این مراحل، پوکی استخوان در حال انجام است.

+ پوکی استخوان: کاهش تراکم توده استخوانی باعث پوکی استخوان می‌شود. در این صورت استخوان‌ها شکننده شده و استحکام ندارند.

x چگونگی بروز: در پوکی استخوان مواد معدنی موجود در استخوان کاهش یافته بنابراین هم تراکم و هم توده استخوانی کاهش می‌یابند!

x حالت یا حالت‌ها: می‌توان گفت، دو حالت برای پوکی استخوان وجود دارد: کاهش رسوب مواد معدنی یا برداشته شدن این مواد در استخوان

ـ حالت اول: عدم رسوب مواد معدنی در استخوان

- کمبود ویتامین D
- کمبود یون کلسیم
- نوشیدن الکل
- استعمال دخانیات
- کاهش ترشح هورمون رشد و هورمون تستوسترون

● کاهش هورمون رشد: این هورمون از بخش پیشین غده هیپوفیز ترشح شده و باعث تکثیر سلول‌های استخوانی در محل صفحه رشد در استخوان‌های دراز مانند ران می‌شود. کاهش آن سبب کاهش تراکم سلول‌ها و عدم رسوب مواد معدنی در استخوان می‌شود.

t.me/MrKonkori

❁ کاهش هورمون تستوسترون: این هورمون از سلول‌های بینابینی واقع در بیضه‌ها ترشح شده و سبب رشد استخوان‌ها و افزایش تراکم آنها می‌شود. کاهش آن سبب کاهش تراکم سلول‌ها و عدم رسوب مواد معدنی در استخوان می‌شود.

ـ حالت دوم: برداشت مواد معدنی از استخوان

❁ مصرف نوشابه‌های گازدار

❁ کاهش ترشح هورمون کلسی‌تونین

❁ کاهش ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون

❁ افزایش ترشح هورمون پاراتیروئیدی

❁ کاهش هورمون کلسی‌تونین: این هورمون از غده تیروئید ترشح شده و مانع از برداشت کلسیم از استخوان می‌شود. کاهش آن باعث برداشت کلسیم و از دست رفتن مواد معدنی از استخوان شده و در نهایت سبب پوکی استخوان می‌شود.

❁ کاهش هورمون‌های استروژن و پروژسترون: این هورمون‌ها از تخمدان‌ها ترشح شده و مانع از کاهش توده استخوانی یا پوکی استخوان در زنان می‌شوند. بنابراین کاهش آنها در دوران یائسگی با برداشت کلسیم سبب پوکی استخوان می‌شود.

❁ افزایش هورمون پاراتیروئیدی: از غده‌های پاراتیروئید و در پاسخ به کاهش میزان کلسیم پلاسمای خون، ترشح شده و به سه روش باعث افزایش میزان کلسیم پلاسمای خون می‌شود.

❁ افزایش بازجذب کلسیم از کلیه

❁ تأثیر بر روی ویتامین D و فعال نمودن آن برای افزایش جذب کلسیم از روده

❁ جدا نمودن و برداشت کلسیم از ماده زمینه‌ای استخوان، که در این صورت باعث پوکی استخوان می‌شود.

مفصل

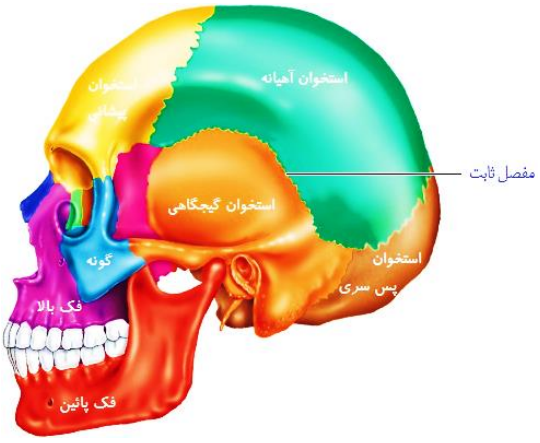
+ تعریف مفصل: مفصل محل اتصال استخوان‌ها با هم است.

+ انواع مفصل: مفاصل به طور کلی دو نوع هستند: مفاصل ثابت و مفاصل متحرک

x مفصل‌های ثابت: در بعضی مفصل‌ها، استخوان‌ها حرکت نمی‌کنند. نمونه آن مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه است. جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت، لبه‌های دندانه‌دار آنها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند (شکل ۶).

یادآوری مهم: مفصل بین فک پائین و دیگر استخوان‌های جمجمه یعنی استخوان گیجگاهی و استخوان گونه از نوع متحرک است!

نکته: غضروف، کپسول، مایع مفصلی، رباط و زردپی در مفصل ثابت وجود ندارد!



شکل ۶ ـ مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

x مفصل‌های متحرک: در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. نمونه آن مفصل‌های زانو، انگشتان و لگن است.

ـ ساختارهای کمکی در مفاصل متحرک: در محل مفاصل متحرک، چهار نوع ساختار پیوندی وجود دارد که به مفصل در انجام وظیفه خود کمک می‌کنند.

۱) غضروف: سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است.

۲) کپسول مفصلی: استخوان‌ها در محل این نمونه از مفصل‌ها توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است.

+ این مایع توسط مویرگ‌های موجود در پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام پرده سینوویال ترشح می‌شود. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف به استخوان‌ها امکان می‌دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند (شکل ۷).



شکل ۷ـ بخش‌های تشکیل دهنده مفصل متحرک

t.me/MrKonkori

رباط‌ها و زردپی‌ها: علاوه بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند.

۱۳) رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که در محل مفاصل متحرک استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند.

۱۴) زردپی نیز نوعی بافت پیوندی رشته‌ای محکم می‌باشد که در انتهای ماهیچه‌های اسکلتی متصل به استخوان‌ها وجود دارد.

ـ انواع مفصل‌های متحرک: مفصل‌های متحرک متنوع هستند. نمونه‌هایی از آنها را در شکل ۸ مشاهده می‌کنید.

- مفصل گوی ـ کاسه‌ای: در دو محل از بدن وجود دارد.
  - بین استخوان دراز ران و استخوان پهن نیم‌لگن
  - بین استخوان دراز بازو و استخوان پهن کتف
- مفصل لولایی: در جاهای مختلفی از بدن وجود دارد.
  - بین استخوان‌های دراز بازو و زند زیرین در محل آرنج
  - بین استخوان‌های دراز ران و درشت‌نی در محل زانو
  - نکته پالشی: بین استخوان دراز نازک‌نی و ران مفصل وجود ندارد!
  - بین استخوان‌های دراز انگشتان دست و پا
- مفصل لغزنده: در جاهای مختلفی از بدن وجود دارد.
  - بین زوائد استخوان‌های نامنظم مهره‌ها
  - بین استخوان‌های نامنظم گوش میانی

ـ نحوه حرکت مفاصل متحرک: با توجه به شکل نحوه حرکت هر نوع مفصل متحرک را مقایسه کنید.

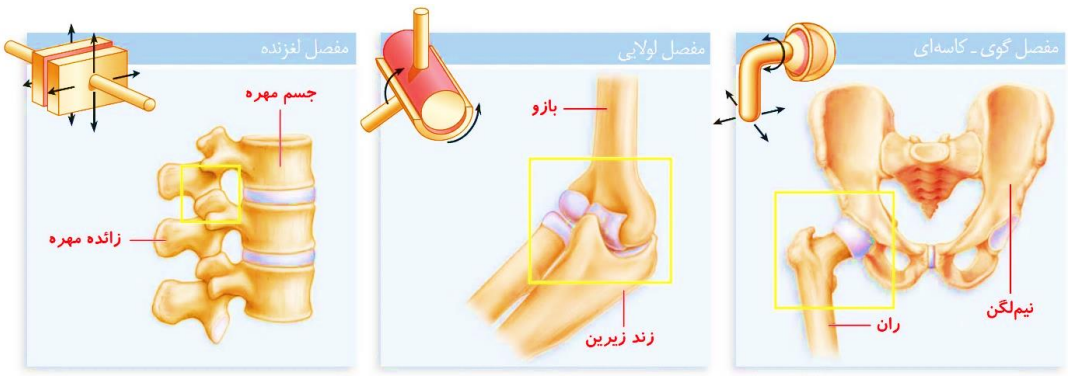
- مفصل گوی ـ کاسه‌ای: در همه جهات حرکت می‌کند.
- مفصل لولایی: در دو جهت عقب و جلو حرکت می‌کند.
- مفصل لغزنده: در چهار جهت به صورت محدود حرکت می‌کند.

ـ ساختارهای دیگر مفاصل متحرک: همانند ماهیچه‌ها، هم در کپسول مفصلی و هم در زردپی‌ها، گیرنده‌های مکانیکی حس وضعیت وجود دارند.

- این گیرنده‌ها سبب می‌شوند که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد.

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

- بیماری روماتیسم: معمولاً غضروف‌های مفصلی آسیب می‌بینند.
- بیماری نقرس: اوریک‌اسید در محل مفاصل به صورت بلور درآمده و با دردناک شدن و التهاب مفاصل همراه است.
  - بنابراین می‌توان گفت همه موارد التهاب، منشاء بیرونی ندارند!



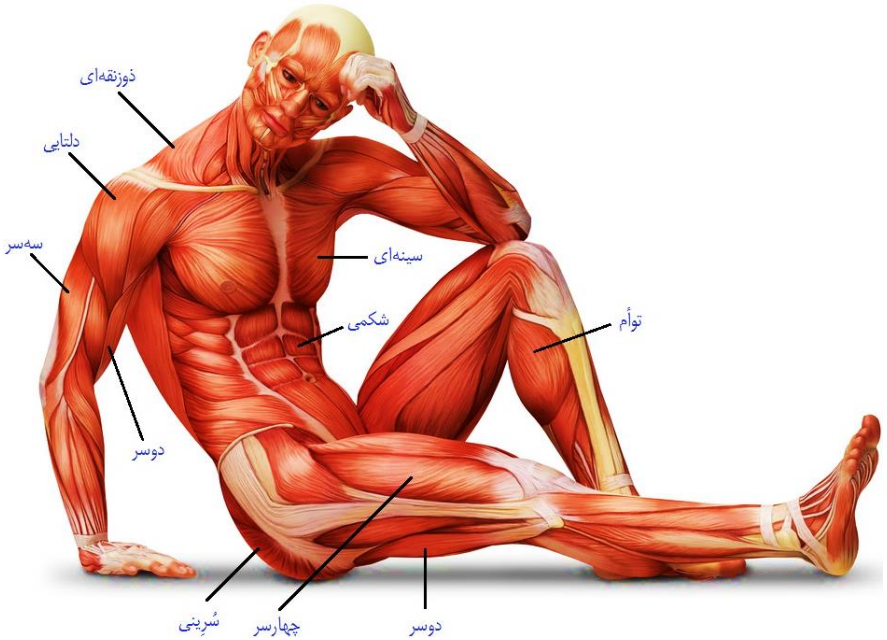
الف) ب) پ)

شکل ۸ ـ انواعی از مفصل‌های متحرک. الف) گوی ـ کاسه‌ای بین نیم‌لگن و ران ب) لولایی بین بازو و زند زیرین پ) لغزنده بین زوائد مهره‌ها.

t.me/MrKonkori

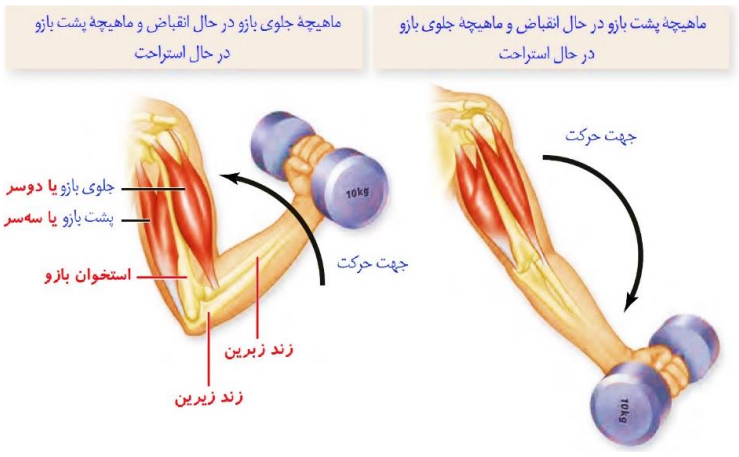
گفتار ۲ ماهیچه و حرکت

بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی (حدود ۶۴۰ عدد) دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می‌کنند. با این ماهیچه‌ها در سال‌های قبل آشنا شدید. شکل ۹ بعضی از این ماهیچه‌ها را در بدن انسان نشان می‌دهد.



شکل ۹ـ برخی از ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان

بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند؛ زیرا ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند ولی قابلیت هل دادن ندارند. انقباض هر ماهیچه فقط می‌تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی‌تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است. برای مثال، ماهیچه روی بازو یا ماهیچه دو سر بازو فقط می‌تواند زند زیرین و در نهایت ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد، ولی نمی‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند و این حرکت توسط ماهیچه پشت بازو یا ماهیچه سه سر بازو انجام می‌شود که به استخوان زند زیرین متصل است. بنابراین، هیچ‌گاه دو ماهیچه متقابل با هم منقبض نمی‌شوند. به عبارت دیگر هنگامی که یکی از جفت ماهیچه‌های متقابل بازو در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ عملکرد ماهیچه‌های متقابل

همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی‌شوند. شما چه ماهیچه‌های اسکلتی را می‌شناسید که به استخوان متصل نیستند؟ ماهیچه دیافراگم، ماهیچه‌های واقع در حفره دهان و حلق، اسفنکتر خارجی مخرج و اسفنکتر خارجی میزراه، ماهیچه دور لب‌ها، ماهیچه دور حلق، ماهیچه دور پلک‌ها و ماهیچه زبان.

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

جدول ۲ـ اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	اغلب ماهیچه‌های اسکلتی با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل دریچه‌های بدن	برخی از ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
حفظ حالت بدن	اغلب ماهیچه‌های اسکلتی با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.
ارتباطات	برخی از ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می‌کنند.
حفظ دمای بدن	فعالیت‌های سوخت و ساز در همه یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد انواع بافت‌های ماهیچه‌ای

۱) **بافت ماهیچه‌ای صاف**: دارای سلول‌های دوکی شکل، تک‌هسته‌ای با قابلیت تقسیم سلولی، هسته در میانه سلول، رشته‌های اکتین و میوزین با آرایش نامنظم، فاقد نوارهای تیره و روشن، فاقد سارکومر، غیر ارادی، تحریک به وسیله اعصاب خودمختار، دارای حرکت کُند، شرکت در ساختار لوله گوارش، مجاری تنفسی، رگ‌ها، رحم، مثانه، میزنای و ...

۲) **بافت ماهیچه‌ای قلبی**: دارای سلول‌های Y شکل یا منشعب، تک‌هسته‌ای یا دو هسته‌ای بدون قابلیت تقسیم سلولی، هسته یا هسته‌ها در میانه سلول، رشته‌های اکتین و میوزین با آرایش منظم، دارای نوارهای تیره و روشن، دارای سارکومر، غیر ارادی، تحریک به وسیله اعصاب خودمختار، دارای حرکت سریع، شرکت در ساختار فقط لایه ماهیچه‌ای قلب

۳) **بافت ماهیچه‌ای اسکلتی**: دارای سلول‌های استوانه‌ای شکل، چند هسته‌ای، بدون قابلیت تقسیم سلولی، هسته‌ها در کناره سلول، رشته‌های اکتین و میوزین با آرایش منظم، دارای نوارهای تیره و روشن، دارای سارکومر، معمولاً ارادی یا گاهی غیرارادی، تحریک به وسیله اعصاب پیکری، دارای حرکت تُند، شرکت در ساختار ماهیچه‌های حرکت دهنده اسکلت، ماهیچه‌های حرکت دهنده کره چشم، ماهیچه‌های زبان، حلق، اسفنکتر ابتدای مری، اسفنکتر خارجی مخرج و ...

نکاتی در مورد ماهیچه‌های اسکلتی

۱) حرکات بدن: ماهیچه‌های اسکلتی با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می‌کنند نه همه حرکات آن را!

+ به عنوان مثال استثنائات زیر را داریم.

x حرکات زیر نتیجه انقباض ماهیچه‌های اسکلتی نبوده، بلکه نتیجه انقباض ماهیچه‌های قلبی و صاف هستند.

ـ حرکات قلب، حرکات کرمی و قطعه قطعه کننده لوله گوارش

ـ تنگ و گشاد شدن رگ‌ها و نایژک‌ها

x حرکت زیر نتیجه استراحت! ماهیچه‌های اسکلتی هستند نه انقباض آنها!

ـ بازدم معمولی نه تنها نتیجه انقباض ماهیچه‌ها نیست، بلکه به خاطر استراحت ماهیچه‌های دیافراگم و بین‌دنده‌ای خارجی رخ می‌دهد.

۲) حرکات اندام‌ها: بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌های حرکتی یعنی دست و پا می‌شوند.

+ علت: ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض و کشیدن بخش‌های مختلف بدن به سمت همکدیگر را دارند و قابلیت هل دادن و دور کردن آنها را ندارند!

+ عمل متقابل: انقباض هر ماهیچه فقط می‌تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد. برگرداندن ماهیچه به جای اول بر عهده ماهیچه متقابل آن است.

x هیچ‌گاه دو ماهیچه متقابل با هم منقبض نمی‌شوند، هنگامی که یکی از ماهیچه‌ها در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است.

ـ مثال: حرکت جلو و عقب ساعد دست

❁ ماهیچه روی بازو یا ماهیچه دو سر فقط می‌تواند زند زیرین و در نتیجه ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد.

❁ ماهیچه پشت بازو یا ماهیچه سه سر که به استخوان زند زیرین متصل است می‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند.

۳) حرکات اعضای دیگر: همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت بخش‌های مختلف اسکلت و اندام‌های حرکتی نمی‌شوند.

+ مثال: ماهیچه دیافراگم، ماهیچه‌های واقع در حفره دهان و حلق، اسفنکتر خارجی مخرج و اسفنکتر خارجی میزراه، ماهیچه دور لب‌ها، حلق، پلک‌ها و زبان

x ماهیچه‌های حلق و اسفنکتر ابتدای مری با این‌که اسکلتی و مخطط هستند ولی به صورت غیر ارادی عمل می‌کنند.

۴) ماهیچه‌های اسکلتی غیر ارادی: همه ماهیچه‌های اسکلتی، همواره ارادی نیستند.

+ مثال‌ها: برخی از آنها هم ارادی و هم غیر ارادی کار می‌کنند.

x ماهیچه دیافراگم که مخطط است و اغلب به صورت غیر ارادی کار می‌کند، می‌تواند به هنگام دم عمیق تا حدودی به صورت ارادی هم به انقباض درآید.

x ماهیچه‌های اسکلتی و ارادی در انعکاس‌ها، به صورت غیر ارادی هم عمل می‌کنند!

ـ تعریف انعکاس: انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه‌های اسکلتی در پاسخ به محرک‌های درونی و بیرونی است.

❁ در انعکاس، تحریک گیرنده‌های خاص باعث ارسال پیام‌های حسی به سمت مغز یا نخاع می‌شود.

❁ این مراکز با ارسال پیام‌های حرکتی به ماهیچه‌ها باعث انقباض سریع آنها می‌شوند تا پاسخ مناسب به محرک داده شود.

ـ انواع انعکاس: انعکاس‌ها دو نوع هستند.

❁ انعکاس‌های نخاعی مانند انعکاس عقب کشیدن دست

❁ انعکاس‌های مغزی مانند انعکاس عطسه، سرفه و بلع که مرکز آنها در بصل‌النخاع قرار دارد.

ـ تصحیح یک اشتباه قدیمی: در کتب درسی قدیمی سازوکارهایی مانند دفع ادرار و دفع مدفوع و ... هم انعکاس محسوب می‌شدند.

❁ در کتاب‌های جدیدتر این فرایندها «سازوکار» نامیده می‌شوند.

❁ این سازوکارها در واقع، پاسخ ماهیچه‌های صاف به محرک‌های درونی هستند.

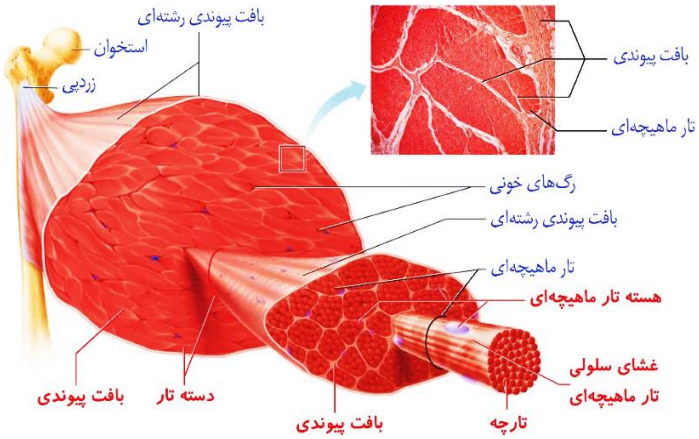
t.me/MrKonkori

ساختار ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی مانند آنچه که در شکل ۱۱ دیده می‌شود از چندین دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است.

هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای غیر هم قطر و غیر هم طول! تشکیل شده است.

این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده‌اند. این غلاف‌های پیوندی در انتهای ماهیچه به صورت طناب یا نواری محکم به نام **زردپی** در می‌آیند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ ساختار ماهیچهٔ اسکلتی

زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. اگر ماهیچه مخطط یا اسکلتی به استخوان اتصال نداشته باشد پس زردپی هم ندارد!

با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود.

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

استخوان‌های بازو و ساعد به گونه‌ای با هم مفصل تشکیل داده‌اند که پس از اتصال ماهیچه بازو به استخوان زند زیرین یک اهرم نوع سوم تشکیل می‌شود. در این اهرم‌ها جابه‌جایی نیروی محرک کم و جابه‌جایی نیروی مقاوم بسیار زیاد است، هر چند نیروی محرک بسیار زیادی برای این کار لازم است.

یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته‌های ماهیچه‌ای مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند.

در واقع هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود و به همین علت چند هسته دارد.

درون سیتوپلاسم هر یاخته تعداد زیادی رشته غیر هم قطر ولی هم طول! به نام **تارچه ماهیچه‌ای** وجود دارد که به صورت موازی هم در طول یاخته قرار گرفته‌اند (شکل ۱۲).

تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط‌خط) می‌دهند.

در هر دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **خط Z** دیده می‌شود. به عبارت دیگر مابین هر دو خط Z یک سارکومر واقع شده است!

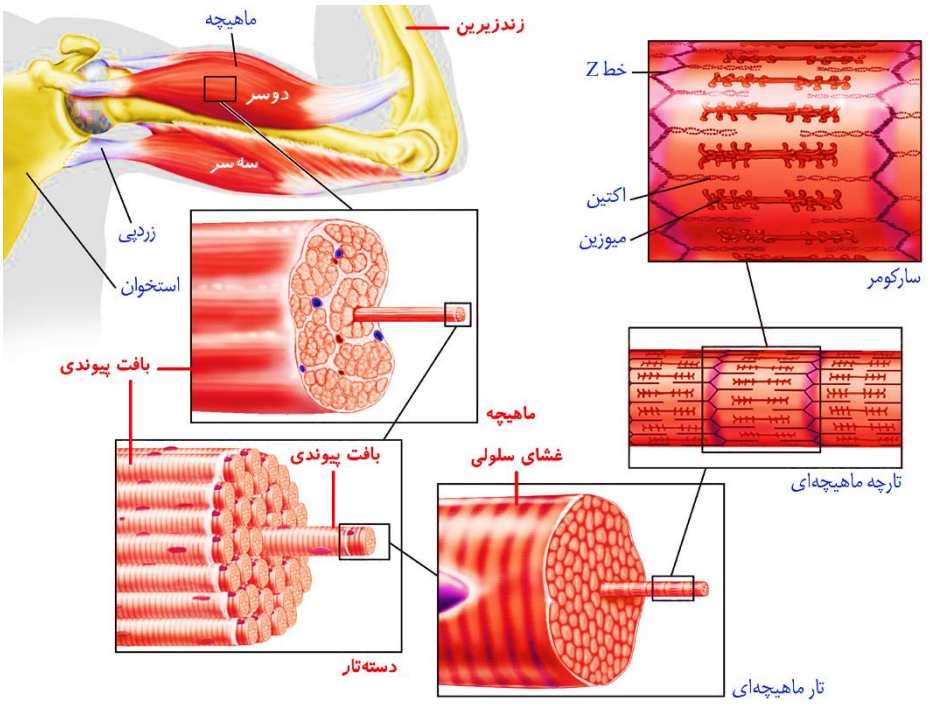
آیا با توجه به شکل ۱۲ می‌توانید علت این نام‌گذاری را حدس بزنید؟ بله، چون زیگزاگ مانند است!

ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش منظم و خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند.

رشته‌های اکتین، نازک و از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند.

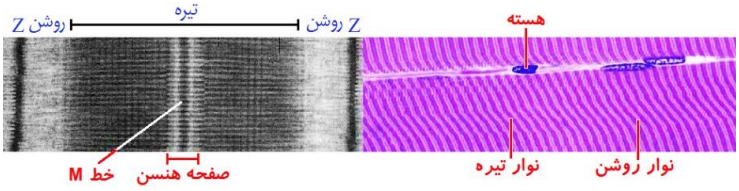
رشته‌های میوزین، ضخیم و بین رشته‌های اکتین و به موازات آنها جای گرفته‌اند. این رشته‌ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

آیا می‌توانید با توجه به شکل ۱۳ و نحوه قرارگیری رشته‌های اکتین و میوزین در شکل ۱۲، علت تیره و روشن دیده شدن این تارهای ماهیچه‌ای را بیان کنید؟ در بخش‌های روشن، فقط رشته‌های نازک اکتین و در بخش‌های تیره هر دو رشته اکتین و میوزین وجود دارند.



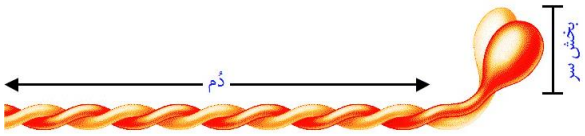
شکل ۱۲ـ اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای

t.me/MrKonkori



ب الف

شکل ۱۳ـ تصویر میکروسکوپی
الف) ساختار ماهیچه مخطط (میکروسکوپ نوری)
ب) سارکومر (میکروسکوپ الکترونی)



شکل ۱۴ـ بخش‌های مختلف یک مولکول میوزین

۱) بر اساس شکل کتاب، هر مولکول میوزین دارای یک دُم و یک بخش سر مانند است که با هم زاویه داشته و دو قسمت به هم بافته شده می‌سازند!

۲) از لحاظ علمی هر مولکول میوزین از شش پلی‌پپتید از چهار نوع مختلف تشکیل شده است!

نکاتی در مورد ساختار ماهیچه اسکلتی

۱) **ماهیچه اسکلتی**: یک ماهیچه اسکلتی، از چندین سلول یا دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده که با یک غلاف از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است.

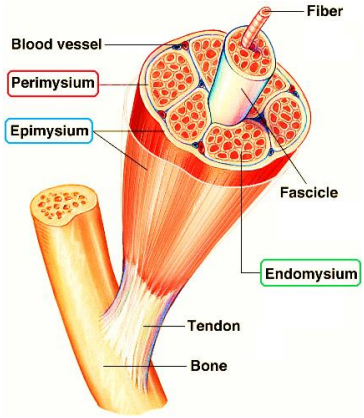
+ دسته تار: هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی تار ماهیچه‌ای غیر هم قطر و هم طول! تشکیل شده که با غلاف از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده‌اند.

+ تار ماهیچه‌ای: همان سلول ماهیچه‌ای اسکلتی است که دارای غشای سلولی، هسته و اندامک‌ها است و در اطراف تارها هم بافت پیوندی وجود دارد!

+ تنیده‌گیری: در هر ماهیچه اسکلتی، در سه سطح، بافت پیوندی وجود دارد که در انتهای ماهیچه به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می‌آیند.

x سطح اول: در اطراف هر کدام از تارها یا سلول‌های ماهیچه اسکلتی یا به عبارت دیگر در لابه‌لای تارهای ماهیچه‌ای بافت پیوندی وجود دارد.

ـ در این بافت پیوندی علاوه بر سلول‌ها یا تارهای ماهیچه‌ای، رشته‌های عصبی حسی و حرکتی و مویرگ‌های خونی وجود دارند.



ـ بدیهی است برخی از تارهای ماهیچه‌ای با بافت پیوندی اطراف دسته تار هم در تماس هستند!

x سطح دوم: در اطراف دسته تارهای ماهیچه اسکلتی، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد.

ـ در بافت پیوندی اطراف دسته تارها علاوه بر رشته‌های عصبی و مویرگ‌ها، اعصاب حسی، حرکتی، مختلط، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها نیز وجود دارند.

x سطح سوم: در اطراف کل ماهیچه اسکلتی نیز بافت پیوندی رشته‌ای مشاهده می‌شود.

ـ در بافت پیوندی اطراف ماهیچه اسکلتی علاوه بر رشته‌های عصبی و مویرگ‌ها، اعصاب حسی، حرکتی، مختلط، سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها وجود دارند.

+ زردپی: زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، ماهیچه را به استخوان‌های مختلف متصل می‌کنند.

x اگر ماهیچه مخطط یا اسکلتی به استخوان اتصال نداشته باشد (مانند اسفنکترها) زردپی هم وجود ندارد!

۲) **انقباض ماهیچه اسکلتی**: انقباض ماهیچه‌های اسکلتی اغلب سبب حرکت استخوان‌ها می‌شود.

+ با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند، یعنی به هم نزدیک می‌شوند.

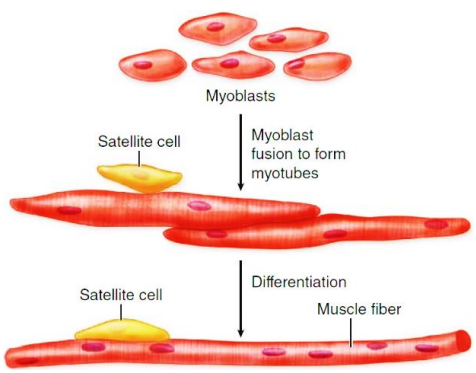
+ نحوه اتصال ماهیچه و استخوان به گونه‌ای است که با تغییر کمی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود.

x مثال: با کوتاه شدن حدود یک سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو و حرکت زند زبرین ساعد دست به اندازه چندین سانتی‌متر حرکت می‌کند.

ـ بازو و ساعد به گونه‌ای با هم مفصل تشکیل داده‌اند که پس از اتصال ماهیچه بازو به استخوان زند زبرین یک اهرم نوع سوم تشکیل می‌شود.

❁ در این نوع اهرم جابه‌جایی نیروی محرک کم و جابه‌جایی نیروی مقاوم زیاد است، هر چند نیروی محرک بسیار زیادی برای این کار لازم است.

۳) **سلول یا تار ماهیچه اسکلتی**: به خاطر طویل بودن سلول‌های ماهیچه اسکلتی، آنها را تار ماهیچه‌ای هم می‌نامند.



+ شکل سلول: سلول‌های ماهیچه‌ای مانند استوانه‌هایی با چند هسته دیده می‌شوند. هسته‌ها بر خلاف سلول‌های قلبی و صاف به حاشیه رانده شده‌اند.

+ چگونگی تشکیل: در واقع هر سلول یا تار ماهیچه اسکلتی از به هم پیوستن چند سلول در دوره جنینی ایجاد می‌شود و به همین علت چند هسته دارد.

x یادآوری: چند هسته‌ای شدن در سلول‌های دیگر بدن ممکن است به دلیل وقوع میتوز بدون سیتوکینز رخ داده باشد.

t.me/MrKonkori

+ تارچه‌ها: درون سیتوپلاسم تارهای ماهیچه‌ای تعداد زیادی رشته غیر هم قطر ولی هم طول به نام تارچه وجود دارد که به صورت موازی قرار گرفته‌اند.

x تارچه‌ها در سیتوپلاسم تارها و در لابه‌لای لوله‌ها و کیسه‌های به هم مرتبط شبکه آندوپلاسمی صاف یا شبکه سارکوپلاسمی قرار گرفته‌اند.

+ سارکومرها: تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر منقط می‌دهند.

x در هر دو انتهای هر سارکومر خطی به نام خط Z دیده می‌شود. به عبارت دیگر مابین هر دو خط Z یک سارکومر واقع شده است!

x ظاهر منقط این سلول‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش منظم در کنار هم قرار گرفته‌اند.

ـ رشته‌های اکتین: این رشته‌ها نازک بوده و از یک طرف به خط Z متصل و از طرف دیگر به موازات بخشی از رشته‌های میوزین کشیده شده‌اند.

❁ به هنگام انقباض، رشته‌های اکتین به سرهای مولکول‌های میوزین متصل می‌شوند.

❁ نکته چالشی: هر رشته اکتین از اتصال تعداد زیادی مولکول اکتین (کروی شکل) تشکیل شده است!

ـ رشته‌های میوزین: این رشته‌ها ضخیم بوده و بین رشته‌های اکتین و به موازات آنها جای گرفته‌اند.

❁ همان‌طور که در بالا هم گفته شد، مولکول‌های میوزین سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

❁ هر مولکول میوزین دارای یک دُم و یک بخش سر مانند است. سر و دم با هم زاویه داشته و دو قسمت به هم بافته شده می‌سازند!

❁ نکته چالشی: هر رشته میوزین از اتصال تعداد زیادی مولکول میوزین (چوب گلف مانند) تشکیل شده است!

x همانند تارهای اسکلتی، در سلول‌های ماهیچه قلبی هم سارکومر وجود دارد. به همین خاطر این سلول‌ها هم منقط و تُند هستند.

x بر خلاف تارهای اسکلتی، در سلول‌های ماهیچه صاف با وجود اکتین و میوزین، سارکومر وجود ندارد. به همین خاطر این سلول‌ها غیر منقط و کُند هستند.

+ علت منقط بودن: در بخش‌های روشن، فقط رشته‌های نازک اکتین و در بخش‌های تیره هر دو رشته اکتین و میوزین وجود دارند.

x بخش روشن‌تر موجود در درون بخش تیره، صفحه هنسن نام دارد. این صفحه، فقط دارای رشته‌های میوزین است و در وسط آن خط تیره M وجود دارد.

x نکات جالب دیگری در مورد نوارهای تیره و روشن وجود دارد.

ـ نوار روشن: خطوط Z تیره رنگ! درست در وسط نوارهای روشن وجود دارند.

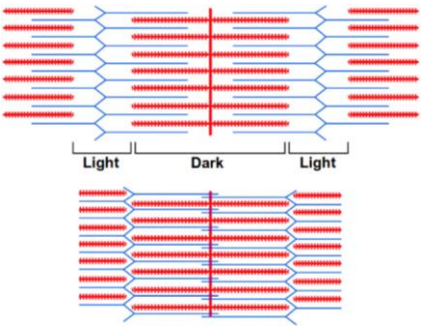
❁ به عبارت دیگر هر نوار روشن بین دو سارکومر واقع شده است.

ـ نوار تیره: هر نوار تیره درست در مرکز یک سارکومر قرار دارد!

❁ هنگام انقباض اتفاقات زیر می افتند:

❁ رشته‌های اکتین و میوزین در کنار یکدیگر می‌لغزند.

❁ خطوط Z موجود در سارکومر به هم نزدیک و بخش‌های روشن ناپدید می‌شوند.



مکانیسم انقباض ماهیچه

با رسیدن پیام عصبی حرکتی از مراکز عصبی، اتفاقات زیر به صورت پشت سر هم به وقوع می‌پیوندند:

۱) تحریک از طریق همایه ویژه‌ای (سیناپس نورون ـ ماهیچه) از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد.

۲) ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی با عمل اگزوسیتوز و مصرف ATP آزاد می‌شود.

۳) ناقلین به گیرنده‌های پروتئینی خود در سطح غشای یاخته ماهیچه‌ای متصل می‌شوند.

۴) یک موج تحریکی (پتانسیل عمل) در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود.

۵) به این ترتیب یاخته ماهیچه‌ای، تحریک می‌شود.

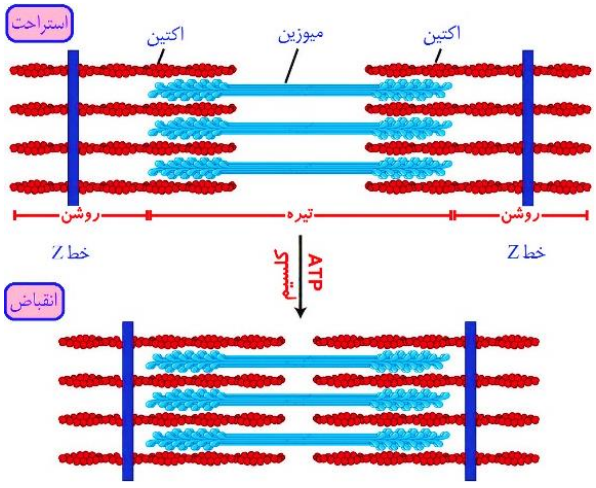
۶) در این تحریک، یون‌های کلسیم با روش انتشار تسهیل شده از شبکه آندوپلاسمی صاف یا شبکه سارکوپلاسمی آن آزاد می‌شود.

۷) در نتیجه این عمل، و با واسطه یون‌های مثبت کلسیم، سرهای منفی پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.

۸) با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آنها، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند.

۹) نزدیک شدن خطوط Z به همدیگر باعث کوتاه شدن طول سارکومرها می‌شود.

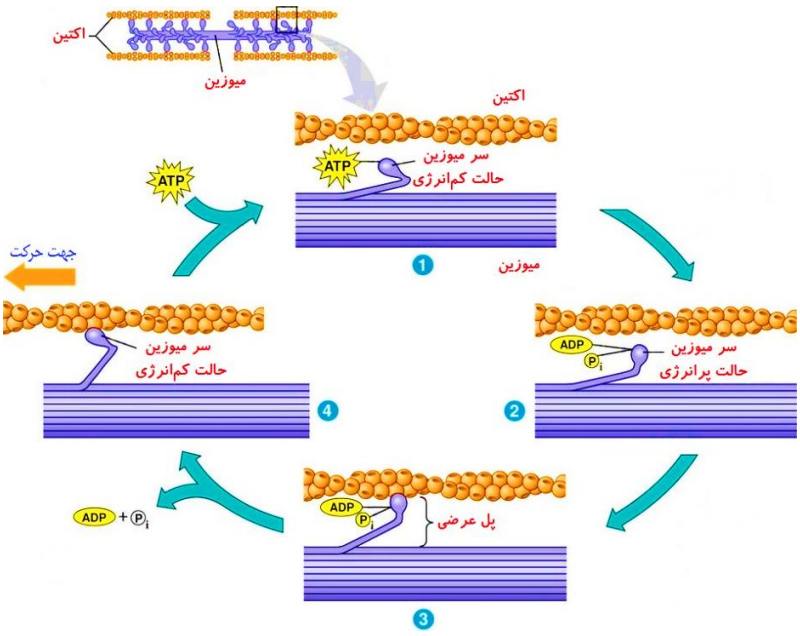
۱۰) نتیجه نهایی این اتفاقات در کل، سبب کاهش طول ماهیچه می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

t.me/MrKonkori

لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی حاصل از ATP نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های 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 می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶ـ نحوه انقباض ماهیچه

۱) پس از آزاد شدن کلسیم، اکتین و میوزین به هم تمایل پیدا می‌کنند.

۲) با مصرف مولکول‌های ATP اتفاقات زیر می‌افتند تا لغزش انجام شود.

① مولکول‌های میوزین از حالت کم‌انرژی به حالت پرانرژی در می‌آیند.

② سرهای میوزین در مجاورت بخش‌های خاصی از اکتین قرار می‌گیرد.

③ کلسیم سبب ایجاد پل عرضی بین سرهای میوزین و اکتین می‌شوند.

④ مولکول‌های میوزین از حالت پرانرژی به حالت کم‌انرژی در می‌آیند.

توقف انقباض: با توقف پیام عصبی انقباض یا ایجاد پتانسیل آرامش، یون‌های کلسیم به سرعت با روش انتقال فعال یعنی با مصرف ATP به شبکه آندوپلاسمی صاف بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین دیگر تمایلی به یکدیگر نداشته و از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت یا آرامش می‌ماند.

چالش بزرگ: بر اساس شکل کتاب، در پایان انقباض به دو روش مولکول‌های ATP مصرف می‌شوند.

۱) جدا نمودن سرهای میوزین از مولکول‌های اکتین و بازگشت به حالت اولیه! ☹☺

\+ این اتفاق در ضمن انقباض هم صدها بار در ثانیه اتفاق می‌افتد!

۲) بازگرداندن یون‌های کلسیم به شبکه آندوپلاسمی صاف با روش انتقال فعال

تأمین انرژی انقباض

سلول‌های ماهیچه‌ای مانند بقیه سلول‌های بدن برای زنده ماندن و فعالیت خود به انرژی نیاز دارند. این انرژی فقط با مصرف مولکول‌های ATP به دست می‌آید. بنابراین سلول‌های ماهیچه‌ای مجبور هستند به روش‌های مختلف، مولکول‌های ATP را به دست آورند.

۱) روش اول: بیشتر انرژی یا همان ATP لازم برای انقباض ماهیچه‌های اسکلتی از سوختن گلوکز در تنفس سلولی هوازی به دست می‌آید.

در ماهیچه‌ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز هیدرولیز یا تجزیه می‌شود.

نکته مهم: در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند فقط تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

۲) روش دوم: برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب حاصل از تجزیه تری‌گلیسریدها استفاده می‌کنند.

یادآوری: اسیدهای چرب مولکول‌های ATP بیشتری تولید می‌کنند. هر گرم تری‌گلیسرید، بیش از دو برابر کربوهیدرات انرژی تولید می‌کند.

۳) روش سوم: ماده دیگر کرآتین فسفات تولید شده در کبد است که طبق واکنش زیر و به روش «تولید ATP در سطح پیش‌ماده» می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت باز تولید کند.

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

(کرآتین فسفات) (کرآتین)

۴) روش چهارم: ماهیچه‌های اسکلتی مانند دیگر سلول‌های بدن برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند.

در فعالیت‌های شدید مانند وزنه‌برداری، کُشتی، دوی سرعت و ... که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی یا تخمیر نیز انجام می‌شود.

\+ در روش بی‌هوازی یا تخمیر، به ازای یک مولکول گلوکز فقط دو مولکول ATP ساخته می‌شود!

x در اثر این واکنش‌ها لاکتیک‌اسید تولید می‌شود که از سیتوپلاسم سلول‌ها خارج شده و در فضای بین سلولی ماهیچه انباشته می‌شود.

x انباشته شدن لاکتیک‌اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود.

ـ لاکتیک‌اسید می‌تواند گیرنده‌های درد را تحریک کند. زیرا این گیرنده‌ها به مواد شیمیایی هم پاسخ می‌دهند.

x لاکتیک‌اسید اضافی به تدریج از طریق خون به کبد منتقل و در آنجا تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد تأمین انرژی انقباض

۱) به ازای تجزیه کامل یک مولکول گلوکز در بهترین حالت ۳۰ مولکول ATP تولید می‌شود. در سلول ماهیچه اسکلتی گلوکز به دو طریق یافت می‌شود:

+ یا از طریق جریان خون از لوله گوارش به سلول ماهیچه‌ای آمده است.

+ یا حاصل هیدرولیز گلیکوژن موجود در ماهیچه بر اثر فعالیت هورمون گلوکاگون است.

۲) کرآتین فسفات ماده شیمیایی دیگری است که برای تولید ATP در سطح پیش‌ماده در سلول‌های ماهیچه اسکلتی (فقط!) مصرف می‌شود.

+ ابتدا کرآتین فسفات از طریق جریان خون به ماهیچه‌های اسکلتی منتقل می‌شود.

+ سپس این ماده به عنوان یک پیش‌ماده برای نوعی آنزیم به نام کرآتین‌کیناز عمل می‌کند.

+ در نهایت این ماده در سیتوپلاسم ماهیچه اسکلتی با دادن فسفات خود به مولکول ADP باعث بازتولید ATP می‌شود.

+ کرآتین حاصله نیز در سلول ماهیچه‌ای به کرآتینین تبدیل شده و از طریق جریان خون به کلیه‌ها رفته و از بدن دفع می‌شود.

۳) علاوه بر گرفتگی ماهیچه‌ها و ... نتایج دیگر ورزش طولانی عبارتند از:

+ باعث افزایش ترشح هورمون اریتروپویتین از کبد و کلیه‌ها می‌شود.

+ مقدار لنف را افزایش می‌دهد.

+ با افزایش فعالیت اعصاب سمپاتیک ضربان قلب را تشدید می‌کند.

+ با کاهش O_2 و افزایش CO_2 خون گیرنده‌های موجود در بصل‌النخاع را تحریک نموده تا اعصاب سمپاتیک آهنگ تنفس را شدیدتر کنند.

+ باعث افزایش فعالیت غدد عرقی می‌شود.

+ مقدار ادرار را کاهش می‌دهد و با تأثیر هورمون ضد ادراری بر کلیه‌ها بازجذب آب را افزایش می‌دهد.

+ باعث استحکام و تراکم توده استخوانی و افزایش تعداد تارهای ماهیچه‌ای کُند می‌شود.

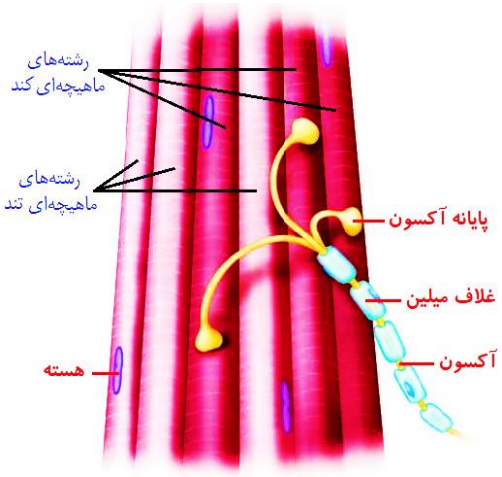
انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای اسکلتی

یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تُند و کُند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی بر اساس سرعت انقباض است.

نکته مهم این‌که بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند.

تارهای ماهیچه‌ای کند: تار ماهیچه‌ای نوع کند (یا قرمز)، برای حرکات استقامتی مانند شنا کردن و دوی ماراتن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ‌دانه قرمز به نام **میوگلوبین** (شبیه یکی از زنجیره‌های پلی‌پپتیدی مولکول هموگلوبین و دارای گروه هِم و یون آهن است.) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها تعداد میتوکندری بیشتری داشته و بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شکل ۱۷).

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



شکل ۱۷ـ تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

فعالیت ۴

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

به ترتیب دارای تارهای تُند و کُند بیشتری هستند.

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

پ) مقدار میوگلوبین ماهیچه‌های مؤثر در ورزش حرفه‌ای این ورزشکاران چه تفاوتی دارد؟ در دوندگان دوی ماراتن بیشتر است.

مقایسه انواع تارهای بافت ماهیچه‌ای

نوع تار	انقباض	رنگ	میوگلوبین	ذخیره اکسیژن	میتوکندری	تنفس	نوع ورزش	نام ورزش
تارهای کند	آهسته	قرمز	زیاد	زیاد	زیاد	هوازی	استقامتی	دو ماراتن
تارهای تند	سریع	سفید	کم	کم	کم	بی‌هوازی	سرعتی	دو سرعت

t.me/MrKonkori

حرکت در جانوران

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

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب‌ایستایی، بیرونی و درونی طبقه بندی کرد.

+ اسکلت آب‌ایستایی: اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد. عروس دریایی اسکلت آب‌ایستایی دارد. ضمناً در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون یا همان خروج آب از یک سمت بدن، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.
+ اسکلت بیرونی: حشرات و سخت‌پوستان نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازه جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.
+ اسکلت درونی: مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

نکاتی در مورد حرکت در جانوران

۱) جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند.

+ به عنوان مثال حتی مرجان‌ها و اسفنج‌ها که به ظاهر ساکن و بی تحرک هستند هم در دوره‌ای از زندگی خود حرکت می‌کنند.

۲) شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکات هستند.

۳) اساس حرکت در جانوران مشابه است. برای حرکت کردن به یک سمت، جانور باید نیرویی در خلاف جهت آن سمت وارد کند.

۴) برای انجام حرکت، جانوران نیازمند هم ساختارهای اسکلتی و هم ساختارهای ماهیچه‌ای هستند.

+ ساختار اسکلت: در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه تقسیم نمود.

x اسکلت آب‌ایستایی: در اثر تجمع مایع درون بدن به وجود می‌آید. مانند عروس دریایی و هیدر که از مرجان‌ها یا کیسه‌تنان به شمار می‌روند.

ـ حرکت در عروس دریایی: با خروج آب از یک سمت بدن، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

ـ حرکت در هیدر: حرکت به وسیله سلول‌های ماهیچه‌ای که از شبکهٔ عصبی هیدر فرمان می‌گیرند، انجام می‌شود.

x اسکلت بیرونی: این نوع اسکلت از جنس پلی‌ساکاریدی به نام کیتین است و در بیرون بدن قرار دارد. مانند حشرات و سخت‌پوستان

ـ در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد.

❁ حشرات علاوه بر دارا بودن اسکلت بیرونی، دارای ویژگی‌های زیر هم هستند:

✿ تنفس نایدیسی، لوله‌های مالپیگی متصل به روده، ماده دفعی به صورت اوریک‌اسید، مغز متشکل از چند گره به هم جوش‌خورده و طناب عصبی شکمی و گره‌دار، چشم مرکب

❁ سخت‌پوستان نیز علاوه بر اسکلت بیرونی، دارای آبشش‌های دفع کننده مواد نیتروژن‌دار هستند.

x اسکلت درونی: این نوع اسکلت در مهره‌داران وجود دارد. مهره‌داران به دو گروه مهره‌داران دارای اسکلت غضروفی و استخوانی تقسیم می‌شوند.

ـ اسکلت استخوانی: در بیشتر مهره‌داران اسکلت از نوع استخوانی است که غضروف نیز دارد.

ـ اسکلت غضروفی: در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی اسکلت فقط غضروفی وجود دارد.

❁ مهره‌داران علاوه بر اسکلت درونی، دارای ویژگی‌های دیگری نیز هستند:

✿ دارای شش یا آبشش هستند. ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان دارای آبشش و دوزیستان بالغ و بقیه مهره‌داران دارای شش هستند.

✿ نمونه‌های شش‌دار آنها دارای سازوکارهای تهویه‌ای شامل پمپ فشار مثبت و پمپ فشار منفی هستند.

✿ دوزیستان بالغ، علاوه بر تنفس ششی، دارای تنفس پوستی هم هستند.

✿ ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان گردش خون بسته از نوع ساده و بقیه مهره‌داران گردش خون بسته از نوع مضاعف دارند.

✿ ماهی‌ها قلب دو حفره‌ای، دوزیستان و بسیاری از خزندگان قلب سه حفره‌ای، تمساح‌ها و بقیه مهره‌داران قلب چهار حفره‌ای دارند.

✿ دارای کلیه با ساختاری مشابه کلیه انسان هستند. ماهیان غضروفی علاوه بر کلیه دارای غدد راست‌روده‌ای نیز هستند.

✿ دارای طناب عصبی پشتی شامل مغز و نخاع و هم‌چنین دستگاه عصبی مرکزی و محیطی هستند.

✿ دارای ایمنی اختصاصی مشابه دستگاه ایمنی انسان هستند.

t.me/MrKonkori



فصل ۴

تنظیم شیمیایی

۱) به وسیله دستگاهی به نام گلوکومتر یا گلوکزسنج میزان قند خون افراد به دست می‌آید.

۲) در نمونه‌های دیجیتالی آن نوار دستگاه با قطره‌ای از خون بیمار تماس داده شده و عدد مربوط به قند خون را از روی نمایشگر آن می‌خوانند!

۳) در یک فرد سالم، میزان قند خون طبیعی در شرایط ناشتا در محدوده ۱۰۸ - ۷۲ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و دو ساعت بعد از غذا کمتر از ۱۴۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر است.

تصور کنید روزی تمام وسایل ارتباطی مثل تلفن، اینترنت و رادیو در یک شهر قطع شود. آیا اداره کردن آن شهر ممکن خواهد بود؟ خیر آیا می‌توان بخش‌های مختلف شهر را که در فواصل دور یا نزدیک قرار دارند، با یکدیگر هماهنگ کرد؟ خیر آیا می‌توان یک خبر را به اطلاع همه مردم شهر رساند؟ خیر

در پریاختگان جانوری بر خلاف تک‌سلولی‌ها، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند. در فصل اول دیدیم که دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است. اما دستگاه عصبی با تک‌تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد. در این فصل، با ارتباطات شیمیایی آشنا می‌شویم و خواهیم دید که چگونه بخش مهمی از فرایندهای بدن توسط آن انجام می‌شود.

نکاتی در مورد ارتباط سلول‌ها در پرسلولی‌ها

دستگاه‌های ارتباط‌دهنده بخش‌های مختلف بدن در جانوران دو نوع هستند:

۱) دستگاه عصبی: که ارتباط بخش‌هایی از بدن را در فواصل مختلف به صورت سریع برقرار می‌کند. این دستگاه نمی‌تواند با تک‌تک سلول‌ها ارتباط داشته باشد!

۲) دستگاه درون‌ریز: که ارتباط بخش‌های دور و نزدیک بدن را به صورت آهسته در بدن برقرار می‌کند. دستگاه درون‌ریز بر خلاف دستگاه عصبی می‌تواند با تک‌تک سلول‌ها ارتباط داشته باشد!

t.me/MrKonkori

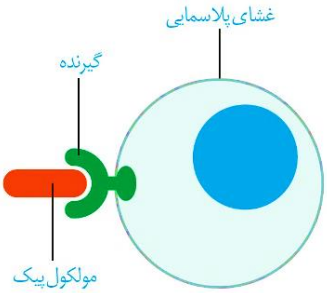
گفتار ۱ ارتباط شیمیایی

در فصل اول دیدیم که یاخته‌های عصبی ارتباط بین نقاط مختلف بدن را برقرار می‌کنند. در این گفتار، نقش مولکول‌هایی مانند هورمون‌ها را در برقراری ارتباط بین سلول‌های بخش‌های مختلف بدن خواهیم دید.

پیک شیمیایی

پیک شیمیایی مولکولی است پروتئینی یا غیر پروتئینی که پیامی را از جایی به جای دیگر بدن منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند **یاخته هدف** نام دارد.

پیک، چگونه یاخته هدف را از میان انبوه یاخته‌ها پیدا می‌کند و پیام را اشتباهی به یاخته دیگر نمی‌رساند؟ ابتدا سلول ترشح کننده، پیک را ترشح و وارد فضای بین سلولی می‌کند. ممکن است مولکول‌های پیک پس از عبور از خون به سلول هدف برسند.



یاخته هدف، برای پیک گیرنده‌ای دارد (شکل ۱). مولکول پیک، تنها بر یاخته‌ای می‌تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.

بر اساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاخته هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه **کوتاه‌بُرد** و **دوربُرد** تقسیم می‌کنند.

شکل ۱) پیک از طریق اثر بر گیرندهٔ اختصاصی خود در سطح غشای یاختهٔ هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند.

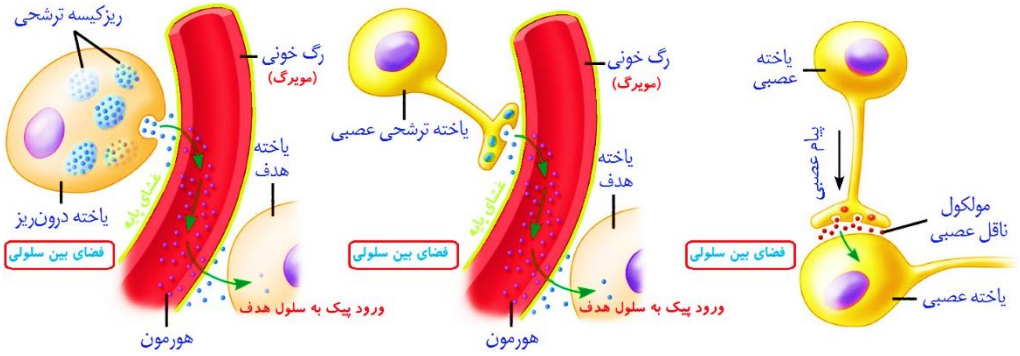
پیک‌های کوتاه‌بُرد

پیک کوتاه‌بُرد، چنان که از نام آن پیداست، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم‌اند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند. به عنوان مثال ناقل عصبی، یک پیک کوتاه‌بُرد است. این پیک از یاخته پیش‌همایه‌ای ترشح و بر یاخته پس‌همایه‌ای اثر می‌کند.

پیک‌های دوربُرد

پیک‌های دوربُرد پیک‌هایی هستند که به جریان خون وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند. به عنوان مثال **هورمون‌ها** پیک‌های دوربُردند (شکل ۲).

گاهی یاخته‌های عصبی پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند؛ در این صورت، این پیک یک هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل عصبی.



شکل ۲) مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی. در هر سه مورد اگزوسیتوز انجام شده است و مولکول‌های پیک در فضای بین سلولی ریخته می‌شوند.

نکاتی در مورد پیک‌های شیمیایی

۱) مولکولی است پروتئینی یا غیر پروتئینی که پیامی را از جایی به جای دیگر بدن منتقل می‌کند.

۲) پیک‌های شیمیایی با فرآیند اگزوسیتوز از سلول یا سلول‌های درون‌ریز به فضای بین سلولی ترشح می‌شوند.

۳) پیک‌های شیمیایی یا به طور مستقیم یا پس از انتقال به وسیله جریان خون، روی سلول‌های هدف تأثیر می‌گذارند.

۴) سلولی که پیام را دریافت می‌کند و به هورمون پاسخ می‌دهد، سلول هدف نام دارد.

۵) سلول هدف، برای پیک گیرنده‌ای اختصاصی و مکمل (نه مشابه!) همواره از جنس پروتئین دارد.

۶) گیرنده می‌تواند در سطح غشای سلولی، درون سیتوپلاسم یا درون هسته سلول هدف قرار داشته باشد.

۷) بر اساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به سلول هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه کوتاه‌بُرد و دوربُرد تقسیم می‌کنند.

t.me/MrKonkori

+ پیک‌های کوتاه‌بُرد

x تعریف: بین سلول‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیک هم قرار داشته و حداکثر چند سلول با هم فاصله دارند.

x مثال: ناقل عصبی، یک پیک کوتاه‌بُرد است.

ـ این پیک با فرآیند اگزوسیتوز از سلول پیش‌سیناپسی ترشح و پس از اتصال به گیرنده سطح غشای سلول پس‌سیناپسی بر آن اثر می‌کند.

+ پیک‌های دوربُرد

x تعریف: پیک‌هایی هستند که به جریان خون وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند.

x مثال: هورمون‌ها پیک‌های دوربُرد هستند، زیرا از سلول‌های درون‌ریز به درون خون وارد می‌شوند.

ـ گاهی سلول‌های عصبی، پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند. در این صورت، هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل عصبی!

❁ از پایانه آکسون نورون‌های هیپوتالاموس که در هیپوفیز پسین واقع هستند هورمون‌های اکسی‌توسین و ضد ادراری ترشح می‌شود.

❁ از پایانه نورون‌های حرکتی اعصاب سمپاتیک واقع در بخش مرکزی غدد فوق کلیه، هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ترشح می‌شود.

ـ هیستامین ترشح شده از ماستوسیت‌ها هم پیک دوربرد محسوب می‌شود، چون بر اساس شکل کتاب! وارد خون می‌شوند!

ـ پیک‌های شیمیایی ترشح شده از دیواره مویرگ‌ها و ماکروفاژها در فرآیند التهاب هم از پیک‌های دوربرد محسوب می‌شوند!

ـ اینترفرون‌ها را نیز در صورت ورود به خون! نوعی پیک شیمیایی دوربرد محسوب می‌شوند! چون روی سلول‌های دیگری تأثیر می‌گذارند.

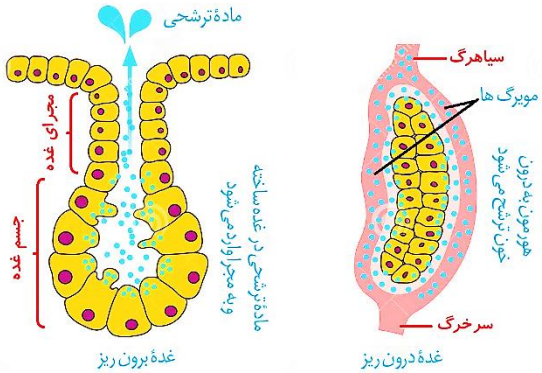
غده‌های بدن

هورمون‌ها همواره از **یاخته‌های درون‌ریز** ترشح می‌شوند.

این یاخته‌های درون‌ریز می‌توانند به دو صورت در بدن یافت شوند:

۱) ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثال این یاخته‌ها را قبلاً دیده‌ایم. مثلاً در سال گذشته خواندیم که یاخته‌های درون‌ریز در معده و دوازدهه به ترتیب، هورمون گاسترین و سکرتین را ترشح می‌کنند.

۲) همچنین ممکن است یاخته‌های درون‌ریز را به صورت مجتمع یافت که در این صورت، **غده درون‌ریز** را تشکیل می‌دهند.



شکل ۳ـ غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز

مقایسه غده درون‌ریز و برون‌ریز

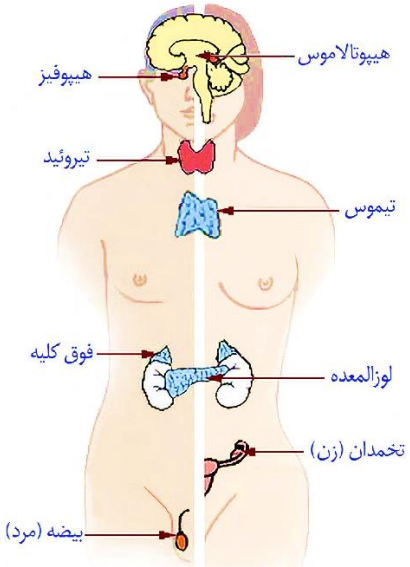
۱) غده درون‌ریز: ترشحات غده درون‌ریز پس از عبور از مایع بین سلولی و غشای پایه! به خون درون مویرگ‌ها وارد می‌شود.

۲) غده برون‌ریز: غده برون‌ریز ترشحات خود را به دو صورت خارج می‌کنند (شکل ۳).

+ روش اول: ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح بدن ارسال می‌کند، مانند غدد عرقی، غدد ترشح کننده ماده مومی‌مانند واقع در مجرای گوش و ...

+ روش دوم: یا ترشحات را به درون حفرات بدن می‌ریزد مانند غدد بزاقی، غدد گوارشی، غدد مخاطی، پروستات، وزیکول سمینال، غدد پیازی ـ میزراهی

مجموع یاخته‌های پراکنده درون‌ریز و غدد درون‌ریز و هورمون‌های آنها را **دستگاه درون‌ریز** می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کنند و نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند. تعدادی (نه همه!) از غدد دستگاه درون‌ریز را در شکل ۴ می‌بینید.



شکل ۴ـ تعدادی از غدد درون‌ریز (غدد اصلی)

۱) تعداد: اغلب این غده‌ها منفرد هستند. بیضه‌ها، تخمدان‌ها و غدد فوق کلیوی یک جفت و غدد پاراتیروئید چهار عدد هستند.

۲) ارتفاع: غده اپی‌فیز بالاترین و غدد جنسی پائین‌ترین غدد بدن هستند.

۳) موقعیت: غدد مختلف در جاهای مختلفی از بدن قرار دارند:

+ در مغز: اپی‌فیز، هیپوفیز و هیپوتالاموس در مغز قرار دارند.

+ در ناحیه گردن: غده تیروئید و غدد پاراتیروئید در ناحیه گردن قرار دارند.

+ در ناحیه سینه: غده تیموس در سینه و پشت جناغ و نای قرار دارند.

+ در محوطه شکم: غدد فوق کلیوی، پانکراس و تخمدان در محوطه شکم قرار دارند.

+ در بیرون بدن: بیضه‌ها در بیرون از بدن و درون کیسه بیضه قرار دارند.

۴) بخش‌ها: برخی از این غدد هم دارای بخش درون‌ریز هستند و هم دارای بخش برون‌ریز! مانند پانکراس و بیضه‌ها

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد سلول‌های درون‌ریز

۱) هورمون‌ها همواره از سلول‌های درون‌ریز ترشح می‌شوند.

۲) سلول‌های درون‌ریز از نظر نوع بافت، دو گروه هستند:

+ بافت عصبی: مانند هیپوتالاموس، بخش مرکزی غده فوق کلیه و اپی‌فیز

+ بافت پوششی: مانند بقیه سلول‌های پراکنده و غدد درون‌ریز بدن

x سلول‌های پوششی درون‌ریز می‌توانند به دو صورت در بدن یافت شوند:

ـ به صورت پراکنده در اندام‌ها

❁ مثال:

① هورمون گاسترین: این هورمون از معده (غدد برون‌ریز واقع در نزدیکی پیلور)، ترشح می‌شود. اندام هدف این هورمون خود معده است که سبب افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود.

② هورمون سکرتین: این هورمون از روده باریک (بیشتر از دوازدهه) ترشح می‌شود. اندام هدف این هورمون لوزالمعده است که باعث افزایش ترشح بی‌کربنات از آن می‌شود.

③ هورمون اریتروپویتین: این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از سلول‌های کلیه و کبد (نه همه سلول‌های آنها!) به درون خون ترشح می‌شود و اندام هدف آن مغز قرمز! استخوان است.که باعث می‌شود تا سرعت تولید گلبول‌های قرمز را زیاد کند.

نکته: این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گلبول‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، مقدار این هورمون به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

④ هورمون HCG: این هورمون توسط برخی از سلول‌های واقع در لایه بیرونی یا تروفوبلاست در بلاستوسیست (جنین)، ترشح شده و جالب این‌که وارد خون مادر شده و روی جسم زرد اثر نموده و باعث حفظ جسم زرد، تداوم ترشح هورمون پروژسترون و جلوگیری از قاعدگی و تمک‌گذاری مجدد می‌شود.

❁ بنابراین می‌توان گفت:

❁ همواره هورمون‌ها از سلول‌های درون‌ریز ترشح می‌شوند.

❁ همواره سلول‌های درون‌ریز در درون غدد درون‌ریز واقع نشده‌اند!

ـ به صورت مجتمع یا به صورت غده درون‌ریز

❁ مثال: سلول‌های درون‌ریز واقع در بقیه غدد درون‌ریز بدن

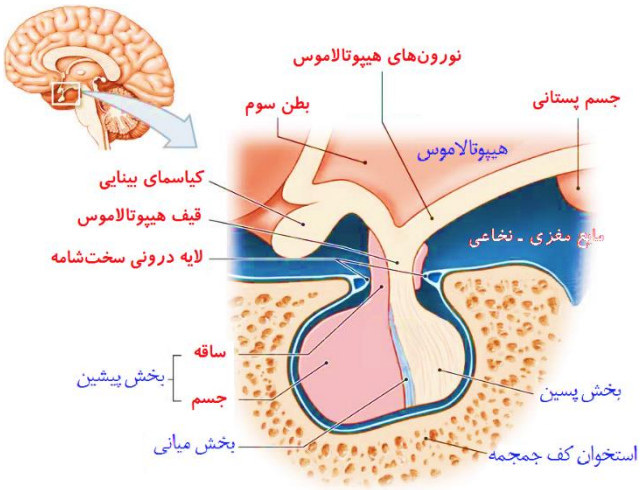
t.me/MrKonkori

گفتار ۲ غدّه‌های درون‌ریز

دستگاه درون‌ریز که غده‌ها بخش مهمی از آن‌اند، فعالیت‌های بدن را به وسیله هورمون‌ها تنظیم می‌کند. در این گفتار، غدد درون‌ریز و هورمون‌های آنها را در انسان بررسی می‌کنیم.

هیپوفیز

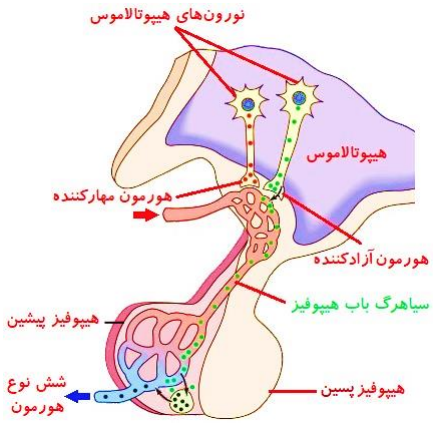
غده هیپوفیز تقریباً به اندازه یک نخود است و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس متصل است (شکل ۵). این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه و متصل به بخش قیف‌مانند هیپوتالاموس و جلوی ساقه مغز جای دارد. این غده همانند مغز به وسیله پرده‌های مننژ و استخوان‌های جمجمه محافظت می‌شود! غده هیپوفیز سه بخش دارد که پیشین، میانی و پسین نامیده می‌شوند. عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.



شکل ۵ـ غده هیپوفیز

بخش پیشین

بخش پیشین غده هیپوفیز، تحت تنظیم دو دسته هورمون ترشح شده از هیپوتالاموس یعنی هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، شش نوع هورمون ترشح می‌کند. در واقع هیپوتالاموس توسط رگ‌های خونی به طور مستقیم با بخش پیشین غده هیپوفیز ارتباط دارد و هورمون‌هایی به نام **آزادکننده** و **مهارکننده** ترشح می‌کند که هورمون‌های آزادکننده باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند، در حالی‌که هورمون‌های مهارکننده سبب می‌شوند ترشح آنها متوقف شود. به همین دلیل، غده هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد.



هورمون‌های هیپوفیز پیشین عبارتند از:

۱) هورمون رشد

۲) هورمون پرولاکتین

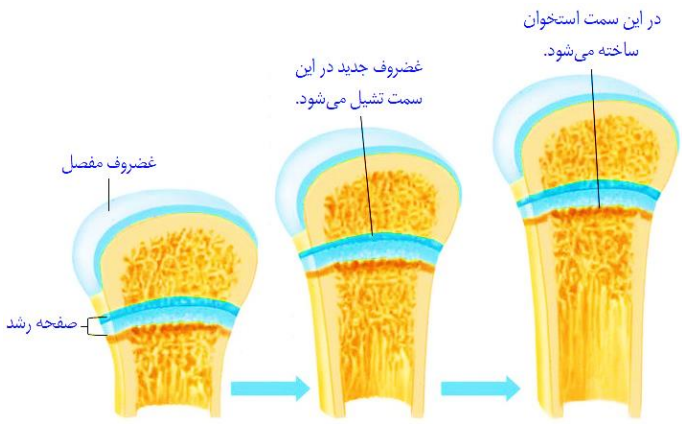
۳) هورمون محرک تیروئید

۴) هورمون محرک فوق کلیه

۵) هورمون محرک غدد جنسی LH

۶) هورمون محرک غدد جنسی FSH

هورمون رشد، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز مانند ران، درشت‌نی، نازک‌نی، بازو، زندهای زیرین و زیرین و نیز انگشتان، اندازه قد را افزایش می‌دهد. در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که **صفحات رشد** نام دارند (شکل ۶).



شکل ۶ ـ صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان

با تقسیم سلولی دو اتفاق زیر می‌افتد:

۱) در سمت سر استخوان، سلول‌های بنیادی، غضروف جدید تولید می‌کنند.

۲) در سمت تنه استخوان، سلول‌های بنیادی، استخوان جدید تولید می‌کنند.

یاخته‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند. همچنان که یاخته‌های جدیدتر پدید می‌آیند، یاخته‌های استخوانی هم تقسیم شده و جانشین یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر می‌شوند و به این ترتیب، استخوان رشد می‌کند. چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل

t.me/MrKonkori

می‌شوند. به عبارت دیگر بعد از بلوغ در محل صفحه رشد، سلول غضروفی یافت نمی‌شود. در این حالت، رشد استخوان متوقف می‌شود و می‌گویند «صفحات رشد بسته شده‌اند». تا زمانی که این صفحات بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند قد را افزایش دهد.

پرولاکتین هورمون دیگر بخش پیشین است. پس از تخم‌گذاری! یا تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را در پستانداران تخم‌گذار، کیسه‌دار و جفت‌دار به تولید شیر وامی‌دارد. بنابراین اندام هدف آن سلول‌های تولید کننده شیر در پستان هستند.

تا مدت‌ها تصور می‌شد که کار پرولاکتین تنها همین است. اما اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی (همانند نقش هورمون تیموسین) و حفظ تعادل آب (همانند نقش هورمون‌های ضد ادراری و آلدوسترون) به دست آمده است. در مردان، این هورمون همانند هورمون‌های محرک غدد جنسی یعنی LH و FSH و نیز هورمون تستوسترون در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل نیز نقش دارد.

هورمون‌های محرک غدد دیگر، چهار هورمون باقی مانده بخش پیشین را تشکیل می‌دهند.

همان‌طور که می‌دانیم، بخش پیشین غده هیپوفیز تحت دستوراتی که توسط هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده از هیپوتالاموس صادر می‌شوند! به طور غیر مستقیم روی غدد دیگر نیز اثر می‌گذارد. بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. این هورمون‌ها چهار نوع هستند:

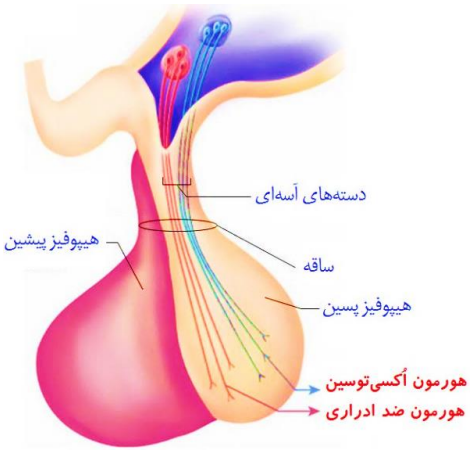
۱) هورمون **محرک تیروئید**، فعالیت غده تیروئید را تحریک می‌کند؛ این غده تحت اثر هورمون محرک تیروئید هورمون‌های تیروئیدی یعنی T_3 و T_4 را ترشح نموده و روی دیگر هورمون ترشح شده از تیروئید یعنی کلسی‌تونین بی‌اثر است!

۲) هورمون **محرک غده فوق کلیه** روی بخش قشری غده فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و باعث تحریک ترشح هورمون‌های آلدوسترون و کورتیزول می‌شود.

۳) و ۴) هورمون‌های **محرک غده‌های جنسی** که **LH** و **FSH** نام دارند، این هورمون‌ها با تأثیر بر همه فرایندهای تولیدمثل، کار غده‌های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

بخش پسین

بخش پسین هیپوفیز، ساختار غده‌ای ندارد و بنابراین هیچ هورمونی نمی‌سازد. در واقع، این بخش محل قرار گرفتن پایانه آکسون دو نوع نورون از نورون‌های هیپوتالاموس است. هورمون‌های بخش پسین در یاخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم یاخته‌ای ساخته شده‌اند از طریق آسه‌ها به بخش پسین می‌رسند (شکل ۷). دو هورمون به نام‌های ضد ادراری، که در سال قبل با آن آشنا شدیم، و اُکسی‌توسین، که در فصل ۷ با آن آشنا می‌شویم، در جسم سلولی نورون‌های هیپوتالاموس ساخته و در بخش پسین، ذخیره و به خون ترشح می‌شوند.



نکته چالشی: بخش پسین هیپوفیز با این‌که هورمون تولید نمی‌کند ولی دو نوع هورمون ترشح می‌کند!

شکل ۷ـ ارتباط بخش پسین هیپوفیز با هیپوتالاموس

دو نوع هورمون به وسیله جسم سلولی دو نوع نورون! واقع در هیپوتالاموس تولید و از طریق پایانه آکسون آنها به هیپوفیز پسین وارد می‌شوند.

نکاتی در مورد غده! هیپوتالاموس

۱) وظیفه: این غده! که بخشی از مغز است و سلول‌های ترشح کننده آن، نورون هستند در تنظیم عصبی و شیمیایی نقش دارد:

+ تنظیم عصبی: تنظیم دمای بدن، تنظیم تعداد ضربان قلب، تنظیم فشار خون، تنظیم تشنگی، تنظیم گرسنگی و تنظیم خواب

+ تنظیم شیمیایی: ترشح هورمون‌های زیر از طریق پایانه آکسون خود به مایع بین سلولی و در نهایت به درون خون

x هورمون‌های آزادکننده: از طریق سیاهرگ باب هیپوفیزی به هیپوفیز پیشین رسیده و باعث ترشح هورمون‌های این غده می‌شود.

x هورمون‌های مهارکننده: از طریق سیاهرگ باب هیپوفیزی به هیپوفیز پیشین رسیده و مانع ترشح هورمون‌های این غده می‌شود.

x هورمون اُکسی‌توسین: از طریق پایانه آکسون نورون‌ها به هیپوفیز پسین رفته و در آنجا ذخیره و ترشح می‌شود.

x هورمون ضد ادراری: از طریق پایانه آکسون نورون‌ها به هیپوفیز پسین رفته و در آنجا ذخیره و ترشح می‌شود.

۲) مسیر جابه‌جایی: هورمون‌های فوق از دو مسیر مختلف می‌گذرند تا به سلول‌های هدف برسند.

+ هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده از طریق سیاهرگ باب هیپوفیز بین هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین به سلول‌های هدف یعنی هیپوفیز پیشین می‌رسانند.

x بنابراین هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده برای رسیدن به سلول‌های هدف از گردش‌خون ششی و عمومی عبور نمی‌کنند.

+ هورمون‌های اُکسی‌توسین و ضد ادراری پس از گذشتن از گردش‌خون ششی و عمومی به سلول‌های هدف خود می‌رسند.

نکاتی در مورد غده هیپوفیز

۱) اندازه: تقریباً به اندازه یک نخود است.

۲) ارتباط با مغز: این غده به وسیله ساقه‌ای به هیپوتالاموس مغز متصل است.

t.me/MrKonkori

۳) موقعیت: درون یک گودی از استخوان کف جمجمه و متصل به بخش قیف‌مانند پائین هیپوتالاموس و جلوی ساقه مغز قرار دارد.

۴) محافظت: این غده همانند مغز به وسیله پرده‌های مننژ و استخوان‌های جمجمه محافظت می‌شود!

۵) بخش‌ها: غده هیپوفیز سه بخش دارد که هیپوفیز پیشین، هیپوفیز میانی و هیپوفیز پسین نامیده می‌شوند.

+ هیپوفیز پیشین: این بخش تحت اثر هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، شش نوع هورمون ترشح می‌کند.

x ارتباط بخش پیشین هیپوفیز با هیپوتالاموس

ـ هیپوتالاموس توسط رگ‌های خونی به طور مستقیم با بخش پیشین ارتباط دارد.

❁ سرخرگ ورودی به هیپوتالاموس پس از تشکیل مویرگ‌ها، دو دسته هورمون آزادکننده و مهارکننده را دریافت می‌کند.

❁ سیاهرگ باب هیپوفیزی بدون عبور از قلب و شش! به طور مستقیم وارد بخش پیشین هیپوفیز شده و مویرگ‌ها را تشکیل می‌دهد.

ـ پایانه آکسون نورون‌های هیپوتالاموس تعداد زیادی هورمون! ترشح می‌کنند.

ـ این هورمون‌ها به دو دسته به نام هورمون‌های آزادکننده و هورمون‌های مهارکننده تقسیم می‌شوند.

ـ این هورمون‌ها به ترتیب باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند، یا اینکه ترشح آنها متوقف شود.

ـ به همین دلیل، غده هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد.

ـ در هیپوفیز پیشین هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده از مویرگ‌ها خارج شده و روی سلول‌های درون‌ریز این غده اثر می‌گذارند.

ـ هورمون‌های شش‌گانه وارد مویرگ‌ها شده و پس از تشکیل سیاهرگ خروجی هیپوفیز از طریق بزرگ سیاهرگ زبرین به قلب برمی‌گردند.

ـ این هورمون‌ها پس از عبور از شش، قلب و آئورت، وارد گردش خون عمومی شده و در نهایت به سلول‌های هدف برسد.

ـ بنابراین هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده بدون گذشتن از قلب و گردش خون ششی به سلول‌های هدف می‌رسند.

❁ نظیر این پدیده هم در مورد هورمون‌های انسولین و گلوکاگون وارد شده به کبد، اتفاق می‌افتد.

❁ بدیهی است بقیه هورمون‌ها پس از دو بار! عبور از قلب و یک بار عبور از دستگاه گردش خون ششی به سلول‌های هدف می‌رسند.

x هورمون‌های بخش پیشین غده هیپوفیز: این بخش تحت تنظیم دو دسته هورمون آزادکننده و مهارکننده، شش نوع هورمون ترشح می‌کند.

① هورمون رشد

ـ با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازه قد را افزایش می‌دهد.

❁ در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند.

❁ در سمت رو به سر استخوان، سلول‌های غضروفی جدید و در سمت رو به تنه سلول‌های استخوانی جدید تولید می‌شود.

❁ این صفحات به طور کامل از غضروف و سلول‌های بنیادی تولید کننده غضروف تشکیل شده‌اند.

❁ این صفحات تا زمان بلوغ از دو طرف و به سمت دو سر استخوان، سلول‌های غضروفی جدید می‌سازند.

❁ در سمت رو به تنه استخوان دراز، سلول‌های استخوانی جدید را جایگزین سلول‌های غضروفی قدیمی‌تر می‌کنند.

❁ چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل و صفحات رشد بسته شده و رشد متوقف می‌شود.

② هورمون پرولاکتین

ـ پس از تخم‌گذاری! یا تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را در همه انواع پستانداران، به تولید شیر وادار می‌کند.

❁ مکیدن پستان مادر توسط نوزاد و ترشح اُکسی‌توسین با اثر بر روی ماهیچه‌های صاف باعث خروج شیر از پستان‌ها می‌شود.

ـ کارهای دیگر پرولاکتین

❁ نقش در دستگاه ایمنی همانند نقش هورمون تیموسین

❁ حفظ تعادل آب همانند نقش هورمون‌های ضد ادراری و آلدوسترون

❁ تنظیم فرایندهای تولیدمثل در مردان همانند هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون

③ هورمون محرک غده تیروئید: غده تیروئید تحت اثر این هورمون، هورمون‌های تیروئیدی یعنی T_3 و T_4 را ترشح می‌کند.

ـ نکته چالشی: هورمون محرک تیروئیدی روی دگر هورمون ترشح شده از تیروئید یعنی کلسی‌تونین بی‌اثر است!

④ هورمون محرک غده فوق کلیه: بخش قشری غده فوق کلیه تحت اثر این هورمون، آلدوسترون و کورتیزول را ترشح می‌کند.

⑤ هورمون محرک غدد جنسی LH: این هورمون محرک غدد جنسی یعنی بیضه‌ها و تخمدان‌ها است.

ـ در مردان: تحریک سلول‌های بینابینی موجود در لابه‌لای لوله‌های اسپرم‌ساز و ترشح هورمون تستوسترون

ـ در زنان: تحریک سلول‌های جسم زرد موجود در تخمدان و ترشح دو هورمون استروژن و پروژسترون

⑥ هورمون محرک غدد جنسی FSH: این هورمون محرک غدد جنسی یعنی بیضه‌ها و تخمدان‌ها است.

t.me/MrKonkori

ـ در مردان: تحریک سلول‌های سرتولی موجود در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز و تسهیل تمایز اسپرم‌ها

ـ در زنان: تاثیر بر روی فولیکول‌های درون تخمدان و بزرگ شدن و بلوغ یکی از فولیکول‌ها در هر دوره جنسی

x تاثیر غده هیپوفیز روی غدد دیگر

ـ بخش پیشین غده هیپوفیز تحت دستوراتی که از هیپوتالاموس توسط هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده صادر می‌شوند! به طور غیر مستقیم روی غدد دیگر نیز اثر می‌گذارد. به عبارت دیگر بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند.

+ **هیپوفیز میانی:** عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.

+ **هیپوفیز پسین:** این بخش از غده هیپوفیز ساختار غده‌ای ندارد و بنابراین هیچ هورمونی نمی‌سازد.

x در واقع، این بخش از هیپوفیز محل قرار گرفتن پایانه آکسون دو نوع نورون از نورون‌های هیپوتالاموس است.

x هورمون‌های بخش پسین به وسیله سلول‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند.

ـ این هورمون‌ها که در جسم سلولی ساخته شده‌اند از طریق آکسون‌ها به بخش پسین می‌رسند.

x این هورمون‌ها در هیپوتالاموس ساخته شده و در بخش پسین، ذخیره و ترشح می‌شوند.

x بنابراین بخش پسین غده هیپوفیز با اینکه هورمون تولید نمی‌کند ولی دو نوع هورمون ترشح می‌کند!

x دو نوع هورمون به وسیله جسم سلولی دو نوع نورون! واقع در هیپوتالاموس تولید و از طریق پایانه آکسون آنها به هیپوفیز پسین وارد می‌شوند.

① هورمون اُکسی‌توسین: سلول‌های ماهیچه‌ای صاف موجود در رحم و غدد شیری را تحریک می‌کند.

ـ بنابراین می‌توان گفت، هورمون اکسی‌توسین موجب تسهیل زایمان و خروج شیر از پستان‌ها بعد از زایمان! می‌شود.

ـ در فرآیند زایمان، ابتدا بر اثر فشار سر جنین، گیرنده‌های مکانیکی موجود در گردن رحم تحریک شده و پیام حسی به هیپوتالاموس رفته تا هورمون اُکسی‌توسین از پایانه آکسون نورون‌های هیپوتالاموس که در هیپوفیز پسین واقع هستند ترشح شود.

❁ این هورمون با بازخورد مثبت سبب انقباض بیشتر ماهیچه‌های صاف موجود در رحم و تسهیل زایمان می‌شود.

ـ بعد از تولد، مکیدن پستان توسط نوزاد، گیرنده‌های مکانیکی موجود در پستان را تحریک نموده و پیام حسی به طرف هیپوتالاموس رفته و باعث ترشح بیشتر هورمون اُکسی‌توسین و انقباض ماهیچه‌های صاف موجود در پستان و خروج شیر می‌شود.

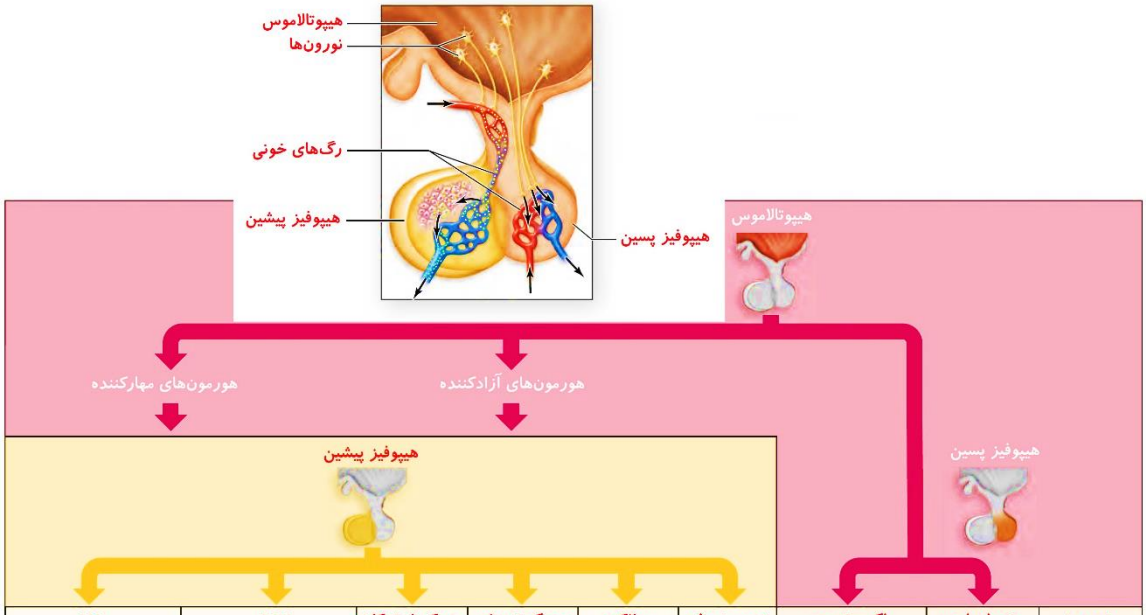
❁ این هورمون با بازخورد مثبت سبب انقباض بیشتر ماهیچه‌های صاف موجود در پستان و خروج شیر از آنها می‌شود.

② هورمون ضد ادراری: این هورمون با اثر بر لوله‌های نفرون‌ها و لوله‌های جمع کننده ادرار هستند، موجب دفع کمتر ادرار می‌شود.

ـ در فرآیند تشنگی، به دنبال کمبود آب در بدن و افزایش غلظت پلاسمای خون، گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس تحریک می‌شوند.

❁ تحریک این گیرنده‌ها باعث ترشح هورمون ضد ادراری از پایانه آکسون نورون‌های هیپوتالاموس واقع در هیپوفیز پسین می‌شود.

❁ به دنبال این فرایندها علاوه بر تمایل به نوشیدن آب توسط مرکز تشنگی، بازجذب آب از کلیه‌ها افزایش می‌یابد.



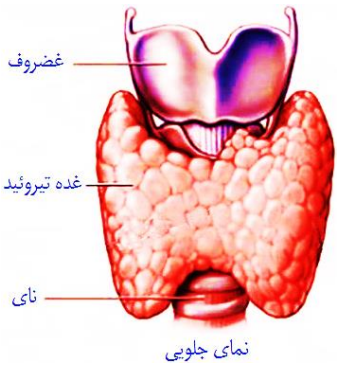
هورمون	ضد ادراری	اکسی‌توسین	هورمون رشد	پرولاکتین	محرک تیروئید	محرک فوق کلیه	FSH	LH
سلول هدف	نفرون‌ها	پستان، رحم	استخوان دراز	پستان	تیروئید	قشر فوق کلیه	بیضه‌ها و تخمدان‌ها	بیضه‌ها و تخمدان‌ها
وظیفه	بازجذب آب	خروج شیر تسهیل زایمان	رشد بدن	تولید شیر	ترشح T_3 و T_4	ترشح کورتیزول و آلدوسترون	ترشح استروژن تمایز اسپرم‌ها	ترشح پروژسترون ترشح تستوسترون

t.me/MrKonkori

غده تیروئید

غده تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره واقع است (شکل ۸). هورمون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از: هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین. هورمون‌های تیروئیدی دو هورمون یُددار به نام‌های T_3 و T_4 هستند. نام دیگر هورمون تیروئیدی T_4 تیروکسین است.

هورمون‌های تیروئیدی یعنی T_3 و T_4 میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را از طریق تنفس سلولی تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیه گلوکز در همه یاخته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی سلول‌های بدن، یاخته هدف این هورمون‌ها هستند. در دوران جنینی و کودکی، هورمون T_3 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی یعنی فقط مغز و نخاع! لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین و کودک! می‌انجامد.



نمای جلویی

اگر یُد در غذا به مقدار کافی موجود نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غده هیپوفیز پیشین با ترشح هورمون محرک تیروئید، از طریق افزایش تقسیم سلولی باعث رشد بیشتر غده تیروئید می‌شود تا یُد بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن **گواتر** می‌گویند.

یُد در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار یُد موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار یُد خاک بستگی دارد. با توجه به کمبود یُد در خاک کشور ما، همچون بسیاری از دیگر کشورها، برنامه‌های غذایی متکی به فراورده‌های غیر دریایی نمی‌تواند فراهم کننده یُد موردنیاز بدن باشد.

بنابراین در ایران هم‌چون بسیاری از دیگر کشورها، ناگزیر به استفاده از نمک‌های یُددار هستیم!

شکل ۸ـ غدهٔ تیروئید

فعالیت ۱ استفاده از نمک یددار می‌تواند ید مورد نیاز بدن را تأمین کند، تحقیق کنید که نمک‌های یددار در چه شرایطی خواص خود را حفظ می‌کنند و چه غذاهایی مانع جذب ید می‌شوند؟ می‌بایست نمک‌های یددار، قبل از تاریخ انقضاء مصرف شوند، در معرض نور مستقیم، حرارت، رطوبت و .. قرار نگیرند.
+ غذاهایی مانند کلم، ذرت، سویا و ... مانع جذب ید در روده می‌شوند.

هورمون دیگر تیروئید، **کلسی‌تونین** است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از غده تیروئید ترشح شده و از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

نکاتی در مورد غده تیروئید

۱) شکل: غده تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد

۲) موقعیت: غده تیروئید در زیر حنجره واقع است.

۳) هورمون‌ها: غده تیروئید سه نوع هورمون ترشح می‌کند. هورمون‌های تیروئیدی شامل دو هورمون یُددار به نام‌های T_3 و T_4 و هورمون کلسی‌تونین

+ هورمون‌های تیروئیدی

x میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند.

ـ به عبارت دیگر این هورمون‌ها با اثر بر روی سلول‌های بدن از طریق تنفس سلولی باعث افزایش مصرف گلوکز در آنها می‌شوند.

❁ یادآوری: در پایه دوازدهم خواهیم دید، گلیکولیز در ماده زمینه سیتوپلاسم و مابقی واکنش‌های تنفس سلولی در میتوکندری‌ها انجام می‌شود.

x از آنجا که تجزیه گلوکز در همه سلول‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی سلول‌های بدن، سلول هدف این هورمون‌ها هستند.

x می‌توان گفت این هورمون‌ها میزان قند خون را در افراد سالم کاهش می‌دهند زیرا باعث مصرف آن توسط سلول‌های بدن می‌شوند.

x علاوه بر تنفس سلولی، هورمون تیروئیدی T_3 در دوران جنینی و کودکی برای نمو دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع!) لازم است.

ـ فقدان هورمون T_3 به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین و کودک! می‌انجامد. این عارضه را کرتینیسم می‌گویند.

x کمبود یُد در رژیم غذایی: اگر یُد در غذا به مقدار کافی موجود نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی‌شود.

ـ در این حالت غده هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، از طریق تقسیم سلولی باعث رشد بیشتر غده تیروئید می‌شود تا یُد بیشتری جذب کند.

❁ بنابراین در این روش، از طریق بازخورد مثبت! هورمون‌های تیروئیدی بیشتری ساخته می‌شوند.

❁ در صورت کمبود یُد در رژیم غذایی، غده تیروئید بزرگ شده که به این عارضه، گواتر می‌گویند.

x منابع غذایی یُد: این عنصر در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار آن در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار یُد خاک بستگی دارد.

ـ با توجه به کمبود یُد در خاک کشور ایران و استفاده کم از غذاهای دریایی، همچون بسیاری از دیگر کشورها، ناگزیر به استفاده از نمک‌های یُددار هستیم!

+ هورمون کلسی‌تونین

x زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، هورمون کلسی‌تونین از غده تیروئید ترشح شده و از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

ـ بنابراین هورمون کلسی‌تونین همانند هورمون پاراتیروئیدی در هم‌ایستایی کلسیم در بدن نقش دارد.

t.me/MrKonkori

❁ کلسیم نقش‌های متعددی در بدن ایفا می‌کند، از جمله:

❁ شرکت در ساختار استخوان‌ها

❁ شرکت در انقباض ماهیچه‌ها

❁ شرکت در واکنش‌های انعقاد خون

x بدیهی است به هنگام کاهش کلسیم در پلاسما، این هورمون فاقد نقش است ولی هورمون پاراتیروئیدی وارد عمل می‌شود!

x می‌توان گفت، این هورمون مانع از پوکی استخوان می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم کاهش کلسی‌تونین سبب پوکی استخوان می‌شود.

x نکته چالشی: هورمون کلسی‌تونین اگرچه از غده تیروئید ترشح می‌شود ولی جز هورمون‌های تیروئیدی محسوب نمی‌شود!

ـ منظور از هورمون‌های تیروئیدی فقط هورمون‌های T_3 و T_4 است.

ـ بنابراین می‌توان گفت هورمون محرک غده تیروئید روی افزایش ترشح هورمون کلسی‌تونین بی‌تأثیر است.

غده‌های پاراتیروئید

غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غده تیروئید و متصل به آن قرار دارند (شکل ۹). این غدد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کنند.

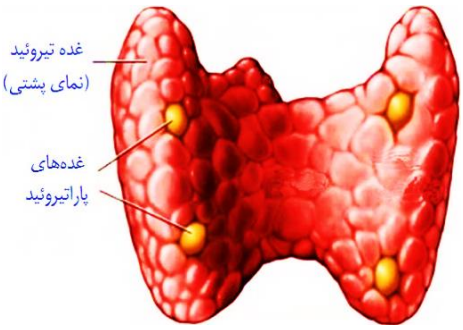
هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد.

این هورمون، با سه روش زیر سبب افزایش کلسیم پلاسمای خون می‌شود.

روش اول: هورمون پاراتیروئیدی، بر خلاف کلسی‌تونین، کلسیم را از ماده زمینه‌ای استخوان جدا و آزاد می‌کند. بنابراین باعث نرمی و پوکی استخوان می‌شود.

روش دوم: همچنین با همکاری سلول‌های پوشاننده لوله‌ها و مویرگ‌های دور لوله‌ای نفرون‌ها بازجذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد.

روش سوم: یکی دیگر از کارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر بر ویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب فعال! کلسیم از روده بزرگ! را افزایش دهد؛ بنابراین می‌توان گفت کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده بزرگ! می‌شود.



شکل ۹ـ غدّه‌های پاراتیروئید

نکاتی در مورد غده‌های پاراتیروئید

۱) تعداد: غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد یا دو جفت در بدن یافت می‌شوند.

۲) موقعیت: غده‌های پاراتیروئید در پشت غده تیروئید و متصل به آن قرار دارند.

۳) هورمون: غده‌های پاراتیروئید، هورمون پاراتیروئیدی را به درون ترشح می‌کنند.

+ هورمون پاراتیروئیدی: این هورمون در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد.

x بر خلاف کلسی‌تونین که در پاسخ به افزایش کلسیم پلاسما ترشح می‌شد، هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم پلاسما ترشح می‌شود!

x هورمون پاراتیروئیدی، با سه روش سبب افزایش کلسیم پلاسمای خون می‌شود:

ـ روش اول: بر خلاف کلسی‌تونین، هومون پاراتیروئیدی کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می‌کند. پس باعث پوکی استخوان می‌شود.

ـ روش دوم: در سلول‌های پوشاننده لوله‌ها و مویرگ‌های دور لوله‌ای نفرون‌ها بازجذب کلسیم را در کلیه‌ها افزایش می‌دهد.

ـ روش سوم: با اثر بر روی ویتامین D، آن را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب فعال! کلسیم از روده بزرگ! را افزایش دهد.

❁ این هورمون بر روی سلول‌های استخوان و سلول‌های مکعبی شکل نفرون در کلیه دارای گیرنده است.

❁ به عبارت دیگر، استخوان و کلیه از اندام‌های هدف هورمون پاراتیروئیدی محسوب می‌شوند.

❁ می‌توان گفت این هورمون بر خلاف سایر هورمون‌ها برای انجام یکی از کارهای خود نیازی نیست به سلول هدف متصل شود!

❁ بدیهی است این هورمون بر روی سلول‌های روده بزرگ! گیرنده ندارد! به عبارت دیگر، روده اندام هدف این هورمون محسوب نمی‌شود.

❁ می‌توان گفت کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.

❁ ویتامین D قابل حل در چربی است، بنابراین اختلال در ترشح صفرا می‌تواند به طور غیر مستقیم روی جذب کلسیم در روده مؤثر باشد!

غده فوق کلیه

هر غده فوق کلیه بر روی یکی از کلیه‌ها قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که به هم متصل ولی به طور کامل از همدیگر مستقل‌اند (شکل ۱۰).

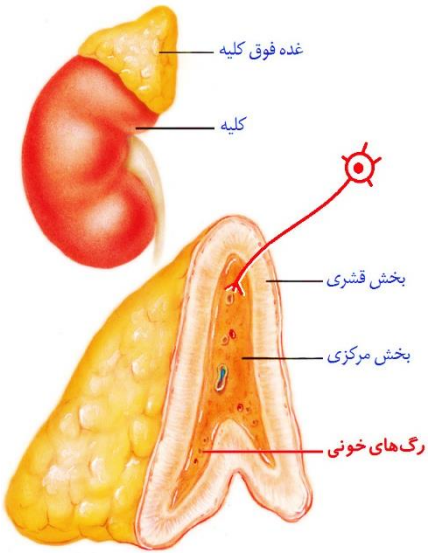
t.me/MrKonkori

بخش مرکزی غده فوق کلیه همانند هیپوتالاموس، هیپوفیز پسین و اپی‌فیز ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های **اپی‌نفرین** و **نوراپی‌نفرین** ترشح می‌کند. این هورمون‌ها عملکردی مشابه داشته و ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و هم‌چنین نایژک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند تا تبادل گازها بهتر انجام می‌شود. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ‌های کوتاه‌مدت آماده می‌کند.

بخش قشری به تنش‌های طولانی‌مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون همانند اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.

هورمون دیگر بخش قشری **آلدوسترون** است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه حجم خون و فشار خون بالا می‌رود.

بخش قشری این غده **هورمون جنسی** زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می‌کند.



شکل ۱۰ـ غدهٔ فوق کلیه

نکاتی در مورد غده فوق کلیه

۱) موقعیت: هر غده فوق کلیه بر روی یکی از کلیه‌ها قرار دارد.

۲) بخش‌ها: هر غده فوق کلیه از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که به هم متصل ولی به طور کامل از همدیگر مستقل هستند.

۳) محرک‌ها: بخش‌های قشری و مرکزی غده فوق کلیه، تحت تأثیر محرک‌های ویژه، هورمون ترشح می‌کنند.

+ محرک بخش قشری: محرک این بخش، هورمون محرک غده فوق کلیه است که از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود.

+ محرک بخش مرکزی: محرک این بخش، اعصاب سمپاتیک هستند!

بخش مرکزی غده فوق کلیه

۱) ساختار: همانند هیپوتالاموس و اپی‌فیز ساختار عصبی دارد.

۲) ویژگی: پایانه آکسونی نورون‌های سمپاتیک در آن قرار داشته و دو نوع هورمون با پدیده اگزوسیتوز به فضای بین سلولی و سپس خون ترشح می‌شود!

۳) هورمون‌ها: وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو نوع هورمون به نام‌های هورمون اپی‌نفرین و هورمون نوراپی‌نفرین ترشح می‌کند.

+ نام قدیمی این هورمون‌ها به ترتیب آدرنالین و نورآدرنالین بوده است.

۴) نقش هورمون‌ها: بر اساس کتاب! این هورمون‌ها عملکردی مشابه داشته و بدن را برای پاسخ‌های کوتاه‌مدت آماده می‌کند.

+ این هورمون‌ها باعث افزایش گلوکز خون، افزایش ضربان قلب، افزایش فشار خون و افزایش تبادل گازهای تنفسی در شرایط تنش می‌شوند.

x تأثیر بر سلول‌های کبد ← تجزیه گلیکوژن ذخیره شده در سلول‌های کبد ← افزایش قند خون

x تأثیر بر گره پیشاهنگ یا گره ضربان‌ساز موجود در شبکه هادی قلب ← افزایش ضربان‌های قلب

x تأثیر بر لایه ماهیچه‌ای قلب ← افزایش تعداد و قدرت ضربان‌های قلب ← افزایش برون‌ده قلبی ← افزایش فشار خون

x تأثیر بر ماهیچه‌های صاف نایژک‌ها ← باز شدن نایژک‌ها ← ورود و خروج هوای بیشتر به حبابک‌ها و کیسه‌های حبابکی ← تبادل بهتر گازهای تنفسی

+ لازم به ذکر است اعصاب سمپاتیک برای پاسخ‌های خیلی کوتاه‌مدت! وارد عمل می‌شوند.

بخش قشری غده فوق کلیه

۱) ساختار: همانند بیشتر غده‌ها دارای سلول‌های پوششی ترشحی است.

۲) هورمون‌ها: این غده تعدادی هورمون ترشح می‌کند. از جمله هورمون‌های کورتیزول و آلدوسترون و مقدار کمی هم هورمون‌های جنسی!

+ بخش قشری با ترشح هورمون کورتیزول سبب افزایش قند خون و با ترشح هورمون آلدوسترون سبب افزایش فشار خون می‌شوند.

+ بخش قشری هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می‌کند.

x در درون خون یک مرد هورمون‌های استروژن و پروژسترون و در درون خون یک زن هورمون تستوسترون هم به مقدار جزئی وجود دارند!

هورمون کورتیزول

۳) با ترشح هورمون کورتیزول به تنش‌های طولانی‌مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، پاسخ دیرپا می‌دهد.

۴) هورمون کورتیزول همانند اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، گلوکز خون را افزایش می‌دهد.

+ هورمون کورتیزول برای افزایش قند خون، پروتئین‌های دفاعی مانند پادتن‌ها، پرفورین، پروتئین‌های مکمل، اینترفرون و ... را تجزیه و مصرف می‌کند!

x اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.

t.me/MrKonkori

x بر اساس کتاب هورمون کورتیزول روی بقیه بخش‌های دستگاه ایمنی هم اثر گذاشته و آنها را تضعیف می‌کند.

x بدیهی است تنش‌های طولانی‌مدت و ترشح کورتیزول روی همه پروتئین‌های بدن شامل آنزیم‌ها، هورمون‌ها و ... اثر منفی بر جای می‌گذارد.

هورمون آلدوسترون

۱) با ترشح هورمون آلدوسترون، باعث افزایش فشار خون شخص می‌شود.

+ هورمون آلدوسترون بازجذب سدیم را از لوله‌های پیچ‌خورده نزدیک و دور، لوله هنله و لوله‌های جمع کننده ادرار افزایش می‌دهد.

x به دنبال بازجذب سدیم، به دلیل فشار اسمزی، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه فشار خون و حجم خون افزایش می‌یابد.

ـ سه نوع هورمون یعنی هورمون‌های ضد ادراری، آلدوسترون و پرولاکتین در تنظیم آب بدن نقش مهمی ایفا می‌کنند.

۲) به هنگام تشنگی یا کاهش آب در بدن دو اتفاق رخ می‌دهد:

+ اتفاق اول: افزایش فشار اسمزی خون ← تحریک گیرنده‌های اسمزی موجود در هیپوتالاموس مغز

x تحریک گیرنده‌های اسمزی موجود در هیپوتالاموس مغز دو پیامد به دنبال دارد:

ـ پیامد اول: پیامد عصبی

❁ تحریک مرکز تشنگی هیپوتالاموس ← تمایل به نوشیدن آب ← جبران کمبود آب بدن یا افزایش آب بدن!

ـ پیامد دوم: پیامد هورمونی

❁ ترشح هورمون ضد ادراری از هیپوفیز پسین ← افزایش بازجذب آب از کلیه ← ممانعت از هدر رفتن بیشتر آب از بدن

+ اتفاق دوم: کاهش حجم خون و کاهش فشار خون ← ترشح آنزیم «رنین» از دیواره سرخرگ آوران به درون خون

x ترشح این آنزیم به درون خون پیامد زیر را به دنبال دارد:

ـ تأثیر بر روی یکی از پروتئین‌های موجود در پلاسما به نام «آنژیوتانسین» ← به راه افتادن مجموعه‌ای از واکنش‌ها ←

❁ ترشح هورمون آلدوسترون از بخش قشری غده فوق کلیه ← افزایش بازجذب سدیم از کلیه ← ورود آب به خون ← افزایش حجم و فشار خون ← کاهش مقدار ادرار ← ممانعت از هدر رفتن بیشتر آب از بدن

۳) کمبود هورمون آلدوسترون همانند کمبود هورمون‌های ضد ادراری و پرولاکتین، سبب ایجاد نوعی پُرادراری به نام دیابت بی‌مزه می‌شود.

۴) نکته چالشی: ترشح هورمون آلدوسترون سبب افزایش مقدار تراوش در گلومرول یا شبکه اول مویرگی نفرون نمی‌شود.

+ هورمون آلدوسترون به دلیل کاهش دادن حجم خون و فشار خون، باعث می‌شود مقدار تراوش در شبکه اول مویرگی نفرون حتی کاهش هم پیدا کند!

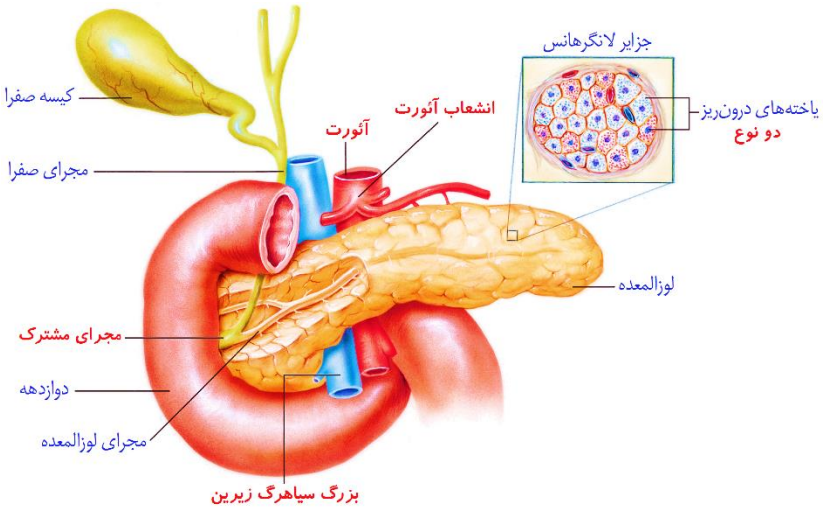
نکته تکمیلی: می‌توان گفت هر دو بخش قشری و مرکزی غده فوق کلیه هم باعث افزایش قند خون و هم باعث افزایش فشار خون می‌شوند.

۱) بخش قشری: با ترشح کورتیزول سبب افزایش قند خون و با ترشح آلدوسترون سبب افزایش فشار خون می‌شود.

۲) بخش مرکزی: با ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین، علاوه بر افزایش ضربان قلب و گشاد نمودن نایژک‌ها باعث افزایش قند خون و افزایش فشار خون می‌شود.

غده لوزالمعده

غده لوزالمعده از دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز تشکیل شده است (شکل ۱۱). بخش برون‌ریز، آنزیم‌های گوارشی و هم‌چنین بیکربنات ترشح می‌کند که در سال گذشته با آن آشنا شدیم. بخش درون‌ریز به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌های مکعبی‌شکل! در بین بخش برون‌ریز است که **جزایر لانگرهانس** نام دارند.



شکل ۱۱ـ لوزالمعده

از بخش درون‌ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شوند. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، در سلول‌های بدن، باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد.

اگر یاخته‌ها به دلایلی نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می‌شود. چنین وضعیتی به **دیابت شیرین** معروف است.

t.me/MrKonkori

در این نوع دیابت، یاخته‌ها مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به دست آورند که این امر به کاهش وزن می‌انجامد. بر اثر تجزیه چربی‌ها، محصولات اسیدی یا همان اسیدهای چرب تولید می‌شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد. علاوه بر آن، تجزیه پروتئین‌هایی مانند پادتن‌ها، مقاومت بدن در مقابل عوامل بیماری‌زا را کاهش می‌دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هر چند کوچک باشند.

دیابت شیرین خود بر دو نوع است.

+ دیابت نوع یک: در دیابت **نوع یک**، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازه کافی ترشح نمی‌شود. این بیماری، یک بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را احتمالاً به دلیل ساخت آنتی‌ژن‌های نامناسب، بیگانه تشخیص داده! و از بین می‌برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل درخواهد آمد.

+ دیابت نوع دو: در دیابت **نوع دو** اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های انسولین در سطح غشای سلولی به آن پاسخ نمی‌دهند. دیابت نوع دو از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه وراثتی بیماری را دارند ظاهر می‌شود.

نکاتی در مورد غده لوزالمعده: غده لوزالمعده، از دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز تشکیل شده است.

۱) بخش برون‌ریز: بخش برون‌ریز غده لوزالمعده دو نوع ماده ترشح می‌کند:

+ آنزیم: انواع آنزیم‌های گوارشی قوی برای تجزیه و گوارش انواع مواد آلی موجود در غذاها و

+ بیکربنات: این ماده پس از ترشح، از طریق دو مجرا که یکی با مجرای صفرا مشترک است به دوازدهه وارد می‌شود.

۲) بخش درون‌ریز: به صورت مجموعه‌ای متشکل از دو نوع سلول پوششی و مکعبی‌شکل! در بین بخش برون‌ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند.

+ از بخش درون‌ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های گلوکاگون و انسولین ترشح و پس از عبور از فضای اندک! بین سلولی به خون وارد می‌شوند.

نکاتی در مورد هورمون‌های غده لوزالمعده

۱) هورمون گلوکاگون: این هورمون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، در سلول‌های کبدی و ماهیچه‌ای و تا حدودی دیگر سلول‌های بدن، پس از راه انداختن واکنش‌های هیدرولیز توسط یک آنزیم تجزیه کننده درون سلولی، باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد.

۲) هورمون انسولین: این هورمون در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و پس از اتصال به گیرنده‌های خود با تحریک مولکول‌های ناقل گلوکز موجود در غشای همه سلول‌های بدن باعث ورود گلوکز به سلول‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد.

۳) در واقع این دو نوع هورمون در هومئوستازی میزان قند خون بسیار با اهمیت هستند. این دو عمل زیر سبب هومئوستازی یا هم‌ایستایی میزان و غلظت قند خون در حالات مختلف سیری و گرسنگی می‌شوند.

+ در شرایط سیری: بعد از خوردن غذا، گلوکز موجود در غذاها که جذب خون شده است، به وسیله سیاهرگ باب کبدی به کبد رفته و بر اثر ترشح هورمون انسولین جذب سلول‌های کبد شده و در درون این سلول‌ها با واکنش سنتز آبدهی به مولکول‌های گلیکوژن تبدیل و در کبد ذخیره می‌شود.

+ در شرایط گرسنگی: در شرایط گرسنگی هورمون گلوکاگون با اثر بر روی سلول‌های کبدی با واکنش هیدرولیز، باعث تجزیه بیشتر گلیکوژن و تولید گلوکز بیشتر و ورود آن به خون از طریق سیاهرگ فوق کبدی می‌شود.

۴) نکته پالشی: در سلول‌های ماهیچه‌ای دو واکنش سنتز آبدهی و هیدرولیز انجام شده ولی معمولاً این سلول‌ها گلوکز اضافی را به خون وارد نمی‌کنند.

+ بنابراین می‌توان گفت، این سلول‌های ماهیچه‌ای در هومئوستازی گلوکز نقش ندارند.

نکاتی در مورد بیماری دیابت شیرین

۱) علائم: این بیماری به دلیل وجود قند در ادرار به وجود می‌آید. وجود قند در ادرار باعث افزایش مقدار ادرار و پرادراری یا دیابت می‌شود.

۲) علت: در این بیماری به دلیل افزایش مقدار گلوکز خون، کلیه‌ها قادر به بازجذب کامل آن از ادرار نبوده و مقداری از مولکول‌های قند وارد ادرار می‌شود.

۳) انواع: دیابت شیرین بر دو نوع است.

+ دیابت نوع یک

x انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازه کافی ترشح نمی‌شود.

x نوعی بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی سلول‌های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد.

ـ در این عارضه احتمالاً به دلیل ساخت آنتی‌ژن‌های نامناسب، سلول‌های موجود در جزایر لانگرهانس بیگانه تشخیص داده! و از بین می‌روند.

x دیابت نوع یک با تزریق انسولین تحت کنترل درخواهد آمد.

+ دیابت نوع دو

x اشکال در تولید انسولین نیست و به اندازه کافی ترشح می‌شود.

t.me/MrKonkori

x انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های انسولین در سطح غشای سلولی به آن پاسخ نمی‌دهند.

x دیابت نوع دو از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه ارثی دارند ظاهر می‌شود.

x این بیماری با ورزش و تحرک تا حدودی کنترل می‌شود.

۴) تفاوت: در دیابت نوع یک، میزان انسولین کاهش یافته ولی در دیابت نوع دو میزان این هورمون چندان تغییر نمی‌کند.

۵) شباهت: در هر دو نوع دیابت مقدار گلوکاگون خون به صورت باز خورد منفی کاهش می‌یابد!

تأثیر دیابت شیرین بر روی بخش‌های مختلف بدن

۱) تأثیر دیابت شیرین بر روی کلیه‌ها

+ بر اثر ترشح زیاد گلوکز در کپسول بومن موجود در نفرون‌ها، گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار شده و حجم ادرار هم زیاد می‌شود.

+ به دلیل مقدار زیاد قند در ادرار، بازجذب گلوکز در لوله‌های خمیده به اندازه‌ای نیست که همه مولکول‌های گلوکز موجود در نفرون را به خون برگرداند!

۲) تأثیر دیابت شیرین بر روی سوخت و ساز

+ در دیابت شیرین، سلول‌ها مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به دست آورند که این امر به کاهش وزن می‌انجامد.

+ بر اثر تجزیه چربی‌ها، محصولات اسیدی یا همان اسیدهای چرب تولید می‌شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد.

۳) تأثیر دیابت شیرین بر روی سیستم ایمنی:

+ در این بیماری تجزیه پروتئین‌هایی مانند پادتن‌ها و دیگر پروتئین‌های ایمنی، مقاومت بدن در مقابل عوامل بیماری زا را کاهش می‌دهد.

+ افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هر چند کوچک باشند.

عوارض بیماری دیابت شیرین

۱) وجود قند در ادرار: این عمل به دلیل افزایش بیش از حد قند در خون اتفاق می‌افتد.

+ در واقع عمل تراوش همانند افراد سالم باعث ورود گلوکز به درون نفرون شده ولی چون مقدار زیاد است، بازجذب قادر به بازگشت همه آنها به خون نیست.

۲) نارسایی کلیه: در این بیماری به دلیل فعالیت بیش از حد کلیه در بازجذب گلوکز، ممکن است نارسایی کلیه هم به وجود بیاید.

۳) افزایش حجم ادرار: به دنبال ورود گلوکز به ادرار، فشار اسمزی ادرار افزایش یافته و آب بیشتری تمایل به خروج از خون و ورود به ادرار و پرادراری دارد.

+ این حالت در واقع عکس حالتی است که در مورد هورمون ضد ادراری اتفاق می‌افتد.

۴) احساس تشنگی: افزایش غلظت پلاسمای خون، با تحریک گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس و مرکز تشنگی، تمایل آب به نوشیدن آب زیاد می‌شود.

۵) کاهش وزن بدن: به دلیل عدم استفاده از قند موجود در خون، بدن از ذخایر چربی استفاده نموده و با کوچک شدن! این سلول‌ها، فرد هم لاغر می‌شود.

۶) کاهش pH خون: به دنبال تجزیه چربی‌ها یا تری‌گلیسریدها، علاوه بر گلیسرول، اسیدهای چرب زیادی هم ساخته شده که وارد خون می‌شوند.

+ این اسیدها می‌توانند pH خون را کاهش داده و این تغییر pH می‌تواند منجر به تغییر در ساختار سه بعدی و عملکرد پروتئین‌ها شود.

۷) کاهش ایمنی: استفاده از پادتن‌ها، اینترفرون‌ها، پرفورین‌ها و ... برای تولید انرژی باعث کاهش مقاومت بدن و کاهش قدرت سیستم ایمنی می‌شود.

۸) افزایش مقدار اوره: به دنبال استفاده سلول‌ها از منابع پروتئینی، ابتدا آمونیاک در نهایت اوره ساخته شده و وارد جریان خون می‌شود.

+ آمونیاک از طریق جریان خون به سلول‌های کبد رفته تا با کربن دی‌اُکسید ترکیب و اوره ساخته شود که می‌بایست توسط کلیه و از طریق ادرار دفع شود.

۹) عوارض دیگر: از آنجا که در این بیماری پروتئین‌های مختلف بدن تجزیه می‌شوند، بنابراین به صورت مستقیم یا غیر مستقیم روی همه مکانیسم‌هایی که پروتئین‌ها دخالت دارند مانند انقباض ماهیچه‌ها، واکنش‌های آنزیمی، انعقاد خون، نقش هورمون‌های پروتئینی و ... تاثیر منفی می‌گذارد.

نکته جالب: می‌توان گفت برخی از هورمون‌های بدن باعث افزایش و برخی باعث کاهش قند خون می‌شوند، هرچند نحوه عمل آنها متفاوت است.

۱) کاهش قند خون: هورمون‌های تیروئیدی و انسولین قند خون را کاهش می‌دهند.

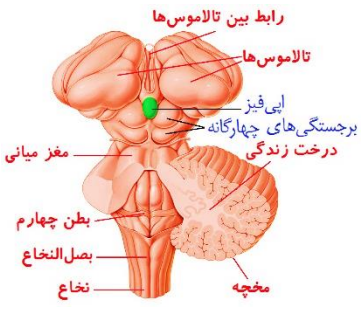
۲) افزایش قند خون: هورمون‌های گلوکاگون، کورتیزول، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین قند خون را افزایش می‌دهند.

سایر غدد درون‌ریز

+ غده اپی‌فیز: یکی دیگر از غدد درون‌ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد (شکل ۱۲) و هورمون **ملاتونین** ترشح می‌کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می‌رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می‌رسد در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد.

+ غده تیموس: غده **تیموس** هورمون **تیموسین** ترشح می‌کند که در بلوغ یا تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد. با تمایز لنفوسیت‌ها در فصل ۵ بیشتر آشنا خواهیم شد.

+ غده‌های جنسی: همچنین عملکرد **غده‌های جنسی** و هورمون‌های آنها را در فصل ۷ خواهید دید.



شکل ۱۲ـ جایگاه غدّهٔ اپی‌فیز

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد سایر غدد درون‌ریز

۱) غده اپی‌فیز

+ موقعیت: یکی دیگر از غدد درون‌ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد.

x در مغز سه غده درون ریز وجود دارد، هیپوتالاموس، هیپوفیز و اپی‌فیز. هیپوتالاموس و اپی‌فیز ساختار عصبی و هیپوفیز ساختار عصبی ـ پوششی دارد!

+ هورمون: این غده که دارای ساختار عصبی است از طریق پایانه آکسونی نورون‌های خود هورمون ملاتونین ترشح می‌کند.

x نقش هورمون ملاتونین در انسان به خوبی معلوم نیست، به نظر می‌رسد در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد.

x مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می‌رسد.

x می‌توان گفت مقدار آن در خون در فصل زمستان بیش از فصل تابستان است!

۲) غده تیموس

+ موقعیت: این غده در ناحیه سینه و پشت جناغ و نای قرار دارد.

+ هورمون: این غده هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد.

x دفاع اختصاصی به وسیلهٔ لنفوسیت‌های B و لنفوسیت‌های T انجام می‌شود.

x هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان تولید می‌شوند و در ابتدا نابالغ هستند، یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند.

ـ لنفوسیت‌ها پس از بلوغ توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می‌آورند.

❁ لنفوسیت‌های B در مغز استخوان بالغ می‌شوند.

❁ لنفوسیت‌های T در غده تیموس بالغ می‌شوند.

۳) غدد جنسی

+ بیضه‌ها: همان اندام‌های جنسی در مردان هستند. این اندام‌ها دارای بخش‌های درون‌ریز نیز می‌باشند.

x موقعیت: بیرون از محوطه شکمی و درون کیسه‌های بیضه واقع هستند.

ـ هورمون: سلول‌های بینابینی بیضه‌ها هورمون تستوسترون ترشح می‌نمایند.

❁ وظیفه: تحریک رشد اندام‌های جنسی، اسپرم‌زایی، بروز صفات ثانویه در مردان، رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها

+ تخمدان‌ها: همان اندام‌های جنسی در زنان هستند. این اندام‌ها دارای بخش‌های درون‌ریز نیز می‌باشند.

x موقعیت: درون محوطه شکمی واقع شده‌اند.

ـ هورمون: سلول‌های فولیکولی موجود در آنها، هورمون استروژن و جسم زرد موجود در آنها هورمون پروژسترون و مقدار کمتری استروژن تولید می‌سازد.

❁ وظیفه: این دو هورمون در تنظیم کار رحم و دوره جنسی و نیز ایجاد صفات ثانویه در زنان نقش دارند.

گوناگونی پاسخ‌های یاخته‌ها به هورمون‌ها

ممکن است یک یاخته، چند نوع هورمون را دریافت کند یا این‌که چند نوع یاخته، یک نوع هورمون را دریافت کنند.

براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می‌دهد به کلیه می‌رسد، بازجذب کلسیم را زیاد می‌کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه بافت استخوان می‌شود و کلسیم را آزاد می‌کند.

نکاتی در گوناگونی پاسخ‌های سلول‌ها به هورمون‌ها

۱) ممکن است یک نوع سلول، چند نوع هورمون را دریافت کند یا این‌که چند نوع سلول، یک نوع هورمون را دریافت کنند.

+ بر اساس نوع هورمون و نوع سلول هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود.

+ مثال‌ها

x یک نوع سلول تحت تأثیر چند نوع هورمون

ـ سلول‌های کبدی هم دارای گیرنده انسولین هستند و هم دارای گیرنده گلوکاگون! پس تحت تأثیر این دو هورمون قرار می‌گیرند.

ـ سلول‌های غدد پستانی که تحت تاثیر هورمون‌های پرولاکتین و اکسی‌توسین قرار می‌گیرند!

x چند نوع سلول تحت تأثیر یک نوع هورمون

ـ همه سلول‌های بدن، می‌توانند به عنوان سلول‌های هدف هورمون‌های تیروئیدی و انسولین! واقع شوند.

ـ سلول‌های کلیه و سلول‌های استخوان می‌توانند به عنوان سلول‌های هدف هورمون پاراتیروئیدی واقع شوند.

ـ سلول‌های رحم و سلول‌های غدد پستانی می‌توانند به عنوان سلول‌های هدف هورمون اکسی‌توسین واقع شوند.

x چند نوع هورمون با اثر یکسان

t.me/MrKonkori

ـ هورمون‌های تیروئیدی و انسولین قند خون را کاهش می‌دهند.

ـ هورمون‌های گلوکاگون، کورتیزول، اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین قند خون را افزایش می‌دهند.

x یک غده با هورمون‌هایی با اثر معکوس

ـ غده لوزالمعده یا پانکراس که هورمون‌های انسولین و گلوکاگون را ترشح می‌کند. اولی کاهنده و دومی افزاینده قند خون هستند.

x یک هورمون با اثرات متفاوت در بخش‌های مختلف بدن

ـ هورمون پرولاکتین در غدد شیری جنس ماده، سبب تولید شیر می‌شود.

ـ هورمون پرولاکتین در جنس نر باعث تنظیم فعالیت‌های دستگاه تولیدمثل می‌شود.

ـ هورمون پرولاکتین بر روی دستگاه ایمنی و دستگاه ادراری هم مؤثر است.

تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات زیاد خود را برجای می‌گذارند. بنابراین، تغییر هر چند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها اثرات قابل ملاحظه‌ای در پی خواهد داشت؛ به همین علت ترشح هورمون‌ها باید به دقت تنظیم شود.

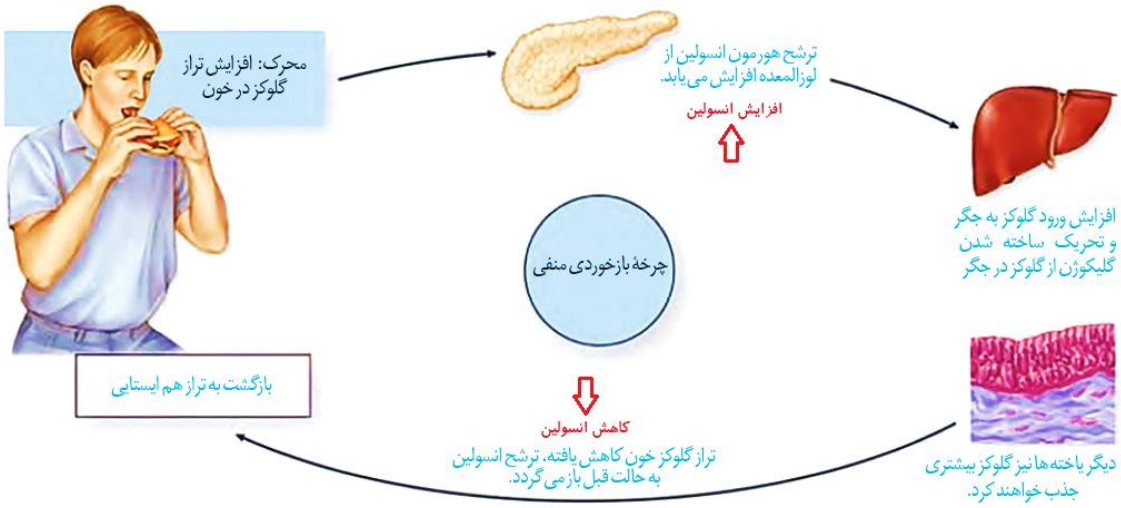
روش‌های مختلفی در تنظیم ترشح هورمون‌ها وجود دارد.

به عنوان مثال دستور از بالا، تنظیم بیان ژن، تأثیر محیط و تنظیم بازخوردی نمونه‌هایی از نوع تنظیم‌ها هستند.

چرخه تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون‌هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می‌شود.

+ تنظیم بازخوردی منفی: در تنظیم **بازخوردی منفی**، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می‌شود و بالعکس. بیشتر هورمون‌ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است (شکل ۱۳).

+ تنظیم بازخوردی مثبت: در تنظیم **بازخوردی مثبت**، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود. عملکرد اُکسی‌توسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود که در فصل ۷ با آن آشنا خواهید شد.



شکل ۱۳ـ تنظیم بازخورد گلوکز با بازخورد منفی

نکاتی در مورد تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

۱) روش‌های مختلف تنظیم ترشح هورمون‌ها

+ روش‌های غیر رایج تنظیم ترشح هورمون‌ها: تنظیم بیان ژن، اثرات محیط و مکانیسم دستوری از بالا به پائین!

x مثال: غده تیروئید، غده فوق کلیه، بیضه‌ها و تخمدان‌ها تحت تأثیر هورمون‌های محرک هیپوفیز پیشین هستند.

ـ بنابراین می‌توان گفت این غده‌ها مستقیماً تحت بازخورد مثبت یا منفی قرار نمی‌گیرند.

ـ در واقع تنظیم کار این غدد از بالا به پائین صورت می‌گیرد نه از پائین به بالا!

+ روش رایج تنظیم ترشح هورمون‌ها: چرخه تنظیم بازخوردی منفی و مثبت یا مکانیسم بازخوردی از پائین به بالا!

x تنظیم بازخوردی منفی: می‌تواند به صورت افزایش ـ کاهش (↑↓) و کاهش ـ افزایش (↓↑) مشاهده شود.

ـ در این روش، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می‌شود و بالعکس.

ـ بیشتر هورمون‌ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند.

ـ مثال: تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است.

t.me/MrKonkori

خوردن غذا ← افزایش مقدار گلوکز خون ← افزایش (↑) ترشح هورمون انسولین از لوزالمعده ← تأثیر بر روی سلول‌های کبد ← جذب بیشتر گلوکز خون از مویرگ‌های منشاء گرفته از سیاهرگ باب کبدی و به موازات آن جذب گلوکز و مصرف آن توسط بقیه سلول‌های بدن ← اتصال مولکول‌های گلوکز در سیتوپلاسم سلول‌های کبد با واکنش سنتز آبدهی ← تولید مولکول‌های گلیکوژن ← کاهش مقدار گلوکز خون ← کاهش (↓) ترشح انسولین از لوزالمعده

x تنظیم بازخوردی مثبت: فقط به صورت افزایش ـ افزایش (↑↑) مشاهده می‌شود و کاهش ـ کاهش (↓↓) وجود ندارد.

ـ در این روش، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود.

ـ فقط برخی از هورمون‌ها در مرحله‌ای از بدن توسط بازخورد مثبت تنظیم می‌شود.

ـ مثال: عملکرد اُکسی‌توسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود.

❁ قبل و حین زایمان

وارد نمودن فشار سر جنین به گردن رحم ← تحریک گیرنده‌های مکانیکی موجود در این ناحیه ← ارسال پیام‌های حسی به هیپوتالاموس ← افزایش (↑) مقدار اکسی‌توسین ← شروع انقباضات رحم ← انقباضات بیشتر رحم ← افزایش (↑) ترشح هورمون اکسی‌توسین ← زایمان

❁ بعد از زایمان

مکیدن پستان‌های مادر توسط نوزاد ← تحریک گیرنده‌های مکانیکی موجود در این ناحیه ← ارسال پیام‌های حسی به هیپوتالاموس ← خروج شیر از پستان‌ها ← افزایش (↑) مقدار ترشح اکسی‌توسین

ـ مثال‌های غیر هورمونی برای بازخورد مثبت:

❁ تولید آنزیم پپسین از پپسینوژن در معده نیز از روند بازخورد مثبت تبعیت می‌کند.

❁ با افزایش (↑) مقدار پپسین روند تبدیل پپسینوژن به پپسین سرعت بیشتری به خود گرفته و تولید آن باز هم افزایش (↑) می‌یابد.

❁ در صورت کمبود یُد در رژیم غذایی، غده تیروئید از طریق بازخورد مثبت، بزرگ‌تر (↑) و بزرگ‌تر (↑) شده، تا بتواند مقدار کم ید موجود در غذاها را برای ساختن هورمون‌های تیروئیدی جذب نماید، که این عارضه را گواتر می‌گویند.

ـ نکته مهم: بدیهی است در پایان بازخورد مثبت حتماً می‌بایست یک مرحله کاهشی هم وجود داشته باشد!

ارتباط شیمیایی در جانوران

در دنیای جانوران از ارتباط شیمیایی نه فقط برای ارتباط بین یاخته‌ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می‌شود. **فرومون‌ها** موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کنند. مثلاً زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی و گربه‌های اهلی و وحشی از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.

نکاتی در مورد ارتباط شیمیایی در جانوران

۱) ارتباط بین سلول‌ها: منظور همان ارتباط هورمونی است که به وسیله هورمون‌ها که پیک شیمیایی هستند، انجام می‌شود.

۲) ارتباط بین افراد با یکدیگر: این عمل به وسیله فرومون‌ها که نمی‌توان آنها را پیک شیمیایی در نظر گرفت! انجام می‌شود.

۳) تعریف فرومون: فرومون‌ها موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کنند.

+ مثال‌ها

ـ زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند.

ـ مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی استفاده می‌کنند.

ـ گربه‌ها از فرومون برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.

۴) نکته مهم: در این کتاب بر خلاف کتب قبلی! فرومون‌ها فقط روی افراد دیگر از همان گونه تأثیر می‌گذارند و روی افراد گونه‌های دیگر بی‌تأثیر هستند!

۵) فرومون‌ها را پیک شیمیایی در نظر نمی‌گیرند چون بر اساس کتاب، پیک‌های شیمیایی پیام‌ها را در بدن یک جاندار از جایی به جای دیگر منتقل می‌کنند!

t.me/MrKonkori



فصل ۵

ایمنی

واکسن: میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی‌ژن یا سم خنثی شده میکروب است که پس از ورود به بدن، سلول خاطره و پادتن پدید می‌آورد.

یادآوری: واکسن‌های جدید را با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک و به صورت میکروب نوترکیب یا بر پایه mRNA ساخته می‌شوند!

زمانی که میکروسکوپ، دنیای ناپیدای میکروب‌ها را آشکار کرد، تصور نمی‌شد که موجوداتی به این ریزی و سادگی، بتوانند جانداری چون انسان را بیمار کنند. اما به تدریج شواهدی به دست آمد که به ارائه «نظریه میکروبی بیماری‌ها» در قرن نوزدهم انجامید. نظریه‌ای که بیان می‌کند میکروب‌ها می‌توانند بیماری‌زا باشند. توانایی بدن انسان در بیمار نشدن یا بهبودی یافتن پس از ابتلا به بیماری‌های میکروبی نشان دهنده این واقعیت است که بدن می‌تواند در برابر میکروب‌ها از خود دفاع کند.

بدن ما چند خط دفاعی دارد که از ورود میکروب‌ها جلوگیری، یا با میکروب‌های وارد شده مبارزه می‌کند. در این فصل، با این خطوط دفاعی آشنا می‌شویم. اگر بدن ما توانایی دفاع دارد، چرا واکسن می‌زنیم؟ تا بدن در حالت آماده‌باش به سر ببرد! دستگاه ایمنی در برابر چه چیزهای دیگری به جز میکروب‌ها، دفاع می‌کند؟ کرم‌های انگلی، سلول‌های سرطانی، بافت‌های پیوند شده و ... اینها سؤالاتی است که در این فصل، پاسخ آنها را خواهیم یافت.

نکاتی در مورد میکروب‌ها و خطوط دفاعی بدن

۱) میکروب‌ها شامل ویروس‌ها، باکتری‌ها، آغازیان تک‌سلولی و قارچ‌های تک‌سلولی هستند. برخی بیماری‌زا و اغلب غیر بیماری‌زا یا حتی مفید هستند.

۲) اغلب بیماری‌های میکروبی واگیردار هستند. از طرفی همه بیماری‌ها هم میکروبی نیستند مانند بیماری‌های ژنتیکی و قلبی

۳) خطوط دفاعی بدن سه نوع هستند:

+ اولین خط دفاعی: یعنی پوست و مخاط به صورت غیر اختصاصی از ورود میکروب‌ها جلوگیری می‌کند.

+ دومین خط دفاعی: به صورت غیر اختصاصی با میکروب‌های وارد شده مبارزه می‌کند.

+ سومین خطوط دفاعی: به ترتیب به صورت اختصاصی با میکروب‌های وارد شده مبارزه می‌کند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

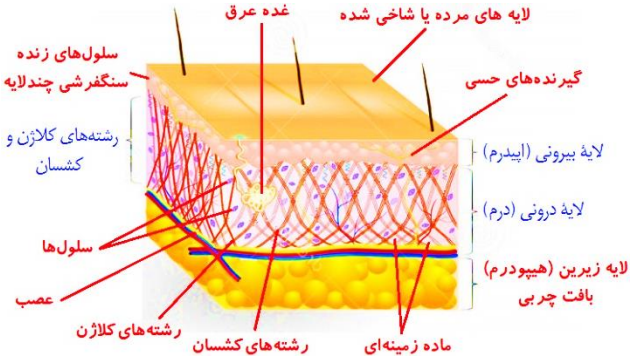
شاید بهترین راه در امان ماندن از میکروب‌ها، جلوگیری از ورود آنها به بدن باشد. واقعیت هم همین است. همان گونه که با دیوار کشیدن در گرداگرد یک شهر، می‌توان سدی در برابر حمله بیگانگان ایجاد کرد، بدن ما به وسیله سدهایی در اطراف خود، محافظت می‌شود. پوست و مخاط، سد محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. این دو بخش در حقیقت اولین سد دفاعی بدن را تشکیل می‌دهند.

پوست: یکی از اندام‌های بدن و دارای سه لایه است که لایه‌های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند (شکل ۱).

۱) لایه بیرونی: از بافت پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده و شامل چندین لایه یاخته پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده و شاخی شده‌اند. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.

۲) لایه درونی: در لایه درونی، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد که رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه محکم و بادوام است. چرم که از پوست جانوران درست می‌شود مربوط به همین لایه! است. لایه درونی، عملاً سدی محکم و غیر قابل نفوذ است.

۳) لایه زیرین: لایه زیرین یا هیپودرم نیز از بافت چربی است.



شکل ۱ـ لایه‌های مختلف پوست

پوست فقط یک سد فیزیکی ساده نیست؛ بلکه مواد شیمیایی یا ترشحات مختلفی هم دارد.

۱) سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد. محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا نه همه میکروب‌ها! مناسب نیست.

۲) یکی دیگر از ترشحات غدد برون‌ریز سطح پوست، **عرق** است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها مناسب نیست. عرق، آنزیم لیزوزیم هم دارد. آیا به خاطر دارید که لیزوزیم چه نقشی داشت؟ بله، با از بین بردن دیواره سلولی باکتری‌ها موجب نابودی آنها می‌شود.

۳) در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند. این میکروب‌ها از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می‌شوند.

فعالیت ۱

تحقیق کنید که:

الف) چربی سطح پوست چه فواید دیگری دارد؟ (۱) جلوگیری از هدر رفتن آب بدن (۲) جلوگیری از ورود آب به بدن (۳) مرطوب نگه داشتن سطح پوست و ...

ب) جوش‌های پوستی و شورهٔ سر چه ارتباطی با چربی پوست دارند؟ هر چه چربی پوست بیشتر باشد: (۱) احتمال رشد باکتری‌ها در مجاری غدد چربی بیشتر و به دنبال آن مسدود شدن این مجاری و احتمال عفونی شدن این غدد نیز بیشتر می‌شود. (۲) احتمال رشد قارچ‌های میکروسکوپی در سطح پوست بیشتر و با تولید آنزیم‌های برون سلولی، احتمال تشکیل لایه‌های غیر زنده که به صورت شوره سر جدا می‌شوند، بیشتر می‌گردد.

لایه‌های مخاطی: با اینکه پوست سد محکمی است، اما همه جای بدن را نپوشانده است. دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری ـ تناسلی با محیط بیرون در ارتباط‌اند و امکان نفوذ میکروب‌ها از طریق آنها وجود دارد. سطح داخلی مجاری و حفره‌های این دستگاه‌ها را مخاط پوشانده است.

به یاد دارید که مخاط از حداقل دو لایه تشکیل شده است.

۱) لایه پوششی مخاطی: یک بافت پوششی که یک یا چند لایه‌ای است.

۲) لایه پیوندی مخاطی: از آستری از بافت پیوندی سُست تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی ترشح می‌کند. یاخته‌های پوششی دارای فضای بسیار اندک و یا کاملاً به هم چسبیده‌اند و سدی را ایجاد می‌کنند. همچنین ماده مخاطی، که چسبناک است، کارهای دیگری انجام می‌دهد:

+ میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آنها جلوگیری می‌کند.
+ ترشحات مخاط، با داشتن لیزوزیم موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.

علاوه بر مخاط، در هر کدام از دستگاه‌های یاد شده سازوکارهای دیگری هم برای مبارزه با میکروب‌ها وجود دارد. به عنوان مثال

+ مخاط مژک‌دار، مانع نفوذ همه انواع! میکروب‌ها و دیگر ذرات خارجی به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود.
+ در دستگاه گوارش، بزاق لیزوزیم دارد.

t.me/MrKonkori

+ همچنین اسید معده، میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد.
+ سازوکارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، دفع مدفوع و دفع ادرار باعث بیرون راندن میکروب‌های مجاری می‌شوند.
+ اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می‌کند.

فعالیت ۲ مخاط مژک‌دار دستگاه تنفس چگونه مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؟ زنش مژک‌های مجاری تنفسی به سوی حلق است. بنابراین میکروب‌ها و ذرات خارجی یا گازهای مضر یا نامطلوب وارد شده به دستگاه تنفسی بعد از به دام افتادن در نهایت به سوی حلق رفته و پس از بلعیده شدن بر اثر اسید معده نابود می‌شوند. چنانچه ذرات خارجی مجدداً به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود، در این حالت هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود.

چه عواملی به این بخش آسیب می‌زنند؟ در افرادی که دخانیات مصرف می‌کنند، مواد سمی موجود در دود سیگار سبب از بین رفتن سلول‌های مژک‌دار مخاط تنفسی می‌شوند.

خطوط دفاعی بدن

چنان که می‌بینیم میکروب‌ها، از هر نوعی که باشند، هنگام ورود به بدن، با خط اول دفاع بدن روبه‌رو می‌شوند. پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آنها، سدی ایجاد می‌کنند. به این نوع دفاع، **دفاع غیر اختصاصی** می‌گویند. در دفاع غیر اختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها (نه همه آنها!) مؤثر است.

دفاع غیر اختصاصی دو خط دارد که عبارتند از:

۱) خط اول شامل پوست و لایه‌های مخاطی که مانع ورود میکروب‌ها می‌شوند.

۲) خط دوم شامل بیگانه‌خوارها، گلبول‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب که باعث بروز واکنش‌های عمومی و سریع در مقابل میکروب‌ها و دیگر ذرات خارجی وارد شده به بدن می‌شوند.

دفاع اختصاصی هم فقط یک خط دارد.

۱) دستگاه ایمنی با کمک لنفوسیت‌های B و T می‌تواند به طور اختصاصی نیز در برابر میکروب‌ها دفاع کند. در **دفاع اختصاصی** پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب مؤثر است و بر میکروب‌هایی از انواع دیگر اثری ندارد.

نکاتی در مورد اولین خط دفاعی بدن

۱) پوست: یکی از اندام‌های بدن است که سطح بیرونی بدن را پوشانده و دو لایه بیرونی و درونی آن در دفاع نقش دارند.

+ پوست با ایجاد یک سد محکم فیزیکی و شیمیایی، باعث جلوگیری از ورود میکروب‌ها به درون بدن یا از باعث از بین بردن آنها می‌شود.

x سد فیزیکی پوست: این ویژگی فقط سبب جلوگیری از ورود میکروب‌ها و عوامل دیگر به بدن می‌شوند.

ـ لایه بیرونی پوست: از بافت پوششی سنگ‌فرشی چند لایه ساخته شده است.

❁ خارجی‌ترین سلول‌های آن مرده و شاخی شده هستند.

❁ سلول‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.

ـ لایه درونی پوست: از بافت پیوندی رشته‌ای یا متراکم ساخته شده است.

❁ عملاً سدی محکم و غیر قابل نفوذ به وجود آورده است.

❁ دارای مقدار کمی رشته‌های کشسان و مقدار بسیار زیادی از رشته‌های کلاژن است.

❁ رشته‌های کلاژن در آن به طرز محکمی به هم تابیده شده و لایه‌ای محکم و بادوام به وجود آورده‌اند.

❁ چرم که از پوست جانوران درست می‌شود مربوط به همین لایه یعنی لایه درونی (به تنهایی!) است.

x سد شیمیایی پوست: این ویژگی فقط سبب از بین بردن میکروب‌ها و عوامل دیگر می‌شوند.

ـ چربی پوست: سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد.

❁ محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا نه همه میکروب‌ها! مناسب نیست.

ـ عرق پوست: یکی دیگر از ترشحات غدد برون‌ریز سطح پوست، عرق است که نمک و لیزوزیم دارد.

❁ نمک با ایجاد فشار اسمزی باعث خروج آب از سیتوپلاسم باکتری‌ها و از بین رفتن آنها می‌شود.

❁ آنزیم لیزوزیم موجود در عرق با از بین بردن دیواره سلولی باکتری‌ها موجب نابودی آنها می‌شود.

❁ بنابراین می توان گفت نمک و لیزوزیم موجود در عرق هیچ تأثیری روی ویروس‌ها ندارند!

x رقابت میکروبی: در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند.

t.me/MrKonkori

ـ این میکروب‌ها از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می‌شوند.

x سازوکارهای دیگر: مکانیسم‌های دیگری وجود دارند که به طریقه فیزیکی یا شیمیایی عمل می‌کنند.

ـ موهای ریز و کرک‌مانند و مواد مترشحه از غدد برون‌ریز مجرای گوش از ورود ذرات خارجی به بخش‌های داخلی‌تر گوش جلوگیری می‌کنند.

ـ پلک‌ها، مژه‌ها و چربی‌های اطراف چشم نیز در برابر آسیب‌های فیزیکی و ورود میکروب‌ها و ذرات خارجی نقش حفاظتی ایفا می‌کنند.

۲) مخاط: سطح داخلی مجاری و حفره‌های دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری ـ تناسلی را پوشانده است.

+ مخاط از حداقل دو لایه به نام‌های بافت پوششی مخاطی! و بافت پیوندی مخاطی! تشکیل شده و سد محکم فیزیکی و شیمیایی ایجاد می‌کند.

x سد فیزیکی مخاط: این ویژگی فقط سبب جلوگیری از ورود میکروب‌ها و عوامل دیگر به بدن می‌شوند.

ـ لایه درونی مخاط: نوعی بافت پوششی به نام بافت پوششی مخاطی! که سنگفرشی یک یا چند لایه‌ای است.

❁ سلول‌های آن دارای فضای بسیار اندک بوده و در تقاطی کاملاً به هم چسبیده‌اند و سد فیزیکی یک‌پارچه‌ای را ایجاد می‌کنند.

❁ ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی (در اصل گلیکوپروتئین موسین + آب) ترشح نموده که ذرات خارجی را به دام می‌اندازد.

❁ مخاط مژک‌دار که در بخش‌های زیر وجود دارد:

❁ در دستگاه تنفس که بعد از پوست مودار درون بینی شروع و تا حلق ادامه یافته و دوباره از حلق تا نایژک‌های مبادله‌ای ادامه می‌یابد.

✿ این مخاط ذرات خارجی به دام افتاده را از هر دو طرف! به سوی حلق می‌رانند.

❁ در لوله‌های رحم! که علاوه بر نقش اصلی، مانع نفوذ همه! میکروب‌ها و ذرات خارجی به دستگاه تولیدمثل و حفره عمومی بدن می‌شوند.

ـ لایه بیرونی مخاط: نوعی بافت پیوندی سُست به نام بافت پیوندی مخاطی! یا آستری از بافت پیوندی است.

❁ با داشتن رشته‌های کلاژن و کشسان تا حدودی مانع از ورود میکروب‌ها می‌شود.

x سد شیمیایی مخاط: این ویژگی فقط سبب از بین بردن میکروب‌ها و عوامل دیگر می‌شوند.

ـ آنزیم لیزوزیم موجود در بزاق که موجب از بین رفتن باکتری‌ها می‌شود.

ـ اسید معده که میکروب‌های موجود در غذا یا دیگر ذرات خارجی بلعیده شده را نابود می‌سازد.

ـ نمک و آنزیم لیزوزیم موجود در اشک که با کشتن میکروب‌ها از چشم محافظت می‌کنند.

ـ نکته جالب: می‌توان گفت از تمام لایه‌های مخاطی بدن، ماده مخاطی ترشح شده و این ماده حاوی آنزیم لیزوزیم است.

❁ پس می‌توان گفت از سراسر لوله گوارش و از جمله از دیواره مری و دیواره روده بزرگ! هم آنزیم ترشح می‌شود! ☹☺

❁ بدیهی است سلول‌های لایه پوششی و غده‌های برون‌ریز موجود در مری و روده بزرگ آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند!

x سازوکارهای دیگر: مکانیسم‌های دیگری در مخاط وجود دارد که به طریقه فیزیکی و یا شیمیایی عمل می‌کنند.

ـ سازوکار عطسه و سرفه: گاهی اوقات ورود ذرات خارجی به مجاری تنفسی باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شوند.

❁ در سازوکار سرفه هوا با فشار از طریق دهان به تنهایی و در سازوکار عطسه از طریق بینی و دهان همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود.

ـ سازوکار استفراغ: هنگام استفراغ، جهت حرکات کرمی وارونه شده و محتویات لوله گوارش از دوازدهه و معده به سرعت از بدن خارج می‌گردند.

ـ سازوکار دفع: با دفع ادرار و دفع مدفوع نیز تعداد زیادی از میکروب‌های وارد شده به بدن از بدن خارج می‌شوند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع

اگر میکروبی بتواند از نخستین خط دفاعی عبور کند، آیا یاخته‌های بدن ما می‌توانند با آن مبارزه کنند؟ بله، خطوط دوم و سوم هم می‌توانند با آن مبارزه کنند. لازم به ذکر است این دو خط به طور همزمان در مبارزه شرکت می‌کنند. هم‌چنین این دو خط دفاعی بر خلاف خط اولی، سلول‌های خودی را از بیگانه تشخیص می‌دهند! هر چند فقط خط سوم به صورت اختصاصی عمل می‌کند!

مشاهده و روش علمی یک دانشمند

کلید پاسخ به این سؤال، از مشاهده جانورشناسی به نام ایلیا مچنیکوف به دست آمد.

۱) مشاهده: او در حین مطالعه لارو ستاره دریایی، که شفاف است، به مشاهده شگفت‌انگیزی دست یافت. مچنیکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو، یاخته‌هایی را دید که شبیه آمیب بودند؛ این سلول‌ها به وسیله پاهای کاذب خود حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را با عمل فاگوسیتوز می‌خوردند.

۲) فرضیه‌سازی: در این هنگام فکری (فرضیه‌ای) به ذهن او خطور کرد: شاید این یاخته‌ها میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم با عمل فاگوسیتوز یا بیگانه‌خواری! می‌خورند و در دفاع نقش دارند. اگر چنین باشد باید بتوانند ذره‌ای را که از خارج به بدن لارو وارد شده است نابود کنند.

۳) آزمایش فرضیه: او برای آزمودن این فرضیه، خرده‌های ریزی از خارهای گل رز را به زیر پوست لارو وارد کرد و مشتاقانه منتظر ماند.

۴) نتیجه آزمایش: او درست حدس زده بود. تا صبح فردا، این یاخته‌های آمیبی‌شکل، اثری از خرده‌ها باقی نگذاشته بودند. مچنیکوف این یاخته‌ها را **بیگانه‌خوار** نامید. او بقیه عمر خود را به مطالعه نحوه دفاع بدن در برابر میکروب‌ها پرداخت و سرانجام موفق شد جایزه نوبل را به دست آورد.

خودی و بیگانه

قبل از آنکه بیگانه‌خوارهای بدن ما به میکروب حمله کند، ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهد. خطوط دوم و سوم دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد.

دومین خط دفاعی شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را بر اساس **ویژگی‌های عمومی** آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، از نوع دفاع غیر اختصاصی است. دومین خط دفاعی شامل بیگانه‌خوارها، گویچه‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب است.

بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

در انسان انواع مختلفی از یاخته‌های بیگانه‌خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه‌خوارها در جای‌جای بدن انسان حضور دارند.

بیگانه‌خوارهای موجود در بدن انسان شامل ماکروفاژها، سلول‌های دندریتی، ماستوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها هستند.

۱) ماکروفاژها: **درشت‌خوار** (ماکروفاژ) یکی از بیگانه‌خوارهاست (شکل ۲). ماکروفاژها در بافت‌ها از تمایز مونوسیت‌ها به وجود می‌آیند.

واژه درشت‌خوار برای شما آشناست. آیا درشت‌خوارهای حبابکی را در شش‌ها به یاد دارید؟ بله، باکتری‌ها و ذرات گرد و غبار را نابود می‌کنند.

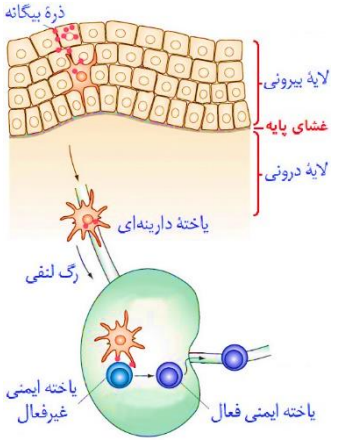
درشت‌خوارها دو وظیفه مهم ایفا می‌کنند:

+ در اندام‌های مختلف، از جمله حبابک‌ها، کبد، طحال و گره‌های لنفاوی، حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.
+ یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار از بین بردن یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آنهاست. از سال گذشته به یاد دارید که کبد و طحال گویچه‌های قرمز مرده را پاکسازی می‌کنند. می‌دانید چگونه؟ این کار به وسیله درشت‌خوارهای موجود در این اندام‌ها انجام می‌شود.



شکل ۲ـ درشت‌خوار در حال بیگانه‌خواری. این سلول‌ها تقریباً در همه جاهای بدن یافت می‌شوند!

۲) سلول‌های دندریتی: نوع دیگری از بیگانه‌خوارها یاخته‌های **دارینه‌ای** نام دارند که در بافت‌ها همانند ماکروفاژها از تمایز مونوسیت‌ها به وجود می‌آیند. این یاخته‌ها را به علت داشتن انشعابات دارینه مانند، به این نام می‌خوانند. یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. به عبارت دیگر در مکان‌های دیگر هم کمابیش وجود دارند! این یاخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌ها یا آنتی‌ژن‌هایی از میکروب را در سطح غشای خود قرار می‌دهند. سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها یا آنتی‌ژن‌ها را به یاخته‌های ایمنی ارائه کنند (شکل ۳). یاخته‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها فعال شده، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.



شکل ۳ـ نحوهٔ عملکرد یاخته‌های دارینه‌ای

t.me/MrKonkori

۳) ماستوسیت‌ها: بیگانه‌خوار دیگر **ماستوسیت** نام دارد. ماستوسیت‌ها مانند یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن مثل پوست و لوله گوارش، که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، به فراوانی یافت می‌شوند. ماستوسیت‌ها علاوه بر فاگوسیتوز میکروب‌ها، همانند بازوفیل‌های موجود در خون ماده‌ای به نام هیستامین دارند. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. نفوذپذیری بیشتر رگ‌ها موجب می‌شود تا خوناب که حاوی پروتئین‌های دفاعی مانند پادتن‌ها و گلوبولین‌ها است بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند.

۴) نوتروفیل‌ها: **نوتروفیل**، بیگانه‌خوار دیگری با منشاء میلوئیدی است که از انواع گویچه‌های سفید دانه‌دار است. این سلول‌ها مانند بقیه گلبول‌های سفید خون می‌توانند از طریق فرایند دیاپدز از خون خارج شده و در عمل بیگانه‌خواری ایفای نقش کند. نوتروفیل‌ها را در بخش گویچه‌های سفید بررسی می‌کنیم.

نکات کلی در مورد بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

۱) محل حضور بیگانه‌خوارها: این سلول‌ها تقریباً در همه بخش‌های بدن انسان حضور دارند.

۲) منشاء بیگانه‌خوارها: بیشتر آنها گلبول‌های سفید محسوب نمی‌شوند. هر چند بیشتر آنها از گلبول‌های سفید منشاء می‌گیرند!

۳) انواع بیگانه‌خوارها: با توجه به منشاء پیدایش، می‌توان گفت در بدن انسان پنج نوع سلول بیگانه‌خوار یافت می‌شود.

+ سلول‌های بیگانه خوار با منشاء مونوسیتی: مانند ماکروفاژها و سلول‌های دندریتی که در بافت‌ها از تمایز مونوسیت‌ها به وجود می‌آیند.

+ سلول‌های بیگانه‌خوار از گروه گلبول‌های سفید: مانند نوتروفیل و در خون و یا پس از انجام دیاپدز، در بافت‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند.

+ سلول‌های بیگانه خوار با منشاء نامشخص: مانند ماستوسیت‌ها که علاوه بر فاگوسیتوز میکروب‌ها، همانند بازوفیل‌ها هیستامین دارند.

+ سلول‌های بیگانه‌خوار با منشاء پوششی: مانند سلول‌های سرتولی که در لوله‌های اسپرم‌ساز قرار داشته و باکتری‌ها را از بین می‌برند.

+ سلول‌های بیگانه‌خوار با منشاء نوروگلیا: مانند سلول‌های میکروگلیا که در دستگاه عصبی مرکزی این وظیفه را برعهده دارند.

بیگانه‌خوارهای موجود در خط دوم دفاعی بدن: بیگانه‌خوارهای موجود در خط دوم دفاعی بدن عبارتند از ماکروفاژها، سلول‌های دندریتی، نوتروفیل‌ها و ماستوسیت‌ها

۱) ماکروفاژها: این سلول‌ها از تمایز مونوسیت‌ها در بافت‌ها به وجود می‌آیند.

+ منشاء ماکروفاژها: سلول بنیادی میلوئیدی واقع در مغز استخوان ← مونوسیت در خون ← پس از دیاپدز: ماکروفاژ در بافت‌ها

+ محل حضور ماکروفاژها: در بیشتر اندام‌ها و بافت‌های بدن یافت می‌شوند.

+ وظایف ماکروفاژها: ماکروفاژها دو وظیفه دارند.

x وظیفه اول: در اندام‌های مختلف، از جمله حبابک‌ها، کبد، طحال، گره‌های لنفاوی و ... عمل بیگانه‌خواری را انجام می‌دهند.

ـ عمل فاگوسیتوز، ذره‌خواری یا بیگانه‌خواری! نوعی آندوسیتوز است که در آن ATP مصرف شده و وسعت غشای سلولی کاهش می‌یابد.

❁ ذرات درشت بلعیده شده و واکوئل غذایی تشکیل می‌دهند که پس از اتصال به لیزوزوم‌ها به واکوئل‌های گوارشی تبدیل می‌شوند.

❁ آغازیانی مانند پارامسی با این روش تغذیه نموده و گوارش درون انجام می‌دهند.

❁ سلول‌های تاژک‌دار درون حفره گوارشی هیدر نیز برای ادامه گوارش یعنی گوارش درون‌سلولی این عمل را انجام می‌دهند.

❁ یکی از راه‌های جذب مواد غذایی در لوله گوارش و مویرگ‌های انسان نیز عمل آندوسیتوز و به دنبال آن اگزوسیتوز است.

❁ ویتامین B_{12} همراه با فاکتور داخلی معده با استفاده از این روش جذب سلول‌های پوششی پرزهای روده می‌شود.

x وظیفه دوم: ماکروفاژها همچنین می‌توانند سلول‌های مرده بافت‌ها و بقایای آنها را از بین ببرند.

ـ ماکروفاژهای کبد و طحال، گلبول‌های قرمز مرده را که از مویرگ‌های ناپیوسته! گذشته و وارد فضای بین سلولی شده‌اند پاک‌سازی می‌کنند.

۲) سلول‌های دندریتی: این سلول‌ها همانند ماکروفاژها از تمایز مونوسیت‌ها در بافت‌های مختلف به وجود می‌آیند.

+ علت نامگذاری سلول‌های دندریتی: این سلول‌ها را به علت داشتن انشعابات دندریت مانند، به این نام می‌خوانند.

+ منشاء سلول‌های دندریتی: سلول بنیادی میلوئیدی واقع در مغز استخوان ← مونوسیت در خون ← پس از دیاپدز: سلول دندریتی در بافت‌ها

+ محل حضور سلول‌های دندریتی: در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط هستند، مانند پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند.

x نکته چالشی: انواعی که در مخاط یا لایه بیرونی پوست وجود دارند، برای رسیدن به رگ لنفی باید از غشای پایه بگذرند!

+ وظایف سلول‌های دندریتی: سلول‌های دندریتی دو وظیفه دارند.

x وظیفه اول: سلول‌های دندریتی همانند ماکروفاژها عمل بیگانه‌خواری را در بافت‌ها انجام می‌دهند.

x وظیفه دوم: سلول‌های دندریتی در فرایند «فعال‌سازی» لنفوسیت‌ها شرکت می‌کنند.

ـ نحوه فعال‌سازی لنفوسیت‌ها توسط سلول‌های دندریتی در گره‌های لنفی به صورت زیر انجام می‌شود:

t.me/MrKonkori

- آنتی‌ژن‌هایی از میکروب را در سطح غشای خود قرار می‌دهند.
- با گذشتن از دیواره رگ‌های لنفی و ورود به درون آنها، خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند.
- آنتی‌ژن‌ها را ابتدا به لنفوسیت‌های T کمک کننده واقع در این گره‌ها و در نهایت لنفوسیت‌های B و T ارائه کنند.
- سلول‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها فعال شده، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.
- نوع خاصی از لنفوسیت‌های B یا T که گیرنده آنها شکلی متناسب و مکمل با این قسمت‌ها دارند، به شدت تکثیر می‌شوند.
- در ادامه این لنفوسیت‌های B یا T مقادیر زیادی پادتن یا پرفورین ساخته می‌شود.
- به موازات این پدیده، برای برخوردهای بعدی تعدادی سلول خاطره نیز ساخته می‌شود!

۳) **ماستوسیت‌ها**: منشاء این سلول‌ها نامشخص است، ولی همانند ماکروفاژها و سلول‌های دندریتی در بافت‌ها یافت می‌شوند.

+ منشاء ماستوسیت‌ها: سلول بنیادی میلوئیدی واقع در مغز استخوان ← سلول نامشخص! در خون ← پس از دیاپدز: ماستوسیت در بافت‌ها
+ محل حضور ماستوسیت‌ها: مانند سلول‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند.
+ وظایف ماستوسیت‌ها: ماستوسیت‌ها دو وظیفه دارند.
  x وظیفه اول: همانند ماکروفاژها و سلول‌های دندریتی عمل بیگانه‌خواری انجام می‌دهند.
  x وظیفه دوم: در فرایند «التهاب» شرکت می‌کنند.
  ـ ماستوسیت‌ها همانند بازوفیل‌های موجود در خون ماده‌ای به نام هیستامین تولید می‌کنند.
  - هیستامین پس از ترشح از ماستوسیت‌ها دو کار انجام می‌دهد.
    - گشاد شدن رگ‌ها: باعث افزایش جریان خون، کندی حرکت گلبول‌های سفید و افزایش فرایند دیاپدز می‌شود.
      - گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک به چهار دلیل انجام می‌شود که در التهاب فقط مورد اول اتفاق می‌افتد.
        - هیستامین ترشح شده از ماستوسیت‌ها
        - افزایش غلظت کربن دی‌اکسید در خون
        - افزایش غلظت یون هیدروژن در خون
        - افزایش غلظت یون پتاسیم در خون
    - افزایش نفوذپذیری رگ‌ها: موجب نشت پلاسما و خروج بیشتر پروتئین‌های دفاعی مانند پادتن‌ها و گلوبولین‌ها می‌شود.
      - خروج پلاسما و نشت آن به فضای بین سلولی بیشتر از سمت سرخرگی مویرگ‌ها انجام می‌شود.
      - در واقع بر اثر فشار تراوشی یا همان فشار خون، خروج پلاسما و نشت آن به فضای بین سلولی انجام می‌شود.
      - هیستامین سبب می‌شود فاصله بین سلول‌های سنگفرشی دیواره مویرگ زیادتر شود.
      - به این ترتیب امکان عبور پروتئین‌های دفاعی مانند پادتن‌ها و گلوبولین‌ها از دیواره آنها بیشتر شود.

۴) **نوتروفیل‌ها**: منشاء این نوع بیگانه‌خوار، سلول‌های بنیادی میلوئیدی در مغز استخوان است.

+ منشاء نوتروفیل‌ها: سلول بنیادی میلوئیدی واقع در مغز استخوان ← سلول نوتروفیل در خون ← پس از دیاپدز: نوتروفیل در بافت‌ها
+ محل حضور نوتروفیل‌ها: این سلول‌ها هم در خون و هم در بافت‌ها نیز یافت می‌شوند.
+ وظیفه نوتروفیل‌ها: این سلول‌ها مانند بقیه گلبول‌های سفید می‌توانند از طریق فرایند دیاپدز از خون خارج شده و در عمل بیگانه‌خواری ایفای نقش کند.
  x نوتروفیل‌ها را می‌توان به «نیروهای واکنش سریع» تشبیه کرد، زیرا نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک هستند.
  x اگر عامل بیماری‌زا در درون بافت وارد شود، نوتروفیل‌ها با دیاپدز خود را به آنها می‌رسانند و با بیگانه‌خواری آنها را نابود می‌کنند.

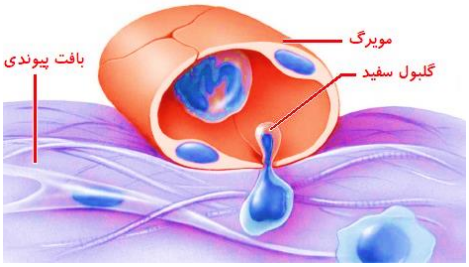
گویچه‌های سفید

یافته‌های اولیه نشان داد که در جریان بیماری‌های میکروبی، تعداد گویچه‌های سفید افزایش می‌یابد و به این ترتیب، مشخص شد که بین این گویچه‌ها و میکروب‌ها ارتباط وجود دارد. اما هنوز یک سؤال دیگر باقی مانده بود: گویچه‌های سفید در خون‌اند، اما میکروب‌ها همه جا می‌توانند باشند.

گویچه‌های سفید چگونه با میکروب‌های خارج از خون مبارزه می‌کنند؟ با خروج از خون. آیا گویچه‌های سفید می‌توانند از خون خارج شوند؟ بله با دیاپدز

با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتند که می‌توانست این معما را حل کند. دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند.

t.me/MrKonkori



پس گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، **تراگذری** (دیاپدز) می‌نامند (شکل ۴). تراگذری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.

در سال گذشته دانستید گویچه‌های سفید انواع مختلفی دارند و به روش‌های مختلفی مبارزه می‌کنند. در این قسمت آنهایی را بررسی می‌کنیم که در دومین خط دفاعی نقش دارند. سایر گویچه‌های سفید را در قسمت‌های بعدی بررسی خواهیم کرد.

شکل ۴ـ تراگذری گویچهٔ سفید

فعالیت ۳

در شکل زیر، انواع گویچه‌های سفید نشان داده شده است (مقیاس گویچه‌ها نسبت به هم رعایت نشده است). با توجه به آنچه که در سال قبل خوانده‌اید:



الف) نام هر یک را بیان کنید. به ترتیب از راست به چپ: ائوزینوفیل، لنفوسیت، بازوفیل، مونوسیت و نوتروفیل

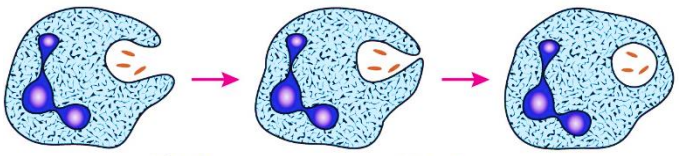
ب) سیتوپلاسم در کدام گویچه‌ها دانه‌دار و در کدام بدون دانه است؟ نوتروفیل، بازوفیل و ائوزینوفیل دانه‌دار ـ لنفوسیت و مونوسیت بدون دانه

پ) تحقیق کنید که دانه‌ها از چه چیزی ساخته شده‌اند؟ این دانه‌ها وزیکول‌های حاوی مواد مختلف هستند که در دفاع به کار می‌روند.

گلبول‌های سفید پنج نوع هستند:

۱) **نوتروفیل‌ها**: **نوتروفیل‌ها** را می‌توان به «نیروهای واکنش سریع» تشبیه کرد. اگر عامل بیماری‌زا در درون بافت وارد شود، نوتروفیل‌ها با تراگذری خود را به آنها می‌رسانند و با بیگانه‌خواری آنها را نابود می‌کنند (شکل ۵).

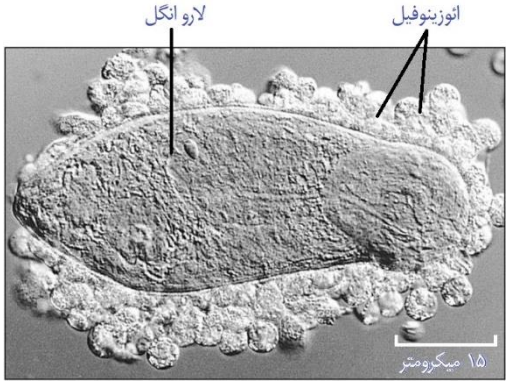
نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.



شکل ۵ـ بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها

۲) **ائوزینوفیل‌ها**: همه عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، **ائوزینوفیل‌ها** مبارزه می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها پس از احاطه نمودن انگل، محتویات دانه‌های خود را بر روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).

نکته چالشی: می‌توان گفت ائوزینوفیل‌ها قابلیت بیگانه‌خواری ندارند.

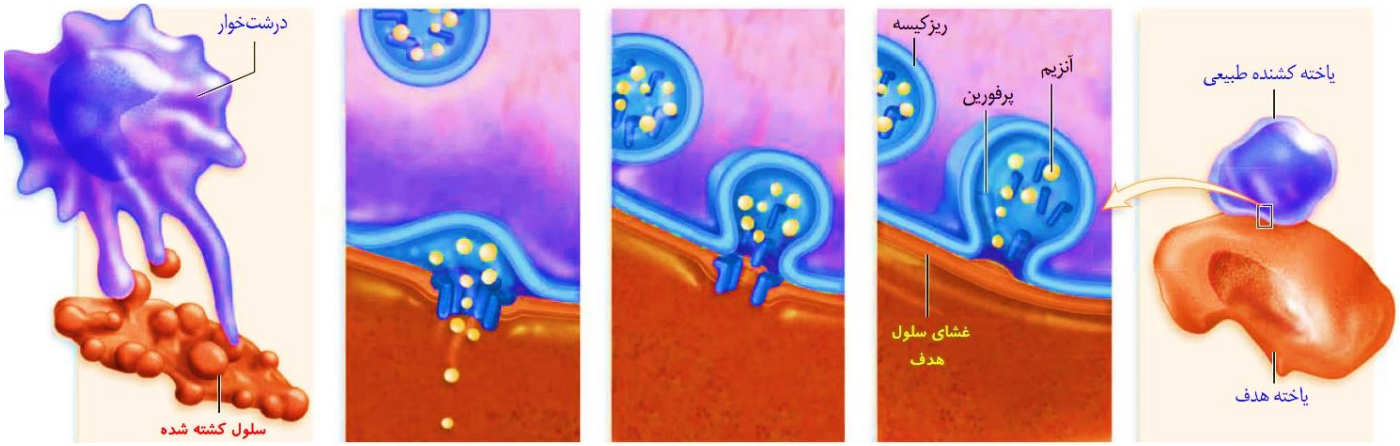


شکل ۶ـ ائوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.

۳) **بازوفیل‌ها**: **بازوفیل‌ها**، به مواد حساسیت‌زا مانند دانه‌های گرده و ... پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین و ماده‌ای به نام **هپارین** دارند. هپارین ضد انعقاد خون است.

۴) **مونوسیت‌ها**: **مونوسیت‌ها**، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به **درشت‌خوار** و یا **یاخته‌های دندریتی** تبدیل می‌شوند.

۵) **لنفوسیت‌ها**: **لنفوسیت‌ها** انواع مختلفی دارند. برخی از آنها در دفاع غیر اختصاصی و برخی در دفاع اختصاصی نقش دارند.



یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کنند.

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.

شکل ۷ـ نحوهٔ عملکرد یاختهٔ کشندهٔ طبیعی

t.me/MrKonkori

لنفوست‌ها سه نوع هستند.

+ سلول‌های کشنده طبیعی: لنفوسیتی را که در دفاع غیر اختصاصی نقش دارد، **یاخته کشنده طبیعی** می‌نامند که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. یاخته کشنده طبیعی، به یاخته سرطانی متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام **پرفورین** غیر اختصاصی! منفذی (یعنی یک منفذ درشت!) در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به نام گرانزیم به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود (شکل ۷).
در یاخته‌ها، برنامه‌ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می‌میرد. این نوع مرگ را **مرگ برنامه‌ریزی شده** می‌نامند.

+ سلول‌های B و T: لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی را **لنفوسیت‌های B** و **لنفوسیت‌های T** می‌نامند و کمی بعد با آنها آشنا خواهیم شد.

نکاتی در مورد ویژگی‌های گلبول‌های سفید

۱) منشاء گلبول‌های سفید: همه آنها از تقسیم و تمایز سلول‌های بنیادی وجود می‌آیند.

۲) محل ساخته شدن گلبول‌های سفید: در بخش‌های مختلف بدن انسان ساخته می‌شوند.

+ در دوران جنینی علاوه بر مغز استخوان در اندام‌های دیگری مانند کبد و طحال نیز ساخته می‌شوند.

+ در دوران نوزادی تا آخر عمر فقط در مغز استخوان ساخته می‌شوند.

۳) فرآیند دیاپدز در گلبول‌های سفید: همه آنها می‌توانند از لابه‌لای سلول‌های سنگفرشی جدار مویرگ‌ها عبور نموده و وارد بافت‌های دیگر شوند.

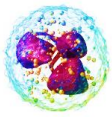
+ نکته چالشی: ماکروفاژها، سلول‌های دندریتی و ماستوسیت‌ها که در بافت‌ها وجود دارند و فاقد توانایی دیاپدز هستند، گلبول سفید محسوب نمی‌شوند.

x ماکروفاژها، سلول‌های دندریتی و ماستوسیت‌ها همانند گلبول‌های سفید از سلول‌های بنیادی مغز استخوان منشاء می‌گیرند.

۴) انواع گلبول‌های سفید: انواع مختلفی دارند و به روش‌های مختلفی مبارزه می‌کنند.

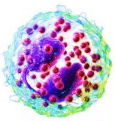
+ گروه اول: در دومین خط دفاعی نقش دارند. این گروه همه گلبول‌های سفید به جز لنفوسیت‌های B و T را در بر می‌گیرد!

x نوتروفیل‌ها: دارای ویژگی‌های زیر هستند.


نوتروفیل

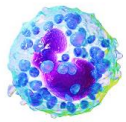
- از گروه گلبول‌های سفید دانه‌دار هستند.
- سیتوپلاسم دارای دانه‌های روشن و ریز است.
- هستهٔ چند قسمتی و دارای رشته‌های نخ مانند است.
- نام دیگر آنها «نیروهای واکنش سریع» است.
- مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک هستند.
- با فرایند دیاپدز خود را به سلول‌های بیگانه رسانده و با بیگانه‌خواری آنها را نابود می‌کنند.
- این سلول‌ها هم در خون و هم در بافت‌ها یافت شده و در هر دو محل هم بیگانه‌خواری می‌کنند.

x ائوزینوفیل‌ها: دارای ویژگی‌های زیر هستند.


ائوزینوفیل

- از گروه گلبول‌های سفید دانه‌دار هستند.
- سیتوپلاسم دارای دانه‌های روشن و درشت است.
- هستهٔ دو قسمتی دمبل مانند دارند.
- فاقد فاگوسیتوز یا ذره‌خواری هستند.
- پس از اخاطه نمودن انگل، با فرایند اگزوسیتوز، محتویات دانه‌های خود را بر روی انگل می‌ریزند.

x بازوفیل‌ها: دارای ویژگی‌های زیر هستند.


بازوفیل

- از گروه گلبول‌های سفید دانه‌دار هستند.
- سیتوپلاسم دارای دانه‌های تیره و درشت است.
- هسته به صورت دو قسمتی روی هم افتاده دیده می‌شود.
- فاقد فاگوسیتوز یا ذره‌خواری هستند.
- به مواد حساسیت‌زا مانند برخی از دانه‌های گرده، برخی داروها و غذاها و ... پاسخ می‌دهند.
- دانه‌های آنها هیستامین و هپارین دارند. هیستامین گشادکننده رگ‌ها و هپارین ضد انعقاد خون است.

❁ می‌توان گفت بازوفیل‌ها همانند ماستوسیت‌ها دارای هیستامین هستند.

❁ بازوفیل‌ها هم در خون و هم در بافت‌ها یافت می‌شوند، در حالی‌که ماستوسیت‌ها فقط در بافت‌ها وجود دارند.

t.me/MrKonkori

x مونوسیت‌ها: دارای ویژگی‌های زیر هستند.


مونوسیت

ـ از گروه گلبول‌های سفید بدون دانه هستند.

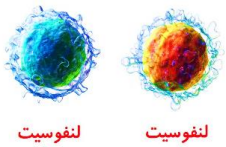
ـ درشت‌ترین گلبول‌های موجود در خون هستند.

ـ هستهٔ تک قسمتی خمیده یا لوبیایی شکل دارند.

ـ در خون هیچ گونه نقشی در دفاع از بدن ایفا نمی‌کنند.

ـ پس از دیاپدز، در درون بافت‌ها به ماکروفاژ و یا سلول‌های دندریتی تبدیل می‌شوند.

x لنفوسیت‌ها: دارای ویژگی‌های زیر هستند.


لنفوسیت

لنفوسیت

ـ از گروه گلبول‌های سفید بدون دانه هستند.

ـ کوچک‌ترین گلبول‌های سفید موجود در خون هستند.

ـ هستهٔ تک قسمتی گرد یا بیضی شکل دارند.

ـ لنفوسیت کشنده طبیعی در دفاع غیر اختصاصی نقش دارند.

❁ لنفوسیت کشنده طبیعی مشابه لنفوسیت‌های T کشنده بوده اما به صورت غیر اختصاصی فعالیت می‌کنند.

❁ اعمال لنفوسیت‌های کشنده طبیعی:

❁ نابود کردن سلول‌های آلوده به ویروس

❁ نابود کردن سلول‌های سرطانی

◆ این عمل به دو طریق انجام می‌شود.

① با استفاده از پرفورین غیر اختصاصی! و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی (تولید در یک سلول و فعالیت در سلول دیگر!)

اتصال به سلول سرطانی ← ترشح پروتئینی به نام پرفورین غیر اختصاصی! ← ایجاد یک منفذ درشت! در غشای سلول سرطانی ← وارد کردن آنزیمی به نام گرانزیم به درون سلول سرطانی از طریق این منفذ ← مرگ برنامه‌ریزی شده سلول سرطانی ← پاک‌سازی اجساد این سلول‌های مرده به وسیله ماکروفاژها

② با تولید اینترفرون نوع II و با فعال کردن ماکروفاژها نقش مهمی در مبارزه علیه سلول‌های سرطانی دارد.

❁ لنفوسیت‌های B و T انواع مختلفی داشته و در دفاع اختصاصی نقش دارند!

+ گروه دوم: در سومین خط دفاعی یا دفاع اختصاصی نقش دارند. این گروه فقط لنفوسیت‌های B و T را در بر می‌گیرد.

x لنفوسیت‌های نوع B: در مقابل آنتی‌ژن‌های مختلف می‌توانند پادتن‌های اختصاصی تولید کنند.

x لنفوسیت‌های نوع T: مشابه لنفوسیت‌های کشنده طبیعی بوده اما به صورت اختصاصی فعالیت می‌کنند.

ـ اعمال لنفوسیت‌های T کشنده:

❁ پس زدن سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌های پیوند زده شده

❁ نابود کردن سلول‌های خودی آلوده به ویروس

❁ نابود کردن سلول‌های خودی مبتلا به سرطان

❁ این عمل به دو طریق انجام می‌شود.

① با استفاده از پرفورین اختصاصی! و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی (تولید در یک سلول و فعالیت در سلول دیگر!)

اتصال به سلول سرطانی ← ترشح پروتئینی به نام پرفورین اختصاصی! ← ایجاد یک منفذ درشت! در غشای سلول سرطانی ← وارد کردن آنزیمی به نام گرانزیم به درون سلول سرطانی از طریق این منفذ ← مرگ برنامه‌ریزی شده سلول سرطانی ← پاک‌سازی اجساد این سلول‌های مرده به وسیله ماکروفاژها

② با تولید اینترفرون نوع II و با فعال کردن ماکروفاژها نقش مهمی در مبارزه علیه سلول‌های سرطانی دارد.

مقایسه لنفوسیت‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده

۱) لنفوسیت‌های کشنده طبیعی: سلول‌های خودی را که سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند را از روی ویژگی‌های عمومی شناسایی نموده و نابود می‌کنند.

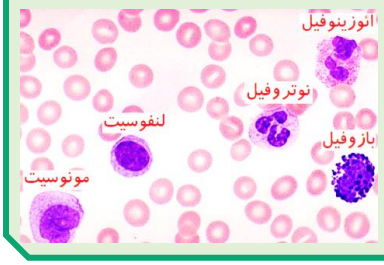
۲) لنفوسیت‌های T کشنده: این سلول‌ها دو کار انجام می‌دهند.

+ سلول‌های خودی را که سرطانی یا آلوده به ویروس شده‌اند را از روی ویژگی‌های اختصاصی شناسایی نموده و از بین می‌برند.

+ سلول‌های بیگانه مربوط به بافت‌های «پیوند زده شده» را از روی ویژگی‌های اختصاصی نظیر آنتی‌ژن‌ها، شناسایی و آنها را پس می‌زنند.

t.me/MrKonkori

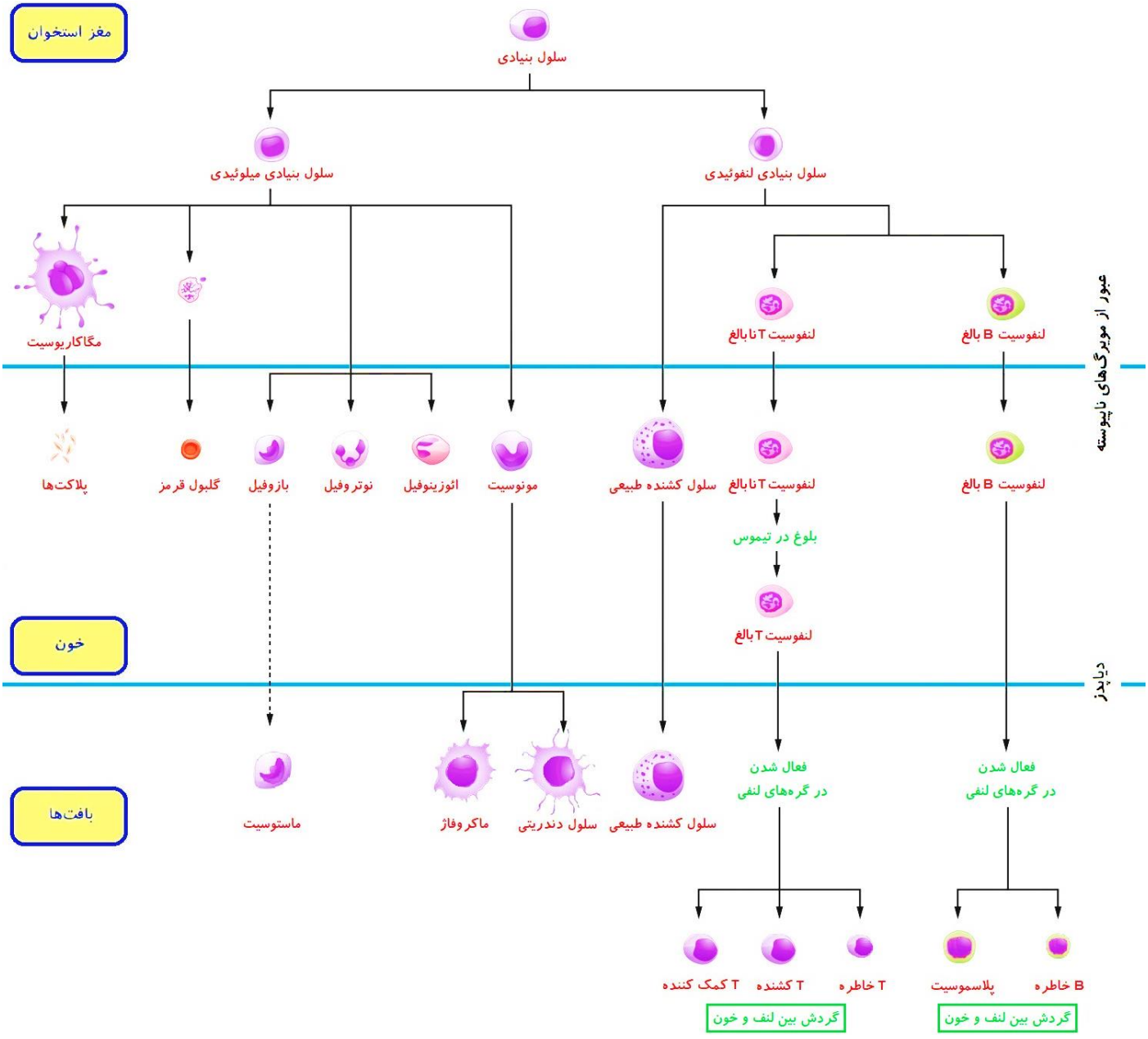
فعالیت ۴ یک گسترش آماده خون را با میکروسکوپ مشاهده و انواع گویچه‌های سفید را در آن مشاهده کنید.



- نوتروفیل: هسته چند قسمتی با رابط‌های «نخ مانند»
- ائوزینوفیل: هسته دو قسمتی و دمبل مانند با رابط‌های «نخ مانند»، دانه‌ها ریز و روشن
- بازوفیل: هسته دو قسمتی و روی هم افتاده، دانه‌ها درشت و تیره، هسته نامشخص
- مونوسیت: سلول‌هایی درشت، هسته لوبیایی شکل، بدون دانه
- لنفوسیت: سلول‌هایی ریز، هسته گرد، نسبت هسته به سیتوپلاسم بزرگ، بدون دانه

ارتباط سلول‌های ایمنی با یکدیگر و منشاء آنها

در شکل زیر ارتباط گلبول‌های سفید و دیگر سلول‌های ایمنی و منشاء آنها به تصویر کشیده شده است:



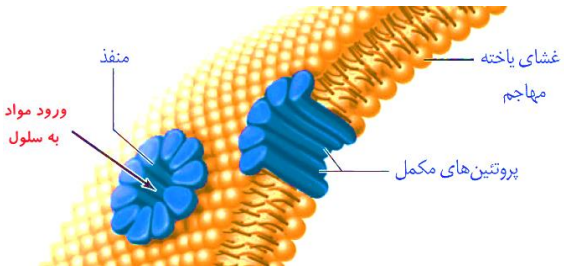
پروتئین‌ها

علاوه بر یاخته‌ها، پروتئین‌ها هم در ایمنی بدن نقش دارند. چندین نوع پروتئین در خطوط سه‌گانه ایمنی نقش دارند.

۱) پروتئین‌های مکمل: **پروتئین‌های مکمل**، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب)اند. این پروتئین‌ها که به وسیله اندام‌هایی مانند کبد ساخته می‌شوند، در فرد غیر آلوده به صورت غیر فعال‌اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

t.me/MrKonkori

پروتئین‌های فعال شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی (یعنی چند منفذ ریز!) به وجود می‌آورند.



این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد یا نفوذپذیری انتخابی از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد (شکل ۸). علاوه بر آن، قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی غشای میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود.

شکل ۸ـ نحوهٔ عملکرد پروتئین‌های مکمّل

۲) اینترفرون‌ها: یکی دیگر از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام **اینترفرون** است. اینترفرون‌ها دو نوع هستند و هر دو روی سلول‌های خودی تأثیر می‌گذارند!

+ اینترفرون **نوع یک** از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور (نه همه سلول‌های بدن!) هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند.

+ اینترفرون **نوع دو** از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

۳) پروتئین‌های دیگر: پروتئین‌های دیگری نیز در خطوط سه‌گانه دفاعی و به صورت اختصاصی و غیر اختصاصی نقش دارند.

نکاتی در مورد نقش پروتئین‌ها در دفاع از بدن

۱) پروتئین‌های مکمل

+ ویژگی‌ها: این پروتئین‌ها دارای ویژگی‌های زیر هستند.

x در پلاسمای خون محلول هستند.

x به وسیله اندام‌هایی مانند کبد ساخته می‌شوند.

x در فرد غیر آلوده به صورت غیر فعال وجود دارند.

x اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند.

ـ فعال شدن یکی از این پروتئین‌ها باعث فعال کردن دیگری شده، و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

+ نحوه عمل: به صورت زیر است.

x پادتن‌ها از طریق پایه خود نه شاخه‌های خود! باعث فعال شدن این پروتئین‌ها می‌شوند.

x پس از فعال شدن، ساختارهای حلقه‌مانند و منافذی (یعنی چند منفذ ریز!) در غشای میکروب‌ها به وجود می‌آورند.

x این منافذ کنترل ورود و خروج مواد یا همان نفوذپذیری انتخابی غشا سلولی را از بین می‌برند و سبب مرگ آن می‌شوند.

x علاوه بر آن، قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی غشای میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آنها آسان‌تر انجام شود.

۲) اینترفرون‌ها: اینترفرون‌ها دو نوع هستند و هر دو نوع روی سلول‌های خودی تأثیر می‌گذارند!

+ اینترفرون نوع یک: از سلول آلوده به ویروس ترشح می‌شود.

x اینترفرون نوع یک علاوه بر سلول آلوده، بر سلول‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند.

ـ بدیهی است اینترفرون نوع یک روی همه سلول‌های بدن! اثر نمی‌گذارد وآنها را در مقابل ویروس مقاوم نمی‌کند.

+ اینترفرون نوع دو: از سلول‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و ماکروفاژها را فعال می‌کند.

x این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه سلول‌های سرطانی دارد.

۳) پروتئین‌های دیگر: به جز پروتئین‌های مکمل و اینترفرون، پروتئین‌های دیگری نیز در ایمنی نقش دارند.

+ برخی در خط اول نقش دارند: دفاع غیر اختصاصی، بدون تشخیص خودی از بیگانه!

x مثال: آنزیم لیزوزیم موجود در ماده مخاطی در سطح لایه‌های مخاطی

+ برخی در خط دوم نقش دارند: دفاع غیر اختصاصی، با تشخیص خودی از بیگانه!

x مثال: آنزیم‌های واقع در اندامک لیزوزوم در سلول‌های بیگانه‌خوار نظیر ماکروفاژها و ...

x مثال: پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی یا گرآنزیم موجود در لنفوسیت‌های کشنده طبیعی

+ برخی در خط سوم نقش دارند: دفاع اختصاصی، با تشخیص خودی از بیگانه!

x مثال: پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی یا گرآنزیم موجود در لنفوسیت‌های T کشنده

t.me/MrKonkori

مقایسه پروتئین‌های مکمل و پرفورین‌ها از جنبه‌های مختلف

ویژگی	پروتئین‌های مکمل	پرفورین‌ها
محل تولید	سلول‌های کبد	لنفوسیت‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T
نوع پروتئین	پروتئین‌های سرامی موجود در غشاء	پروتئین‌های سرامی موجود در غشاء
تشکیل منفذ	ایجاد منفذ با همکاری چندین پروتئین	ایجاد منفذ با همکاری چندین پروتئین
نحوه عمل	ایجاد تعدادی منفذ کوچک و اختلال در نفوذپذیری	ایجاد یک منفذ درشت برای ورود آنزیم مرگ برنامه‌ریزی
محل فعالیت	فعالیت در خون	فعالیت در بافت‌ها
سلول هدف	سلول‌های بیگانه یا میکروب‌ها	سلول‌های خودی سرطانی و آلوده به ویروس، سلول‌های بیگانه پیوند زده شده
نتیجه نهایی	وقوع فرآیند بیگانه‌خواری	وقوع فرآیند بیگانه‌خواری

پاسخ التهابی

هر یک از ما به نوعی تجربه زخمی شدن یا بریدگی را داشته‌ایم. در این موارد، پوست آسیب می‌بیند و میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ پیدا می‌کنند. قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های **التهاب**اند.

التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ کارهای زیر را انجام می‌دهد:

۱) به از بین بردن میکروب‌ها می‌انجامد. ۲) از انتشار میکروب‌ها جلوگیری می‌کند. ۳) به تسریع بهبودی می‌انجامد.

التهاب چگونه ایجاد می‌شود؟

در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب دیده ماده‌ای به نام هیستامین یا اگزوسیتوز رها می‌شود. هیستامین با اثر بر روی مویرگ‌های صاف دیواره رگ‌ها، باعث گشاد شدن آنها می‌شود. به این ترتیب، گویچه‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و خواب بیشتری به بیرون نشت می‌کند (شکل ۹).

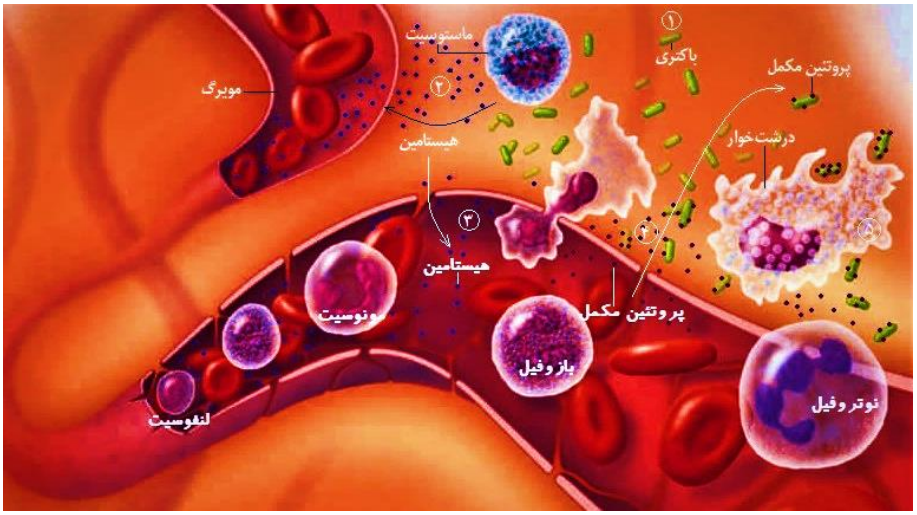
یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها، ماستوسیت‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرا می‌خوانند.

نکته پالشی: بر اساس شکل کتاب این نوع پیک‌ها را می‌بایست پیک دوربرد محسوب نمود چون وارد خون می‌شوند!

نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با انجام فرایند دیاپدز یا تراگذری از خون خارج می‌شوند. در محل بافت‌ها، نوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت‌خوار و یا سلول دندریتی تبدیل می‌شوند.

نکته مهم: لازم به ذکر است التهاب فقط در پوست اتفاق نمی‌افتد.

+ به عنوان مثال در بیماری نقرس به علت رسوب بلورهای اوریک‌اسید، مفاصل دچار التهاب شده و دردناک می‌شوند. هم‌چنین ممکن است پروستات، پرده‌های مننژ و ... هم دچار التهاب شوند!



شکل ۹ـ مراحل التهاب

۱) ورود باکتری به بدن

۲) ماستوسیت‌های آسیب دیده با عمل اگزوسیتوز هیستامین (نقاط آبی) رها می‌کنند. هیستامین سبب گشاد شدن رگ‌ها در موضع آسیب‌دیده می‌شوند.

۳) با گشاد شدن مویرگ‌ها، منافذ موجود در دیواره آنها نیز گشادتر شده و نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند.

۴) پروتئین مکمل (نقاط بنفش)، از خون خارج و فعال شده و به غشای باکتری متصل می‌شود.

۵) درشت‌خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی هیستامین باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

فعالیت ۵

الف) علت قرمزی، تورم و گرم شدگی موضع التهاب را چگونه توضیح می‌دهید؟ به دلیل جریان خون بیشتر در این محل

ب) خروج خواب بیشتر در محل التهاب از رگ چه اهمیتی دارد؟ پروتئین‌های دفاعی بیشتری به محل آسیب وارد می‌شود.

در رابطه با چرک و مواد موجود در آن تحقیق کنید. چرک معمولاً مایعی سفید رنگ است که به دنبال التهاب ایجاد می‌شود. در آن علاوه بر سلول‌های مرده، میکروب‌های کشته شده، نوتروفیل و ... هم یافت می‌شود.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد التهاب

۱) پاسخ التهابی: التهاب پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند.

۲) نشانه‌های التهاب: به دلیل جریان خون بیشتر در این محل قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند.

۳) محل ایجاد التهاب: اغلب اوقات التهاب در پوست رخ می‌دهد هرچند گاهی اوقات در بافت‌ها و اندام‌های دیگر! هم اتفاق می‌افتد.

+ التهاب در پوست: فقط به دنبال ایجاد زخم و ورود باکتری به بدن التهاب پوستی ایجاد می‌شود.

x نکاتی در مورد التهاب پوستی

ـ از ماستوسیت‌های آسیب دیده ماده‌ای به نام هیستامین با فرایند اگزوسیتوز رها می‌شود.

❁ ماستوسیت‌ها مانند سلول‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند.

❁ ماستوسیت‌ها علاوه بر فاگوسیتوز میکروب‌ها، همانند بازوفیل‌های موجود در خون ماده‌ای به نام هیستامین ترشح می‌کنند.

ـ هیستامین با اثر بر روی مایعچه‌های صاف دیواره رگ‌ها، باعث گشاد شدن آنها می‌شود.

❁ هیستامین، فاصله بین سلول‌های دیواره مویرگ‌ها را زیادتر نموده و امکان عبور پادتن‌ها و کلوبولین‌ها را بیشتر می‌کند.

❁ یادآوری: افزایش کربن دی‌اکسید، یون هیدروژن و یون پتاسیم در خون نیز سبب گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک می‌شود.

❁ گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و کندی حرکت گلبول و افزایش احتمال وقوع فرایند دیاپدز توسط آنها می‌شوند.

❁ گلبول‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و پلاسمای بیشتری به بیرون نشت می‌کند.

❁ خروج پلاسما و نشت آن به فضای بین سلولی از سمت سرخرگی مویرگ‌ها و بر اثر فشار تراوشی یا فشار خون انجام می‌شود.

ـ سلول‌های دیواره مویرگ‌ها، ماستوسیت‌ها و ماکروفاژها با تولید پیک‌های شیمیایی، گلبول‌های سفید را به محل آسیب فرا می‌خوانند.

❁ بر اساس شکل کتاب این نوع پیک‌ها را می بایست پیک دوربرد محسوب نمود چون وارد خون می‌شوند!

ـ گلبول‌های سفید خون از قبیل نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با دیاپدز از خون خارج و وارد بافت ملتهب می‌شوند.

❁ در محل بافت‌ها، نوتروفیل‌ها عمل بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به ماکروفاژ و سلول‌های دندریتی تبدیل می‌شوند.

ـ در محل التهاب معمولاً ممکن است مایعی سفید رنگ به نام چرک نیز تولید شود.

+ التهاب در بافت‌ها و اندام‌های دیگر: بر اثر ورود میکروب یا عوامل دیگر! در بخش‌های دیگر بدن هم کمابیش التهاب به وجود می‌آید.

x التهاب در غده پروستات

x التهاب در مفاصل به علت رسوب بلورهای اوریک‌اسید در بیماری نقرس

x التهاب در پرده‌های محافظت کننده مغز و نخاع یا پرده‌های مننژ

تب

یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. به دلیل تغییر ساختار سه‌بعدی یا فضایی پروتئین‌ها، فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد، هیپوتالاموس که مرکز تنظیم دمای بدن نیز است، در پاسخ به بعضی ترشحات میکروب‌ها، با افزایش سوخت و ساز دمای بدن را بالا می‌برد.

مقایسه التهاب و تب

۱) التهاب: ورود میکروب به بدن یا آسیب بافتی ← فعال شدن سلول‌ها و ماستوسیت‌های آسیب‌دیده ← ترشح هیستامین ← افزایش جریان خون در بخشی از بدن ← افزایش دمای بخشی از بدن

۲) تب: ورود میکروب به بدن ← تجمع ترشحات میکروبی در بدن ← تحریک گیرنده‌های هیپوتالاموس ← افزایش سوخت و ساز کل بدن ← افزایش جریان خون در کل بدن ← افزایش دمای کل بدن

فعالیت ۶

الف) تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟ با تغییر در ساختار سه بعدی یا ساختار سوم پروتئین‌های موجود در میکروب‌ها

ب) چرا تب‌های شدید خطرناک‌اند؟ چون ممکن است به تغییرات شدید و غیر قابل بازگشت در ساختار سه بعدی یا ساختار سوم پروتئین‌های بدن منجر شوند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۳ سومین خطّ دفاعی: دفاع اختصاصی

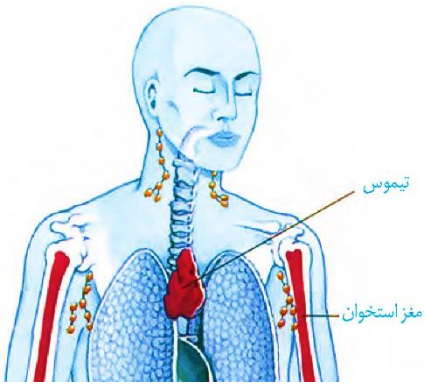
دفاع اختصاصی چنان که از نام آن برمی‌آید به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. به عنوان مثال، پاسخی که علیه میکروب یا باکتری کزاز ایجاد می‌شود بر سایر میکروب‌ها اثری ندارد.

چگونه عامل غیر خودی به طور اختصاصی شناسایی می‌شود؟ با استفاده از رابطه مکملی که بین آنتی‌ژن یا پادگن و گیرنده آنتی‌ژنی یا گیرنده پادگنی به صورت اختصاصی شکل می‌گیرد.

این وظیفه بر عهده لنفوسیت‌ها است.

لنفوسیت‌ها و شناسایی پادگن

دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسیت‌های B و T انجام می‌شود. هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان از سلول‌های لنفوئیدی تولید می‌شوند و در ابتدا نابالغ‌اند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند. لنفوسیت‌های B در همان مغز استخوان اما لنفوسیت‌های T در تیموس بالغ می‌شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می‌آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود.



شکل ۱۰ـ محل بلوغ لنفوسیت‌ها

مولکول‌هایی که این لنفوسیت‌ها شناسایی می‌کنند، **پادگن (آنتی‌ژن)** نام دارند.

لنفوسیت‌ها چگونه پادگن را شناسایی می‌کنند. به عبارت دیگر لنفوسیت‌ها چگونه فعال می‌شوند؟ هر لنفوسیت B یا T در سطح خود، **گیرنده‌های پادگن** دارد که همگی از یک نوع‌اند. هر گیرنده اختصاصی عمل می‌کند؛ یعنی بعداً و پس از برخورد با آنتی‌ژنی خاص فقط می‌تواند به یک نوع پادگن یا آنتی‌ژن متصل شود و به این ترتیب، این نوع آنتی‌ژن یا پادگن خاص شناسایی می‌شود.

نکاتی در مورد دفاع اختصاصی

۱) خط سوم: دفاع اختصاصی فقط در خط سوم دفاعی و در مقابل آنتی‌ژن‌ها یا مولکول‌های بیگانه! دیده می‌شود.

۲) ویژگی: به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. مثلاً پاسخی که علیه باکتری کزاز ایجاد می‌شود بر سایر میکروب‌ها اثری ندارد.

۳) چگونگی انجام: با استفاده از رابطه مکملی که بین آنتی‌ژن و گیرنده‌های آنتی‌ژنی به صورت اختصاصی شکل می‌گیرد.

+ مولکول‌هایی که لنفوسیت‌ها به وسیله گیرنده آنتی‌ژنی خود شناسایی می‌کنند، آنتی‌ژن یا پادگن نام دارند.

۴) وظیفه: دفاع اختصاصی بر عهده لنفوسیت‌ها است.

+ انواع لنفوسیت‌ها: در این نوع دفاع دو گروه از سلول‌ها وارد عمل می‌شوند.

x لنفوسیت‌های B و سلول‌های حاصل از آنها شامل پلاسموسیت‌ها یا سلول‌های پادتن‌ساز و سلول‌های B خاطره

x لنفوسیت‌های T و سلول‌های حاصل از آنها شامل سلول‌های T کمک کننده، سلول‌های T کشنده و سلول‌های T خاطره

+ منشاء لنفوسیت‌ها: هر دو نوع لنفوسیت از سلول‌های لنفوئیدی واقع در مغز استخوان و در ابتدا به صورت نابالغ ساخته می‌شوند.

x نکته چالشی: از سلول‌های لنفوئیدی نوعی دیگر از سلول‌ها که در خط دوم دفاعی نقش دارند یعنی سلول‌های کشنده طبیعی نیز تولید می‌شود!

+ محل بلوغ لنفوسیت‌ها: لنفوسیت‌های نابالغ توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند. در فرایند بلوغ این توانایی را به دست می‌آورند.

x بلوغ لنفوسیت‌های B: این نوع لنفوسیت‌ها در همان مغز استخوان بالغ می‌شوند.

ـ مغز استخوان، نوعی بافت پیوندی است که در لابه‌لای میله‌ها و صفحات استخوانی موجود در بافت اسفنجی استخوان واقع شده است.

❁ نکته مهم این‌که این بافت از اندام‌های لنفی به شمار می‌رود!

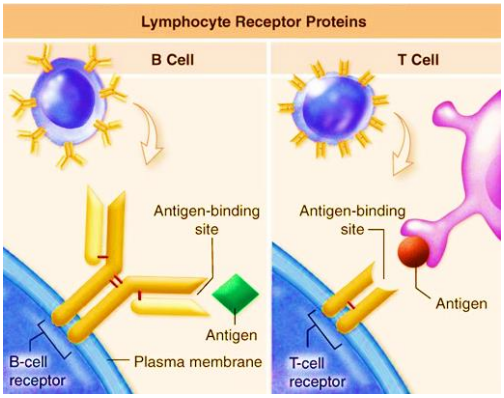
x بلوغ لنفوسیت‌های T: این نوع لنفوسیت‌ها در غده تیموس بالغ می‌شوند.

ـ تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود.

ـ تیموس، نوعی غده درون‌ریز است که در ناحیه سینه واقع شده و هورمون تیموسین نیز برای تمایز لنفوسیت‌ها ترشح می‌کند.

❁ نکته مهم این‌که این غده نیز از اندام‌های لنفی به شمار می‌رود!

t.me/MrKonkori



+ چگونگی بلوغ لنفوسیت‌ها: منظور از بلوغ لنفوسیت‌ها همان توانایی شناسایی آنتی‌ژن توسط گیرنده‌های آنتی‌ژنی سطح غشای لنفوسیت‌ها است.

x هر لنفوسیت در سطح خود، گیرنده‌های آنتی‌ژنی دارد که همگی از یک نوع هستند.

x هر گیرنده آنتی‌ژنی می‌تواند به یک نوع آنتی‌ژن متصل و آن را شناسایی کند.

ـ گیرنده‌های آنتی‌ژنی موجود در سطح غشای لنفوسیت‌های B به شکل حرف Y بوده و پادتن محسوب می‌شوند.

ـ گیرنده‌های آنتی‌ژنی موجود در سطح غشای لنفوسیت‌های T به شکل حرف I بوده و پادتن محسوب نمی‌شوند.

+ محل حضور لنفوسیت‌ها: لنفوسیت‌های نابالغ و بالغ در مکان‌های مختلفی از بدن یافت می‌شوند.

x لنفوسیت‌های نابالغ: لنفوسیت B نابالغ فقط در مغز استخوان یافت می‌شوند ولی لنفوسیت T نابالغ در گردش خون هم قابل مشاهده هستند.

x لنفوسیت‌های بالغ: لنفوسیت B بالغ هم در مغز استخوان و هم در خون یافت می‌شوند، لنفوسیت T بالغ هیچ‌گاه در مغز استخوان مشاهده نمی‌شوند.

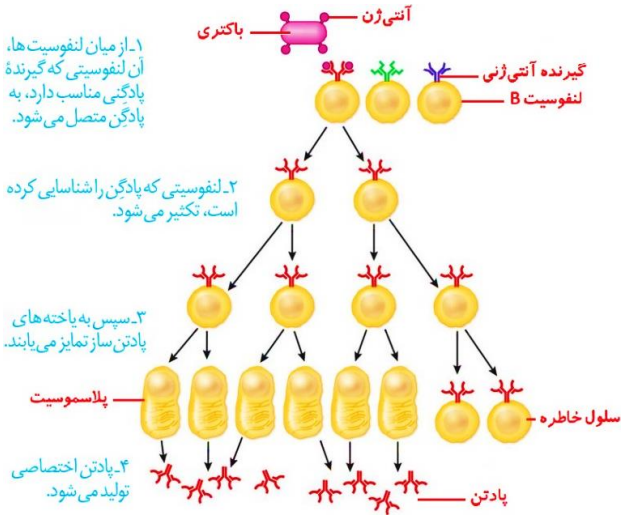
x لنفوسیت‌های فعال: آنها را لنفوسیت‌های عمل کننده و خاطره می‌گویند، این لنفوسیت‌ها هم در خون و هم در بافت‌های دیگر یافت می‌شوند.

نحوه عملکرد یا فعال شدن لنفوسیت B

لنفوسیت B پادگن سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند.

از میان لنفوسیت‌های B با گیرنده‌های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است پادگن را شناسایی کند فعال شده و به سرعت تکثیر می‌شود و یاخته‌هایی به نام **پادتن‌ساز (پلاسموسیت)** را پدید می‌آورد (شکل ۱۱).

یاخته پادتن‌ساز **پادتن** ترشح می‌کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته‌ای، خون و لنف به گردش در می‌آید و هر جا با میکروب یا پادگن‌های محلول برخورد کرد آن را نابود، یا بی‌اثر می‌سازد.



شکل ۱۱ـ نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B

نکاتی در مورد لنفوسیت‌های نوع B: لنفوسیت‌ها برای انجام عملکرد خود باید از سه مرحله تولید، بلوغ و فعال شدن بگذرند.

۱) تولید لنفوسیت‌های نوع B: این سلول‌ها در مغز قرمز استخوان از سلول‌های بنیادی لنفوئیدی ساخته می‌شوند.

۲) بلوغ لنفوسیت‌های نوع B: بلوغ لنفوسیت‌ها، ساخته شدن گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح غشای آنها است، این سلول‌ها در مغز قرمز استخوان بالغ می‌شوند.

۳) فعال شدن لنفوسیت‌های B: فعال شدن همان برخورد با آنتی‌ژن و تکثیر شدید لنفوسیت‌ها است.

+ لنفوسیت‌های B در گره‌های لنفی منتظر مانده تا با کمک لنفوسیت‌های T کمک کننده، سلول‌های دندریتی و ماکروفاژها با ذرات بیگانه یا آنتی‌ژن‌ها تماس برقرار نموده و «فعال» شوند.

+ فعال شدن لنفوسیت‌های B در چهار مرحله و به صورت زیر انجام می‌شود.

x اتصال لنفوسیت B به آنتی‌ژن خاص: با این عمل آنتی‌ژن‌های سطحی میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند.

x تکثیر شدید لنفوسیت B یا فعال شدن: از میان لنفوسیت‌های B مختلف، لنفوسیت خاصی که توانسته است آنتی‌ژن را شناسایی کند فعال می‌شود.

ـ در بدن انسان بیش از یک میلیون نوع لنفوسیت B وجود دارد که تنها از لحاظ گیرنده‌های آنتی‌ژنی سطح خود با یکدیگر متفاوت هستند.

x تمایز سلولی و ایجاد سلول‌های پادتن‌ساز: لنفوسیت‌های خاص به سرعت تکثیر شده و سلول‌هایی به نام پادتن‌ساز یا پلاسموسیت را پدید می‌آورد.

ـ در فرآیند «فعال شدن» این لنفوسیت‌ها، علاوه بر سلول‌های پادتن‌ساز، سلول‌های B خاطره هم به وجود می‌آید.

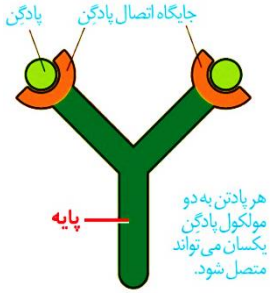
x تولید و ترشح پادتن‌ها به مایعات سلولی: پلاسموسیت‌ها مقادیر زیادی پادتن ساخته که پس از ترشح به مایع بین سلولی، خون و لنف وارد می‌شود.

ـ هر لنفوسیت B فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پلاسموسیت، پادتنی مشابه با گیرندهٔ خود را ساخته و ترشح می‌کند.

ـ سلول پادتن‌ساز یا پلاسموسیت، شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی گسترده‌ای داشته و با فرایند اگزوسیتوز، پادتن ترشح می‌کند.

t.me/MrKonkori

پادتن‌ها مولکول‌هایی Yشکل و از جنس پروتئین‌اند. هر پادتن یک پایه! و دو جایگاه برای اتصال به دو پادگن یکسان! دارد (شکل ۱۲).



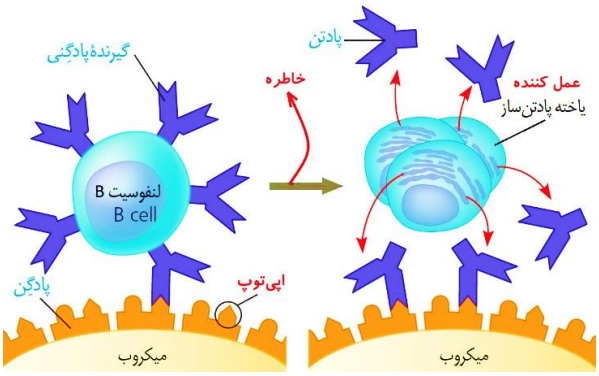
شکل ۱۲ـ مولکول پادتن

از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را «سرم» می‌نامند.

+ سرم ضد کزاز: که در زخم‌های عمیق و شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، مورد استفاده واقع می‌شود.

+ پادزهر سم مار: که در مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که به سم مار متصل شده و آن را خنثی می‌کنند.

هر لنفوسیت B می‌تواند پس از تبدیل به سلول پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به سلول پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرندهٔ خود را ساخته و ترشح می‌کند.

در سطح هر آنتی‌ژن مکان‌های ویژه‌ای به نام اپی‌توپ جهت اتصال یکی از جایگاه‌های اتصال پادتن وجود دارد که هر پادتن فقط به یکی از آنها متصل می‌شود!

پادتن، پادگن را با روش‌هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، بی‌اثر یا نابود می‌کند. از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را **سرم** می‌نامند. به عنوان مثال، در زخم‌های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می‌شود. همچنین پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که به سم مار متصل شده و آن را خنثی می‌کنند.

شکل ۱۴ـ نحوهٔ عملکرد پادتن

۱– هر پادتن می‌تواند به دو آنتی‌ژن یکسان در سطح یک ویروس یا یک باکتری متصل شده و آنها را خنثی نماید.

۲– هر پادتن می‌تواند به دو آنتی‌ژن یکسان در سطح دو باکتری مختلف متصل شود و در این صورت باکتری‌ها را به هم بچسباند.

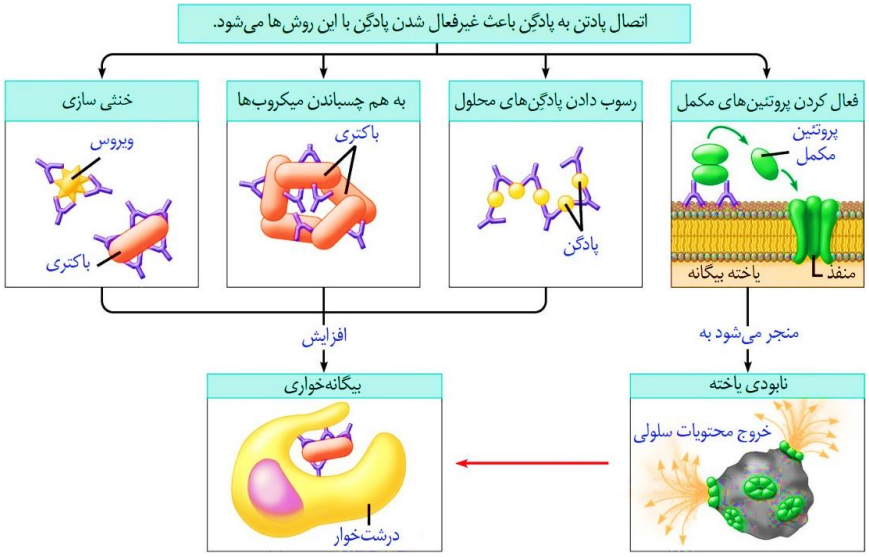
۳– هر پادتن می‌تواند به دو آنتی‌ژن یکسان و محلول متصل شده و باعث رسوب دادن آنها شود.

+ هر آنتی‌ژن هم می‌تواند به دو پادتن وصل شود!

۴– پادتن‌ها می‌توانند از طریق شاخه‌های خود به آنتی‌ژن‌های سطح سلول‌های بیگانه متصل شده و از طریق پایه خود پس از اتصال به پروتئین‌های مکمل، آنها را فعال نموده تا منافذی در غشای این سلول‌ها ایجاد نمایند.

۵– هم پادتن‌های طبیعی و هم پادتن‌های آماده یا «سرم» از یک طرف باعث افزایش بیگانه‌خواری ماکروفاژها و از طرف دیگر باعث فعال شدن پروتئین‌های مکمل می‌شوند!

۶– در همه حالات مختلف در نهایت ماکروفاژها وارد عمل شده و سلول‌های بیگانه، ذرات ویروس، آنتی‌ژن‌ها و اجساد سلول‌های بیگانه را با عمل فاگوسیتوز پاک‌سازی می‌کنند.



نحوه عملکرد یا فعال شدن لنفوسیت T

لنفوسیت T، همانند سلول کشنده طبیعی یاخته‌های خودی که تغییر کرده‌اند، مثلاً سلول‌های سرطانی یا سلول‌های آلوده به ویروس را از روی ویژگی‌های اختصاصی یا آنتی‌ژن‌های آنها شناسایی و نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های بخش پیوند شده که سلول بیگانه هستند! حمله می‌کند. لنفوسیت T پس از شناسایی پادگن تکثیر می‌شود و **لنفوسیت‌های T کشنده** را پدید می‌آورد.

لنفوسیت‌های T کشنده به یاخته هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین اختصاصی! و نوعی آنزیم، «مرگ برنامه‌ریزی شده» را به راه می‌اندازند.

نکاتی در مورد لنفوسیت‌های نوع T: لنفوسیت‌ها برای انجام عملکرد خود باید از سه مرحله تولید، بلوغ و فعال شدن بگذرند.

۱) تولید لنفوسیت‌های نوع T: این سلول‌ها در مغز قرمز استخوان از سلول‌های بنیادی لنفوئیدی ساخته می‌شوند.

۲) بلوغ لنفوسیت‌های نوع T: بلوغ لنفوسیت‌ها، ساخته شدن گیرنده‌های آنتی‌ژنی در سطح غشای آنها است، این سلول‌ها در غده تیموس بالغ می‌شوند.

t.me/MrKonkori

۳) فعال شدن لنفوسیت‌های T: فعال شدن همان برخورد با آنتی‌ژن و تکثیر شدید لنفوسیت‌ها است.

+ لنفوسیت‌های T در گره‌های لنفی منتظر مانده تا با کمک لنفوسیت‌های T کمک کننده، سلول‌های دندریتی و ماکروفاژها با ذرات بیگانه یا آنتی‌ژن‌ها تماس برقرار نموده و «فعال» شوند.

+ فعال شدن لنفوسیت‌های T در چهار مرحله و به صورت زیر انجام می‌شود.

x اتصال لنفوسیت T به آنتی‌ژن خاص: با این عمل آنتی‌ژن‌های سطحی سلول‌های سرطانی یا سلول‌های آلوده به ویروس را شناسایی می‌کند.

ـ در غشای سلول‌های سرطانی و آلوده به ویروس آنتی‌ژن‌های غیر عادی وجود دارد که سیستم ایمنی آنها را بیگانه تلقی می‌کند!

ـ همچنین این نوع لنفوسیت‌ها بر خلاف سلول‌های کشنده طبیعی به سلول‌های بخش پیوند شده که سلول بیگانه هستند! حمله می‌کند.

x تکثیر شدید لنفوسیت B یا فعال شدن: از میان لنفوسیت‌های T مختلف، لنفوسیت خاصی که توانسته است آنتی‌ژن را شناسایی کند فعال می‌شود.

ـ در بدن انسان بیش از ده میلیون نوع لنفوسیت T وجود دارد که تنها از لحاظ گیرنده‌های آنتی‌ژنی سطح خود با یکدیگر متفاوت هستند.

x تمایز سلولی و ایجاد سلول‌های T کشنده: لنفوسیت‌های خاص به سرعت تکثیر شده و سلول‌هایی به نام سلول‌های T کشنده را پدید می‌آورد.

ـ در فرآیند «فعال شدن» این لنفوسیت‌ها، علاوه بر سلول‌های پادتن‌ساز، سلول‌های T خاطره هم به وجود می‌آید.

x تولید پروتئین‌های خاص: سلول‌های T کشنده به سلول هدف متصل شده و با تولید پرفورین! و آنزیم «مرگ برنامه‌ریزی شده» آن را از بین می‌برند.

ـ سلول‌های T کشنده با تولید پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی روی سلول‌های خودی و بیگانه مؤثر هستند.

❁ سلول‌های خودی سرطانی و سلول‌های خودی آلوده به ویروس

❁ سلول‌های بیگانه که نتیجه عمل پیوند زدن هستند.

ـ سلول‌های سرطانی و آلوده به ویروس در خارج خون هم یافت می‌شوند، بنابراین محل فعالیت سلول‌های T کشنده در بافت‌ها است.

نحوه عمل لنفوسیت‌های نوع T

+ این نوع لنفوسیت‌ها مشابه لنفوسیت‌های کشنده طبیعی بوده اما به صورت اختصاصی فعالیت می‌کنند.

x اعمال لنفوسیت‌های T کشنده:

ـ پس زدن سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌های پیوند زده شده

ـ نابود کردن سلول‌های خودی آلوده به ویروس

ـ نابود کردن سلول‌های خودی مبتلا به سرطان

❁ این عمل به دو طریق انجام می‌شود.

① با استفاده از پرفورین اختصاصی! و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی (تولید در یک سلول و فعالیت در سلول دیگر!)

اتصال به سلول سرطانی ← ترشح پروتئینی به نام پرفورین اختصاصی! ← ایجاد یک منفذ درشت! در غشای سلول سرطانی ← وارد کردن آنزیمی به نام گرانزیم به درون سلول سرطانی از طریق این منفذ ← مرگ برنامه‌ریزی شده سلول سرطانی ← پاک‌سازی اجساد این سلول‌های مرده به وسیله ماکروفاژها

② با تولید اینترفرون نوع II و با فعال کردن ماکروفاژها نقش مهمی در مبارزه علیه سلول‌های سرطانی دارد.

مقایسه «بالغ شدن» و «فعال شدن» لنفوسیت‌ها

+ برای اینکه لنفوسیت‌ها بتوانند در مقابل آنتی‌ژن‌ها از بدن محافظت کنند بعد از تولید می‌بایست از دو مرحله رشد و نمو شامل بالغ شدن و فعال شدن عبور کنند:

x مرحله اول ـ بالغ شدن: همان توانایی شناسایی عامل بیگانه است. این عمل برای لنفوسیت‌های B و T به ترتیب در مغز استخوان و تیموس رخ می‌دهد. لنفوسیت‌ها در این مرحله، بدون هیچ گونه برخورد فیزیکی با آنتی‌ژن و کاملاً به صورت تصادفی و با روشن نمودن ژن‌های خاصی، گیرنده‌های آنتی‌ژنی خاصی ساخته و آنها را به سطح غشای خود می‌فرستند. این فرایند که نوعی تمایز سلولی است بلوغ لنفوسیت نامیده می‌شود.

ـ این اتفاق در اندام‌های لنفی یعنی مغز استخوان (برای لنفوسیت‌های B) و تیموس (برای لنفوسیت‌های T) رخ می‌دهد!

x مرحله دوم ـ فعال شدن: این مرحله برای هر دو نوع لنفوسیت در گره‌های لنفی و با واسطه لنفوسیت‌های T کمک کننده و هم چنین با دخالت ماکروفاژها و سلول‌های دندریتی انجام می‌گیرد. در این مرحله، با برخورد فیزیکی بین لنفوسیت و آنتی‌ژن رخ داده و با تقسیم سلولی یا رشد تعدادی همراه است. لنفوسیت‌های اختصاصی پس از تماس با آنتی‌ژن‌های اختصاصی به شدت تکثیر شده و به لنفوسیت‌های عمل کننده تمایز می‌یابند.

ـ این اتفاق در اندام‌های لنفی یعنی گره‌های لنفی برای هر دو نوع لنفوسیت B و T رخ می‌دهد!

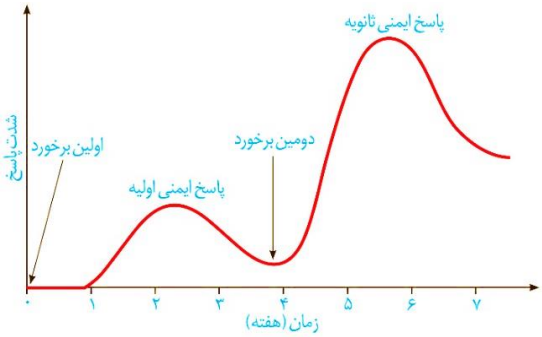
t.me/MrKonkori

فعالیت ۷ آنفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حدّ معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از حد لنفوسیت‌های T می‌انجامد.

الف) علت مرگ بر اثر آلودگی با این ویروس را چگونه توجیه می‌کنید؟ سلول‌های T کشنده به سلول‌های حبابک‌ها که به ویروس آلوده شده‌اند حمله نموده و تعداد زیادی از آن‌ها را از بین می‌برند، که در این صورت حتی ممکن است به مرگ منجر شود.

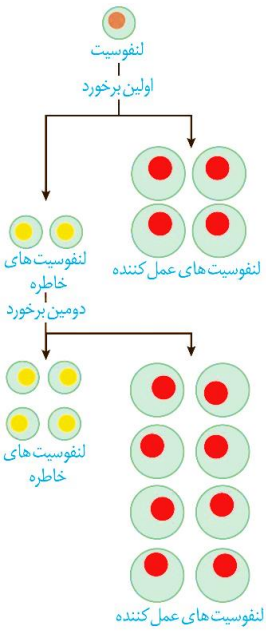
ب) چه راهی را برای کنترل این بیماری در جمعیت‌ها پیشنهاد می‌کنید؟ از بین بردن پرندگان بیمار، دفع مناسب لاشه پرندگان، قرنطینه کردن و ضد عفونی کردن مکان‌های نگهداری پرندگان، آموزش عمومی برای جلوگیری از انتقال بیماری از افراد بیمار به افراد سالم و ...

پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی



شکل ۱۵ـ پاسخ اولیه و ثانویه

بر خلاف دفاع غیر اختصاصی که پس از برخورد با بیگانه بلافاصله به راه می‌افتد، دفاع اختصاصی، فرایندی است که در اولین برخورد! برای شناسایی پادگن و تکثیر لنفوسیت‌ها به حدود یک هفته زمان نیاز دارد. از این رو، بر خلاف دفاع غیر اختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر پادگنی که قبلاً به بدن وارد شده است دوباره به بدن وارد شود، در دومین برخورد! و برخوردهای بعدی پاسخ دفاع اختصاصی نسبت به قبل سریع‌تر و قوی‌تر است (شکل ۱۵)؛ چرا؟ این نوع دفاع به دلیل تولید سلول‌های خاطره، سریع‌تر و به دلیل تولید سلول‌های عمل کننده، قوی‌تر هم خواهد بود!



دستگاه ایمنی دارای «حافظه» است؛ یعنی وقتی با پادگنی برخورد کند، خاطره آن برخورد را نگه خواهد داشت. به این ترتیب، پادگنی که برای دفعات بعدی به بدن وارد می‌شود سریع‌تر شناسایی می‌شود. اما چگونه؟

وقتی لنفوسیت، پادگنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر **لنفوسیت‌های عمل‌کننده** (سلول‌های پادتن‌ساز یا سلول‌های T کشنده) یاخته‌های دیگری به نام **لنفوسیت‌های خاطره** پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند (شکل ۱۶).

وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص پادگن سریع‌تر صورت پذیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری هم لنفوسیت عمل کننده و هم سلول خاطره پدید آید.

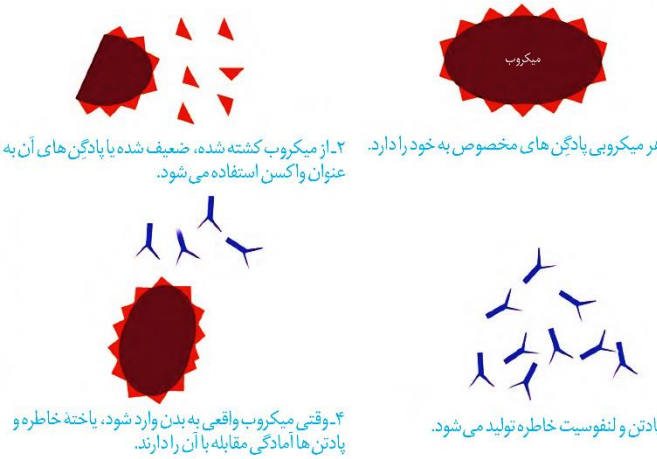
از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکسیناسیون استفاده می‌شود. کافی است یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم و به این طریق یاخته‌های خاطره را پدید آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی به آن پاسخ سریع و شدید! داده و آن را از پای در می‌آورد.

شکل ۱۶ـ لنفوسیت‌های خاطره

فعالیت ۸ علت شدیدتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول چیست؟ به دلیل وجود سلول‌های خاطره که در حالت آماده‌باش در خون به سر می‌برند. پاسخ‌های بعدی سریع‌تر انجام شده و تکثیر آنها تعداد بسیار زیادی سلول عمل کننده می‌سازند که پاسخ ایمنی شدیدتر نیز خواهد بود.

از آنجا که واکسن می‌بایست آنتی‌ژن‌های میکروب را داشته باشد اما خود میکروب در آن حضور نداشته باشد، بنابراین واکسن، (۱) میکروب ضعیف شده، (۲) میکروب کشته شده، (۳) پادگن میکروب یا (۴) سم خنثی شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های خاطره پدید می‌آید (شکل ۱۷). به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را **ایمنی فعال** می‌نامند. در مقابل، ایمنی حاصل از سرم که در آن پادتن آماده! به بدن فرد تزریق می‌شود، **ایمنی غیر فعال** است چون پادتن در بدن تولید نشده و یاخته خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.

لازم به ذکر است پادتن‌های آماده یا سرم را با استفاده از کشت سلول‌های دستگاه ایمنی در آزمایشگاه و تحریک آنها با آنتی‌ژن‌ها مختلف به دست می‌آورند.



۱ـ هر میکروبی پادگن‌های مخصوص به خود را دارد.

۲ـ از میکروب کشته شده، ضعیف شده یا پادگن‌های آن به عنوان واکسن استفاده می‌شود.

۳ـ پادتن و لنفوسیت خاطره تولید می‌شود.

۴ـ وقتی میکروب واقعی به بدن وارد شود، یاخته خاطره و پادتن‌ها آمادگی مقابله با آن را دارند.

شکل ۱۷ـ نحوه عملکرد واکسن

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد انواع ایمنی اختصاصی: ایمنی حاصل از خط سوم دفاعی بدن به دو صورت ایمنی فعال و ایمنی غیر فعال مشاهده می‌شود.

۱) ایمنی فعال: در این نوع ایمنی با وارد کردن آنتی‌ژن یا پادگن به بدن، آنتی‌بادی یا پادتن و سلول‌های خاطره پدید می‌آید.

+ ایمنی فعال به دو صورت به وجود می‌آید:

x ابتلا به بیماری: اگر شخصی به یک بیماری میکروبی مبتلا شود پس از بهبودی، می‌تواند در مقابل آن ایمنی داشته باشد.

x انجام واکسیناسیون: اگر شخصی آنتی‌ژن‌های یک نوع میکروب را دریافت کند، می‌تواند در مقابل آن ایمنی داشته باشد.

ـ واکسن و واکسیناسیون: این شیوه دارای ویژگی‌های زیر است.

❁ از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکسیناسیون استفاده می‌شود.

❁ از آنجا که در واکسیناسیون، بدن خود فرد پادتن و سلول خاطره می‌سازد، بنابراین واکسن ایمنی فعال ایجاد می‌کند.

❁ در این شیوه یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم تا سلول‌های خاطره را پدید آوریم.

❁ اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی به آن پاسخ سریع و شدید! می‌دهد.

❁ واکسن دارای آنتی‌ژن‌های میکروب است اما فاقد میکروب کامل باشد، بنابراین واکسن‌ها را به چند شیوه تولید می‌کنند:

❁ روش قدیمی: در این روش با استفاده از آنتی‌ژن‌های میکروب غیر کامل، بدن را وادار به ساختن پادتن می‌کنند.

❁ میکروب ضعیف شده: دارای ساختار میکروبی کامل اما ضعیف شده بوده و دارای آنتی‌ژن‌های میکروب است.

❁ میکروب کشته شده: دارای ساختار میکروبی کامل اما کشته شده بوده اما دارای آنتی‌ژن‌های میکروب است.

❁ آنتی‌ژن میکروب: فاقد هر گونه ساختار میکروبی و فقط دارای آنتی‌ژن‌های فعال میکروب است.

❁ سم خنثی شده میکروب: فاقد هر گونه ساختار میکروبی و فقط دارای آنتی‌ژن‌ها و سموم خنثی شده میکروب است.

❁ روش جدید: با استفاده از مهندسی ژنتیک، اقدام به تولید یک واکسن نوترکیب می‌کنند. مراحل آن به صورت زیر است.

❁ ژن تولید یک آنتی‌ژن از یک میکروب بیماری‌زا را وارد محتوای ژنتیکی یا ژنوم یک میکروب غیر بیماری‌زا می‌کنند.

❁ میکروب نوترکیب را به عنوان واکسن استفاده نموده و به شخص تزریق می‌کنند.

❁ بدن در مقابل آنتی‌ژن‌های ساخته شده بر روی این میکروب غیر بیماری‌زا پادتن مناسب و سلول خاطره می‌سازد.

❁ به محض ورود میکروب بیماری‌زا سیستم ایمنی شخص به شدت و سرعت به آن پاسخ دهد.

۲) ایمنی غیر فعال: در این نوع ایمنی با وارد کردن آنتی‌بادی آماده یا پادتن آماده به بدن، ایمنی پدید می‌آید. این نوع ایمنی به دو صورت مشاهده می‌شود:

+ انتقال پادتن از مادر به فرزند: انتقال پادتن‌های آماده از مادر به جنین و ایمنی حاصل از شیر مادر که از طریق خوردن شیر به نوزاد می‌رسد.

+ سرم یا پادتن آماده: این شیوه درمانی دارای ویژگی‌های زیر است.

x ایمنی حاصل از سرم که در آن پادتن آماده! به بدن فرد تزریق می‌شود، ایمنی غیر فعال است.

x در این شیوه پادتن در بدن تولید نشده و سلول خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.

x پادتن‌های آماده یا سرم را با کشت سلول‌های دستگاه ایمنی در آزمایشگاه و تحریک آنها با آنتی‌ژن‌های مختلف به دست می‌آورند.

فعالیت ۹

الف) تحقیق کنید که کودکان ایرانی چه واکسن‌هایی را دریافت می‌کنند؟ در چه زمانی؟

سن	نام واکسن	توضیحات
بدو تولد	ب ث ژ ـ فلج اطفال ـ هپاتیت ب	ب ث ژ در برابر بیماری سل
دو ماهگی	سه گانه ـ فلج اطفال ـ هپاتیت ب	سه گانه در برابر بیماری‌های دیفتری، کزاز و سیاه سرفه
چهار ماهگی	سه گانه ـ فلج اطفال	
شش ماهگی	سه گانه ـ فلج اطفال ـ هپاتیت ب	
دوازده ماهگی	ام ام آر	ام ام آر در برابر بیماری‌های اوریون، سرخک و سرخجه
هجده ماهگی	سه گانه ـ فلج اطفال ـ ام ام آر	
۴ – ۶ سالگی	سه گانه ـ فلج اطفال	
۱۴ – ۱۶ سالگی	دوگانه	دوگانه در برابر بیماری‌های دیفتری و کزاز

ب) چرا بعضی از واکسن‌ها را باید تکرار کرد؟ برای این‌که پادتن‌های بیشتری ساخته شود.

t.me/MrKonkori

اختلال در دستگاه ایمنی

دستگاه ایمنی مانند سایر دستگاه‌های بدن ممکن است بر اثر عوامل بیرونی یا درونی دچار اختلال شود. در اینجا برخی از اختلالات خط سوم دستگاه ایمنی یعنی فقط! دفاع اختصاصی را بررسی می‌کنیم.

سه نوع اختلال مهم در دستگاه ایمنی عبارتند از:

۱) بیماری ایدز که بر اثر ویروس HIV به وجود می‌آید.

۲) آلرژی یا حساسیت که بر اثر آلرژن‌ها یا مواد حساسیت‌زا ایجاد می‌شود.

۳) بیماری‌های خود ایمنی که بر اثر عوامل ناشناخته بروز نموده و در آن سیستم ایمنی به اشتباه بخشی از سلول‌های خودی را مورد حمله قرار می‌دهد.

ایدز، نگاهی دقیق‌تر به ایمنی اختصاصی

نقص ایمنی اکتسابی که به اختصار **ایدز (AIDS)** نامیده می‌شود، نوعی بیماری ویروسی است. ویروس این بیماری، **HIV** نام دارد. در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می‌شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.

نکته چالشی: می‌توان گفت این بیماری به خودی خود کشنده نیست بلکه با تضعیف سیستم ایمنی، شخص بر اثر بیماری‌های عفونی و یا سرطان از پای در می‌آید!

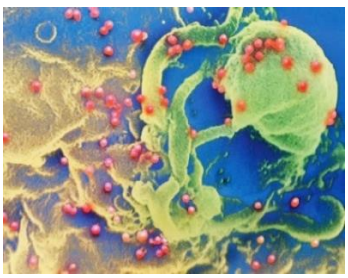
ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد. تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی و ردیابی ماده وراثتی ویروس در درون لنفوسیت‌های T است. فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود.

نکته مهم: می‌توان گفت افراد آلوده به ویروس دو گروه هستند: ۱) افراد آلوده به ویروس که بیمار نیستند! ۲) افراد آلوده که بیماری را نشان می‌دهند.

+ روش‌هایی که بیماری ایدز را انتقال می‌دهند: ویروس HIV از طریق (۱) رابطه جنسی، (۲) خون و فراورده‌های خونی آلوده و نیز (۳) استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده‌ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک) و (۴) مایعات بدن منتقل می‌شود. (۵) مادری که آلوده به ویروس HIV است می‌تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند.

+ روش‌هایی که بیماری ایدز را انتقال نمی‌دهند: دست دادن، روبوسی، نیش حشرات، آب و غذا، این ویروس را منتقل نمی‌کند. انتقال ویروس از طریق ترشحات بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. هر چند این مایعات در شخص آلوده، حاوی ویروس هستند! نکته قابل توجه اینکه اگرچه تغذیه باعث انتقال بیماری در انسان نمی‌شود ولی در شیرخواران به دلیل توانایی جذب پادتن‌های شیر مادر به وسیله سلول‌های روده باریک از طریق آندوسیتوز، امکان انتقال ویروس HIV هم وجود دارد!

تاکنون درمانی قطعی برای ایدز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است.



دستگاه ایمنی چگونه در ایدز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافتند که علت بیماری ایدز، حمله ویروس به لنفوسیت‌های T و از پای درآوردن آنهاست (شکل ۱۸).

این مشاهده بلافاصله پرسشی را مطرح می‌کند: چرا از بین رفتن لنفوسیت‌های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت‌های B می‌انجامد؟ فعالیت لنفوسیت T چه ارتباطی با لنفوسیت B دارد؟

شکل ۱۸ـHIV ویروس مسبب ایدز. در این شکل، ویروس با رنگ قرمز نشان داده شده است. ویروس‌ها در حال آزاد شدن از یاخته آلوده‌اند. این ویروس چنان ریز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می‌توان در نقطه پایان این جمله جای داد.

پاسخ به این سؤال، به درک مدل دقیق‌تری از نحوه عمل دستگاه ایمنی انجامید. مشاهدات بیشتر نشان داد که ویروس HIV نه به همه لنفوسیت‌های T، بلکه به نوع خاصی از آنها حمله می‌کند. در واقع فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود؛ لذا آن را **لنفوسیت T کمک‌کننده** نامیدند.

ویروس با از بین بردن این لنفوسیت‌های T کمک‌کننده، عملکرد لنفوسیت‌های B و T و در نتیجه کل دفاع اختصاصی! سیستم ایمنی را مختل می‌کند.

نکاتی در مورد اختلال در دستگاه ایمنی

۱) خط سوم دستگاه ایمنی یعنی دفاع اختصاصی، مانند سایر دستگاه‌های بدن بر اثر عوامل بیرونی یا درونی دچار اختلال شود.

۲) سه نوع اختلال مهم در دستگاه ایمنی عبارتند از:

+ بیماری ایدز که بر اثر ویروس HIV به وجود می‌آید.

+ بیماری حساسیت که بر اثر آلرژن‌ها یا مواد حساسیت‌زا ایجاد می‌شود.

+ بیماری خود ایمنی که بر اثر عوامل ناشناخته بروز می‌کند.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد بیماری ایدز (AIDS) یا بیماری نقص ایمنی اکتسابی

۱) نوعی بیماری که عامل آن ویروس HIV است.

۲) در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می‌شود.

۳) به همین دلیل حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.

۴) ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند.

۵) چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد!

۶) تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی و ردیابی ماده وراثتی ویروس در درون لنفوسیت‌های T است.

۷) فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود.

۸) می‌توان گفت در نوزادان این ویروس می‌تواند حتی از طریق تغذیه هم انتقال پیدا کند.

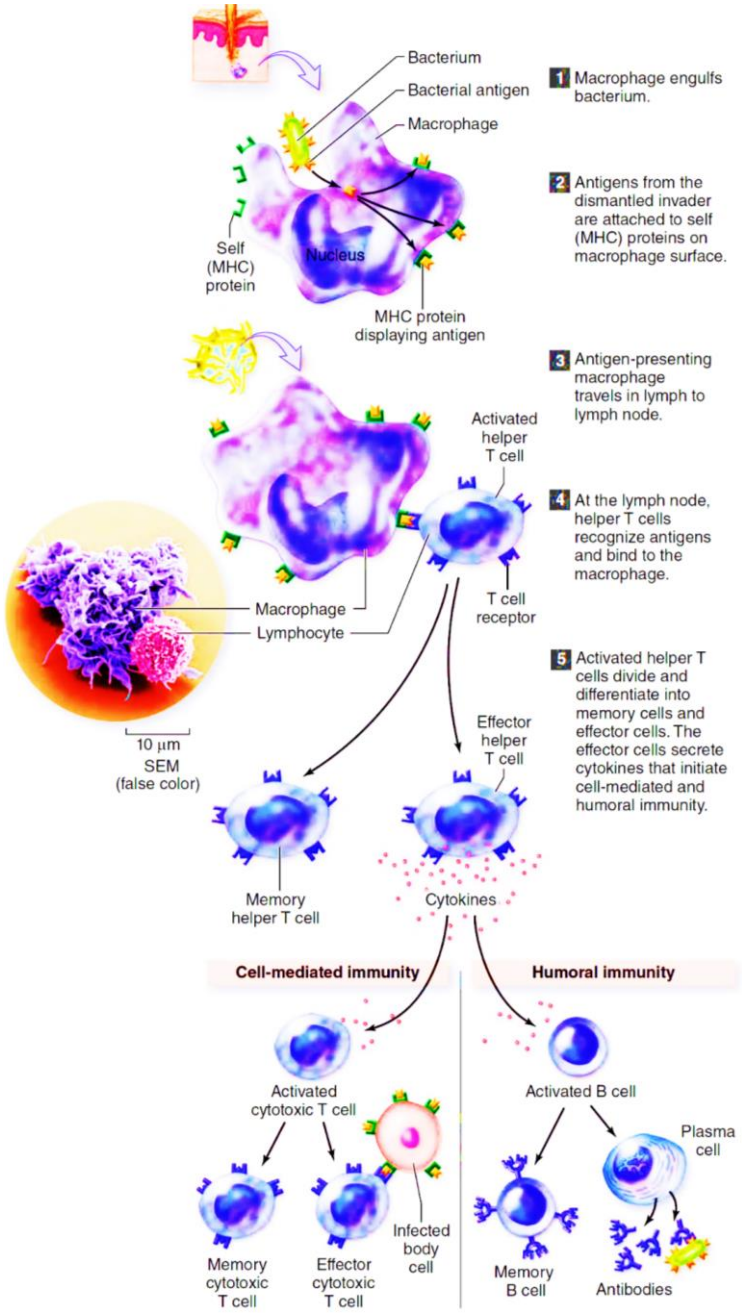
۹) ویروس HIV نه به همه لنفوسیت‌های T، بلکه به نوع خاصی از آنها به نام لنفوسیت‌های T کمک‌کننده حمله می‌کند.

۱۰) فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود.

۱۱) سلول‌های دندریتی و ماکروفاژها، آنتی‌ژن‌های میکروب‌ها را ابتدا به لنفوسیت‌های T کمک کننده موجود در گره‌های لنفی ارائه می‌دهند.

۱۲) این لنفوسیت‌ها به نوبه خود با تولید مواد شیمیایی به نام سیتوکاین‌ها باعث فعال شدن لنفوسیت‌های T و لنفوسیت‌های B می‌شوند!

۱۳) ویروس HIV با از بین بردن لنفوسیت‌های T کمک‌کننده، عملکرد لنفوسیت‌های B و T و کل عملکرد کل دفاع اختصاصی! سیستم ایمنی را مختل می‌کند.



t.me/MrKonkori

حساسیت

خط سوم دستگاه ایمنی یعنی فقط! دفاع اختصاصی، به همه مواد خارجی وارد شده به بدن پاسخ ایمنی نمی‌دهد. مثلاً دستگاه ایمنی به حضور میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی‌دهد.

+ تحمل ایمنی: به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عوامل خارجی **تحمل ایمنی** می‌گویند. در اطراف ما مواد گوناگونی وجود دارد که بی‌خطرند و دستگاه ایمنی نسبت به آنها تحمل دارد.

+ عدم تحمل ایمنی = حساسیت: اما در فردی ممکن است دستگاه ایمنی به این مواد بی‌خطر واکنش نشان دهد و پاسخ ایمنی ایجاد شود. در چنین حالتی می‌گوییم که این فرد نسبت به آن ماده **حساسیت** دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است، ماده **حساسیت‌زا** یا آلرژن می‌نامند.

پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. در نتیجه ترشح هیستامین که گشاد کننده رگ‌ها است، علائم شایع حساسیت مثل کاهش فشار خون، قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

نکاتی در مورد حساسیت

۱) تحمل ایمنی: به عدم پاسخ خط سوم دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی تحمل ایمنی می‌گویند.

+ مثال‌ها:

x دستگاه ایمنی به میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی‌دهد.

x در اطراف ما مواد گوناگونی وجود دارد که بی‌خطر هستند و دستگاه ایمنی نسبت به آنها تحمل دارد.

۲) عدم تحمل ایمنی: در برخی از افراد ممکن است لنفوسیت‌های دستگاه ایمنی به مواد بی‌خطر واکنش نشان دهد و پاسخ ایمنی ایجاد شود.

+ در چنین حالتی می‌گوییم که این فرد نسبت به آن ماده حساسیت یا آلرژی دارد.

+ ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است، ماده حساسیت‌زا یا آلرژن می‌نامند.

+ پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها است.

x در نتیجه ترشح هیستامین که گشاد کننده رگ‌ها است، علائم شایع حساسیت مثل کاهش فشار خون، قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

بیماری‌های خودایمنی

گاهی خط سوم دستگاه ایمنی یعنی فقط! دفاع اختصاصی، یاخته‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آنها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود؛ به این نوع بیماری‌ها، بیماری **خودایمنی** می‌گویند.

+ دیابت نوع یک، مثالی از بیماری‌های خودایمنی است. در این بیماری، لنفوسیت‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های تولیدکننده انسولین حمله می‌کند و همه! یا بیشتر ! آنها را از بین می‌برد.

+ ام اس بیماری خودایمنی دیگری است که در آن غلاف میلین اطراف یاخته‌های عصبی موجود در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی نه به طور کامل! از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود.

نکاتی در مورد بیماری‌های خودایمنی

۱) نشانه بیماری: خط سوم دستگاه ایمنی، سلول‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آنها حمله می‌کند و باعث بروز بیماری خودایمنی می‌شود.

۲) استثناء: همواره حمله سلول‌های ایمنی به سلول‌های خودی، بیماری خودایمنی محسوب نمی‌شود.

+ حمله سیستم ایمنی به سلول‌های سرطانی و سلول‌های آلوده به ویروس، یک مکانیسم طبیعی بوده و بیماری خودایمنی محسوب نمی‌شود!

۳) علت بیماری: بیماری‌های خودایمنی نتیجه «اختلال در فرایند بلوغ لنفوسیت‌ها» هستند.

+ زیرا لنفوسیت‌ها توانایی شناسایی سلول‌های خودی را از غیر خودی در «مرحله بلوغ» خود کسب می‌کنند.

۴) مثال‌ها: از این بیماری‌ها دو نمونه در کتاب آمده‌اند.

+ بیماری دیابت نوع یک: در این بیماری، لنفوسیت‌های دستگاه ایمنی به سلول‌های تولیدکننده انسولین واقع در جزایر لانگرهانس موجود در لوزالمعده حمله می‌کند و همه! یا بیشتر! آنها را از بین می‌برد.

+ بیماری ام اس: در این بیماری، غلاف میلین اطراف سلول‌های عصبی موجود در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرند و در قسمت‌هایی نه به طور کامل! از بین می‌رود.

x در این بیماری، ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن دچار اختلال می‌شود.

ـ در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بنابراین بینایی و حرکت، متل و فرد دچار بی حسی و لرزش می‌شود.

t.me/MrKonkori

ایمنی در جانوران

همه جانوران ایمنی غیر اختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً فقط در مهره‌داران دیده می‌شود. با وجود این، سازوکارهایی کاملاً غیر اختصاصی! در بی‌مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می‌کنند. به عنوان مثال، در مگس میوه یا مگس سرکه، مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و همانند ایمنی اختصاصی، پادگن‌های مختلفی را شناسایی کند.

مطالعات دانشمندان درباره دستگاه ایمنی بی‌مهرگان در سال‌های اخیر، شباهت‌های بیشتری با مهره‌داران را نشان داده است. این گونه مطالعات ما را در درک بهتر نحوه پیدایش یا فرگشت ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

نکته فرگشتی: منشاء پیدایش ایمنی اختصاصی همانند سایر پدیده‌های زیستی مشترک و یکسان است.

نکاتی در مورد ایمنی در جانوران

۱) ایمنی اختصاصی: این نوع ایمنی اساساً فقط در مهره‌داران دیده می‌شود.

۲) ایمنی غیر اختصاصی: همه جانوران اعم از بی‌مهره و مهره‌دار، ایمنی غیر اختصاصی دارند.

+ سازوکارهایی غیر اختصاصی! در بی‌مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می‌کنند.

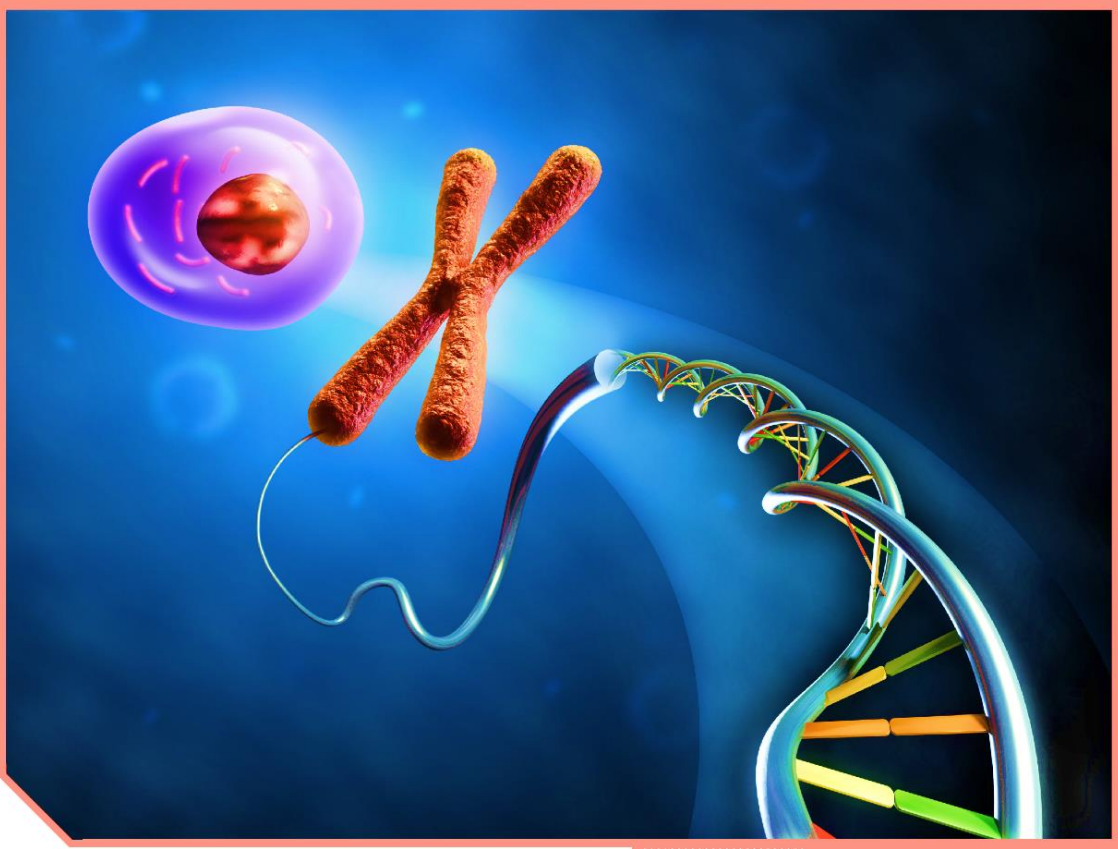
x در مگس میوه، مولکولی کشف شده که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و همانند ایمنی اختصاصی، آنتی‌ژن‌های مختلف را شناسایی کند.

۳) شباهت ایمنی در مهره‌داران و بی‌مهرگان: مطالعات دانشمندان درباره دستگاه ایمنی بی‌مهرگان، شباهت‌های بیشتری با مهره‌داران را نشان داده است.

+ این مطالعات ما را در درک بهتر نحوه پیدایش یا فرگشت ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

x زیرا منشاء پیدایش ایمنی اختصاصی همانند سایر پدیده‌های زیستی مشترک و یکسان است.

t.me/MrKonkori



فصل ۶

تقسیم یاخته

توضیح شکل بالا: در هسته سلول‌های یوکاریوتی، مولکول‌های DNA خطی به همراه انواعی از پروتئین‌ها به صورت کروموزوم‌های خطی درآمده‌اند.

زندگی انسان، با تشکیل یاخته‌ای به نام سلول تخم آغاز می‌شود و این سلول پس از چند ماه به نوزادی با میلیاردها یاخته تبدیل می‌شود. روند افزایش یاخته‌ها حتی بعد از این هم ادامه می‌یابد، به طوری که تعداد یاخته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات پیاپی یاخته‌ها صورت می‌پذیرد.

+ با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فرا گرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ را می‌شناسید؟ تقسیم میتوز و میوز

+ هر نوع از این تقسیم‌ها در چه نوع یاخته‌هایی، انجام می‌شود؟

ـ میتوز تقریباً در همه سلول‌های پیکری انسان رخ می‌دهد و هدف آن رشد و ترمیم است.

ـ میوز فقط در سلول‌های پیکری! موجود در بیضه‌ها و تخمدان‌ها اتفاق می‌افتد و هدف آن تولید سلول‌های جنسی یا گامت‌ها یعنی اسپرم و تخمک است.

+ نتیجه هر نوع از تقسیم چیست؟

ـ در تقسیم میتوز از هر سلول اولیه یا مادر دو سلول کاملاً مشابه یعنی یک نوع سلول یا یک نوع ترکیب ژنتیکی به وجود می‌آید.

ـ در تقسیم میوز از هر سلول اولیه یا مادر چهار سلول با نصف تعداد کروموزوم به وجود می‌آید که دو به دو مشابه هستند یعنی دو نوع سلول یا دو نوع ترکیب ژنتیکی به وجود می‌آید.

+ آیا همه یاخته‌های بدن، تقسیم می‌شوند؟ خیر، برخی از سلول‌ها قادر به انجام تقسیم سلولی نبوده و بنابراین برای تهیه کاریوتیپ! مناسب نیستند.

ـ در ادامه لیست کاملی از این سلول‌ها خواهد آمد.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد تقسیم سلولی

۱) در پروکاریوت‌ها: یک نوع تقسیم به نام تقسیم دوتایی یا دونیم شدن وجود دارد.

۲) در یوکاریوت‌ها: در ضمن چرخه سلولی، دو نوع تقسیم به نام‌های میتوز و میوز انجام می‌شود. قبل از وقوع هر دو نوع تقسیم اینترفاز انجام می‌شود.

+ چرخه سلولی شامل سه مرحله اصلی است. اینترفاز، تقسیم هسته (میتوز یا میوز) و تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز)

۳) هدف از تقسیم سلولی در یوکاریوت‌ها

+ میتوز ← رشد و ترمیم و گاهی تولیدمثل غیر جنسی

+ میوز ← تولیدمثل جنسی

x در گیاهان سلول‌های جنسی یعنی اسپرم و تخمزا با تقسیم میتوز به وجود می‌آیند نه میوز!

۴) محل انجام تقسیم سلولی در یوکاریوت‌ها

+ میتوز ← تقریباً در همه سلول‌های پیکری

+ میوز ← فقط در سلول‌های پیکری موجود در اندام‌های جنسی مثلاً بیضه‌ها و تخمدان‌ها

۵) نتیجه تقسیم سلولی در یوکاریوت‌ها

+ میتوز ← ایجاد دو سلول کاملاً مشابه یعنی یک نوع سلول یا یک نوع ترکیب ژنتیکی از هر سلول اولیه یا مادر

+ میوز ← ایجاد چهار سلول دو به دو مشابه یعنی دو نوع سلول یا دو نوع ترکیب ژنتیکی با نصف تعداد کروموزوم از هر سلول اولیه یا مادر

۶) عدم انجام تقسیم سلولی در یوکاریوت‌ها

+ سلول‌های غیر زنده

x در جانوران: سلول‌های موجود در سطح پوست

x در گیاهان: سلول‌های آوند چوبی، تراکئید، فیبر و اسکلرئیدها

+ سلول‌های زنده

x در جانوران: بدون هسته مانند گلبول قرمز

x در گیاهان: سلول‌های آوند آبکشی

+ تکه‌های سلولی مانند پلاکت‌ها (حاصل از مگاکاریوسیت‌ها)

+ سلول‌های زنده تک‌هسته‌ای مانند سلول‌های عصبی

x بر اساس کتاب نظام جدید این سلول‌ها به ندرت می‌توانند در بدن تقسیم شوند!

+ سلول‌های زنده تک‌هسته‌ای و دوهسته‌ای مانند سلول‌های ماهیچه قلب

+ سلول‌های زنده چندهسته‌ای مانند سلول‌های ماهیچه اسکلتی

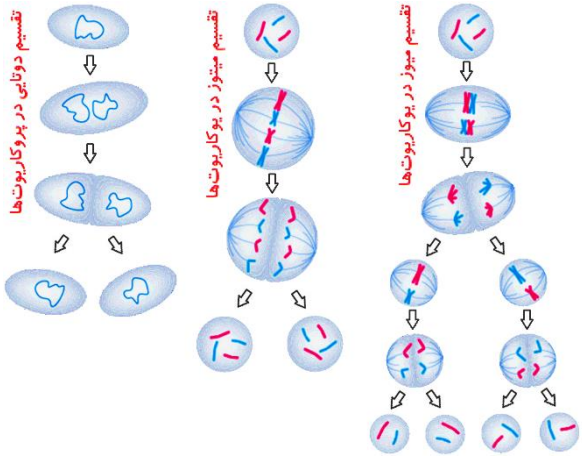
x بر اساس کتاب نظام جدید این سلول‌ها به ندرت می‌توانند در محیط کشت تقسیم شوند!

+ سلول‌های تمایز یافته مانند پلاسموسیت، لنفوسیت‌های T کشنده و T کمک کننده و ...

۷) سلول‌های نامناسب برای تهیه کاریوتیپ! در یوکاریوت‌ها

+ سلول‌های غیر زنده، سلول‌های زنده بدون هسته، ماهیچه قلب، پلاسموسیت، لنفوسیت‌های T کشنده و T کمک کننده و ...

+ سلول‌های فاقد ماده وراثتی و نامناسب برای تهیه ژنوم! در یوکاریوت‌ها



t.me/MrKonkori

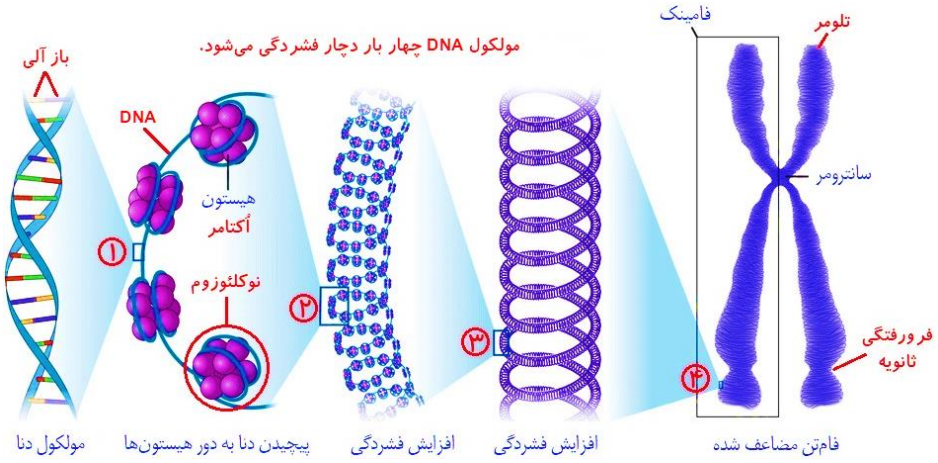
گفتار ۱ فام‌تن (کروموزوم)

ساختار کروموزوم در سلول‌های یوکاریوتی

همان‌طور که می‌دانید در یوکاریوت‌ها فام‌تن از **دنا** (DNA) و پروتئین‌های هیستونی و غیر هیستونی! تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام‌تن‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، **فامینه** (**کروماتین**) می‌گویند.

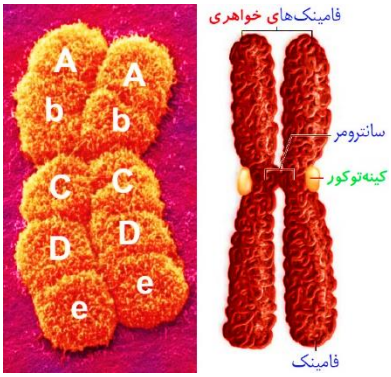
نکته پالشی: بر اساس کتاب، حتی در حالت عادی که ماده وراثتی به صورت رشته‌های کروماتین است می‌توان آنها را کروموزوم! حساب نمود.

هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام **هسته‌تن** (**نوکلئوزوم**) است. در هر هسته‌تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده شده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، ابتدا طی همانندسازی DNA رشته‌های فامینه دو برابر و در حین تقسیم یاخته در سه مرحله یعنی مراحل دو تا چهار فشرده می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱ ـ مراحل فشرده شدن فام‌تن

شکل ۲، تصویر یک فام‌تن را در حداکثر فشردگی یعنی در مرحله متافاز میتوز نشان می‌دهد. در این مرحله کروموزوم‌ها قطعاً دو کروماتیدی هستند!



همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود، این فام‌تن از دو بخش همانند به نام **فامینک** (**کروماتید**) تشکیل شده است. به این فام‌تن‌ها، فام‌تن‌های **مضاعف شده** یا دو کروماتیدی می‌گویند.

فامینک‌های هر فام‌تن مضاعف از نظر نوع ژن‌ها یکسان‌اند و به آنها فامینک‌های **خواهری** گفته می‌شود. فامینک‌های خواهری در محلی به نام **سانترومر** به هم متصل‌اند.

شکل ۲ ـ ساختار یک فام‌تن مضاعف شده

انواع سلول‌ها از نظر ماده وراثتی

۱) سلول‌های پروکاریوتی: فقط در باکتری‌ها دیده می‌شوند، دارای DNA حلقوی و آزاد در سیتوپلاسم و متصل به غشای سلولی هستند.

+ این مولکول‌های DNA حلقوی را کروموزوم حلقوی نیز می‌گویند.
+ بر اساس کتاب در ساختار این کروموزوم‌ها هیچ نوع پروتئینی شرکت نمی‌کند!
+ کروموزوم اصلی یک مولکول DNA حلقوی است.
+ در این سلول‌ها ممکن است چندین نسخه از چند نوع کروموزوم فرعی یا پلازمید هم وجود داشته باشد.

۲) سلول‌های یوکاریوتی: در بقیه گروه‌های جانداران یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران یافت می‌شود.

+ دارای DNA خطی بوده که همراه با انواعی از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آنها هیستون‌ها هستند کروموزوم‌های خطی را به وجود آورده‌اند.
+ کروموزوم‌های اصلی شامل چند نوع کروموزوم خطی و محصور در پوشش هسته هستند.
+ به ندرت در برخی از این سلول‌ها مانند مخمرها ممکن است پلازمید هم وجود داشته باشد.

نکاتی در مورد ساختار کروموزوم در یوکاریوت‌ها

۱) ماهیت شیمیایی: در یوکاریوت‌ها، کروموزوم از DNA با قطر دو نانومتر و پروتئین‌های هیستونی و غیر هیستونی! تشکیل شده است.

۲) فشردگی ماده وراثتی: مولکول‌های DNA به صورت آزاد و قابل دسترس در هسته سلول‌های یوکاریوتی مشاهده نمی‌شوند.

+ بر اساس کتاب! در اینترفاز فقط مرحله اول فشردگی و در ضمن تقسیم سلولی مراحل دوم، سوم و چهارم هم مشاهده می‌شوند!
+ به عبارت دیگر می‌توان گفت، در همه مراحل چرخه سلولی مولکول‌های DNA دارای حداقل یک مرحله از فشردگی هستند.

t.me/MrKonkori

+ در اینترفاز که آنزیم‌های همانندسازی و رونویسی روی مولکول DNA اثر می‌گذارند هیستون‌ها در تماس با مولکول DNA هستند.

+ قبل از همانندسازی و رونویسی آنزیم‌های دیگری مولکول‌های هیستون را برمی‌دارند تا آنزیم‌های همانندسازی و رونویسی بتوانند کار خود را انجام دهند.

+ مارپیچ دو رشته‌ای در مولکول DNA جز مراحل فشردگی ماده وراثتی محسوب نمی‌شود. زیرا این مولکول همواره این گونه است.

۳) مراحل فشردگی ماده وراثتی: فشردگی ماده وراثتی یا DNA در چهار مرحله انجام می‌شود.

+ مرحله اول فشردگی ـ کروماتین: بر اساس متن کتاب، این رشته‌ها از اجتماع نوکلئوزوم‌ها تشکیل شده‌اند.

x در حالت عادی یا مرحله اینترفاز، فشردگی کروموزوم‌های هسته کم و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم به نام کروماتین است.

x رشته‌های کروماتین اولین مرحله از فشردگی مولکول‌های DNA هستند! در همانندسازی DNA این رشته‌ها دو برابر می‌شوند.

x بر اساس کتاب متن در حالت عادی که ماده وراثتی به صورت رشته‌های کروماتین است می‌توان آنها را کروموزوم! نامید.

x هر کدام از رشته‌های کروماتین دارای واحدهای تکراری و پشت سر هم به نام نوکلئوزوم با قطر تقریبی ۱۰ نانومتر هستند.

ـ در هر نوکلئوزوم، مولکول DNA حدود دو دور در اطراف هشت مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچ و تاب خورده است.

+ مرحله دوم فشردگی ـ پیچه: بر اساس شکل کتاب، در این مرحله نوکلئوزوم‌ها با یکدیگر ساختاری پیچه‌مانند یا فنرمانند به وجود می‌آورند.

x این ساختار پیچه‌مانند یا coil نامیده شده که از لحاظ علمی همان رشته‌های ۳۰ نانومتری هستند.

+ مرحله سوم فشردگی ـ ابرپیچه: ساختارهای فنر مانند یک بار دیگر به دور خود پیچیده شده و ابرپیچه یا supercoil را به قطر ۳۰۰ نانومتر وجود می‌آورند.

+ مرحله چهارم فشردگی ـ کروماتید: اوج فشردگی ماده وراثتی است وبه ویژه در مرحله متافاز به خوبی مشاهده می‌شود.

x به دلیل همانندسازی DNA در اینترفاز، در این مرحله کروموزوم‌ها دو کروماتیدی یا مضاعف شده هستند.

ـ کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف از نظر نوع ژن‌ها یا «آلل‌ها» یکسان هستند و به آنها کروماتیدهای خواهری گفته می‌شود.

❁ لازم به ذکر است، در صورت وقوع جهش و کراسینگ‌اور، کروماتیدهای خواهری مشابه نخواهند بود!

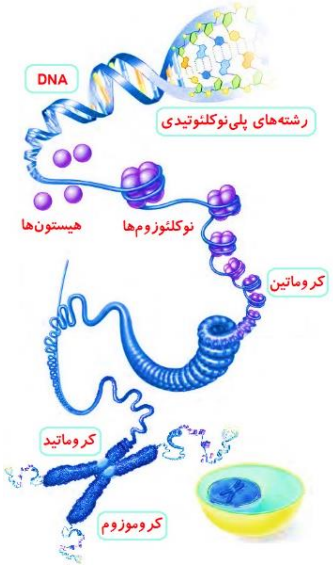
❁ در کروموزوم مضاعف شده، کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل شده‌اند.

❁ در محل سانترومر پروتئین‌های اتصالی یا کوهسین‌ها، دو کروماتید را در کنار یکدیگر نگه می‌دارند.

❁ سانترومر در اصل بخشی از ماده وراثتی است که بیشترین فشردگی را پیدا کرده است.

❁ در ساختار کروموزوم دوکروماتیدی، سانترومر به صورت یک فرورفتگی بزرگ دیده می‌شود.

❁ برخی از کروموزوم‌ها مانند آنچه در تصویر کتاب دیدیم، ممکن است فرورفتگی‌های دیگری هم داشته باشند.



نکاتی در مورد کروموزوم یوکاریوتی

۱) معیار تشخیص و شمارش برای تعداد کروموزم‌ها همواره «سانترومر» است.

۲) هر کروموزوم می‌تواند غیر مضاعف شده (تک‌کروماتیدی) یا مضاعف شده (دوکروماتیدی) باشد.

۳) کروموزوم‌ها در حالت عادی تک‌کروماتیدی‌اند. سلول‌های در حال تقسیم دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی هستند.

۴) دو کروماتید موجود در یک کروموزوم دو کروماتیدی دقیقاً یکسان هستند مگر در صورت وقوع جهش و یا کراسینگ‌اور!

۵) دو کروماتید موجود در یک کروموزوم را کروماتیدهای خواهری می‌گویند. کروماتیدها دو مولکول DNA یکسان دارند.

۶) نوکلئوزوم‌ها از هشت مولکول هیستون و مولکول DNA که حدود دو دور در اطراف آنها پیچ خورده، تشکیل شده‌اند.

۷) توالی نوکلئوزوم‌ها، رشته‌های کروماتین را به وجود می‌آورد. در مرحله اینترفاز، ماده وراثتی به صورت کروماتین است.

۸) در مراحل میتوز و میوز ماده وراثتی به صورت کروموزوم دیده می‌شود. اوج فشردگی ماده وراثتی در متافاز است.

+ برای تهیه کاریوتیپ کروموزوم‌ها در مرحله متافاز مناسب هستند.

۹) هر کروماتید معادل یک رشته کروماتین، یک مولکول DNA خطی و دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تیمین‌دار خطی است.

یک کروماتید = یک رشته کروماتین = یک مولکول DNA خطی! = دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تیمین‌دار خطی!

۱۰) در یک سلول یوکاریوتی همواره تعداد کروماتیدها، رشته‌های کروماتین و مولکول‌های DNA خطی برابر است.

۱۱) تعداد رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی تیمین‌دار خطی دو برابر تعداد کروماتیدها، رشته‌های کروماتین و مولکول‌های DNA خطی است.

۱۲) رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی در مولکول DNA مکمل همدیگر بوده و با هم یک نردبان مارپیچ می‌سازند.

۱۳) ژن‌ها قسمت‌هایی مجزا و متوالی از مولکول DNA هستند که از روی یکی از رشته‌های آنها مولکول RNA ساخته می‌شود.

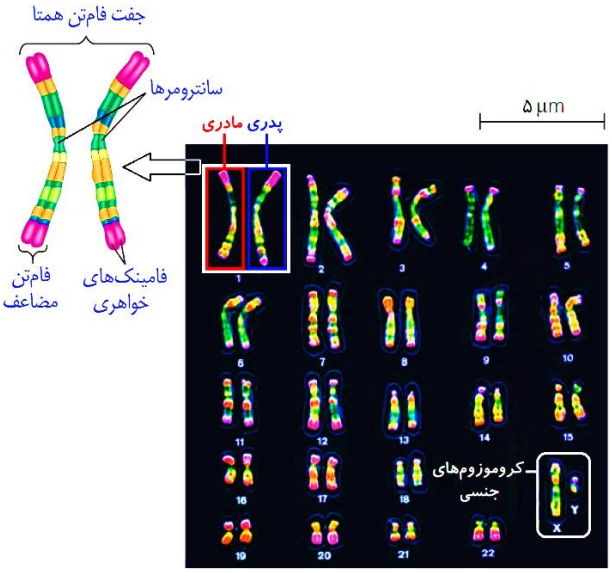
۱۴) هر مولکول DNA دارای صدها تا هزاران ژن است، که هر کدام جایگاه ویژه‌ای از این مولکول را به خود اختصاص می‌دهند.

t.me/MrKonkori

تعداد فامتن در سلول‌های یوکاریوتی

هر گونه از جانداران یوکاریوت، تعداد معینی فامتن خطی در یاخته‌های پیکری یا سوماتیک خود دارند که به آن **عدد فامتنی** می‌گویند. یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های غیرجنسی جاندارند. ممکن است تعداد فامتن یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ فامتن وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن‌های آنها بسیار متفاوت‌اند. تعداد فامتن‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

یاخته‌های پیکری انسان، دولاد (دیپلوئید) هستند



برای تعیین تعداد فامتن‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فامتنی، **کاریوتیپ** تهیه می‌شود. کاریوتیپ تصویری از فامتن‌های دو کروماتیدی در مرحله متافاز میتوز! با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند (شکل ۳).

نکته چالشی: کاریوتیپ فقط شامل کروموزوم‌های موجود در هسته است و کروموزوم‌های موجود در میتوکندری و کلروپلاست را شامل نمی‌شود.

شکل ۳ـ کاریوتیپ انسان

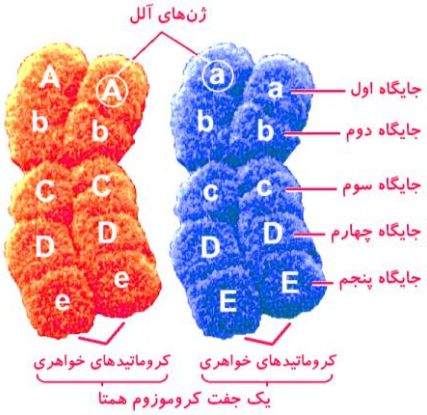
۱) کاریوتیپ مرد با ۲۴ نوع کروموزوم! ۲۲ نوع اتوزوم + یک نوع X و یک نوع Y

۲) بنابراین می‌توان گفت در زنان کاریوتیپ ۲۳ نوع کروموزوم دارد!

۳) در هسته سلول‌های پیکری مرد و زن به ترتیب ۲۳ و ۲۴ نوع کروموزوم وجود دارد.

۴) در هسته تخمک‌های زن و اسپرم‌های مرد فقط ۲۳ نوع کروموزوم وجود دارد!

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر فامتن دارای یک فامتن شبیه خود است که به این فامتن‌ها، **همتا** گفته می‌شود.



دو کروموزوم همتا از نظر نوع ژن‌ها مشابه هستند ولی یکسان نیستند. به عبارت دیگر در هر جایگاه ژنی خود دارای یک نوع ژن هستند. این ژن‌ها که «آلل» نامیده می‌شوند، می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند اما همواره در بروز یک صفت ژنتیکی نقش دارند.

به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر فامتن دو نسخه داشته باشند، **دولاد** (دیپلوئید) می‌گویند.

در این یاخته‌ها، دو مجموعه فامتن وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند:

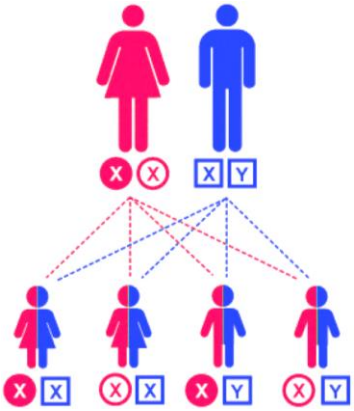
+ یک مجموعه فامتن از **والد ماده** یا **مادری** (قرمز = پرسپولیسی!) دریافت شده است،

+ یک مجموعه هم از **والد نر** یا **پدری** (آبی = استقلالی!) دریافت شده است.

این یاخته‌ها را با نماد کلی «2n» نشان می‌دهند.

در انسان و بعضی جانداران، فامتن‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فامتن‌ها، فامتن جنسی گفته می‌شود. فامتن‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این فامتن‌ها را در کاریوتیپ شکل ۳ مشاهده می‌کنید. فامتن‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو فامتن X و مردان یک فامتن X و یک فامتن Y دارند.

بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان یا گامت یعنی اسپرم و تخمک، **تک‌لاد** (**هاپلوئید**) هستند؛ یعنی یک مجموعه فامتن دارند. یاخته‌های تک‌لاد را با نماد کلی «n» نشان می‌دهند. «n» تعداد فامتن‌های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان n = ۲۳ است. در یک مجموعه فامتنی، هیچ فامتنی با فامتن دیگر همتا نیست.



بنابراین هر سلول جنسی یا گامت، از دو کروموزوم جنسی فقط یکی از آنها را دارد. به عبارت دیگر در حالی‌که اسپرم‌ها یا فقط کروموزوم X دارند یا فقط کروموزوم Y، تخمک‌ها فقط کروموزوم X دارند. بنابراین تعیین جنسیت در انسان بر عهده مرد است نه زن! شکل روبه‌رو این موضوع را نشان می‌دهد.

بنابراین مرد حق ندارد به زن خود بگوید: «این دفعه اگه پسر به دنیا نیاری، طلاقت میدم!» ☹☹

t.me/MrKonkori

تعداد کروموزوم‌ها در سلول‌های یوکاریوتی

۱) هر جاندار یوکاریوت، در هر یک سلول‌های پیکری یا سوماتیک خود تعداد معینی کروموزوم خطی دارد که به آن عدد کروموزومی می‌گویند.

۲) سلول‌های پیکری یا سوماتیک، همان سلول‌های غیر جنسی تشکیل دهنده پیکر جاندار هستند.

۳) ممکن است تعداد کروموزوم‌های سلول‌های پیکری بعضی از گونه‌های مختلف مانند هم باشد.

+ مثلاً در سلول‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ کروموزوم وجود دارد.

x با وجود تعداد مساوی کروموزوم در این دو گونه به طور حتم تعداد و نوع ژن‌های آنها متفاوت هستند.

۴) تعداد کروموزوم‌های جانداران مختلف به جز باکتری‌ها از دو تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

+ همان طور که می‌دانیم در هر سلول باکتری فقط یک کروموزوم حلقوی به عنوان کروموزوم اصلی وجود دارد.

x در برخی از باکتری‌ها انواع دیگری از DNA حلقوی کوچک به نام کروموزوم‌های فرعی یا پلازمید هم وجود دارد.

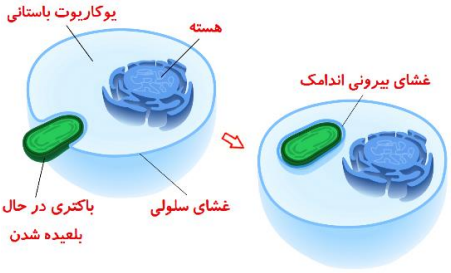
+ تعداد نسخه‌های کروموزوم اصلی در هر سلول باکتری همواره یک عدد است.

x بدیهی است تعداد کروموزوم‌های اصلی قبل از تقسیم دوتایی به واسطه همانندسازی DNA دو برابر می‌شود!

x نکته جالب این‌که تعداد نسخه‌های هر کدام از انواع پلازمیدها در هر زمان می‌تواند متعدد و متغیر باشد!

+ در اندامک‌هایی مانند میتوکندری و کلروپلاست، همانند باکتری‌ها چندین نسخه از یک نوع DNA حلقوی وجود دارد.

x به نظر می‌رسد این اندامک‌ها به ترتیب از باکتری‌های هوازی و فتوسنتز کننده به وجود آمده باشند (نظریه درون همزیستی)!



ـ موارد زیر برخی از دلایل تائید کننده این نظریه هستند:

- وجود DNA حلقوی در بستره این دو اندامک
- وقوع تقسیم دوتایی مشابه باکتری‌ها در این دو اندامک
- وجود ریبوزوم‌های ساده و کوچک در بستره این دو اندامک
- دارا بودن غشاء بیرونی با منشاء یوکاریوتی و غشاء درونی با منشاء پروکاریوتی

نکاتی در مورد کاریوتیپ

۱) تعریف کاریوتیپ: تصویری از کروموزوم‌های دو کروماتیدی در مرحله متافاز میتوز! با حداکثر فشردگی است که بر اساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند.

۲) هدف کاریوتیپ: به منظور مشاهده و مطالعه شکل، اندازه و تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی! از ناهنجاری‌های کروموزومی از کاریوتیپ استفاده می‌شود.

۳) روش تهیه کاریوتیپ: برای تهیه کاریوتیپ در انسان، مراحل زیر را انجام می‌دهیم.

+ مقداری از خون شخص را گرفته، پس از جدا نمودن گلبول‌های سفید، آنها را در محیط کشت وادار به تقسیم سلولی می‌کنند.

+ در مرحله متافاز با استفاده از مواد شیمیایی خاص مانند کُلشیسین که از گل حسرت گرفته می‌شود، تقسیم سلولی را متوقف می‌کنند.

+ سپس غشای سلول‌ها را پاره نموده و کروموزوم‌های متافازی و دو کروماتیدی با حداکثر فشردگی را روی یک لام می‌گسترانند.

+ در نهایت با استفاده از دوربین عکاسی و میکروسکوپ نوری از آنها عکس‌برداری می‌کنند.

+ با استفاده از نرم‌افزارهای خاص، طول کروموزوم‌ها و محل قرارگیری سانترومر را اندازه‌گیری نموده و آنها را مرتب می‌کنند.

x نکته مهم: کروموزوم‌ها همواره دوکروماتیدی نیستند! اما در کاریوتیپ به دلیل متافازی بودن دوکروماتیدی نمایش داده می‌شوند.

۴) سلول‌های مناسب برای تهیه کاریوتیپ: از هر سلولی که بتواند وارد مرحله میتوز از چرخه سلولی شود می‌توان کاریوتیپ تهیه نمود.

+ از سلول‌های زیر هم نمی‌توان کاریوتیپ تهیه کرد:

x سلول‌های غیر زنده مانند سلول‌های بخش بیرونی پوست، آوندهای چوبی، اغلب فیبرها و اسکلرئیدها در گیاهان

x سلول‌های زنده بدون هسته مانند گلبول‌های قرمز بالغ موجود در خون و آوندهای آبکشی گیاهان

x بخش‌های سلولی یا قطعات سلولی مانند پلاکت‌های موجود در خون

x سلول‌های هسته‌دار که به طور دائم وارد G_0 شده‌اند مانند پلاسموسیت‌ها، سلول‌های T کمک کننده و T کشنده

x سلول‌های تک‌هسته‌ای و دوهسته‌ای که به طور دائم وارد G_0 شده‌اند مانند ماهیچه قلبی

x سلول‌های چندهسته‌ای ماهیچه‌ای که به طور دائم وارد G_0 شده‌اند مانند ماهیچه اسکلتی

x سلول‌های جنسی یا گامت‌ها اغلب جانوران و گیاهان

۵) بررسی کاریوتیپ انسان: از بررسی و تجزیه و تحلیل کاریوتیپ انسان، نکات زیر به دست می‌آیند.

+ کاریوتیپ سلول‌های پیکری: کاریوتیپ را از سلول‌های پیکری و تک‌هسته‌ای که قدرت تقسیم داشته باشند، به دست می‌آورند.

t.me/MrKonkori

x هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم‌ها، همتا گفته می‌شود.

x دو کروموزوم همتا از نظر نوع ژن‌ها مشابه هستند ولی یکسان نیستند!

ـ به عبارت دیگر در هر جایگاه ژنی خود دارای یک نوع ژن هستند.

x این ژن‌ها که «آلل» نامیده می‌شوند، می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند اما همواره در بروز یک صفت ژنتیکی نقش دارند.

x به جاندارانی مانند انسان که سلول‌های پیکری آنها از هر کروموزوم دو نسخه داشته باشند، دیپلوئید می‌گویند.

ـ در این سلول‌ها، دو مجموعه کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه هستند.

❁ یک مجموعه از والد ماده یا مادر (قرمز = پرسپولیسی!) دریافت شده است.

❁ یک مجموعه از والد نر یا پدر (آبی = استقلالی!) دریافت شده است.

x همان‌طور که گفته شد، سلول‌های که دارای دو مجموعه کروموزوم هستند را دیپلوئید نامیده و با نماد کلی «2n» نمایش می‌دهند.

x از جفت شماره یک تا ۲۲ را در انسان که در هر دو جنس زن و مرد مشابه هستند، «کروموزوم‌های اتوزوم یا غیر جنسی» می‌گویند.

x در انسان و بعضی جانداران، کروموزوم‌هایی وجود دارند که به طور مستقیم در تعیین جنسیت نقش دارند.

ـ به این کروموزوم‌ها، که در دو جنس زن و مرد متفاوت هستند، «کروموزوم جنسی» گفته می‌شود.

❁ کروموزوم‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. به عنوان مثال در انسان آنها را با نماد X و Y نشان می‌دهند.

❁ هسته سلول‌های پیکری زنان دو کروموزوم X و هسته سلول‌های پیکری مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.

x در هسته سلول‌های پیکری زن تعداد ۲۳ نوع کروموزوم قابل مشاهده است.

x در هسته سلول‌های پیکری مرد تعداد ۲۴ نوع کروموزوم قابل مشاهده است.

x در بسته اندامک میتوکندری هر یک از سلول‌های پیکری یا جنسی همواره فقط یک نوع کروموزوم حلقوی وجود دارد!

ـ این کروموزوم هیچ‌گاه جز کاریوتیپ محسوب نمی‌شود، هر چند آن را جزء محتوای ژنتیکی یا ژنوم به حساب می‌آورند!

+ کاریوتیپ سلول‌های جنسی: از سلول‌های جنسی یا گامت‌ها شامل اسپرم‌ها و تخمک‌ها نمی‌توان از آنها کاریوتیپ واقعی تهیه نمود!

x بعضی سلول‌ها مانند سلول‌های جنسی یا گامت‌ها یعنی اسپرم و تخمک، دارای یک مجموعه کروموزوم بوده و هاپلوئید هستند.

x سلول‌های هاپلوئید را با نماد «n» نشان می‌دهند. «n» تعداد کروموزوم‌های یک مجموعه کروموزومی است. (در انسان n = ۲۳)

x در گامت‌ها یا سلول‌های جنسی به واسطه وجود یک مجموعه کروموزومی، هیچ کروموزومی با کروموزوم دیگر همتا نیست.

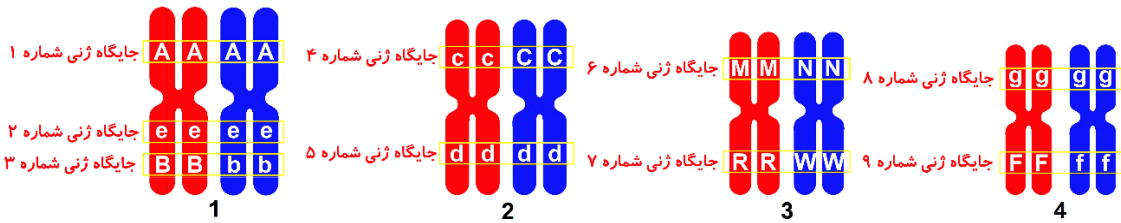
x بنابراین هر سلول جنسی یا گامت، یا به عبارت دیگر هر اسپرم یا هر تخمک از دو کروموزوم جنسی فقط یکی از آنها را دارد.

x می‌توان گفت اسپرم‌ها یا فقط کروموزوم X دارند یا فقط کروموزوم Y، در حالی‌که تخمک‌ها فقط کروموزوم X دارند.

x نکته مهم این‌که می‌توان گفت تعیین جنسیت در انسان بر عهده مرد است نه زن!

x در هسته سلول‌های جنسی زن یا تخمک‌ها همانند هسته سلول‌های جنسی مرد یا اسپرم‌ها، تعداد ۲۳ نوع کروموزوم وجود دارد.

۶) مثال دیگری از کاریوتیپ: شکل زیر کاریوتیپ فردی با 2n = ۸ را نشان می‌دهد.



+ بدیهی است کاریوتیپ را در مرحله اوج فشردگی ماده وراثتی یعنی متافاز میتوز که کروموزوم‌ها دوکروماتیدی هستند تهیه می‌کنند.

+ کروماتیدهای خواهری ۱۰۰٪ یکسان هستند چون دو مولکول DNA حاصل از همانندسازی یک مولکول DNA مادر می‌باشند.

+ کروماتیدهای غیرخواهری که در کروموزوم‌های همتا وجود داشته و حاوی ژن‌های آلل هستند، کمی با هم متفاوت هستند.

+ تفاوت هر کدام از آلل‌های آنها می‌تواند در حد یک جفت نوکلئوتید باشد! مانند کم‌خونی ناشی از گلبول‌های قرمز داسی شکل

+ در این کاریوتیپ دو مجموعه چهارتایی کروموزوم (یک مجموعه قرمز و مادری و یک مجموعه آبی و پدری) مشاهده می‌شود.

+ همچنین در این کاریوتیپ دو دسته چهارتایی کروموزوم غیر همتا مشاهده می‌شود. (مشابه بالا!)

+ همچنین در این کاریوتیپ چهار دسته دوتایی کروموزوم همتا مشاهده می‌شود.

+ اگر سلول‌های این سلول بتوانند میوز انجام دهند در پروفاز میوز I می‌توانند چهار تتراد تشکیل دهند.

+ تعداد نُه جایگاه ژنی یا نُه لوکوس روی چهار جفت کروموزوم نمایش داده شده است:

x روی جفت کروموزوم شماره یک، تعداد سه جایگاه ژنی و روی بقیه کروموزوم‌ها هر کدام دو جایگاه ژنی وجود دارد.

t.me/MrKonkori

x روی جفت کروموزوم شماره یک در جایگاه ژنی بالا و وسط آلل‌های خالص به ترتیب هر دو غالب و هر دو مغلوب و در جایگاه پائین آلل‌های ناخالص به صورت آلل مادری غالب و پدری مغلوب وجود دارد.

ـ می‌توان گفت آلل‌ها (ژن‌های) A، e و B به هم متصل یا Linked هستند چون همگی روی کروموزوم مادری قرار دارند. هم‌چنین آلل‌ها (ژن‌های) A، e و b هم به هم متصل هستند چون همگی روی کروموزوم پدری قرار دارند.

ـ در حالت عادی یعنی مرحله G$_1$ چرخه سلولی در جایگاه بالا و وسط هر کدام دو ژن و دو آلل و از یک نوع آلل و در جایگاه پائین نیز دو ژن و دو آلل و از دو نوع آلل مشاهده می‌شود.

x روی جفت کروموزوم شماره دو در جایگاه ژنی بالا آلل‌های ناخالص به صورت آلل مادری مغلوب و پدری غالب و در جایگاه پائین نیز هر دو خالص و مغلوب وجود دارند.

ـ می‌توان گفت آلل‌ها (ژن‌های) c و d به هم متصل هستند چون هر دو روی کروموزوم مادری قرار دارند. هم‌چنین آلل‌ها (ژن‌های) C و d هم به هم متصل هستند چون روی کروموزوم پدری قرار دارند.

ـ در حالت عادی یعنی مرحله G$_1$ چرخه سلولی در جایگاه بالا، دو ژن و دو آلل و از دو نوع آلل در جایگاه پائین، دو ژن و دو آلل و از یک نوع آلل مشاهده می‌شوند.

x روی جفت کروموزوم شماره سه در هر دو جایگاه ژنی یا لوکوس بالا و پائین آلل‌های ناخالص و هم‌توان (یا شاید غالب ناقص!) وجود دارند. بدیهی است تمایز این دو الگو از روی فنوتیپ ایجاد شده انجام می‌گیرد.

ـ می‌توان گفت آلل‌ها (ژن‌های) M و R به هم متصل هستند چون روی کروموزوم مادری قرار دارند. هم‌چنین آلل‌ها (ژن‌های) N و W هم به هم متصل هستند چون روی کروموزوم پدری قرار دارند.

ـ در حالت عادی یعنی مرحله G$_1$ چرخه سلولی در جایگاه بالا و پائین هر کدام دو ژن و دو آلل از دو نوع مشاهده می‌شوند.

x روی جفت کروموزوم شماره چهار در جایگاه ژنی یا لوکوس بالا آلل‌های خالص مغلوب و در جایگاه پائین آلل‌های ناخالص به صورت آلل مادری غالب و پدری مغلوب وجود دارد.

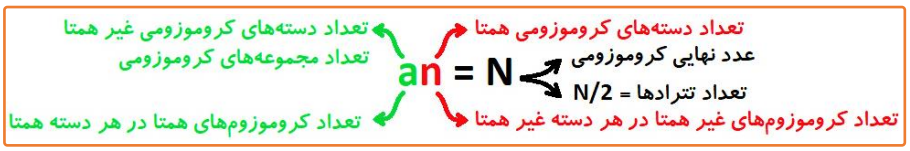
ـ می‌توان گفت آلل‌ها (ژن‌های) g و F به هم متصل هستند چون روی کروموزوم مادری قرار دارند. هم‌چنین آلل‌ها (ژن‌های) g و f هم به هم متصل هستند چون روی کروموزوم پدری قرار دارند.

ـ در حالت عادی یعنی مرحله G$_1$ چرخه سلولی در جایگاه بالا، دو ژن و دو آلل و از یک نوع آلل در جایگاه پائین، دو ژن و دو آلل و از دو نوع آلل مشاهده می‌شوند.

+ اگر فرض کنیم این آلل (ژن‌ها) فقط مربوط به صفات تک‌جایگاهی باشند آنگاه برای این فرد نُه صفت قابل مطالعه و بررسی است.

+ اگر فرض کنیم که آلل‌های B و b به اتفاق آلل‌های C و c و هم‌چنین آلل‌های F و f مربوط به یک صفت سه‌جایگاهی باشد آنگاه برای این ژنوتیپ فقط هفت صفت قابل مطالعه و بررسی خواهد بود!

۷) مفهوم عدد کروموزومی: به طور کلی اگر عدد کروموزومی را به صورت رابطه $N = an$ در نظر بگیریم آنگاه:



+ مثلاً در انسان ($2n = 46$) خواهیم داشت:

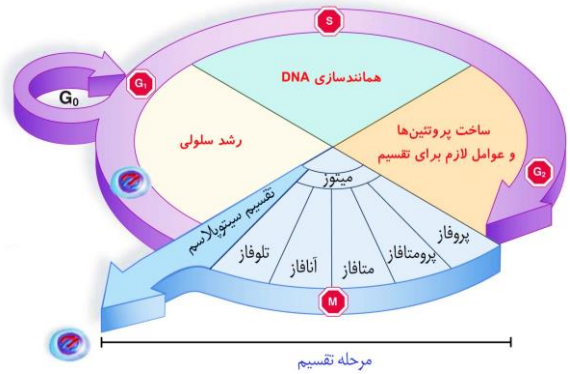
انسان	تعداد مجموعه‌ها	تعداد دسته‌های غیر همتا	تعداد دسته‌های همتا	تعداد تتراداها
سلول پیکری مرد $2n = 46$ $44 + XY$	۲ مجموعه ۲۳ تایی	۲ دسته ۲۳ تایی	۲۲ دسته ۲ تایی	۲۳ عدد
سلول پیکری زن $2n = 46$ $44 + XX$	۲ مجموعه ۲۳ تایی	۲ دسته ۲۳ تایی	۲۳ دسته ۲ تایی	۲۳ عدد
سلول جنسی مرد (اسپرم) $n = 23$ $22 + X$ یا $22 + Y$	۱ مجموعه ۲۳ تایی	۱ دسته ۲۳ تایی	–	–
سلول جنسی زن (تخمک) $n = 23$ $22 + X$	۱ مجموعه ۲۳ تایی	۱ دسته ۲۳ تایی	–	–

t.me/MrKonkori

چرخه یاخته‌ای

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را **چرخه یاخته‌ای** می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل **اینترفاز** و **تقسیم** است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است (شکل ۴).

مرحله اینترفاز شامل سه مرحله فرعی و مرحله تقسیم شامل دو مرحله فرعی به نام‌های تقسیم هسته (در اینجا میتوز!) و تقسیم سیتوپلاسم یا سیتوکینز است.



شکل ۴ـ مراحل مختلف چرخهٔ یاخته

اینترفاز: یاخته‌ها بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند. کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود. اینترفاز شامل مراحل G_1، S و G_2 است.

مرحله وقفه اول یا G_1: مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام G_0 وارد می‌شوند. یاخته عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست.

مرحله S: دو برابر شدن دنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی DNA است. همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود.

مرحله وقفه دوم یا G_2: این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

تقسیم یاخته: در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشتمان = میتوز یا کاستمان = میوز) و تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز) انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت یاخته‌های جدید ایجاد می‌شود.

نکاتی در مورد چرخه سلولی

۱) تعریف چرخه سلولی: مراحلی که یک سلول از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه سلولی می‌گویند.

۲) مراحل چرخه سلولی: این چرخه، شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است. در سلول‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.

+ مرحله اینترفاز: شامل سه مرحله فرعی به نام‌های G_1، S و G_2 است.

x مرحله وقفه اول یا G_1: مرحله رشد سلول است. این مرحله طولانی‌ترین مرحله چرخه سلولی است.

ـ سلول‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند.

❁ این سلول‌ها به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام G_0 وارد می‌شوند.

❁ می‌توان گفت همه سلول‌های بدن انسان قادر به ورود به مرحله G_0 هستند.

❁ گلبول قرمز، پلاسموسیت، سلول‌های T کمک کننده و T کشنده، ماهیچه قلبی، اسکلتی و ... به طور دائم وارد مرحله G_0 شده‌اند.

❁ سلول‌های ماهیچه اسکلتی در محیط کشت نه در بدن!، به ندرت می‌توانند از فاز G_0 خارج شده و تقسیم شوند.

❁ بقیه سلول‌های بدن و از جمله سلول‌های عصبی! به طور موقت وارد مرحله G_0 شده‌اند.

ـ نکته مهم این‌که سلول‌هایی که از فاز G_0 خارج می‌شوند، حتماً می‌بایست ابتدا! وارد فاز G_1 شوند!

ـ مرحله G_0 حتی ممکن است از مرحله G_1 چرخه سلولی هم طولانی‌تر باشد.

x مرحله همانندسازی یا S: در این مرحله همانندسازی DNA انجام می‌شود تا تعداد DNAهای هسته دو برابر می‌شود.

ـ همانندسازی DNA فرایندی است که طی آن از یک مولکول DNA مادر دو مولکول DNA دختر یکسان ایجاد می‌شود.

ـ هر مولکول DNA دارای دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی است که در ضمن همانندسازی چهار رشته پلی‌نوکلئوتیدی به وجود می‌آید.

ـ فرایند همانندسازی به کمک آنزیم‌هایی از قبیل هلیکاز و DNAپلی‌مراز در هسته سلول‌ها انجام می‌شود.

ـ ساخته شدن آنزیم‌های دخیل در همانندسازی یعنی آنزیم هلیکاز و DNAپلی‌مراز در مرحله G_1 انجام می‌شود.

t.me/MrKonkori

❁ به عبارت دیگر ژن‌های مسئول تولید آنزیم‌های دخیل در همانندسازی در مرحله G_1 روشن می‌شوند.

ـ در میتوکندری‌ها و پلاست‌های موجود در سلول‌های یوکاریوتی DNA حلقوی وجود دارند که مستقل از چرخه سلولی همانندسازی می‌کنند.

x مرحله وقفه دوم یا G_2: این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، سلول‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند.

ـ در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم سلولی افزایش پیدا می‌کند و سلول‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

ـ بیان ژن‌های مسئول تولید پروتئین‌های دخیل در ساخت سانتریول و رشته‌های دوک در مرحله G_2 صورت می‌گیرد.

+ مرحله تقسیم سلولی: این مرحله دارای دو مرحله به نام‌های تقسیم هسته (میتوز یا میوز) و تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز) است.

x نکته بسیار مهم این‌که با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت سلول‌های جدید ایجاد می‌شود.

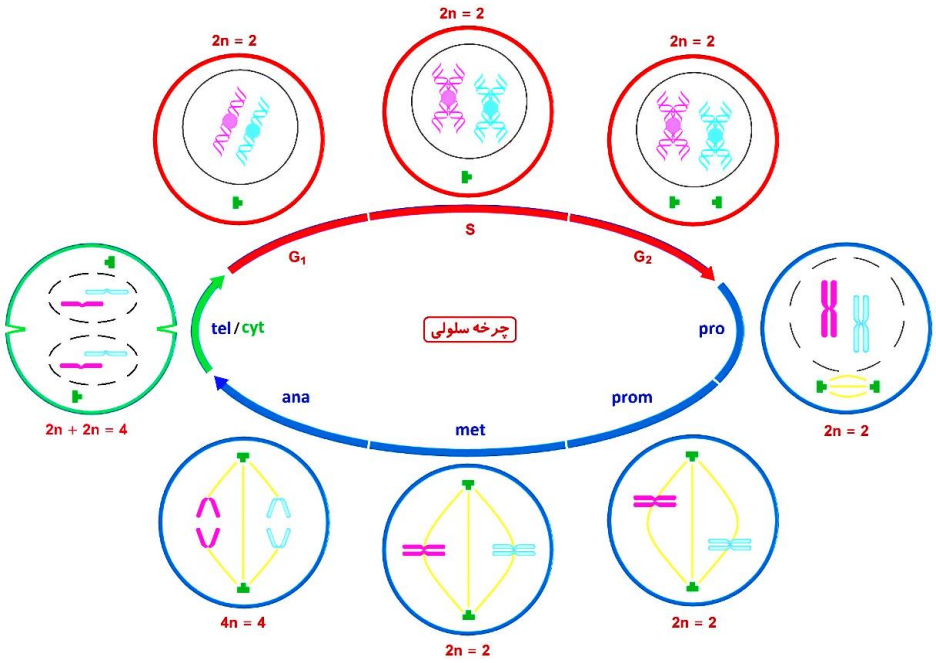
ـ بنابراین با وجود تعدد هسته‌ها بر اثر میتوز تا زمانی که تقسیم سیتوپلاسم انجام نشده باشد سلول جدید به وجود نمی‌آید.

❁ ساختار دوهسته‌ای موجود در کیسه‌رویانی نهاندانگان با وجود دارا بودن دو هسته فقط یک سلول محسوب می‌شود.

❁ کیسه رویانی در گیاهان نهان‌دانه در مراحل ابتدایی رشد خود با وجود داشتن تعداد زیادی هسته هم‌چنان یک سلول به حساب می‌آید.

❁ بخشی از آندوسپرم دانه نارگیل که حالت مایع دارد به دلیل عدم انجام تقسیم سیتوپلاسم، فقط یک سلول در نظر گرفته می‌شود!

۱۱) خلاصه‌ای از مراحل چرخه سلولی را در شکل زیر می‌بینید:



t.me/MrKonkori

گفتار ۲ رِشتِمان (میتوز)

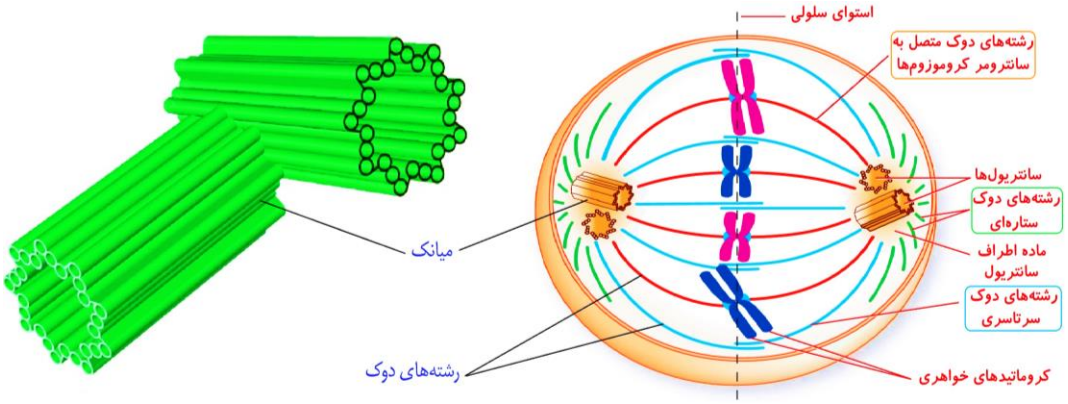
در **رشتمان** یا فرایند میتوز، ماده ژنتیک یعنی DNA اصلی که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به هسته یاخته‌های جدید می‌رسد. فام‌تن‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته یا سطح استوایی آن آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح فام‌تن‌ها، ساختارهایی به نام **دوک تقسیم** ایجاد می‌شود (شکل ۵ـ الف). دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر فام‌تن به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، فام‌تن‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند. هر دوک تقسیم از چندین رشته دوک ساخته شده است.

در یاخته‌های جانوری، **میانک‌ها** (**سانتریول‌ها**) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

نکته چالشی: رشته‌های دوک از جنس پروتئین هستند، بنابراین به وسیله ریبوزوم‌ها و با استفاده از دستورالعمل‌های DNA ساخته می‌شوند نه به وسیله سانتریول‌ها!

+ بنابراین می‌توان گفت سانتریول‌ها فقط در سازمان‌دهی و شکل‌گیری رشته‌های دوک نقش دارند نه در ساختن آنها!

میانک‌ها، یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته‌های فقط! جانوری، تعداد آنها دو برابر می‌شوند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لوله کوچک‌تر پروتئینی (در واقع نُه دسته سه تایی ریزلوله) تشکیل شده است. ساختار دوک تقسیم و میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵ـ دوک تقسیم و سانتریول‌ها — الف) دوک تقسیم — ب) جفت میانک

نکاتی در مورد سانتریول‌ها و رشته‌های دوک

۱) برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها، در ضمن تقسیم سلولی ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود.

۲) در صورتی که این رشته‌ها درست عمل نکنند، توزیع ماده وراثتی بین سلول‌های دختر عادلانه انجام نخواهد گرفت.

۳) دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می‌شود.

+ نکته جالب: هر یک از دوک‌های تقسیم از چندین رشته دوک و بر اساس کتاب! هر رشته دوک از یک ریزلوله یا میکروتوبول تشکیل شده است.

۴) با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

+ نکته چالشی: در تقسیم میتوز و میوز II کروماتیدها! و در تقسیم میوز I کروموزوم‌ها! از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

۵) رشته‌های دوک شرکت کننده در تقسیم سلولی سه نوع هستند:

+ رشته‌های دوک متصل به سانترومرها (به رنگ قرمز) که با کوتاه شدن خود سبب جدایی کروماتیدها و کروموزوم‌ها و انتقال آنها به قطبین سلول می‌شوند.

+ رشته‌های دوک سرتاسری (به رنگ آبی) که با طویل شدن خود باعث کشیده شدن یا بیضوی شدن سلول در مرحله آنافاز میتوز (و میوز) می‌شوند.

+ رشته‌های دوک ستاره‌ای (به رنگ سبز) که با اتصال به غشای سلول، در همه مراحل تقسیم! باعث ثابت ماندن جهت تقسیم و کروموزوم‌ها می‌شوند.

۶) در سلول‌های جانوری، اندامک‌هایی! به نام سانتریول‌ها ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

+ رشته‌های دوک از جنس پروتئین هستند و به وسیله ریبوزوم‌ها و با استفاده از دستورالعمل‌های DNA سلول ساخته می‌شوند نه به وسیله سانتریول‌ها!

+ نکته مهم این‌که سانتریول‌ها فقط در سازمان‌دهی و شکل‌گیری رشته‌های دوک نقش دارند نه در ساختن آنها!

+ سانتریول‌ها، یک جفت استوانه عمود بر هم هستند که در اینترفاز، برای تقسیم سلول، تعداد آنها دو برابر می‌شوند.

x هر یک از این استوانه‌ها، از نُه دسته سه تایی ریزلوله پروتئینی یا میکروتوبول تشکیل شده‌اند.

t.me/MrKonkori

۷) در زیر چگونگی تشکیل رشته‌های دوک در همه سلول‌های یوکاریوتی شرح داده شده است.

+ در سلول‌های یوکاریوتی دو نوع پروتئین کروی به نام توبولین‌های α و β وجود دارند.

x این پروتئین‌های کروی با یکدیگر میل ترکیبی دارند.

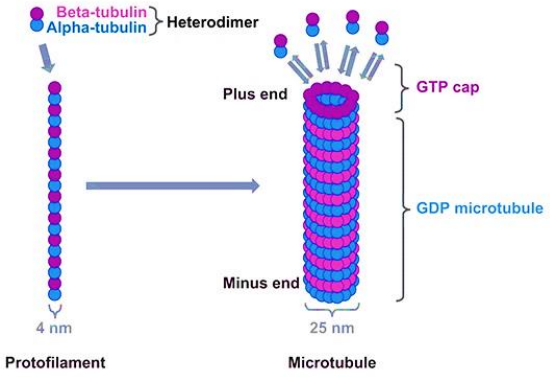
x پس از اتصال، دیمرهایی قابل مقایسه با آهن‌ربای تیغه‌ای تشکیل می‌شود.

+ این دیمرها با صرف انرژی به صورت ریزرشته! و ریزلوله‌های پروتئینی درمی‌آیند.

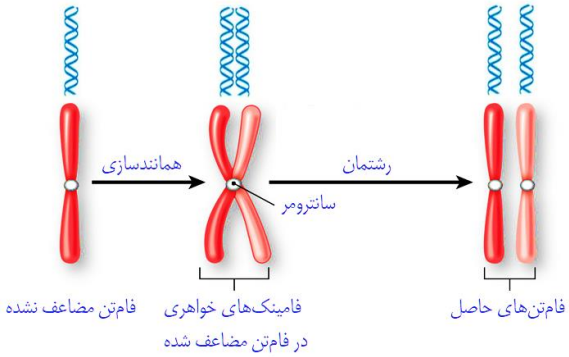
x ریز لوله‌ها در ساختار سانتریول‌ها، رشته‌های دوک، تاژک، مژک و ... وارد می‌شوند.

+ تطبیت این دیمرها، سبب بلند یا کوتاه شدن ریزلوله‌ها می‌شود.

+ این ساختارها در تمام حرکات سلول مانند حرکت اندامک‌ها و کروموزوم‌ها نقش دارند.



رشتمان یا میتوز، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند. طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشتمان را در شکل ۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۶ ـ طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشتمان

مراحل پنج‌گانه میتوز به ترتیب در زیر آمده‌اند:

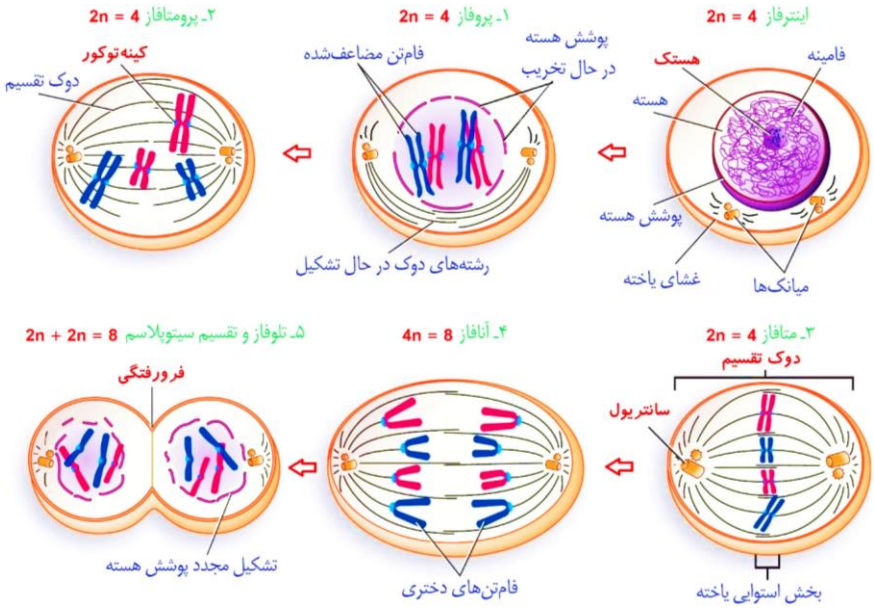
۱) **پروفاز:** در این مرحله، رشته‌های فامینه فشرده (مراحل دوم تا چهارم فشردگی ماده وراثتی!)، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن فام‌تن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب یا تجزیه شدن می‌کند.

۲) **پرومتافاز:** در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به طور کامل! تجزیه یا تخریب می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. در همین حال سانترومرهای فام‌تن‌ها با واسطه پروتئین‌های کینه‌توکور! به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

۳) **متافاز:** فام‌تن‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

۴) **آنافاز:** در این مرحله، ابتدا با تجزیه پروتئین اتصالی یا کوهسین! به وسیله آنزیم سپاراز در ناحیهٔ سانترومر، فامینک‌ها از هم جدا می‌شوند. سپس فاصله گرفتن فامینک‌ها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به فام‌تن انجام می‌شود. فام‌تن‌ها که اکنون دو برابر شده و تک فامینکی‌اند، به دو سوی یاخته (دو قطب) کشیده می‌شوند.

۵) **تلوفاز:** رشته‌های دوک تخریب یا تجزیه شده (البته نه به طور کامل! رشته‌های دوک ستاره‌ای هنوز وجود دارند!) و فام‌تن‌ها شروع به باز شدن می‌کنند تا به صورت فامینه درآیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می‌شود. در پایان تلوفاز، یاخته، دو هسته مشابه دارد. مراحل تقسیم رشتمان در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷ـ طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم رشتمان

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد فرایند میتوز

۱) در این فرآیند، ماده ژنتیک یا DNA اصلی که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم شده و به هسته سلول‌های جدید می‌رسد.

۲) کروموزوم‌ها ابتدا به طور دقیق در سطح استوایی سلول آرایش یافته و به مقدار و تعداد مساوی بین سلول‌های حاصل تقسیم شوند.

۳) سرنوشت یک کروموزوم در چرخه سلولی + میتوز به صورت زیر است.

+ یک کروموزوم تک‌کروماتیدی یا مضاعف نشده که معادل یک مولکول DNA است، ضمن همانندسازی به دو مولکول DNA یکسان تبدیل می‌شود.

+ این دو مولکول DNA یکسان به وسیله پروتئین اتصالی یا کوهسین به هم متصل شده و یک کروموزوم دوکروماتیدی یا مضاعف شده شکل می‌گیرد.

+ در میتوز کروماتیدهای این کروموزوم به وسیله رشته‌های دوک از هم جدا شده و هر کدام به صورت یک کروموزوم، وارد یکی از هسته‌های حاصل می‌شوند.

۴) مراحل فرایند میتوز: فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند.

+ مرحله پروفاز: اتفاقات پیش آمده در این مرحله عبارتند از:

x رشته‌های کروماتین، فشرده شده (مراحل دوم تا چهارم فشردگی ماده وراثتی!)، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند.

x به تدریج می‌توان با میکروسکوپ نوری رشته‌های کروماتین را به صورت رشته‌های در هم تنیده مشاهده نمود.

x ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتریول‌ها به دو طرف سلول حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود.

x همچنین در مرحله پروفاز، پوشش هسته شروع به تخریب شدن یا تجزیه شدن می‌کند.

ـ در واقع مولکول‌های تشکیل دهنده پوشش هسته یعنی فسفولیپیدها و پروتئین‌ها، در درون سیتوپلاسم پراکنده می‌شوند!

ـ این مولکول‌ها در مرحله تلوفاز دوباره مورد استفاده واقع شده و پوشش هسته مجدداً بازسازی می‌شود.

+ مرحله پرومتافاز: اتفاقات پیش آمده در این مرحله عبارتند از:

x پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به طور کامل! تجزیه یا تخریب می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به کروموزوم‌ها متصل شوند.

ـ می‌توان گفت در اوایل این مرحله، تخریب یا تجزیه پوشش هسته ادامه یافته! تا این روند به طور کامل انجام شود.

❁ به عبارت دیگر تجزیه شدن یا تخریب شدن شبکه آندوپلاسمی در این مرحله شروع شده و کامل می‌شود.

ـ در واقع مولکول‌های فسفولیپیدها و پروتئین‌های تشکیل دهنده این اندامک، در درون سیتوپلاسم پراکنده می‌شوند!

❁ این مولکول‌ها در مرحله تلوفاز دوباره مورد استفاده واقع شده و شبکه آندوپلاسمی بازسازی می‌شود.

x کروموزوم‌ها به واسطه پروتئین‌هایی به نام کینه‌توکور! از طریق سانترومرهای خود به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

+ مرحله متافاز: اتفاقات پیش آمده در این مرحله عبارتند از:

x کروموزوم‌ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده‌اند، در وسط سلول یا سطح استوایی آن ردیف می‌شوند.

ـ ردیف شدن کروموزوم‌ها در استوای سلولی به وسیله رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها انجام می‌شود.

❁ به عبارت دیگر در این مرحله تغییر طول در این نوع رشته‌های دوک رخ می‌دهد.

+ مرحله آنافاز: اتفاقات پیش آمده در این مرحله عبارتند از:

x در این مرحله، ابتدا با تجزیه پروتئین اتصالی یا کوهسین!، کروماتیدها از هم جدا می‌شوند.

ـ پروتئین‌های اتصالی یا پروتئین‌های کوهسین به آمینواسید تجزیه نمی‌شوند! بلکه دو سمت کوهسین از هم باز می‌شوند.

x فاصله گرفتن کروموزوم‌ها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به آنها انجام می‌شود نه همه انواع رشته‌های دوک!

ـ کوتاه شدن رشته‌های دوک با تجزیه این پروتئین‌ها به آمینواسید صورت نمی‌گیرد، بلکه در سیتوپلاسم پراکنده می‌شوند.

x در این مرحله رشته‌های دوک سرتاسری در حال طویل شدن هستند تا شکل سلول از حالت کروی به بیضوی تغییر نماید!

x کروموزوم‌ها که اکنون تعداد آنها دو برابر شده و تک‌کروماتیدی هستند، به دو سوی سلول یا دو قطب سلول کشیده می‌شوند.

x نکته چالشی: در مرحله آنافاز سه اتفاق زیر به صورت پشت سر هم می‌افتند:

ـ ابتدا با تجزیه پروتئین اتصالی کروماتیدها از هم جدا می‌شوند.

ـ بعد رشته‌های دوک متصل به سانترومر کروموزوم‌ها کوتاه‌تر می‌شوند.

ـ سپس در ادامه کروماتیدها از یکدیگر فاصله می‌گیرند.

+ مرحله تلوفاز: اتفاقات پیش آمده در این مرحله عبارتند از:

t.me/MrKonkori

x رشته‌های دوک تقریب یا تجزیه شده (البته نه به طور کامل!) و کروموزوم‌ها شروع به کروماتینی شدن می‌کنند.

x در این مرحله کروموزوم‌ها به صورت رشته‌های کروماتین یعنی مرحله اول فشردگی ماده وراثتی! درآیند.

x در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی نیز مجدداً تشکیل می‌شود.

ـ مولکول‌های تشکیل دهنده پوشش هسته یعنی فسفولیپیدها و پروتئین‌ها، مجدداً به همدیگر ملحق می‌شوند!

x در پایان تلوفاز، سلول دو هسته کاملاً مشابه دارد.

x عدد کروموزومی هر هسته هم مشابه سلول اولیه یا مادر است.

تقسیم سیتوپلاسم

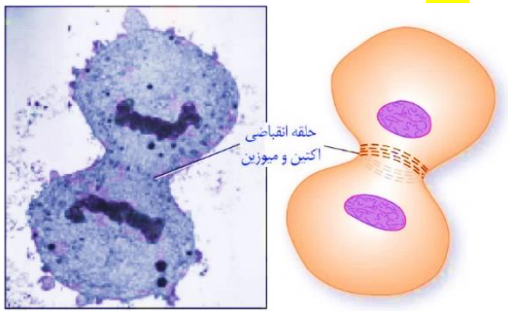
پس از اتمام فرایند رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود.

به عبارت دیگر فرایند میتوز باعث تقسیم سلولی نمی‌شود! و تا زمانی که سیتوکینز اتفاق نیافتد، تقسیم سلولی انجام نمی‌شود.

این فرایند در سلول‌های جانوری و گیاهی متفاوت است:

تقسیم سیتوپلاسم در سلول‌های جانوری

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط یا استوای آن و هم زمان با تلوفاز شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در درون! سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشا متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی که رشته‌های پروتئینی آن به موازات! سطح استوایی سلول کشیده شده‌اند. در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند (شکل ۸).



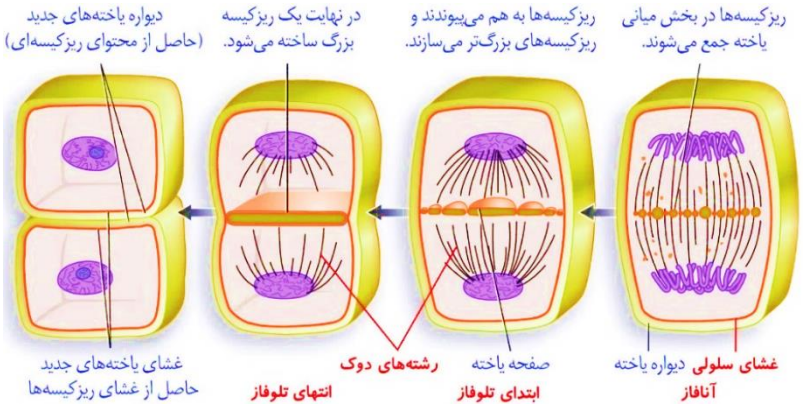
نکته جالب: می‌توان گفت همه سلول‌های جانوری، اکتین و میوزین دارند!

شکل ۸ ـ تقسیم سیتوپلاسم در یک یاختهٔ جانوری

نکته مهم: در سلول جانوری همزمان با تلوفاز، سیتوکینز شروع می‌شود.

تقسیم سیتوپلاسم در سلول‌های گیاهی

در یاخته‌های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست در مرحله آنافاز ساختاری به نام **صفحه یاخته‌ای** متشکل از ریزکیسه‌های دستگاه گلژی است که در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می‌شوند (شکل ۹). در محل‌هایی که این ریزکیسه‌ها به هم متصل نمی‌شوند، ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.



شکل ۹ ـ تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی

نکته مهم: در سلول گیاهی همزمان با آنافاز، سیتوکینز شروع می‌شود.

در تلوفاز سلول گیاهی بر خلاف سلول جانوری، هنوز فیلی از رشته‌های دوک! (ریزلوله‌های فراگموپلاست!) حضور دارند و تا اواخر تقسیم سیتوپلاسم این رشته‌ها کماکان قابل مشاهده هستند.

ریزکیسه‌های حاصل از دستگاه گلژی دو سلول دختر به وسیله این رشته‌ها در سطح استوایی سلول قرار گرفته، پس از ملحق شدن به همدیگر، بین آنها باریکه‌های سیتوپلاسمی باقی مانده و پلاسمودسم‌ها شکل می‌گیرند.

فعالیت ۱ در دنیای جانداران یاخته‌های چندهسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند.

در سال گذشته با بعضی از این یاخته‌ها آشنا شدید. آیا می‌توانید بعضی از آنها را نام ببرید؟ ماهیچه اسکلتی، ماهیچه قلبی، سلول دوهسته‌ای موجود در کیسه رویانی

در مورد نحوهٔ تشکیل این نوع از یاخته‌ها تحقیق کنید و نتیجهٔ آن را به کلاس ارائه دهید. دو روش برای ایجاد سلول‌های چند هسته‌ای وجود دارد:

+ روش اول: به هم پیوستن چند سلول تک‌هسته‌ای و ایجاد یک سلول چندهسته‌ای مانند سلول‌های ماهیچه اسکلتی که در دوره جنینی این اتفاق رخ می‌دهد.

+ روش دوم: انجام فرایند میتوز بدون وقوع تقسیم سیتوپلاسم مانند سلول دوهسته‌ای موجود در کیسه رویانی گیاهان نهان‌دانه

t.me/MrKonkori

فعالیت ۲ با توجه به آنچه دربارهٔ چرخه یاخته‌ای فرا گرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل آن، با شماره‌گذاری مرتب کنید.



تلوفاز　پروفاز　متافاز　اینترفاز　آنافاز

نکاتی در مورد تقسیم سیتوپلاسم

۱) پس از اتمام فرایند میتوز، اجزای سلول بین دو سلول تقسیم شده و با تقسیم سیتوپلاسم دو سلول جدید تشکیل می‌شود.

+ به عبارت دیگر میتوز باعث تقسیم سلولی نمی‌شود! و تا تقسیم سیتوپلاسم اتفاق نیافتد، تقسیم سلولی انجام نمی‌شود.

۲) نکته مهم این‌که در چرخه سلولی مراحل پایانی میتوز و مراحل ابتدایی سیتوکینز با همدیگر هم‌پوشانی دارند.

۳) اگر سیتوکینز رخ ندهد منجر به تولید سلول‌های چندهسته‌ای می‌شود.

+ دو روش برای ایجاد این نوع سلول‌ها وجود دارد:

x روش اول: به هم پیوستن چند سلول تک‌هسته‌ای و ایجاد یک سلول چندهسته‌ای مانند سلول‌های ماهیچه اسکلتی در دوره جنینی

x روش دوم: انجام فرایند میتوز بدون وقوع تقسیم سیتوپلاسم مانند سلول دوهسته‌ای موجود در کیسه رویانی گیاهان نهان‌دانه

۴) تقسیم سیتوپلاسم یا سیتوکینز در سلول‌های جانوری و گیاهی متفاوت است.

+ تقسیم سیتوپلاسم در سلول‌های جانوری: در این سلول‌ها، همزمان با تلوفاز، سیتوکینز شروع می‌شود.

x در سلول‌های جانوری، تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط سلول یا استوای آن شروع می‌شود.

ـ این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در درون سیتوپلاسم قرار دارد.

❁ این حلقه انقباضی از درون سیتوپلاسم به غشای سلولی متصل است و رشته‌های آن به موازات سطح استوایی! کشیده شده‌اند.

ـ با تنگ شدن این حلقه انقباضی، در نهایت دو سلول دختر از همدیگر جدا می‌شوند.

+ تقسیم سیتوپلاسم در سلول‌های گیاهی: در این سلول‌ها، همزمان با آنافاز، سیتوکینز شروع می‌شود.

x در سلول‌های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود، بلکه ساختاری به نام صفحه سلولی تشکیل می‌شود.

ـ ابتدا در محل تشکیل دیواره جدید، از ریزکیسه‌های دستگاه گلژی، ساختاری به نام صفحه سلولی ایجاد می‌شود.

❁ این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود.

❁ این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره سلولی هستند.

ـ با اتصال این صفحه به دیواره سلول مادری دو سلول جدید از همدیگر جدا می‌شوند.

ـ در محل‌هایی که این ریزکیسه‌ها به هم متصل نمی‌شوند، ساختارهایی مانند پلاسمودسم و لان پایه‌گذاری می‌شوند.

نکات تکمیلی در مورد سیتوکینز در سلول‌های گیاهی

۱) در مراحل انتهایی میتوز یعنی در مرحله آنافاز و تلوفاز، تجمع ریزکیسه‌های گلژی که حاوی پکتین هستند، سبب تشکیل لایه‌ای به نام تیغه میانی می‌شود.

+ تیغه میانی، سیتوپلاسم را به دو قسمت تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو سلول دختر ایجاد می‌شود.

+ پروتوپلاست هر یک از سلول‌ها از دو طرف این لایه، دیواره‌های نخستین دو سلول دختر را می‌سازد.

x دیوارهٔ نخستین از جنس پکتین و سلولز بوده قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست، اندازه آن نیز افزایش می‌یابد.

+ در بعضی از سلول‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها دیوارهٔ پسین می‌گویند.

x رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیواره پسین با یکدیگر موازی و با لایهٔ دیگر زاویه دارند.

x استحکام و تراکم دیواره پسین از دیواره نخستین بیشتر است. دیواره پسین مانع از رشد سلول می‌شود.

+ دیواره سلولی، دور تا دور سلول را می‌پوشاند، اما سلول‌های مجاور، به واسطه وجود کانال‌های سیتوپلاسمی به نام پلاسمودسم با هم در ارتباط هستند.

x آب، مواد محلول، مواد مغذی، اسیدهای آلی، پروتئین‌ها، نوکلئیک‌اسیدها و ویروس‌های گیاهی می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها جابه‌جا شوند.

+ پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارند. لان به منطقه‌ای گفته می‌شود که دیواره سلولی در آنجا نازک باقی مانده است.

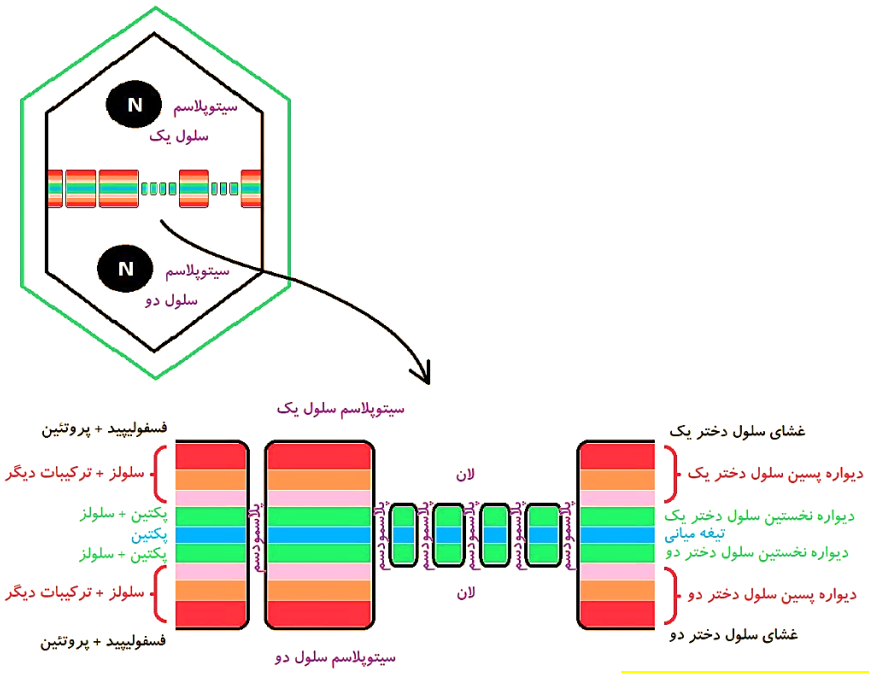
t.me/MrKonkori

+ در تلوفاز سلول گیاهی بر خلاف سلول جانوری، فیلی از رشته‌های دوک (در اصل ریزلوله‌های فراگموپلاست!) حضور دارند.

x رشته‌های دوک فوق‌الذکر، تا اواخر تقسیم سیتوپلاسم این رشته‌ها کماکان قابل مشاهده هستند.

+ ریزکیسه‌های حاصل از دستگاه گلژی دو سلول دختر به وسیله رشته‌های دوک در سطح استوایی سلول قرار می‌گیرند.

x پس از ملحق شدن ریزکیسه‌ها به همدیگر، بین آنها باریکه‌های سیتوپلاسمی باقی مانده و پلاسمودسم‌ها شکل می‌گیرند.



تعداد کروموزوم، کروماتید و ... در مراحل چرخه سلولی + میتوز

۱) جدول زیر تعداد کروموزوم‌ها، کروماتیدها، رشته‌های کروماتین، مولکول‌های DNA خطی، تعداد رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی تیمین‌دار خطی، تعداد سانتریول‌ها و تعداد ریزلوله‌های شرکت کننده در ساختار سانتریول‌ها را در یک سلول انسان را در مراحل مختلف چرخه سلولی (شامل میتوز) نشان می‌دهد:

انسان (XY یا XX + ۴۴) ۴۶ = ۲n	G_1	S	G_2	pro	prm	met	ana	tel	cyt
تعداد کروموزوم	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۹۲	۹۲	۴۶
تعداد کروماتید	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶
تعداد رشته‌های کروماتین	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶
تعداد مولکول‌های DNA خطی	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶
تعداد رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی خطی	۹۲	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۹۲
تعداد سانتریول	۲	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۲
تعداد ریزلوله سانتریولی	۵۴	۵۴	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۵۴

۲) همانطور که می‌بینیم تعداد کروموزوم‌ها و ژن‌ها در مراحل مختلف چرخه سلولی به صورت زیر دچار تغییر می‌شود.

+ تعداد کروموزوم‌ها: در مرحله آنافاز دو برابر می‌شود و در مرحله سیتوکینز یا تقسیم سیتوپلاسم دوباره به حالت اول برمی‌گردد.

+ تعداد ژن‌ها (و آلل‌ها): تعداد مولکول‌های DNA (ژن‌ها و آلل‌ها) در مرحله S اینترفاز دو برابر شده و در مرحله سیتوکینز دوباره به حالت اول برمی‌گردد.

تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند.

نکته چالشی: می‌توان گفت همه سلول‌ها، حتی سلول‌های بنیادی در مغز استخوان و سلول‌های مریستمی گیاهان هم می‌توانند وارد مرحله G_0 شوند!

برعکس، یاخته‌های عصبی در بدن به ندرت تقسیم می‌شوند. سلول‌های ماهیچه اسکلتی هم در محیط کشت به ندرت تقسیم می‌شوند!

این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه مقداری باید تقسیم شوند؟ بر اثر عوامل محیطی و مواد شیمیایی خاص

چه عواملی تنظیم کننده سرعت و تعداد تقسیم یاخته‌اند؟ برخی از مواد شیمیایی مانند انواعی از پروتئین‌ها (مانند هورمون‌ها)

چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها به هم می‌خورد؟ به واسطه وجود برخی از مواد شیمیایی، ژنتیک و ...

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد تنظیم چرخه سلولی

۱) مدت زمان چرخه سلولی در سلول‌های مختلف، متفاوت است.

۲) در یک سلول خاص در زمان‌های مختلف و در شرایط خاص مدت زمان انجام این چرخه متفاوت است.

+ سلول‌هایی که به طور دائم تقسیم می‌شوند.

x مثال جانوری: سلول‌های بنیادی مغز استخوان در جانوران

x مثال گیاهی: سلول‌های مریستمی واقع در راس ساقه و نزدیک نوک ریشه گیاهان

۳) سلول‌هایی که چرخه سلولی را متوقف (مرحله G_0) می‌کنند.

+ همه سلول‌ها حتی سلول‌های بنیادی و مریستمی، در شرایط زیر تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند.

x در شرایط نامساعد محیطی

x در صورت افزایش بیش از حد تعداد سلول‌ها

x سلول‌های عصبی در بزرگسالان معمولاً تقسیم نمی‌شوند.

ـ این سلول‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند!

x سلول‌های ماهیچه اسکلتی و قلبی بعد از تولد هیچگاه تقسیم سلولی انجام نمی‌دهند.

ـ این سلول‌ها هم در محیط کشت به ندرت تقسیم می‌شوند!

عوامل تنظیم‌کننده تقسیم یاخته

یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند. دو نوع پروتئین در این تنظیم نقش دارند:

۱) انواعی از پروتئین‌ها وجود دارد که با فرایندهایی منجر به تقسیم یاخته‌ای می‌شوند.

۲) پروتئین‌های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم یاخته‌ها می‌شوند.

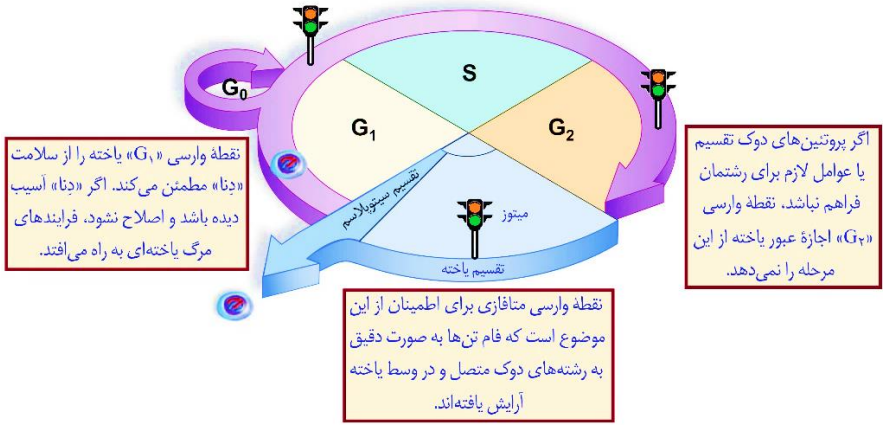
این پروتئین‌ها در سرعت تقسیم یاخته مانند پدال گاز و ترمز عمل می‌کنند؛ مثال‌های مختلفی در این زمینه وجود دارد:

+ در گیاهان در محل آسیب دیده، نوعی عامل رشد (اتیلن؟!) تولید می‌شود تا با تقسیم سریع سلول‌های پارانشیمی، توده یاخته ایجاد کنند. این توده یاخته مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود.

+ یا نوعی عامل رشد، در پوست انسان در زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

+ مثال دیگر این مواد، اریتروپویتین است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. با توجه به آنچه آموختید این ماده بر کدام بخش بدن اثر می‌گذارد و نتیجه آن چیست؟ توسط گروه ویژه‌ای از سلول‌های کلیه و کبد ترشح می‌شود و روی مغز قرمز! استخوان اثر نموده تا سرعت تولید گلبول‌های قرمز را زیاد کند.

در چرخه یاخته‌ای، چند **نقطه وارسی** وجود دارد. نقاط وارسی مراحلی از چرخه یاخته‌اند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده‌اند. در شکل ۱۰ بعضی از این نقاط (نه همه!) را می‌بینید.



شکل ۱۰ـ نقاط وارسی در چرخهٔ یاخته

نکاتی در مورد عوامل تنظیم کننده چرخه سلولی

۱) عوامل محیطی: مانند ایجاد زخم و کاهش اکسیژن محیط که باعث افزایش تقسیم سلولی می‌شوند.

+ ایجاد زخم در گیاهان: در محل آسیب دیده، نوعی عامل رشد (اتیلن) تولید می‌شود تا با تقسیم سریع سلول‌های پارانشیمی، توده سلولی ایجاد کنند.

+ ایجاد زخم در پوست انسان: نوعی عامل رشد، در زیر محل زخم تولید می‌شود و با افزایش سرعت تقسیم سلولی، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

+ کاهش اکسیژن محیط: در این شرایط، هورمون اریتروپویتین با افزایش سرعت تقسیم سلول‌های بنیادی سبب تولید سلول‌های خونی می‌شود.

۲) مواد شیمیایی: مانند پروتئین‌ها و مواد دیگر که برخی باعث افزایش رشد و برخی باعث کاهش رشد می‌شوند.

+ برخی از پروتئین‌های جانوری وجود دارند که با فرایندهایی منجر به افزایش تقسیم سلولی می‌شوند. (پدال گاز یا چراغ سبز)

t.me/MrKonkori

x عامل رشد در محل زخم: نوعی عامل رشد، در زیر محل زخم با افزایش سرعت تقسیم سلولی، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

x هورمون رشد در جانوران

ـ محل تولید: از بخش پیشین غده هیپوفیز ترشح می‌شود.

ـ اندام هدف: باعث تکثیر سلول‌های استخوانی در محل صفحه رشد در استخوان‌های دراز مانند ران می‌شود.

x هورمون اریتروپویتین

ـ محل تولید: توسط گروه ویژه‌ای از سلول‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود.

ـ اندام هدف: روی مغز قرمز! استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گلبول‌های قرمز را افزایش دهد.

ـ میزان یا مقدار هورمون

❁ در شرایط عادی: به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گلبول‌های قرمز را جبران کند.

❁ در شرایط کمبود O_2: در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا رفتن به ارتفاعات، افزایش می‌یابد.

+ پروتئین‌های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم سلول‌ها می‌شوند. (پدال ترمز یا چراغ قرمز)

x در هیچ جای کتب درسی از این پروتئین‌ها بحثی به میان نیامده است.

هورمون‌های جانوری و گیاهی مؤثر در رشد

۱) هورمون‌های جنسی در جانوران

+ هورمون تستوسترون: از بیضه‌ها ترشح شده و در مردان سبب رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها و افزایش تراکم آنها و ایجاد صفات ثانویه جنسی می‌شود.

+ هورمون‌های استروژن و پروژسترون: از تخمدان‌ها ترشح شده و قبل از سن یائسگی مانع از کاهش توده استخوانی یا پوکی استخوان در زنان می‌شوند.

۲) هورمون‌ها یا تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

+ محرک‌های رشد: اکسین، سیتوکینین و جیبرلین، سبب تقسیم سلولی و رشد ابعادی و تعدادی در برخی بخش‌های گیاهان می‌شوند.

+ بازدارنده‌های رشد: هورمون‌های آبسیزیک‌اسید و اتیلن نیز مانع از رشد گیاهان می‌شوند.

نکاتی در مورد نقاط وارسی در چرخه سلولی

۱) در چرخه سلولی، چند نقطه وارسی وجود داردکه به سلول اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده‌اند.

۲) سه نقطه وارسی مهم در چرخه سلولی عبارتند از:

+ نقطه وارسی G_1: این نقطه وارسی، سلول را از سلامت DNA مطمئن می‌کند.

x اگر DNA آسیب دیده باشد و اصلاح یا ویرایش نشود، فرایندهای مرگ سلولی به راه می‌افتند.

ـ همان طور که می‌دانیم در جانوران مرگ سلولی منجر به فعال شدن بیگانه‌خوارهایی مانند ماکروفاژها می‌شوند.

x اگر DNA سالم باشد یا سالم نباشد ولی اصلاح شود سلول از این مرحله عبور خواهد کرد و وارد فاز S یا همانندسازی DNA می‌شود.

+ نقطه وارسی G_2: اگر پروتئین‌های دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، این نقطه وارسی، اجازه عبور سلول از این مرحله را نمی‌دهد.

x در صورتی که سانتریول‌ها درست عمل نکرده و رشته‌های دوک سازماندهی نشوند نیز سلول از این مرحله عبور نخواهد کرد.

x در صورتی که پروتئین‌های دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، سلول اقدام به ساخت آنها می‌کند.

+ نقطه وارسی متافاز: این نقطه وارسی، اطمینان از آرایش متافازی دقیق کروموزوم‌ها و اتصال به رشته‌های دوک را بررسی می‌کند.

x گاهی اوقات ممکن است این نقطه وارسی به درستی وظیفه خود را انجام ندهد.

x در این صورت کروموزوم‌ها به صورت عادلانه بین سلول‌های حاصل تقسیم نمی‌شوند.

x در نتیجه ممکن است سلول‌هایی با عدد کروموزومی متفاوت به وجود بیایند.

تقسیم بی‌رویه یاخته

یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند.

اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد، چه وضعی پیش می‌آید؟ تعداد سلول‌ها ممکن است از حد طبیعی بیشتر و یا کمتر شود.

+ کاهش تعداد سلول: بر اثر عدم اکسیژن‌رسانی به بافت میوکارد قلب ممکن است تعدادی از سلول‌های آن بمیرند و فرد دچار سکته یا حمله قلبی شود.

+ افزایش تعداد سلول: نتیجه می‌تواند ایجاد یک تومور باشد. تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود.

x انواع تومور: تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند.

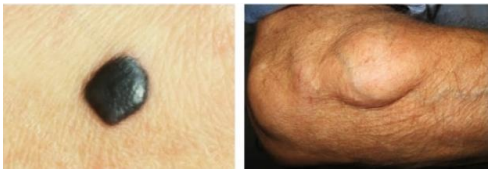
t.me/MrKonkori

ـ تومور خوش‌خیم: نوع خوش‌خیم رشدی کم دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند. البته در مواردی که تومور خوش‌خیم بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.

❁ مثال: لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می‌کنند (شکل ۱۱ـ الف).

ـ تومور خوش‌خیم: تومور بدخیم یا سرطان به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی **دگرنشینی** (**متاستاز**) دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه جریان لنف به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و پس از تقسیم سلولی رشد کنند (شکل ۱۲). علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات یا جهش در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.

❁ مثال: ملانوما که نوعی تومور بدخیم سلول‌های رنگدانه‌دار در پوست است (شکل ۱۱ـ ب).



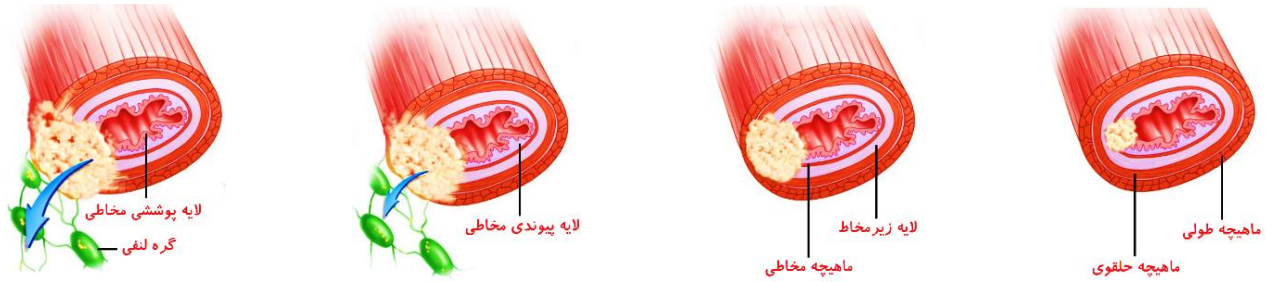
ب　　الف

تصویر ۱۱ ـ انواع تومور

الف) لیپوما: تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج

ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست

شکل ۱۲ ـ مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی



۱- یاختهٔ سرطانی از سلول‌های پوششی عبور کرده و شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

۲ـ یاخته‌های سرطانی در بافت‌های زیرین گسترش می‌یابند، ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.

۳ـ یاخته‌های سرطانی به بخش های لنفی مجاور یعنی مویرگ‌ها، رگ‌ها و گره‌های لنفی محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.

۴ـ یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب ایجاد تومور جدید و سرطانی شدن آنها می‌شوند.

نکاتی در مورد تقسیم بی رویه سلول

۱) به هم خوردن تعادل: اگر تعادل بین تقسیم سلول و مرگ سلول به هم بخورد، تعداد سلول‌ها از حد طبیعی بیشتر و یا کمتر می‌شود.

۲) کاهش تعداد سلول‌ها: نتیجه آن می‌تواند باعث صدمات جبران‌ناپذیری به اندام‌ها شود.

+ مثال: بر اثر عدم اکسیژن‌رسانی به میوکارد قلب ممکن است تعدادی از سلول‌های آن مرده و فرد دچار سکته یا حمله قلبی شود.

۳) افزایش تعداد سلول‌ها: نتیجه افزایش تعداد سلول‌ها می‌تواند ایجاد یک تومور باشد.

+ تعریف تومور: توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود.

+ انواع تومور: تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند.

x تومور خوش‌خیم: رشدی کم دارد و سلول‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند.

ـ این نوع تومور معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند.

❁ استثناء: البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.

❁ مثال: لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است.

❁ در این تومور، سلول‌های چربی تکثیر شده و توده سلول ایجاد می‌کنند.

x تومور بدخیم: به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی متاستاز دارند. این تومورها منجر به سرطان می‌شود.

ـ متاستاز: سلول‌هایی از تومورهای بدخیم جدا شده و پس از ورود به مویرگ‌ها همراه با جریان خون و لنف به نواحی دیگر بدن می‌روند.

t.me/MrKonkori

❁ این سلول‌ها، پس از استقرار در بافت‌ها و اندام‌های دیگر، رشد نموده و تومور جدید ایجاد کنند.

ـ علت اصلی سرطان: بعضی تغییرات یا جهش در ماده ژنتیکی سلول که باعث می‌شوند چرخه سلول از کنترل خارج شود.

❁ مثال: ملانوما که نوعی تومور بدخیم سلول‌های رنگدانه‌دار در پوست است و سرطان مری که در لوله گوارش رخ می‌دهد.

تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نکته اول: روش بافت‌برداری یا جراحی هم برای تشخیص و هم برای درمان به کار می‌رود!

نکته دوم: روش‌های رایج برای درمان سرطان شامل جراحی (بافت‌برداری)، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است.

+ هر سه روش بافت‌برداری (جراحی)، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی فقط برای درمان به کار می‌روند!

۱) روش بافت‌برداری: **بافت‌برداری** روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان با استفاده از جراحی یا انبر متصل به دستگاه آندوسکوپی برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند.

۲) روش پرتودرمانی: در پرتودرمانی، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند.

+ این روش درمانی می‌تواند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش آسیب برسانند.

x بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

۳) روش شیمی‌درمانی: شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود.

+ این روش درمانی می‌تواند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند.

x مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود.

x بعضی از افراد که تحت درمان با شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز خود را بسازند.

تشخیص و درمان سرطان

۱) روش‌های تشخیص و درمان سرطان: روش‌های متعددی وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲) انواع روش‌های رایج در درمان سرطان: شامل جراحی یا بافت‌برداری، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است.

+ روش جراحی یا بافت‌برداری: روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان با استفاده از جراحی برداشته می‌شود.

x آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند. زیرا در صورت وقوع سرطان، سلول‌های سرطانیِ متاستاز شده به جریان خون راه پیدا می‌کنند.

ـ در این مرحله می‌توان با اندازه‌گیری مقدار آنتی‌ژن‌های سرطانی سطح این سلول‌ها از پیشرفت سرطان آگاه شد.

+ روش پرتودرمانی: سلول‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند.

x بر اثر این پرتوها، DNA سلول آسیب دیده و فرایندهای مرگ برنامه‌ریزی شده و در نهایت پدیده فاگوسیتوز رخ داده و تومور بدخیم پاک‌سازی می‌شود.

+ روش شیمی‌درمانی: با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم سلول‌ها در همه بدن یعنی متوقف نمودن چرخه سلولی و ورود موقتی به مرحله G_0 می‌شود.

۳) نکات تکمیلی

+ هر دو روش پرتودرمانی و شیمی‌درمانی می‌توانند به سلول‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش آسیب برسانند.

+ بعضی از افراد که تحت تأثیر پرتودرمانی شدید یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند به دلیل آسیب رسیدن به سلول‌های بنیادی واقع در مغز استخوان مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند سلول‌های خونی مورد نیاز خود را بسازند.

+ شیمی‌درمانی باعث مرگ سلول‌ها شده که این اتفاق از عوارض جانبی این روش است و باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود.

وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

پروتئین‌ها، تنظیم کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد همه سرطان‌ها، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله است.

نکته جالب: به عنوان مثال نوعی سرطان پوست در قبیله‌ای از یهودیان اروپای شرقی موسوم به اشکنازی، بسیار شایع‌تر از دیگر افراد دنیا است.

عوامل محیطی فیزیکی و شیمیایی هم در بروز سرطان مؤثرند.

+ عوامل فیزیکی مانند پرتوهای فرابنفش با ایجاد دیمر تیمین به ساختار DNA آسیب می‌زنند.

x مثال: سایر پرتوها مانند اشعه ایکس، اشعه گاما و ...

t.me/MrKonkori

+ عوامل شیمیایی مانند بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند.

x مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضد بارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

ـ بر اساس کتاب پایه دهم، عارضه چاقی در بروز برخی از سرطان‌ها نقش دارد.

نقش وراثت و محیط در ایجاد سرطان

۱) نقش وراثت یا ژن‌ها: در ایجاد هر نوع! سرطان، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند.

+ علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله ژنتیک است.

+ در واقع پروتئین‌ها، که محصول عملکرد ژن‌ها هستند، تنظیم کننده چرخه سلولی و مرگ سلولی هستند.

x به عبارت دیگر اگر ژن‌های موجود بر روی DNA بیان شوند یعنی رونویسی و ترجمه انجام دهند پروتئین‌ها به وجود می‌آیند.

۲) نقش عوامل محیطی: عوامل محیطی فیزیکی و شیمیایی هم در بروز سرطان مؤثرند زیرا به ساختار مولکول DNA آسیب می‌زنند.

+ عوامل فیزیکی: مانند پرتوهای فرابنفش و سایر پرتوها

+ عوامل شیمیایی: مانند بعضی آلاینده‌های محیطی، دود خودروها، مواد شیمیایی سرطان‌زا، گوشت دودی شده و ماهی دودی شده

+ موارد دیگر: بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات

+ عارضه چاقی: این عارضه هم احتمال ابتلا به انواعی از سرطان‌ها را به دنبال دارد.

x چاقی، احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع دو، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکته قلبی و مغزی را نیز افزایش می‌دهد.

فعالیت ۳

با استفاده از منابع علمی بررسی کنید که کدام نوع از سرطان‌ها در کشور ما شیوع بیشتری دارند. سرطان معده و پستان

چرا بعضی انواع سرطان در بخش‌های خاصی از کشور ما شایع‌ترند؟ به دلیل عوامل محیطی و ژنتیکی خاص

مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته

مرگ سلول‌ها به دو صورت اتفاق می‌افتد. مرگ تصادفی یا بافت مردگی (نکروز)، مرگ برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)

+ مرگ تصادفی یا بافت مردگی (نکروز): مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در شرایط غیر طبیعی در بریدگی، ضربه، سوختگی و ... یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت، **بافت مردگی** (نکروز) گفته می‌شود.

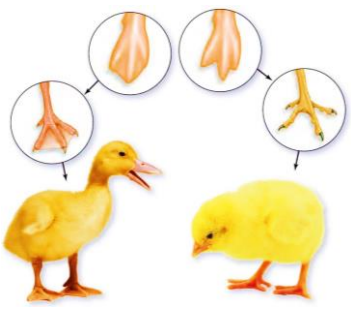
x در این حالت غشای سلولی تخریب شده و مواد آن به خارج می‌ریزند!

+ مرگ برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز): ولی **مرگ برنامه‌ریزی شده** (آپوپتوز) یاخته‌ای شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص طبیعی یا غیر طبیعی ایجاد می‌شود. این فرایند با رسیدن علایمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌ها یا آنزیم‌های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

x در این حالت غشای سلولی تخریب نشده ولی سلول‌ها تکه‌تکه می‌شوند!

ـ همان طور که می‌دانیم در جانوران مرگ سلولی منجر به فعال شدن بیگانه‌خوارهایی مانند ماکروفاژها می‌شوند.

- حذف یاخته‌های پیر (فرایند طبیعی) یا آسیب دیده (فرایند غیر طبیعی)، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه فرابنفش‌اند آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به «دنا» یاخته‌ها، جهش ژنتیکی و بروز سرطان شود. مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، با از بین بردن یاخته‌های آسیب دیده، آنها را حذف می‌کند.
- مثال دیگر که نوعی فرایند طبیعی است و در ضمن فرایند رشد و نمو رخ می‌دهد، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های عملکردی مانند پرده‌های بین انگشتان پا در انسان و اغلب پرندگان مانند مرغ است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان مانند مرغ در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده

این پدیده در برخی پرندگان مانند اردک اتفاق نمی‌افتد!

نکاتی در مورد مرگ برنامه‌ریزی شده سلول

۱) مرگ سلول‌ها: به دو صورت مرگ تصادفی و مرگ برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود. نتیجه این عمل فعال شدن ماکروفاژها برای پاک‌سازی است.

t.me/MrKonkori

+ مرگ تصادفی سلول‌ها یا بافت مردگی: این نوع مرگ در شرایط غیر طبیعی رخ می‌دهد. مانند بریدگی، ضربه، سوختگی و ...

+ مرگ برنامه‌ریزی شده سلول‌ها: فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی سلول‌ها و در شرایط خاص طبیعی یا غیر طبیعی ایجاد می‌شود.

۲) چگونگی انجام مرگ برنامه‌ریزی شده

+ این فرایند با رسیدن علایمی به سلول شروع می‌شود.

+ به دنبال این رخداد، در چند ثانیه آنزیم‌های تخریب کننده در سلول شروع به تجزیه اجزای سلول و مرگ آن می‌کنند.

+ انواع مرگ برنامه‌ریزی شده:

x مرگ برنامه‌ریزی شده طبیعی: شامل دو مورد زیر است.

ـ حذف سلول‌های پیر و فرسوده به صورت طبیعی مانند حذف گلبول‌های قرمز پیر و فرسوده در کبد و طحال

ـ حذف سلول‌های اضافی در ضمن فرایند رشد و نمو از بخش‌های عملکردی بدن مانند پرده‌های بین انگشتان پا

❁ نکته مهم این‌که، این پدیده در انسان و اغلب پرندگان رخ می‌دهد ولی در برخی پرندگان مانند اردک اتفاق نمی‌افتد!

x مرگ برنامه‌ریزی شده غیر طبیعی: شامل یک مورد زیر است.

ـ حذف سلول‌های آسیب دیده حاصل از پدیده آفتاب سوختگی

❁ به دلیل وجود اشعه فرابنفش، آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به DNA سلول‌ها، جهش ژنتیکی و بروز سرطان شود.

❁ مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی، با از بین بردن سلول‌های آسیب دیده، این سلول‌ها را حذف می‌کند.

۳) موارد دیگری از مرگ برنامه‌ریزی شده

+ به وسیله لنفوسیت‌های کشنده طبیعی در خط دوم دفاع و ایمنی بدن

x با ترشح پروتئینی به نام پرفورین غیر اختصاصی، و با ایجاد منفذ و تزریق آنزیم مرگ برنامه‌ریزی به درون سلول‌های سرطانی و آلوده به ویروس

+ به وسیله لنفوسیت‌های T کشنده در خط سوم دفاع و ایمنی بدن

x با ترشح پروتئینی به نام پرفورین اختصاصی، و با ایجاد منفذ و تزریق آنزیم مرگ برنامه‌ریزی به درون سلول‌های سرطانی و آلوده به ویروس

x با ترشح پروتئینی به نام پرفورین اختصاصی، و با ایجاد منفذ و تزریق آنزیم مرگ برنامه‌ریزی به درون سلول‌های بافت یا اندام پیوند زده شده

+ به وسیله سالیسیلیک‌اسید که نوعی تنظیم کننده رشد در گیاهان است.

x پس از ورود ویروس به سلول گیاهی برای قطع ارتباط سلول آلوده به ویروس با سلول‌های سالم، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده این سلول‌ها می‌شوند.

۴) تفاوت بین سوختگی حاصل از گرما و آفتاب سوختگی

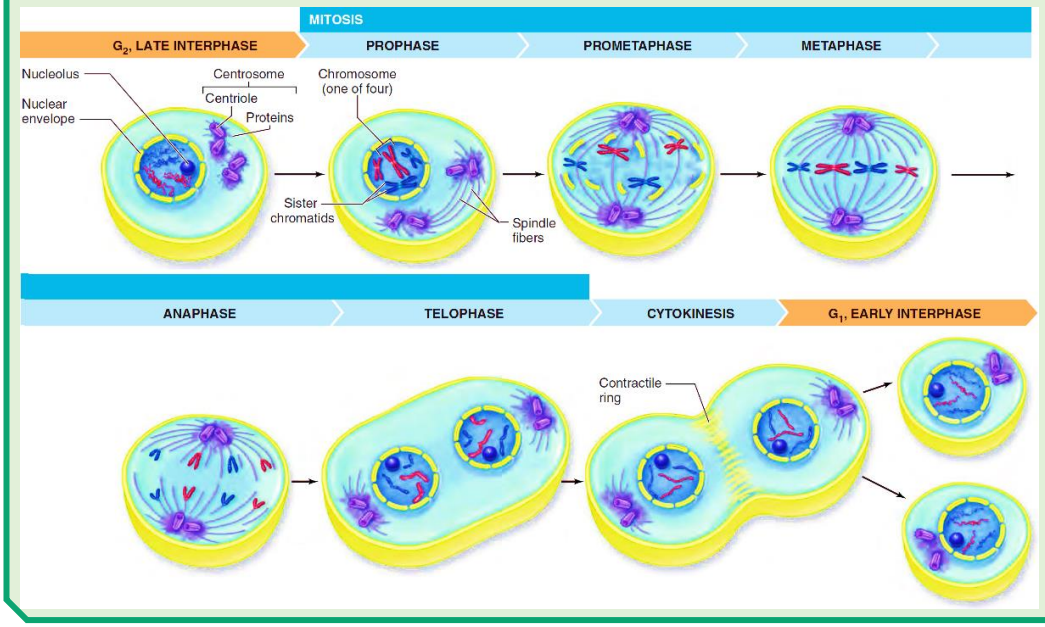
+ سوختگی حاصل از گرما و حرارت سبب مرگ سلول‌ها از طریق بافت مردگی می‌شود.

+ آفتاب سوختگی بر اثر اشعه فرابنفش سبب آسیب دیدن ماده ژنتیکی می‌شود.

x بدن برای این‌که از شر این سلول‌های جهش یافته خلاص شود با فرایندهای مرگ برنامه‌ریزی آنها را از بین می‌برد.

فعالیت ۴ با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و با رعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم رشتمان را طراحی کنید. برای این کار، عدد فامتنی یاختهٔ فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه فامتن را با یک رنگ انتخاب کنید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌ها پاسخ دهید:

الف) در متافاز فامتن‌های همتا نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟ بر خلاف میوز I که کروموزوم‌های همتا، پس از تشکیل تتراد، روی دوک قرار می‌گیرند، در تقسیم میتوز این کروموزوم‌ها مستقل و جداگانه روی دوک قرار می‌گیرند.



ب) با توجه به عدد فامتنی انتخابی، تعداد فامتن‌ها و فامینک‌ها را قبل و بعد از رشتمان تعیین کنید. قبل از میتوز تعداد کروماتیدها دو برابر کروموزوم‌ها است، در حالی‌که بعد از میتوز برابر می‌شوند

t.me/MrKonkori

گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

در گذشته با تولیدمثل جنسی و غیر جنسی آشنا شدید. با توجه به آنچه آموخته‌اید،

۱) چه تفاوت‌های اصلی در این دو نوع تولیدمثل وجود دارد؟ در صفحات آینده این دو روش تولیدمثلی را به طور کامل مقایسه می‌کنیم.

۲) هریک از این روش‌ها چه مزایایی دارد؟ در نوع جنسی تنوع زاده‌ها افزایش یافته و بقای جمعیت بیشتر می‌شود. ولی نوع غیر جنسی سرعت بالاتری دارد.

۳) چه روش‌های تولیدمثل غیر جنسی را می‌شناسید؟ دو نیم شدن (در پروکاریوت‌ها)، قطعه‌قطعه شدن، جوانه‌زدن، هاگ‌زایی، قلمه زدن، پیوند زدن و ...

۴) کدام نوع تقسیم با تولیدمثل جنسی ارتباط بیشتری دارد؟ تقسیم میوز

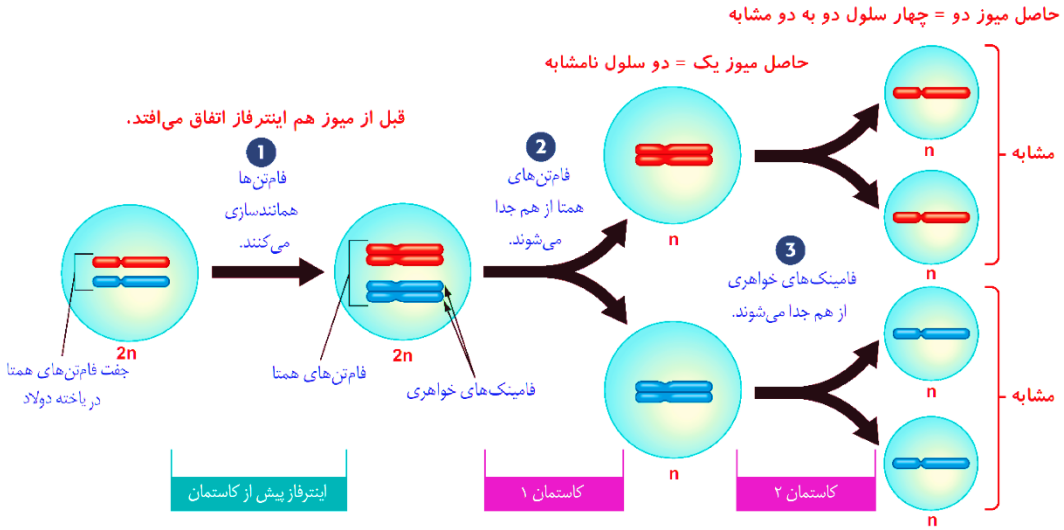
کاستمان، کاهش تعداد فام‌تن‌ها

در تولیدمثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی با نوعی تقسیم کاهشی به نام تقسیم میوز یا کاستمان ایجاد می‌شوند.

به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟ اگر این تقسیم انجام نشود، تعداد کروموزوم‌های افراد در هر نسل نسبت به نسل قبلی دو برابر می‌شد.

کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام می‌شود. (شکل ۱۴). پیش از این تقسیم نیز، مانند رشتمان، اینترفاز رخ می‌دهد.

نکته چالشی: پس از انجام میوز I ممکن است تقسیم سیتوپلاسم یا سیتوکینز رخ ندهد (مانند گیاهان!) ولی بعد از اتمام میوز II حتماً سیتوکینز رخ می‌دهد.



شکل ۱۴ـ طرح ساده‌ای از تقسیم کاستمان

۱) نتیجه میوز I ایجاد دو سلول نامشابه با کروموزوم‌های دوکروماتیدی است که عدد کروموزومی آنها نسبت به سلول اولیه یا سلول مادر نصف شده است.

+ نتیجه میوز I، ایجاد دو سلول با دو نوع ترکیب ژنتیکی است.

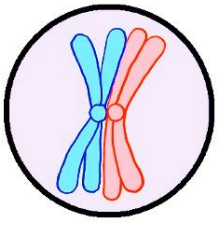
۲) نتیجه میوز II سلول‌های حاصل از میوز I، ایجاد دو سلول مشابه با کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است که عدد کروموزومی آنها نسبت به سلول حاصل از میوز I ثابت مانده است.

+ نتیجه میوز II از دو سلول حاصل از میوز I، ایجاد چهار سلول است که دو به دو مشابه هستند و بنابراین هم‌چنان دو نوع ترکیب ژنتیکی هستند.

کاستمان ۱

در این مرحله از تقسیم کاستمان، عدد فام‌تنی نصف می‌شود. اما کروموزوم‌ها دو کروماتیدی هستند. این بخش از کاستمان چهار مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).

۱) **پروفاز ۱:** بر خلاف پروفاز میتوز، در پروفاز I میوز فام‌تن‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار چهار فامینکی، **چهارتایه** (**تتراد**) گفته می‌شود. هر چهارتایه از ناحیه دو سانترومر خود به رشته‌های دوک متصل می‌شود. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز رشتمان است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ طرح ساده‌ای از یک چهارتایه

هر تتراد از دو کروموزوم مضاعف شده، چهار کروماتید، چهار رشته کروماتین، چهار مولکول DNA و هشت رشته پلی‌نوکلئوتید تشکیل شده است.

t.me/MrKonkori

۲) **متافاز ۱:** بر خلاف متافاز میتوز که آرایش استوایی کروموزوم‌ها انجام می‌شد، در متافاز I میوز چهارتایه‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

۳) **آنافاز ۱:** بر خلاف آنافاز میتوز که کروماتیدها از هم جدا می‌شدند، در آنافاز I میوز فامتن‌های همتا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوهٔ کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است.

۴) **تلوفاز ۱:** با رسیدن فامتن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.

سیتوکینز I: معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود (مثلاً در جانوران). نتیجه کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است که از نظر ژنتیکی نامشابه هستند و از نظر کروموزومی نیز عدد کروموزومی آنها نصف شده ولی کروموزوم‌ها هم‌چنان دوکروماتیدی مانده‌اند. (شکل ۱۶).

نکته پالشی: در صورتی که تقسیم سیتوپلاسم رخ ندهد، هر یک از هسته‌ها میوز II را ادامه می‌دهند. در فاصله بین میوز I و میوز II هر چند اینترفاز رخ نمی‌دهد اما سانتریول‌ها همانندسازی می‌شوند.

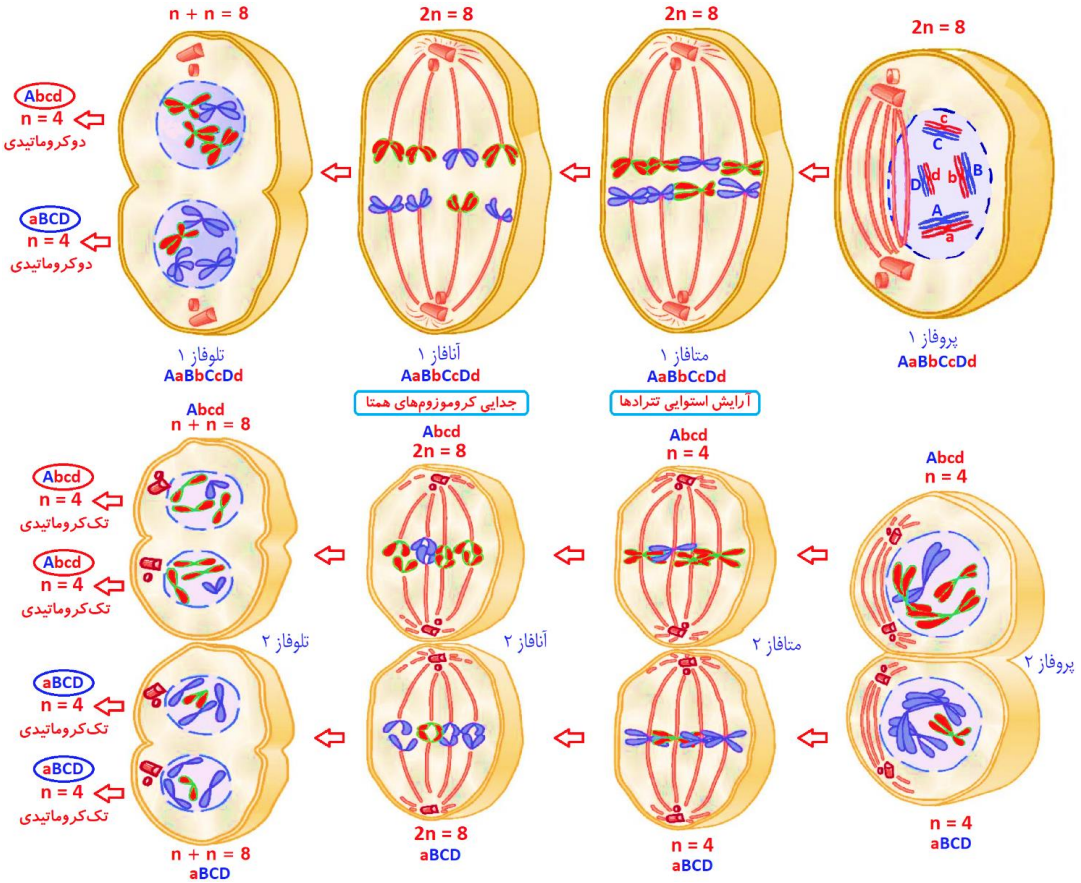
باتوجه به شکل ۱۶ می‌توانید بگویید عدد فامتنی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاخته مادری دارد؟ همان طور که قبلاً هم گفته شد، عدد کروموزومی سلول‌های حاصل نسبت به سلول اولیه نصف شده است.

کاستمان ۲

در این مرحله هر یک از یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، مراحل پروفاز۲، متافاز۲، آنافاز۲ و تلوفاز۲ را می‌گذرانند.

وقایع کاستمان ۲ بسیار شبیه رشتمان است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که نصف فامتن‌های یاخته‌های مادر را دارند. این فامتن‌ها مضاعف نیستند.

سیتوکینز II: در پایان کاستمان ۲، حتماً تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم کاستمان از یک یاخته ۲n، چهار یاخته n فامتنی که دو به دو مشابه و هر کدام دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است، حاصل می‌شود.



شکل ۱۶ ـ طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان

۱) تفاوت‌های اصلی میوز و میتوز در موارد زیر است:

+ تشکیل تتراد در پروفاز I
+ آرایش استوایی تترادها در متافاز I
+ جدایی کروموزوم‌های همتا در آنافاز I
+ تشکیل پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌ها در تلوفاز I

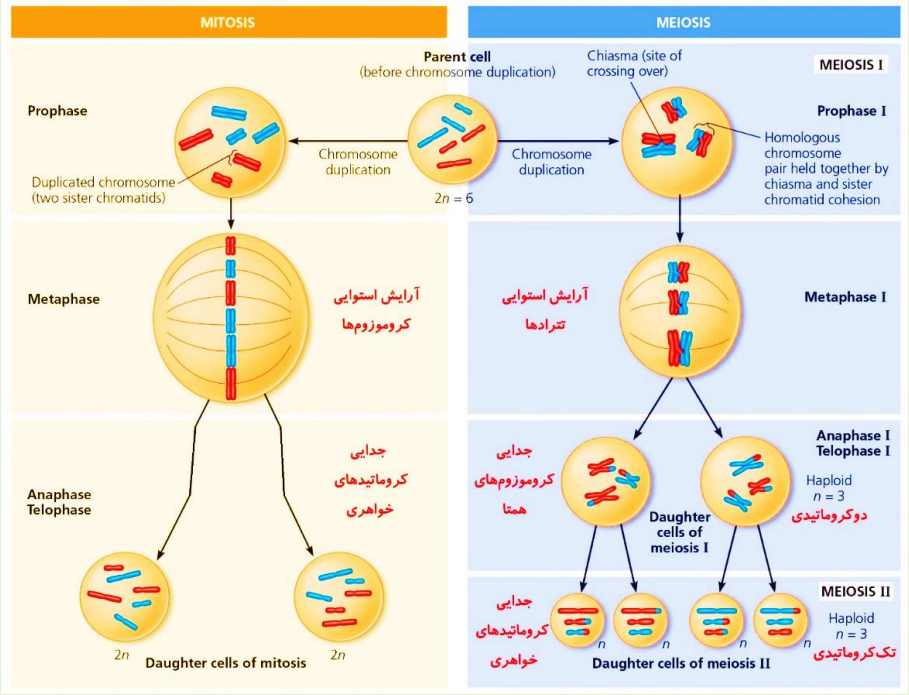
۲) هر کروموزوم با یک حرف نشان داده شده است. کروموزوم‌های پدری با حروف بزرگ و رنگ آبی و کروموزوم‌های مادری با حروف کوچک و رنگ قرمز قابل مشاهده هستند.

۳) حاصل تقسیم میوز، از یک سلول اولیه، چهار سلول با کاهش عدد کروموزومی است که دو به دو مشابه هستند.

t.me/MrKonkori

فعالیت ۵

۱ـ تقسیم کاستمان ۱ از نظر نحوهٔ آرایش فامتن‌ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم رشتمان دارد. آیا می‌توانید با توجه به شکل‌های رشتمان و کاستمان، این تفاوت‌ها را بیان کنید؟



+ در متافاز میتوز کروموزوم‌های دوکروماتیدی روی رشته‌های دوک آرایش پیدا کرده است.

x در آنافاز میتوز جدایی کروماتیدهای خواهری رخ داده است.

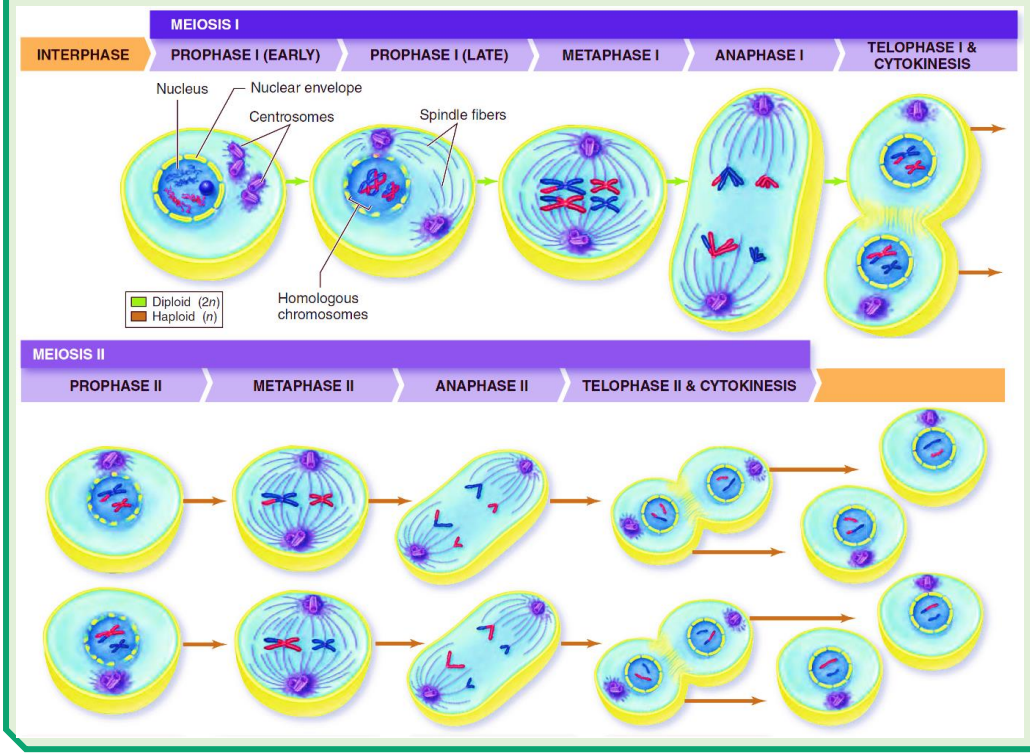
+ در متافاز میوز I تتراداها روی رشته‌های دوک آرایش پیدا کرده است.

x در آنافاز میوز I جدایی کروموزوم‌های همتا صورت می‌گیرد.

+ در پایان میتوز عدد کروموزومی ثابت مانده ولی در پایان میوز I این عدد به نصف تقلیل یافته است.

۲ ـ تقسیم کاستمان ۲ را با تقسیم رشتمان مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین این دو فرایند وجود دارد؟ این دو نوع تقسیم بسیار به هم شبیه هستند، تنها تفاوتی که وجود دارد این است که عدد کروموزومی سلول‌های نهایی نصف سلول اولیه یا مادر است.

۳ ـ با استفاده از خمیر بازی و با رعایت موارد بهداشتی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان را بسازید. برای این کار، عدد فامتنی یاختهٔ فرضی را ۴، ۶ و یا ۸ در نظر بگیرید. بهتر است که هر مجموعه از فامتن‌ها با یک رنگ انتخاب شوند.



نکته مهم: در میوز ممکن است قطعاتی از کروموزوم‌های همتا در ضمن پروفاز I با همدیگر مبادله شود. این پدیده که باعث افزایش تنوع گامت‌ها می‌شود، در نهایت سبب افزایش تنوع ژنتیکی زاده‌ها نیز می‌گردد «کراسینگ‌اور» نامیده می‌شود.

نکاتی در مورد تولیدمثل: تولید مثل به دو صورت غیر جنسی و جنسی دیده می‌شود.

۱) تولیدمثل غیر جنسی: هم در پروکاریوت‌ها و هم در یوکاریوت‌ها انجام می‌شود.

+ در پروکاریوت‌ها: دو نیم شدن یا تقسیم دوتایی

+ در یوکاریوت‌ها: قطعه‌قطعه شدن، جوانه‌زدن، هاگ‌زایی (البته با هاگ غیر جنسی!) قلمه زدن، پیوند زدن و ...

۲) تولیدمثل جنسی: فقط در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود. در این تولیدمثل گامت‌ها یا سلول‌های جنسی و زیگوت‌ها یا تخم‌ها نقش دارند.

+ گامت‌ها معمولاً حاصل تقسیم میوز هستند که معمولاً پس از لقاح با هم ترکیب شده و سلول زیگوت را به وجود می‌آورند.

x ممکن است گامت‌ها حاصل میتوز! باشند مانند گامت‌های گیاهان و گامت‌های زنبور عسل نر

ـ زنبور عسل نر هاپلوئید بوده و خود حاصل بکرزایی زنبور عسل ماده یا همان ملکه است.

t.me/MrKonkori

x زیگوت‌ها معمولاً با تقسیم میتوز به زاده‌های پرسلولی تبدیل می‌شوند.

x مقایسه تولیدمثل غیر جنسی و جنسی در یوکاریوت‌ها

ویژگی‌ها	تولیدمثل غیر جنسی	تولیدمثل جنسی
تعداد والد شرکت‌کننده در تولیدمثل	یک والد	یک یا دو والد
شرکت گامت یا سلول جنسی در تولیدمثل	خیر	بله
تنوع زاده‌های حاصل از تولیدمثل	بدون تنوع یا خیلی کم	معمولاً زیاد
شانس بقای جمعیت حاصل از تولیدمثل	خیلی کم	معمولاً زیاد
شباهت زاده‌ها با والد یا والدین	کاملاً مشابه یا خیلی زیاد	کمابیش متفاوت
نوع فرایند رخ داده در تولیدمثل	میتوز	میوز و لقاح
سرعت انجام تولیدمثل	معمولاً زیاد	معمولاً کم
تعداد زاده‌های حاصل از تولیدمثل	معمولاً خیلی زیاد	معمولاً زیاد

نکاتی در مورد تقسیم میوز

۱) سلول‌های دارای توانایی تقسیم میوز: فقط در سلول‌های زوج‌پلوئید! (۲n، ۴n، ۶n، ۸n و ...) واقع در اندام‌های جنسی جانوران و گیاهان رخ می‌دهد.

+ این نوع تقسیم هیچ‌گاه در سلول‌های فردپلوئید! (n، ۳n، ۵n، ۷n و ...) اتفاق نمی‌افتد.

۲) سلول‌های حاصل از میوز: این سلول‌ها که گامت و هاگ! هستند، می‌توانند فردپلوئید یا زوج‌پلوئید (n، ۲n، ۳n، ۴n و ...) باشند.

۳) نتیجه تولیدمثل جنسی و لقاح: ابتدا سیتوپلاسم دو سلول جنسی (گامت) با هم ترکیب و سپس هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند.

+ نکته چالشی: لازم به ذکر است تقسیم میوز در گیاهان منجر به تولید گامت یا سلول جنسی نمی‌شود.

x در گیاهان نتیجه نهایی تقسیم میوز ایجاد سلول‌هایی با نصف عدد کروموزومی به نام هاگ! است.

x این سلول‌ها با تقسیم میتوز گامت‌های نر (اسپرم‌ها) و ماده (تخمزاها) را به وجود می‌آورند!

۴) اهمیت تقسیم میوز: اگر این نوع تقسیم انجام نمی‌شد، تعداد کروموزوم‌های افراد در هر نسل نسبت به نسل قبل دو برابر می‌شد.

۵) مراحل تقسیم میوز: میوز از دو مرحله کلی میوز I و II تشکیل شده است.

+ وقوع اینترفاز: پیش از این تقسیم نیز، مانند میتوز، اینترفاز رخ می‌دهد.

+ وقوع سیتوکینز: پس از تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام می‌شود.

x پس از انجام میوز I ممکن است تقسیم سیتوپلاسم یا سیتوکینز رخ ندهد! مانند گیاهان

x پس از اتمام میوز II حتماً سیتوکینز رخ می‌دهد.

+ نتیجه تقسیم میوز:

x نتیجه میوز I: ایجاد دو سلول نامشابه با کروموزوم‌های دوکروماتیدی است که عدد کروموزومی آنها نسبت به سلول اولیه نصف شده است.

ـ به عبارت دیگر نتیجه این تقسیم، ایجاد دو سلول با دو نوع ترکیب ژنتیکی است.

x نتیجه میوز II: از هر یک از سلول‌های حاصل از میوز I، ایجاد دو سلول مشابه با کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است که عدد کروموزومی آنها نسبت به سلول حاصل از میوز I ثابت مانده است.

ـ به عبارت دیگر نتیجه میوز II از دو سلول حاصل از میوز I، ایجاد چهار سلول است که دو به دو مشابه و هم‌چنان دو نوع ترکیب ژنتیکی هستند.

❁ نکته چالشی: در صورت وقوع پدیده کراسینگ‌اور این چهار نوع سلول هم متفاوت و چهار نوع ترکیب ژنتیکی خواهند بود.

نکاتی در مورد مراحل تقسیم میوز

۱) مراحل میوز I: در این مرحله از تقسیم، عدد کروموزومی نصف می‌شود. کروموزوم‌ها دوکروماتیدی هستند. چهار مرحله دارد.

+ مرحله پروفاز I

x نکته مهم: اتفاق مهم و متفاوت در تقسیم میوز نسبت به تقسیم میتوز نحوه آرایش کروموزوم‌ها در این مرحله و تشکیل ساختارهایی به نام تتراد است.

ـ تعریف تتراد: کروموزوم‌های همتا ابتدا از طول در کنار هم قرار گرفته و سپس فشرده می‌شوند. به این ساختار چهار کروماتیدی، تتراد گفته می‌شود.

ـ اجزای تتراد: هر تتراد از دو کروموزوم مضاعف شده، چهار کروماتید، چهار کروماتین، چهار مولکول DNA و هشت رشته پلی‌نوکلئوتید تشکیل شده است.

t.me/MrKonkori

ـ تعداد تتراد: همواره در هر سلول یا توانایی تقسیم میوز، تعداد تتراد‌ها نصف تعداد کل کروموزوم‌ها است.

ـ نکات دیگر تتراد:

❁ کروموزوم‌های X و Y در انسان با آنکه کاملاً همتا نیستند ولی در مرحله پروفاز I میوز با یکدیگر تتراد تشکیل می‌دهند!

❁ هر تتراد از ناحیه دو سانترومر خود به رشته‌های دوک متصل می‌شود.

x سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز میتوز است:

ـ تتراد‌ها به قدری فشرده می‌شوند که به تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد.

ـ ضمن فشرده شدن تتراد‌ها، سانتریول‌ها به دو طرف سلول حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود.

ـ در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب شدن یا تجزیه شدن می‌کند.

ـ پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به طور کامل! تجزیه یا تخریب می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به تتراد‌ها برسند.

ـ در همین حال سانترومرهای کروموزوم‌ها به واسطه وجود پروتئین‌های کینه‌توکور! به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

+ مرحله متافاز I

x تتراد‌ها در استوای سلول، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

ـ ردیف شدن تتراد‌ها در استوای سلولی به وسیله رشته‌های دوک متصل به آنها انجام می‌شود.

❁ به عبارت دیگر در این مرحله تغییر طول در این نوع رشته‌های دوک رخ می‌دهد.

+ مرحله آنافاز I

x کروموزوم‌های همتا و مضاعف شده، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین سلول حرکت می‌کنند.

ـ با تجزیه پروتئین اتصال دهنده کروموزوم‌های همتای موجود در تتراد‌ها، این کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند.

ـ در این مرحله همانند مرحله قبلی و بر خلاف میتوز و میوز II سانترومرها از یک طرف با رشته‌های دوک در تماس هستند.

x نحوهٔ کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند میتوز است.

ـ ابتدا رشته‌های دوک متصل به سانترومرهای تتراد‌ها کوتاه‌تر شده، سپس کروموزوم‌ها از هم فاصله می‌گیرند.

ـ فاصله گرفتن کروموزوم‌های همتا با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به آنها انجام می‌شود نه همه انواع رشته‌های دوک!

❁ حتی رشته‌های دوک سرتاسری در حال طویل شدن هستند تا شکل سلول از حالت کروی به بیضوی تغییر نمایند!

x بر خلاف متافاز میتوز و میوز II، تعداد کروموزوم‌ها نسبت به مرحله قبل دو برابر نشده و ثابت باقی می‌ماند.

x پروتئین‌های اتصال دهنده کروموزوم‌های همتا، به آمینواسید تجزیه نمی‌شوند! بلکه در سیتوپلاسم پراکنده می‌شوند.

+ مرحله تلوفاز I

x با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی سلول، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.

x رشته‌های دوک البته نه به طور کامل! تخریب یا تجزیه شده و کروموزوم‌های دوکروماتیدی شروع به باز شدن می‌کنند.

x کروموزوم‌ها به صورت کروماتین یعنی مرحله اول فشردگی ماده وراثتی! در می‌آیند.

x پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می‌شود.

x در پایان تلوفاز یک، سلول، دو هسته نامشابه از نظر ژنتیکی دارد.

ـ عدد کروموزومی هر هسته هم نصف سلول اولیه یا مادر است.

x معمولاً در پایان میوز I تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام می‌شود.

ـ در جانوران و انسان، در پایان میوز I، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود.

❁ نتیجه میوز I ایجاد دو سلول است که از نظر ژنتیکی نامشابه هستند.

❁ در فاصله بین میوز I و میوز II هر چند اینترفاز رخ نمی‌دهد اما سانتریول‌ها همانندسازی می‌شوند.

ـ در گیاهان، در پایان میوز I، تقسیم سیتوپلاسم انجام نمی‌شود و هر یک از هسته‌ها، میوز II را ادامه می‌دهند.

ب) مراحل میوز II: در این مرحله هر یک از سلول‌های حاصل از میوز I، مراحل میوز II را می‌گذرانند. میوز II هم چهار مرحله دارد.

+ وقایع میوز II بسیار شبیه به فرایند میتوز است و در پایان آن، از هر سلول دو سلول مشابه ایجاد می‌شود.

t.me/MrKonkori

+ این سلول‌ها نصف کروموزوم‌های سلول مادر را دارند. این کروموزوم‌ها مضاعف شده یا دوکروماتیدی نیستند.

+ در پایان میوز II، حتماً تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود.

+ در پایان تقسیم میوز از یک سلول 2n، چهار سلول n کروموزومی به وجود می‌آید، که دو به دو مشابه و هر کدام دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

تعداد کروموزوم، کروماتید و ... در مراحل چرخه سلولی + میوز

۱) جدول زیر تعداد کروموزوم‌ها، کروماتیدها، رشته‌های کروماتین، مولکول‌های DNA خطی، تعداد رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی تیمین‌دار خطی، تعداد سانتریول‌ها و تعداد ریزلوله‌های شرکت کننده در ساختار سانتریول‌ها را در یک سلول انسان را در مراحل مختلف چرخه سلولی (شامل میوز) نشان می‌دهد:

انسان	G_1	S	G_2	Meiosis I				Cyt	Meiosis II				Cyt
				Pro	met	ana	tel		Pro	met	ana	tel	
کروموزوم‌ها	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۲۳	۲۳	۲۳	۴۶	۴۶	۲۳
کروماتیدها	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۲۳
رشته‌های کروماتین	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۲۳
مولکول‌های DNA	۴۶	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۴۶	۲۳
رشته‌های پلی‌نوکلئوتید	۹۲	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۴۶
سانتریول‌ها	۲	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۲	۴	۴	۴	۴	۲
ریزلوله‌های سانتریولی	۵۴	۵۴	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۵۴	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۵۴

۲) همانطور که می‌بینیم تعداد کروموزوم‌ها و ژن‌ها در مراحل مختلف چرخه سلولی به صورت زیر دچار تغییر می‌شود.

+ تعداد کروموزوم‌ها: در مرحله سیتوکینز I نصف، در آنافاز II دو برابر و در مرحله سیتوکینز دوباره نصف می‌شود.

+ تعداد ژن‌ها (و آلل‌ها): تعداد مولکول‌های DNA (ژن‌ها و آلل‌ها) در مرحله S اینترفاز دو برابر شده و در مراحل سیتوکینز I و II دوباره به حالت اول برمی‌گردد.

نکات دیگری در مورد تقسیم میوز

۱) نحوه اتصال کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک

+ در مرحله متافاز میتوز و متافاز میوز II به سانترومر هر کروموزوم دو رشته دوک متصل است.

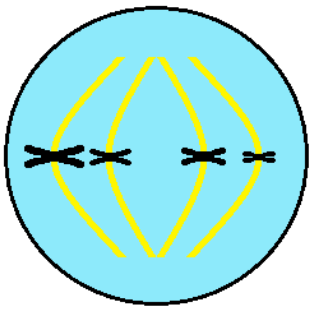
+ در مرحله متافاز میوز I به سانترومر هر کروموزوم فقط یک رشته دوک متصل است!

+ در آنافاز همه تقسیم‌ها، هر کروموزوم فقط با یک رشته دوک در تماس است!

۲) شباهت بین میتوز و میوز II:

+ برای این‌که شباهت‌های بین میتوز و میوز II را بهتر درک کنید به سؤال زیر توجه کنید.

سؤال) به نظر شما شکل زیر مربوط به کدام مرحله از چرخه سلولی است؟



متافاز میتوز در یک سلول ۴ = 2n ⟸ نادرست

زیرا در این صورت می‌بایست کروموزوم همتا وجود داشته باشد!

متافاز میتوز در یک سلول ۴ = n ⟸ درست

زیرا کروموزوم همتا وجود ندارد!

متافاز میوز II در یک سلول ۴ = 2n ⟸ نادرست

زیرا در این صورت می‌بایست دو کروموزوم وجود داشته باشد!

متافاز میوز II در یک سلول ۸ = 2n ⟸ درست

زیرا چهار کروموزوم غیر همتا وجود دارد!

+ بنابراین می‌توان گفت تمام مراحل میتوز در یک سلول ۴ = n مشابه تمام مراحل میوز II در یک سلول ۸ = 2n هستند.

به عبارت دیگر تمام مراحل میتوز در یک سلول N = an مشابه تمام مراحل میوز II در یک سلول 2N = 2an هستند.

۳) آرایش‌های متفاوت تتراد‌ها در متافاز I:

+ در تولیدمثل جنسی، هر والد از طریق گامت‌هایی که می‌سازد، نیمی از کروموزوم‌های خود را به نسل بعد منتقل می‌کند.

+ این که هر گامت کدام یک از کروموزوم‌های فرد یا سلول را دریافت و به نسل بعد منتقل می‌کند به آرایش تتراد‌ها در متافاز میوز I بستگی دارد.

x در متافاز میوز I، کروموزوم‌ها با آرایش‌ها یا حالت‌های مختلفی در سطح استوایی سلول قرار می‌گیرند.

ـ آرایش‌های مختلف متافازی تتراد‌ها در میوز I، باعث تنوع آللی در گامت‌ها و نهایتاً تنوع ژنتیکی زاده‌ها می‌شود.

t.me/MrKonkori

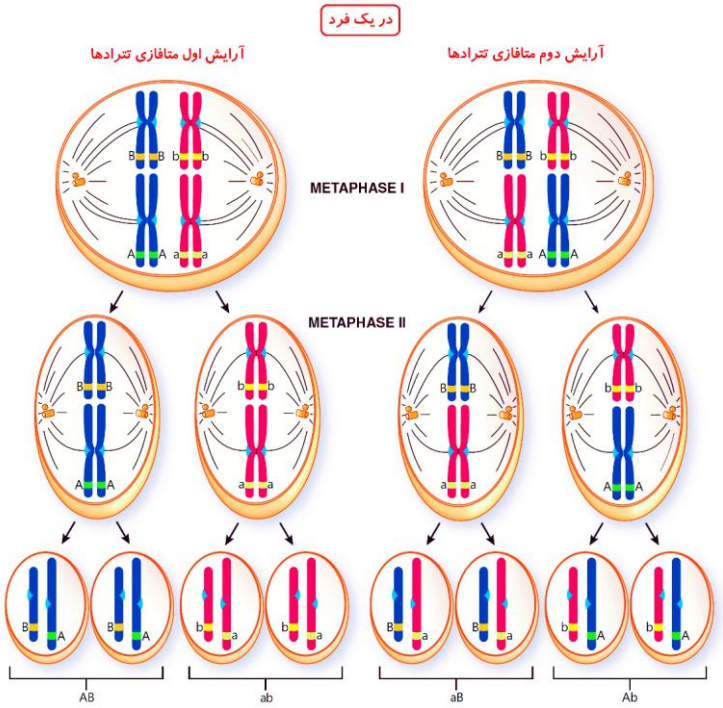
❁ نکات چالشی و جالب

① یک فرد قادر است آرایش‌های مختلف تتراد را کسب نموده و بنابراین گامت‌های متنوعی را تولید کند.

②یک سلول فقط و فقط یکی از این آرایش‌های تصادفی را پیدا خواهد نمود و فقط قادر است یک یا دو نوع گامت تولید می‌کند.

❁ اگر این سلول متعلق به یک فرد نر باشد دو نوع گامت تولید خواهد نمود.

❁ اگر این سلول متعلق به یک فرد ماده باشد به دلیل تولید گویچه‌های قطبی، فقط یک نوع گامت تولید خواهد نمود.



۴) نوترکیبی و پدیده کراسینگ‌اور در پروفاز I:

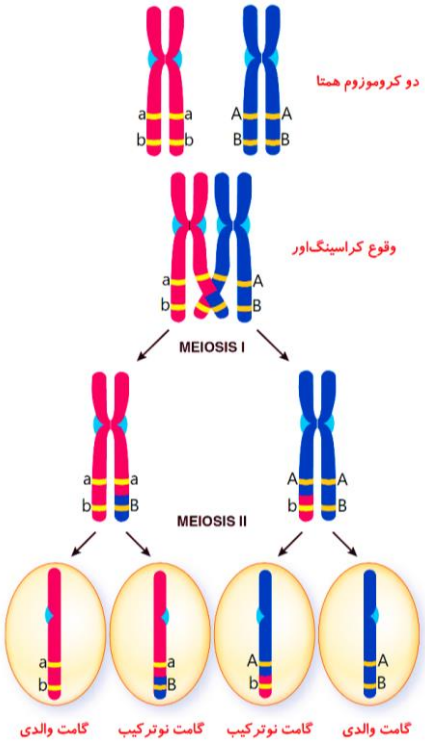
+ تعریف کراسینگ‌اور: در پروفاز میوز I، هنگام ایجاد تتراد، ممکن است قطعه‌ای کروماتیدهای غیرخواهری مبادله شود. این پدیده را کراسینگ‌اور می‌گویند.

x لازم به ذکر است قطعات مبادله شده در برگیرنده جایگاه‌های ژنی یکسان هستند. هر چند ممکن است آلل‌های آنها متفاوت باشند!

+ نتیجه کراسینگ‌اور: اگر قطعات مبادله شده حاوی آلل‌های متفاوتی باشند، این پدیده، در نهایت منجر به تولید کروماتیدها و کروموزوم‌های نوترکیب می‌شود.

x لازم به ذکر است دو کروموزوم دیگر والدی هستند به عبارت دیگر این کروموزوم‌ها، قبلاً در والدین وجود داشته‌اند.

+ نتیجه نهایی: گامت‌هایی که کروموزوم‌های نوترکیب را دریافت می‌کنند، گامت نوترکیب نامیده می‌شوند. نتیجه نهایی تولید گامت‌های نوترکیب است.



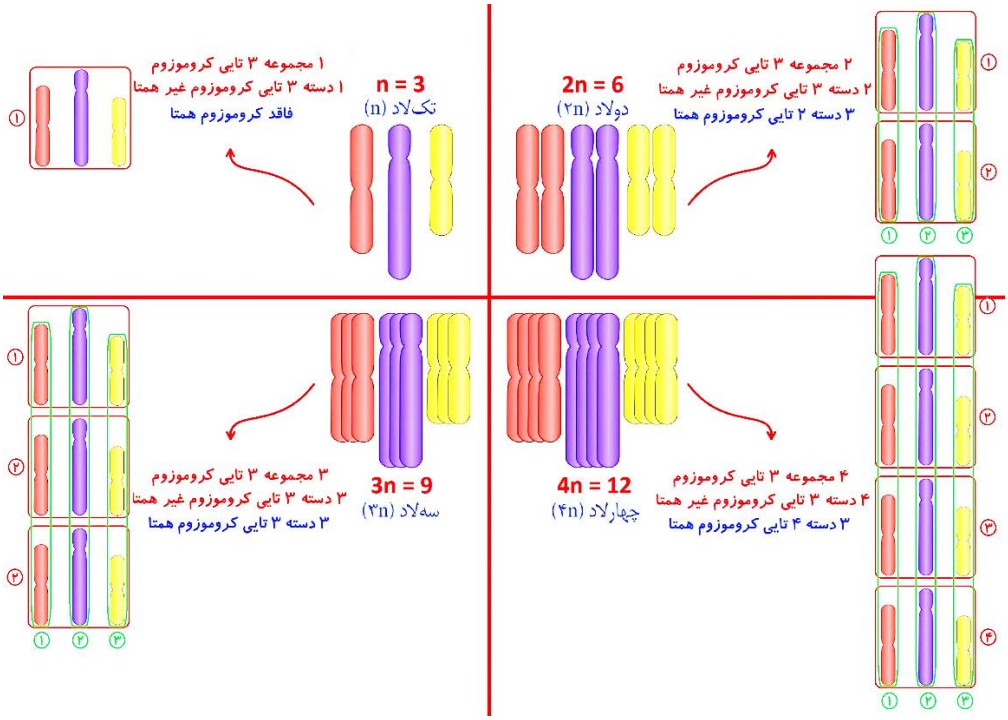
t.me/MrKonkori

تغییر در تعداد فام‌تن‌ها

گرچه تقسیم یاخته‌ای به علت وجود نقاط وارسی، با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. (۱) **چندلادی (پلی‌پلوئیدی)** شدن و (۲) با هم ماندن فام‌تن‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای کاستمانی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم میتوز یا رشتمان و هم در تقسیم میوز یا کاستمان رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از کاستمان در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۱) **چندلادی شدن:** اگر در مرحله آنافاز همه فام‌تن‌ها بدون این‌که از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر فام‌تن خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد فام‌تن خواهد بود. در آزمایشگاه و به صورت مصنوعی می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷).

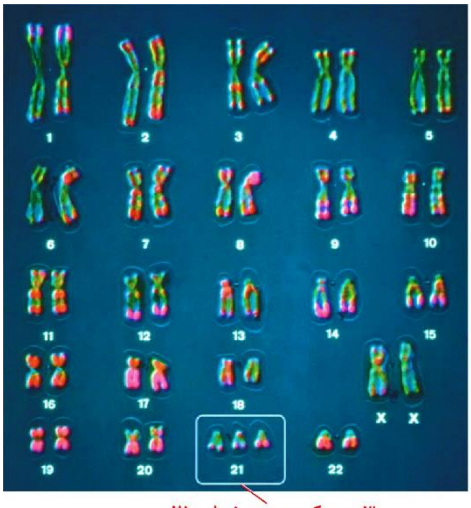
به یاخته یا جانداری که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه فام‌تن داشته باشد، پلی‌پلوئید یا چندلاد گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی هگزاپلوئید یا ۶n و موز خوراکی تریپلوئید یا ۳n است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ـ طرح ساده‌ای از تعداد فام‌تن‌ها

۲) **با هم ماندن فام‌تن‌ها:** در این حالت، یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز (میتوز یا رشتمان و میوز یا کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، سندروم یا **نشانگان داون** است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به سندروم داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند (شکل ۱۸). فام‌تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ فام‌تن شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌ها یا یاخته‌های جنسی یعنی یا تخمک یا اسپرم! ایجاد کننده فرد، به جای یک فام‌تن شماره ۲۱، دارای دو فام‌تن ۲۱ بوده است. بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی یا کاستمانی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت.

عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌های شیمیایی موجود در آب و هوا نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.



۳ عدد کروموزوم شماره ۲۱



۲ مجموعه کروموزوم = یک مجموعه ۲۳ تایی و یک مجموعه ۲۴ تایی
۲ دسته ۲۳ تایی و ۲۴ تایی کروموزوم غیر همتا
۲۲ دسته ۲ تایی و ۱ دسته ۳ تایی کروموزوم همتا

شکل ۱۸ ـ کاریوتیپ یک فرد مبتلا به سندروم داون.
آیا می‌توانید جنسیت این فرد را تشخیص دهید؟
دختر است، چون در کاریوتیپ خود دو کروموزوم X دارد.

t.me/MrKonkori

فعالیت ۶ با استفاده از منابع علمی، با انواع دیگری از بیماری‌های ناشی از با هم ماندن فام‌تن‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

این ناهنجاری‌ها که جهش تعدادی نیز نامیده می‌شوند با استفاده از کاریوتیپ تشخیص داده می‌شوند. در این نوع جهش‌ها اغلب نطای میوزی یعنی پدیده جدا نشدن کروموزوم‌ها یا با هم ماندن کروموزوم‌ها در آنافاز I یا آنافاز II میوز در پدیده گامت‌زایی والدین رخ داده است.

۱) جهش حذف یا مونوزومی: یک یا تعدادی کروموزوم از کاریوتیپ حذف می‌شوند. این نوع جهش‌ها حاصل لقاح گامت‌های طبیعی و گامت‌های غیر طبیعی با کاهش عدد کروموزومی بوده و چون ژن‌های زیادی حذف شده‌اند، اغلب کشنده هستند.

+ سندروم ترنر (2n=45 , XO) که در زنان یافت می‌شود. این سندروم حاصل لقاح یک گامت طبیعی با یک گامت غیر طبیعی فاقد کروموزوم جنسی است. گامت غیر طبیعی حاصل نطای میوزی در آنافاز I یا II یکی از والدین است.

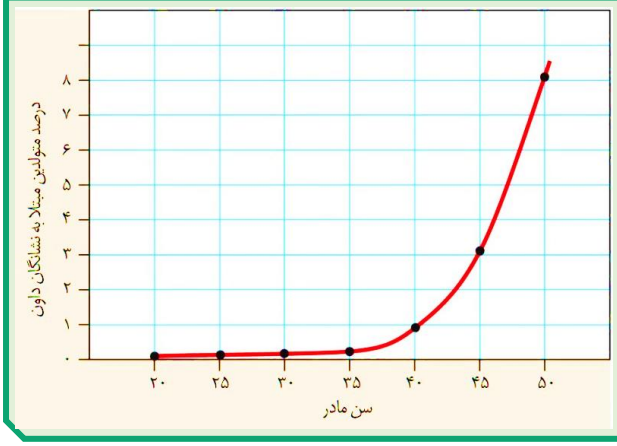
۲) جهش اضافه شدن یا تریزومی: یک یا تعدادی کروموزوم به کاریوتیپ اضافه می‌شوند. این نوع جهش‌ها حاصل لقاح گامت‌های طبیعی و گامت‌های غیر طبیعی با افزایش عدد کروموزومی هستند. اغلب این افراد زنده می‌مانند.

+ سندروم کلاین‌فلتر (2n=47 , XXY) که در مردان یافت می‌شود. این سندروم حاصل لقاح یک گامت طبیعی با یک گامت غیر طبیعی دارای دو کروموزوم جنسی است. گامت غیر طبیعی حاصل نطای میوزی در آنافاز I یا II یکی از والدین است.

+ سندروم ایرمرد (2n=47 , XYY) که در مردان یافت می‌شود. این سندروم حاصل لقاح یک گامت طبیعی با یک گامت غیر طبیعی دارای دو کروموزوم جنسی است. قطعاً گامت غیر طبیعی حاصل نطای میوزی در آنافاز II پدر است.

+ سندروم ایرزن (2n=47 , XXX) که در زنان یافت می‌شود. این سندروم حاصل لقاح یک گامت طبیعی با یک گامت غیر طبیعی دارای دو کروموزوم جنسی است. گامت غیر طبیعی حاصل نطای میوزی در آنافاز I یا II یکی از والدین است.

فعالیت ۷ منحنی زیر، رابطهٔ بین سنّ مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد. منحنی را تفسیر کنید.



با افزایش سن مادر، احتمال تولد زاده‌هایی با سندروم داون بیشتر می‌شود.

در سنین کمتر از ۳۵ سال احتمال تولد چنین زاده‌هایی بسیار کم است ولی بعد از این سن، نمودار سیر صعودی به خود گرفته و نمایی می‌شود.

به عنوان مثال احتمال تولد چنین زاده‌هایی در یک مادر ۴۵ ساله، سه درصد و در یک مادر ۵۰ ساله، هشت درصد است! در حالی‌که احتمال تولد آنها برای مادران کمتر از ۳۵ سال کمتر از یک درصد است!

نکاتی در مورد تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

۱) علت این پدیده‌ها: اشتباه در آنافاز تقسیم سلولی است که در آن رشته‌های دوک به درستی عمل نمی‌کنند.

۲) اشتباه در تقسیم سلولی: این تغییرات نتیجه اشتباه در آنافاز تقسیم میتوز، آنافاز تقسیم میوز I یا آنافاز تقسیم میوز II هستند.

+ اشتباه در آنافاز تقسیم میتوز: سلول‌های حاصل از میتوز در تولیدمثل رویشی یا غیر جنسی در ایجاد نسل بعد دخالت دارند.

x اگر تغییر در تعداد کروموزوم‌ها در تقسیم میتوز یک موجود پرسلولی رخ دهد، سلول‌های حاصل اغلب به وسیله سلول‌های ایمنی از بین می‌روند!

x اگر تغییر در تعداد کروموزوم‌ها در مراحل اولیه جنینی یعنی مورولا و بلاستوسیت رخ دهد منجر به ایجاد زاده‌ای موزائیک می‌شود.

ـ در این افراد تعدادی از سلول‌ها طبیعی و تعدادی غیر طبیعی بوده و دارای تعداد کروموزوم بیشتر یا کمتر نسبت به حالت عادی هستند.

+ اشتباه در آنافاز تقسیم میوز: سلول‌های حاصل از میوز دخالت مستقیم در ایجاد نسل بعد داشته و از اهمیت بیشتری برخوردار هستند.

۳) انواع اشتباه در تقسیم سلولی: شامل پلی‌پلوئیدی شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها است.

+ پلی‌پلوئیدی شدن

x علت: اگر در آنافاز همه کروموزوم‌ها از هم جدا نشده و به یک سلول بروند، آن سلول دو برابر کروموزوم و سلول دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود.

ـ در آنافاز I جدایی کروموزوم‌های همتا و در آنافاز II جدایی کروماتیدهای خواهری اتفاق می‌افتد.

ـ اگر همه رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها در یک طرف کار نکنند منجر به تولید گامت‌های غیر طبیعی می‌شود.

ـ در این گامت‌ها، همه کروموزوم‌های سلول مادر را دریافت نموده و دارای کروموزوم همتا خواهند بود!

ـ به عبارت دیگر تعداد ژن‌ها و تعداد کروموزوم‌ها در این گامت‌ها و سلول مادر آنها یکسان است!

t.me/MrKonkori

ـ اگر این گامت‌ها در لقاح شرکت نمایند منجر به تولید زاده‌ای پلی‌پلوئید می‌شود.

ـ در آزمایشگاه و به صورت مصنوعی می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد.

x سلول یا جاندار پلی‌پلوئید: به سلول یا جانداری که سلول‌های با بیش از دو مجموعه کروموزوم دارد، پلی‌پلوئید گفته می‌شود.

ـ مثال: گندم زراعی هگزاپلوئید یا $6n$ و موز تریپلوئید یا $3n$. عدد کروموزومی پایه در این دو گونه ۷ است، بنابراین:

❁ در گندم زراعی ($6n = 42$): ۶ مجموعه ۷تایی کروموزوم، ۶ دسته ۷تایی کروموزوم غیر همتا، ۷ دسته ۶تایی کروموزوم همتا و ۲۱ تتراد

❁ در موز خوراکی ($3n = 21$): ۳ مجموعه ۷تایی کروموزوم، ۳ دسته ۷تایی کروموزوم غیر همتا، ۷ دسته ۳تایی کروموزوم همتا و بدون تتراد!

+ با هم ماندن کروموزوم‌ها

x علت: اگر در آنافاز برخی از کروموزوم‌ها از هم جدا نشده و به یک سلول بروند، منجر به تولید گامت‌های غیر طبیعی با تعداد کروموزوم کمتر یا بیشتر می‌شود.

ـ در آنافاز I جدایی کروموزوم‌های همتا و در آنافاز II جدایی کروماتیدهای خواهری اتفاق می‌افتد.

❁ با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز I: در این صورت هر چهار گامت حاصل غیر طبیعی خواهند بود به طوری‌که در نیمی از آنها تعداد کروموزوم‌ها بیشتر و در نیمی دیگر کمتر از حالت عادی خواهد بود.

❁ با هم ماندن کروموزوم‌ها در میوز II: در این صورت نیمی از گامت‌ها طبیعی و نیمی دیگر غیر طبیعی با کروموزوم اضافه و یا کم خواهند بود.

ـ اگر برخی از رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها در یک طرف کار نکنند منجر به تولید گامت‌های غیر طبیعی می‌شود.

❁ در این حالت ممکن است یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز از هم جدا نشوند.

❁ در سلول‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می‌شود.

❁ اگر این گامت‌ها در لقاح شرکت نمایند، منجر به تولید زاده‌ای با عدد کروموزومی غیر عادی می‌شود.

ـ سندروم داون: به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت، نشانگان می‌گویند.

❁ افراد مبتلا به سندروم داون یا تریزومی ۲۱، در سلول‌های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند.

❁ علت بروز: یکی از گامت‌های ایجاد کننده فرد یعنی یا تخمک یا اسپرم! به جای یک کروموزوم ۲۱، دارای دو کروموزوم بوده است.

❁ عوامل بروز سندروم داون: بالا بودن سن مادر و عوامل محیطی مانند دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها

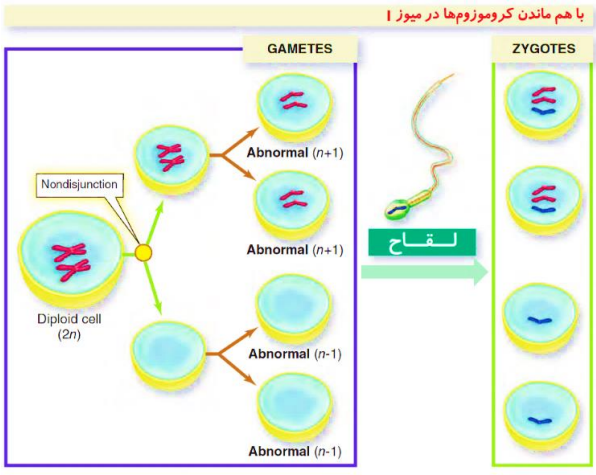
✿ با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل سلول‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.

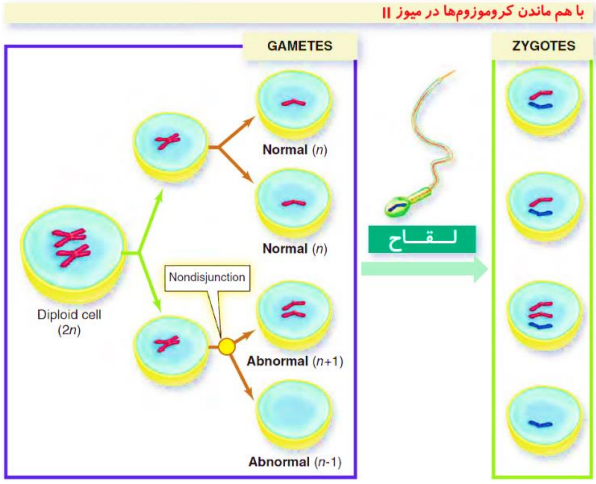
✿ در دوره جنینی، در تخمدان نوزادان دختر تقسیم میوز شروع شده و سلول‌های موجود در تخمدان در پروفاز I متوقف شده‌اند.

✿ تقسیم میوز I برای این سلول‌ها در طی دوره جنسی که پس از بلوغ یعنی حدود ۱۵ سالگی شروع می‌شود ادامه پیدا می‌کند.

✿ تقسیم میوز II تنها در صورتی اتفاق می‌افتد که لقاح شروع شده و غشای اسپرم و غشای تخمک با همدیگر ادغام شده باشد.

✿ گامت‌زایی تا دوره یائسگی (حدود ۵۰ سالگی) به صورت ماهیانه یا هر ۲۸ روز یک بار انجام می‌شود. بنابراین یک تقسیم کامل میوز در زنان حداقل ۱۵ سال و حداکثر ۵۰ سال به طول می‌انجامد! به همین خاطر احتمال آسیب دیدن تخمک‌ها بسیار بالا است.





t.me/MrKonkori



فصل ۷

تولیدمثل

شکل بالا جنین انسان در اواخر دوره حاملگی نشان می‌دهد. این جنین در مایع آمنیون اطراف خود شناور است و از طریق بندناف و جفت با مادر ارتباط دارد.

در سال‌های گذشته با انواع تولیدمثل غیر جنسی و جنسی آشنا شدید. فرایند تولیدمثل جنسی با تولید یاخته‌های جنسی (گامت) همراه است.

نکته مهم: در پروکاریوت‌ها تقسیم دوتایی انجام می‌شود.

در این فصل با دستگاه تولیدمثل در انسان آشنا می‌شوید که با بقیه دستگاه‌های بدن تفاوت دارد. بر خلاف دیگر دستگاه‌های بدن، اگر این دستگاه درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بدن خارج کنیم، زندگی فرد به خطر نمی‌افتد.

ـ به نظر شما اهمیت تولیدمثل در چیست؟ تولید زاده‌های مشابه والدین یا متفاوت از آنها

ـ دستگاه تولیدمثل در انسان شامل چه بخش‌هایی است و با دستگاه تولیدمثل بقیه جانوران چه تفاوت‌هایی دارد؟ دارای بخش‌های مختلفی از جمله بخش تولید کننده گامت‌ها است. این دستگاه در انسان و جانوران دیگر شباهت اساسی دارد.

ـ نقش جانور نر و ماده در تولیدمثل چیست؟ مهم‌ترین نقش آنها به ترتیب تولید گامت‌های نر یا اسپرم‌ها و گامت‌های ماده یا تخمک‌هاست.

اینها بخشی از پرسش‌هایی است که با مطالعه این فصل، به پاسخ آنها می‌رسیم.

نکاتی در مورد انواع تولیدمثل در یوکاریوت‌ها

۱) تولیدمثل غیر جنسی: در این نوع تولیدمثل، وجود یک والد کافی است. در این فرایند، تقسیم میتوز اتفاق می‌افتد. زاده‌های حاصل از لحاظ ژنتیکی کاملاً مشابه همدیگر و مشابه والد خود خواهند بود، به همین خاطر آنها را «کلون» هم می‌گویند.

+ روش‌هایی مانند قلمه زدن، پیوند زدن، قطعه قطعه شدن، جوانه زدن، تکثیر با هاگ‌های غیر جنسی و ... نمونه‌هایی از این نوع تولیدمثل هستند.

x مثال: در آغازیان، قارچ‌ها و گیاهان مشاهده شده و به ندرت در جانوران نیز رخ می‌دهد.

t.me/MrKonkori

۲) تولیدمثل جنسی: در این نوع تولیدمثل، وجود یک یا دو والد ضروری است.

نکته مهم: در این فرایند، همواره تقسیم میوز اتفاق افتاده و گامت ساخته می‌شود، اما همواره لقاح رخ نمی‌دهد.

+ زاده‌های حاصل از لحاظ ژنتیکی هیچ‌گاه مشابه همدیگر و مشابه والد خود نخواهند بود. حالت‌های مختلفی از این شیوه در میان جانداران وجود دارد:

x حالت معمول: در این روش دو فرد (یک فرد نر و یک فرد ماده) در تولیدمثل نقش دارند. در این نوع تولیدمثل، تقسیم میوز و فرایند لقاح رخ می‌دهد تا سلول‌های جنسی یا گامت‌ها و سلول تخم یا زیگوت به وجود بیایند. والد ماده تخمک (در گیاهان تخمزا!) و والد نر اسپرم تولید می‌کنند. این دو سلول در فرایند لقاح با هم ترکیب شده و زیگوت را می‌سازند که با فرایند میتوز منشاء زاده جدیدی می‌شود. زاده جدید هر چند کمی کمتر! از نیمی از ژن‌های خود را از پدر و کمی بیشتر! از نیم دیگر را از مادر دریافت کرده است ولی در عین حال دقیقاً شبیه به هیچ کدام از آنها نیست و یک ترکیب ژنتیکی جدید محسوب می‌شود.

ـ مثال: این روش به فراوانی در اغلب جانوران و به ندرت در گیاهان رخ می‌دهد.

x حالت دگرلقاحی: در این روش دو فرد در تولیدمثل نقش دارند. همانند خودلقاحی و بر خلاف حالت معمول یک فرد که هرمافرودیت یا نر ـ ماده است، قادر به تولید هر دو نوع گامت نر و ماده است، اما این گامت‌ها با گامت‌های فرد دیگری ترکیب شده و زیگوت را می‌سازند.

ـ مثال: این روش در کرم خاکی که نوعی کرم حلقوی است و نیز در برخی از گیاهان رخ می‌دهد.

x حالت خودلقاحی: در این روش فقط یک فرد در تولیدمثل نقش دارد. بر خلاف حالت معمول یک فرد که هرمافرودیت یا نر ـ ماده است، قادر به تولید هر دو نوع گامت است. در این حالت یک والد وجود دارد، این والد، توانایی تولید هر دو نوع گامت نر و ماده را دارد، این گامت‌ها با هم لقاح یافته و زیگوت را به وجود می‌آورند.

ـ مثال: این روش به فراوانی، در اغلب گیاهان رخ می‌دهد.

x حالت بکرزایی: در این روش فقط یک فرد (فقط فرد ماده) در تولیدمثل نقش دارد. در این روش والد ماده به تنهایی با تولید تخمک می‌تواند تولیدمثل نماید. این روش نوعی تولیدمثل جنسی است که بدون وقوع فرایند لقاح و تشکیل زیگوت انجام می‌شود.

ـ دو نوع بکرزایی در کتاب آمده است:

❁ زاده‌های با کاهش کروموزومی: در این روش تخمک تقسیم میتوز انجام داده و به زاده جدید تبدیل می‌شود، که در این صورت زاده جدید نصف تعداد کروموزوم‌های والد را خواهد داشت. مثال این روش تولید زنبور نر توسط ملکه است.

❁ زاده‌های بدون کاهش کروموزومی: در این روش تخمک، ابتدا با گذر از مرحله S اینترفاز و بدون وقوع میتوز و سیتوکینز، کروموزوم‌های خود را دو برابر نموده و پس از تقسیم میتوز، زاده جدید را به وجود می‌آورد. در این حالت دو مجموعه کروموزومی موجود در این زاده کاملاً مشابه خواهند بود. البته برای دو برابر نمودن کروموزوم‌ها، شیوه‌های دیگری هم وجود دارد. مثال این روش تولید بچه مار توسط برخی از مارهای ماده است.

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ دستگاه تولیدمثل در مرد

اجزای (شامل اندام‌های) دستگاه تولیدمثلی مرد را در شکل ۱ می‌بینید. مجموعه اندام‌های این دستگاه وظایف متعددی دارند از جمله:

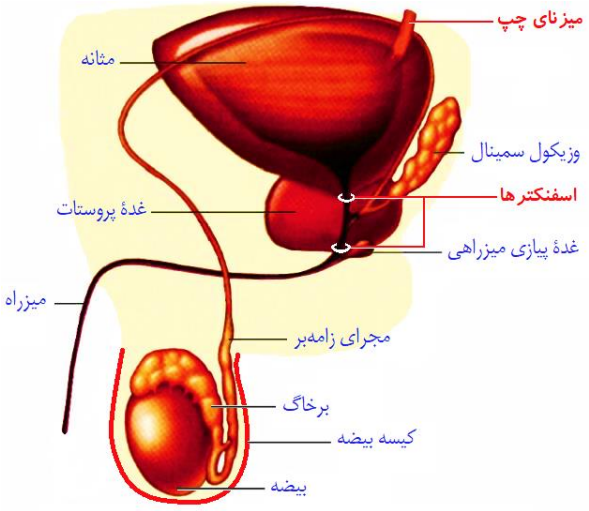
۱ـ تولید **زامه** (اسپرم) با تقسیم میوز و در لوله‌های اسپرم‌ساز موجود در بیضه‌ها

۲ـ ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از زامه‌ها در اپی‌دیدیم واقع در بالا و کناره هر یک از بیضه‌ها

۳ـ انتقال زامه‌ها به خارج از بدن از طریق مجاری اسپرم‌بر و میزراه موجود در طول آلت تناسلی

۴ـ تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) توسط سلول‌های بینابینی واقع در لابه‌لای لوله‌های اسپرم‌بر موجود در بیضه‌ها

کار اصلی این دستگاه، تولید اسپرم یا یاخته جنسی نر یا زامه با تقسیم میوز در فرایندی به نام اسپرم‌زایی است. زامه‌ها در یک جفت خاگ (بیضه) یا همان غدد جنسی نر تولید می‌شوند. بیضه‌ها درون کیسه بیضه قرار دارند. به عبارت دیگر، دو بیضه در درون یک کیسه بیضه قرار دارند. محل طبیعی کیسه بیضه خارج و پایین محوطه شکمی است. قرارگیری کیسه بیضه خارج از محوطه شکمی باعث می‌شود دمای درون آن حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن قرار گیرد.



این دما برای فعالیت بیضه‌ها و تمایز صحیح زامه‌ها ضروری است. به عبارت دیگر می‌توان گفت علاوه بر فرایند اسپرم‌زایی و تمایز اسپرم‌ها، تولید هورمون تستوسترون هم در دمای پایین‌تر از دمای بدن انجام می‌شود. علاوه بر این، وجود شبکه‌ای از رگ‌های کوچک شامل دو سرخرگ ورودی و دو سیاهرگ خروجی در محل ناف! هر یک از بیضه‌ها در کیسه بیضه نیز به تنظیم این دما کمک می‌کند.

بنابراین دو عامل در پایین نگه داشتن دمای بیضه‌ها و تنظیم این دما کمک می‌کنند:

(۱) کیسه بیضه (۲) شبکه‌ای از رگ‌های کوچک در بیضه که از محل ناف بیضه وارد و خارج می‌شوند.

شکل ۱ـ اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد (مثانه جزء آن نیست.)

در هر یک از بیضه‌ها تعداد زیادی لوله‌های پر پیچ و خم به نام لوله‌های زامه‌ساز وجود دارد. درون این لوله‌ها از هنگام بلوغ تا پایان عمر، زامه تولید می‌شود. مراحل تولید زامه یا زامه‌زایی را در شکل ۲ می‌بینید. در بین لوله‌های زامه‌ساز یاخته‌های بینابینی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر یا تستوسترون را بر عهده دارند.

اجزا و اندام‌های دستگاه تولیدمثلی مرد

۱) کار اصلی: تولید اسپرم یا سلول جنسی نر با تقسیم میوز در فرایندی به نام اسپرم‌زایی

۲) بخش‌های مختلف و وظایف اصلی: دستگاه تولید مثل مرد دارای بخش‌های زیر است که هر کدام وظایف خاصی انجام می‌دهند.

+ لوله‌های اسپرم‌ساز موجود در بیضه‌ها: تولید اسپرم با تقسیم میوز
+ اپی‌دیدیم واقع در بالا و کناره هر یک از بیضه‌ها: ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری و بلوغ اسپرم‌ها
+ مجاری اسپرم‌بر و میزراه موجود در طول آلت تناسلی: انتقال اسپرم‌ها به خارج از بدن
+ سلول‌های بینابینی موجود در لابه‌لای لوله‌های اسپرم‌بر موجود در بیضه‌ها: تولید هورمون جنسی مردانه یا تستوسترون

۳) بیضه‌ها یا غدد جنسی نر: کار آنها به عنوان اصلی‌ترین اندام‌های این دستگاه، تولید اسپرم است.

+ موقعیت قرارگیری: هر دو بیضه در درون یک کیسه بیضه قرار دارند. محل طبیعی کیسه بیضه خارج و پایین محوطه شکمی است.
+ دمای درون بیضه‌ها: دمای درون بیضه‌ها حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن است. این دما برای کارهای زیر ضروری است:

x فعالیت بیضه‌ها x تمایز صحیح اسپرم‌ها x تولید هورمون تستوسترون

+ علت پائین آمدن دما: به دو دلیل دمای درون بیضه‌ها پائین‌تر از دمای بدن است:

x قرارگیری بیضه‌ها در درون کیسه بیضه خارج از محوطه شکم

x وجود شبکه‌ای از رگ‌های کوچک شامل دو سرخرگ ورودی و دو سیاهرگ خروجی در محل ناف! هر یک از بیضه‌ها

t.me/MrKonkori

نکات دیگری رابع به دستگاه تولیدمثل مرد

۱) بیضه، اپی‌دیدیم و بخش ابتدایی مجرای اسپرم‌بر که نسبت به بقیه آن قطر بیشتری دارد، در درون کیسه بیضه واقع شده‌اند.

۲) ابتدای اپی‌دیدیم که در بالای بیضه واقع شده و قطورتر از بقیه آن است، از طریق چند رابط با لوله‌های اسپرم‌بر در تماس است.

۳) هر بیضه دارای چندین لوب است که رأس آنها به سمت ناف بیضه ولی قاعده لوب‌ها به سمت بخش قشری بیضه است.

۴) در محل ناف بیضه، شبکه‌ای از رگ‌های کوچک و لوله‌های متصل به اپی‌دیدیم قرار دارند.

۵) در درون هر یک از بیضه‌ها تعداد زیادی لوله‌های پر پیچ و خم به نام لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارد.

۶) درون لوله‌های اسپرم‌ساز بیضه‌ها، از هنگام بلوغ تا پایان عمر، اسپرم تولید می‌شود.

۷) در بین لوله‌های اسپرم‌ساز، سلول‌های بینابینی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر یا تستوسترون را بر عهده دارند.

۸) از هر یک از بیضه‌ها، یک مجرای اسپرم‌بر خارج و به سمت بالا پیش رفته، وارد محوطه شکمی می‌شود.

۹) هر مجرای اسپرم‌بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه، ترشحات غده وزیکول سمینال را دریافت کرده و مجاری انزالی را تشکیل می‌دهند.

۱۰) دو مجرای اسپرم‌بر (منظور مجاری انزالی است!) در زیر مثانه وارد غده پروستات شده و هر کدام جداگانه به میزراه متصل می‌شوند.

۱۱) میزراه از پایین مثانه شروع شده و در ابتدای آن دو اسفنکتر داخلی (صاف و غیر ارادی) و خارجی (مخطط و ارادی) وجود دارند.

۱۲) بخش ابتدایی میزراه، بعد از اسفنکتر داخلی در درون غده پروستات و اسفنکتر خارجی در پائین این غده واقع شده است.

۱۳) در پایین پروستات و بعد از اسفنکتر خارجی میزراه، مجاری خروجی دو غده پیازی ـ میزراهی به میزراه متصل می‌شوند.

۱۴) در طول میزراه دو بخش حجیم وجود دارند. یکی بعد از اتصال غدد پیازی ـ میزراهی و دیگری در انتهای میزراه واقع شده‌اند.

فعالیت ۱ با توجه به شکل ۲ در مورد پرسش‌های زیر با هم گفت‌وگو کنید.

الف) به چه دلیل ابتدا تقسیم رشتمان و سپس تقسیم کاستمان رخ می‌دهد؟ تقسیم میتوز برای افزایش تعداد سلول‌ها، تقسیم میوز برای تولید گامت

ب) در انسان زامیاخته اولیه (اسپرماتوسیت اولیه)، ثانویه (اسپرماتوسیت ثانویه) و زامیاختک (اسپرماتید) از لحاظ فامتنی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

+ اسپرماتوسیت اولیه حاصل میتوز است، پس همانند اسپرماتوگونی دیپلوئید است، اما بر خلاف آن دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است.

+ اسپرماتوسیت ثانویه حاصل میوز I است، پس هاپلوئید بوده ولی دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است.

+ اسپرماتید حاصل میوز II است، پس هاپلوئید و همانند اسپرم دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است.

پ) زامیاختک (اسپرماتید) و زامه (اسپرم) با هم چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی دارند؟

+ شباهت: هر دو هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

+ تفاوت: دو نوع اسپرماتید وجود دارد، بدون دم و دارای دم، هر دو دارای سیتوپلاسم هستند ولی اسپرم‌ها همواره دارای دم و سیتوپلاسم خیلی کمی هستند.

زامه‌زایی (اسپرم‌زایی)

از دوره جنینی، بافت پوششی دیواره لوله‌های زامه‌ساز، دارای دو نوع سلول است:

۱) یاخته‌های کوچک‌تر، دیپلوئید و زاینده‌ای دارد که به این یاخته‌ها **زامه‌زا** (**اسپرماتوگونی**) گفته می‌شود. این یاخته‌ها که نزدیک سطح خارجی لوله‌ها قرار گرفته‌اند، بعد از بلوغ تا پایان عمر! ابتدا با رشتمان تقسیم می‌شوند. یکی از یاخته‌های حاصل از هر بار رشتمان که اسپرماتوگونی جدید نامیده می‌شود، در لایه زاینده می‌ماند که لایه زاینده حفظ شود. یاخته دیگر که **زامیاخته** (**اسپرماتوسیت**) **اولیه** نام دارد، می‌تواند تقسیم میوز را آغاز نماید و با تشکیل تتراد و تقسیم کاستمان ۱ دو یاخته نامشابه از نظر ژنتیکی به نام **زامیاخته ثانویه** تولید می‌کند. بدیهی است، این یاخته‌ها تک‌لادند، ولی فامتن‌های آن مضاعف شده‌اند.

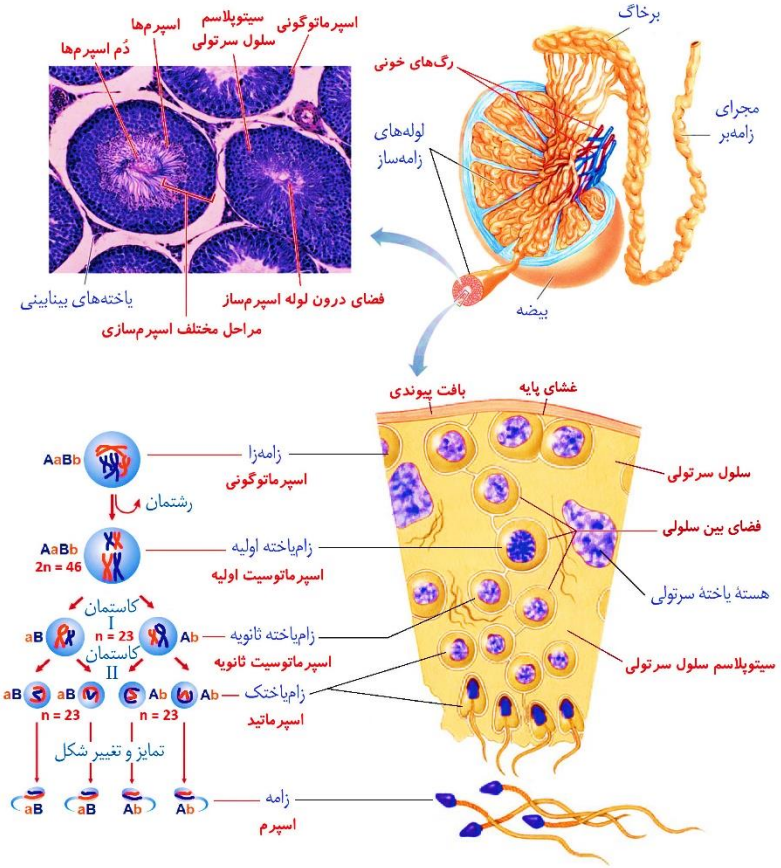
+ هر کدام از این یاخته‌ها با انجام کاستمان ۲، دو **زامیاختک** (**اسپرماتید**) مشابه از نظر ژنتیکی ایجاد می‌کند. بدیهی است، این یاخته‌ها نیز تک‌لادند اما فامتن‌های آنها مضاعف شده نیستند. بنابراین، از یک یاخته زامیاخته اولیه، چهار زامیاختک حاصل می‌شود که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند. هر یک از این سلول‌ها با انجام تغییراتی به یک اسپرم تبدیل می‌شوند. لازم به ذکر است اسپرماتیدها از نظر شکل هم دو نوع هستند: بدون تاژک و تاژک‌دار! تمایز زامه‌ها در دیواره لوله از خارج به سمت وسط لوله اسپرم‌ساز انجام می‌شود. همه یاخته‌های زاینده به همین صورت عمل می‌کنند تا تعداد زیادی زامه درون لوله‌های زامه‌ساز تولید شود. در حین حرکت زامیاختک‌ها به سمت وسط لوله‌های زامه‌ساز تغییر شکل و تمایزی در آنها رخ می‌دهد تا به **زامه** تبدیل شوند.

t.me/MrKonkori

به این صورت که (۱) یاخته‌ها که در مراحل اولیه میوز و حتی میتوز به وسیله باریکه‌های سیتوپلاسمی به همدیگر متصل بودند، از هم جدا و (۲) تاژک‌دار می‌شوند؛ (۳) سپس مقدار زیادی از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. (۴) هسته آنها فشرده شده از حالت کروی به دوکی‌شکل تغییر می‌کند و در سر زامه به صورت مجزا قرار می‌گیرد و (۵) یاخته حالت کشیده پیدا می‌کند. اسپرم‌ها پس از کامل شدن در فضای درون لوله‌های اسپرم‌ساز می‌افتند.

۲) در کل ضخامت دیواره این لوله‌ها، سلول‌های خیلی بزرگی به نام سلول‌های سرتولی دارد.

+ **یاخته‌های سرتولی** بسیار بزرگ که در دیواره لوله‌های زامه‌ساز وجود دارند با ترشحات خود تمایز زامه‌ها را هدایت می‌کنند. این یاخته‌ها در همه مراحل زامه‌زایی، (۱) پشتیبانی و (۲) تغذیه یاخته‌های جنسی و نیز (۳) بیگانه‌خواری باکتری‌ها را بر عهده دارند (شکل ۲).



شکل ۲ـ بیضه و مراحل تولید زامه

نکاتی در مورد فرایند اسپرماتوژنز یا اسپرم‌زایی

لوله‌های اسپرم‌ساز: از دوره جنینی، بافت پوششی دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز، دارای دو نوع سلول است:

سلول‌های سرتولی: خیلی بزرگ بوده و کل ضخامت دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز را در بر می‌گیرند. وظایف سلول‌های سرتولی عبارتند از:

۱) سلول‌های بسیار بزرگ سرتولی با ترشحات خود تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند.

۲) سلول‌های سرتولی در همه مراحل اسپرم‌زایی، پشتیبانی و تغذیه سلول‌های جنسی را بر عهده دارند.

۳) سلول‌های سرتولی همانند سلول‌های بیگانه‌خوار در فرایند بیگانه‌خواری باکتری‌ها شرکت می‌کنند.

+ علاوه بر نوتروفیل‌های خون، ماکروفاژها، سلول‌های دندریتی و ماستوسیت‌های بافتی، سلول‌های سرتولی هم بیگانه‌خواری و فاگوسیتوز انجام می‌دهند.

+ می‌توان گفت منشاء همه انواع سلول‌های بیگانه‌خوار از بافت پیوندی مغز استخوان است، به جز سلول‌های سرتولی که منشاء پوششی دارند!

سلول‌های اسپرماتوگونی: خیلی کوچک‌تر بوده و نزدیک سطح خارجی لوله‌های اسپرم‌ساز واقع شده‌اند. سرنوشت سلول‌های اسپرماتوگونی به صورت زیر است:

۱) سلول‌های اسپرماتوگونی دیپلوئید ابتدا تک‌کروماتیدی و سپس دوکروماتیدی هستند و بعد از بلوغ تا پایان عمر! با فرایند میتوز تقسیم می‌شوند.

۲) یکی از سلول‌های حاصل از هر بار میتوز که اسپرماتوگونی جدید نامیده می‌شود، در لایه زاینده می‌ماند تا لایه حفظ شود.

۳) سلول دیگر که بعد از همانندسازی DNA اسپرماتوسیت اولیه نام دارد، تقسیم میوز را آغاز می‌کند.

۴) نکته جالب این‌که همه اسپرماتوگونی‌ها و اسپرماتوسیت‌های اولیه از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند!

۵) سلول‌های اسپرماتوگونی فقط توانایی تقسیم میتوز دارند. در حالی‌که اسپرماتوسیت‌های اولیه فقط توانایی انجام میوز دارند.

t.me/MrKonkori

۶) پس از هر بار تقسیم میتوز سلول‌های اسپرماتوگونی ثابت می‌مانند، ولی سلول‌های اسپرماتوسیت اولیه افزایش می‌یابند.

۷) اسپرماتوسیت اولیه با تشکیل تتراد و انجام میوز I دو سلول نامشابه از نظر ژنتیکی به نام اسپرماتوسیت ثانویه تولید می‌کند.

۸) بدیهی است، اسپرماتوسیت‌های ثانویه هاپلوئید هستند، ولی کروموزوم‌های آن دوکروماتیدی یا مضاعف شده هستند.

۹) هر کدام از اسپرماتوسیت‌های ثانویه با انجام میوز II، دو اسپرماتید مشابه از نظر ژنتیکی ایجاد می‌کنند.

۱۰) اسپرماتیدها هاپلوئید بوده اما کروموزوم‌های آنها تک‌کروماتیدی و غیر مضاعف شده هستند.

۱۱) از یک اسپرماتوسیت اولیه، چهار اسپرماتید حاصل می‌شود که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند.

+ اسپرماتیدها از نظر شکل هم دو نوع هستند:

x اسپرماتیدهای بدون تاژک که هنوز فاقد آکروزوم هستند.

x اسپرماتیدهای دارای تاژک که دارای آکروزوم هستند!

+ هر یک از اسپرماتیدها با انجام تغییراتی به یک اسپرم تمایز می‌یابند. این تغییرات به ترتیب عبارتند از:

۱) جدا شدن باریکه‌های سیتوپلاسمی سلول‌ها از یکدیگر

۲) ساخته شدن تاژک بلند به صورت یک دم توسط سلول‌ها

۳) از دست رفتن مقدار زیادی از سیتوپلاسم سلول‌ها

۴) فشرده شدن هسته سلول‌ها و تغییر شکل آن از حالت کروی به دوکی شکل

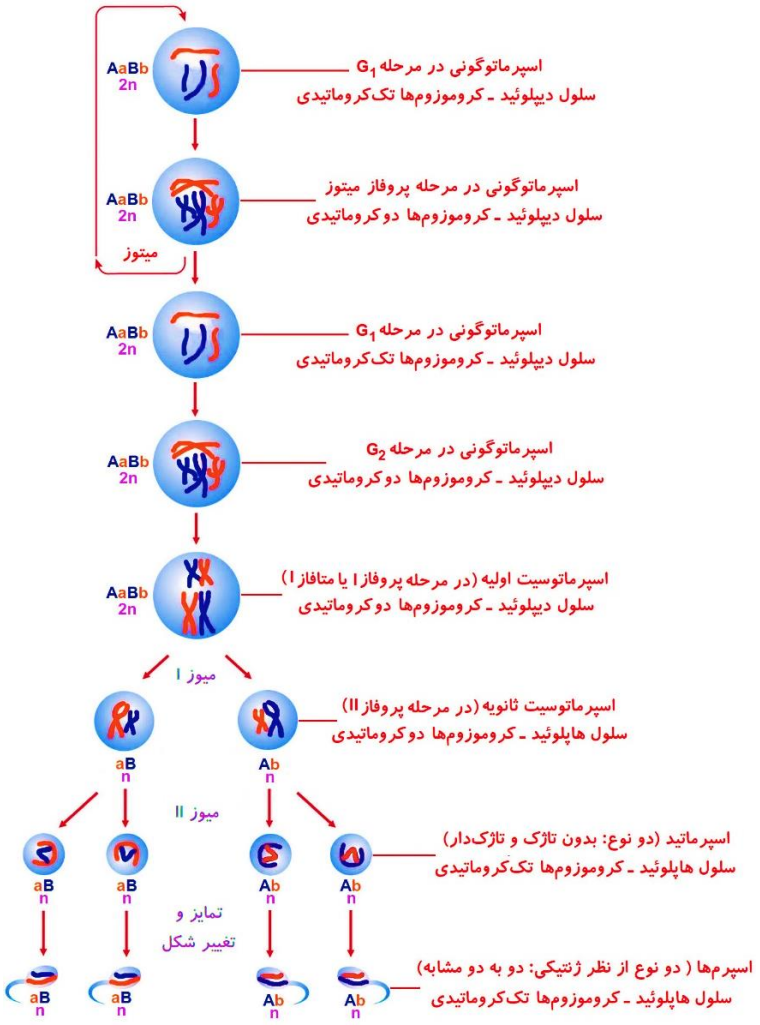
۵) قرار گرفتن هسته سلول در سر اسپرم به صورت مجزا

۶) تغییر شکل سلول‌ها از حالت تقریباً کروی به حالت کشیده

+ اسپرم‌ها پس از کامل شدن در فضای درون لوله‌های اسپرم‌ساز می‌افتند.

+ تمایز اسپرم‌ها در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز از خارج به سمت وسط لوله انجام می‌شود.

+ همه سلول‌های زاینده یا اسپرماتوگونی‌ها به همین صورت عمل می‌کنند تا تعداد زیادی اسپرم تولید شود.



t.me/MrKonkori

ساختار زامه

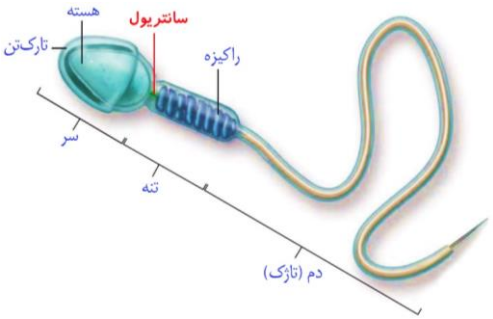
زامه‌ها سه قسمت (۱) سر، (۲) تنه و (۳) دم دارند (شکل ۳).

+ سر دارای یک هسته بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و کیسه‌ای پر از آنزیم یا نوعی لیزوزوم به نام **تارک‌تن** (**آکروزوم**) است. تارک‌تن کلاه مانند بوده و در جلوی هسته قرار دارد. بدیهی است، آکروزوم که در اسپرماتیدهای تاژک‌دار! هم کمابیش قابل مشاهده است، درون سیتوپلاسم و زیر غشای سلولی واقع شده است! آنزیم‌های درون آکروزوم به زامه کمک می‌کنند تا بتواند در لایه‌های حفاظت کننده گامت ماده (تخمک) نفوذ کند.

+ در تنه یا قطعه میانی تعداد زیادی راکیزه (میتوکندری) وجود دارد.

به نظر شما وجود راکیزه زیاد در اینجا چه اهمیتی دارد؟ تأمین انرژی لازم برای حرکت اسپرم

+ دم که از یک تاژک بلند تشکیل شده است و بر اساس شکل کتاب انتهای آن فاقد غشاء است! با حرکات شلاقی خود، زامه را به جلو می‌راند.



شکل ۳ - ساختار زامه انسان

نکاتی در مورد ساختار اسپرم

بخش‌های مختلف اسپرم: عبارتند از سه قسمت سر، تنه و دم

۱) بخش سر: دارای یک هسته بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و نوعی لیزوزوم یعنی کیسه‌ای پر از آنزیم به نام آکروزوم است.

+ آکروزوم ساختاری کلاه مانند بوده و در جلوی هسته قرار دارد.

+ آکروزوم درون سیتوپلاسم و در زیر غشای سلولی واقع شده است!

+ آکروزوم که در اسپرماتیدهای تاژک‌دار! هم کمابیش قابل مشاهده است.

+ آنزیم‌های درون آکروزوم به اسپرم کمک می‌کنند تا بتواند در لایه‌های حفاظت کننده تخمک (البته فقط داخلی یا لایه ژله‌ای آن) نفوذ کند.

x برای نفوذ به درون لایه خارجی یا لایه سلول‌های فولیکولی، حرکات شلاق مانند دم اسپرم کافی است.

۲) تنه یا قطعه میانی: در آن تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد.

+ این اندامک‌ها انرژی لازم برای حرکت اسپرم را فراهم می‌کنند.

۳) بخش دم: که از یک تاژک بلند تشکیل شده است و بر اساس شکل کتاب انتهای آن فاقد غشاء است!

+ این بخش با حرکات شلاقی خود، اسپرم را به جلو می‌راند.

x نکته پالشی: تاژک همواره باعث حرکت سلول نمی‌شود. مثلاً در اسفنج‌ها و هیدر، تاژک باعث به حرکت درآوردن مواد اطراف سلول‌ها می‌شود.

اندام‌های ضمیمه (کمکی)

+ اپی‌دیدیم: پس از تولید زامه در لوله‌های زامه‌ساز، آنها از بیضه خارج و به درون لوله‌ای پیچیده و طویل به نام **برخاگ** (**اپی‌دیدیم**) منتقل می‌شوند. این زامه‌ها با این‌که دارای وسیله حرکتی یعنی دم هستند، ابتدا قادر به حرکت نیستند و باید حداقل ۱۸ ساعت در آنجا بمانند تا توانایی حرکت در آنها ایجاد شود.

نکته پالشی: بر اساس کتاب، اپی‌دیدیم جزء بیضه محسوب نمی‌شود! هر چند اپی‌دیدیم به همراه بیضه و بخش ابتدایی مجرای اسپرم‌بر در درون کیسه بیضه واقع شده‌اند.

+ مجرای اسپرم‌بر: سپس زامه‌ها وارد مجرای طویلی به نام مجرای **زامه‌بر** (**اسپرم‌بر**) می‌شوند. از هر بیضه یک مجرای زامه‌بر خارج و وارد محوطه شکمی می‌شود.

+ غدد وزیکول سمینال: هر کدام از مجراهای زامه‌بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه، ابتدا ضخیم شده و هر کدام به طور مستقل! ترشحات غده **وزیکول سمینال** را دریافت می‌کند. البته در این صورت به آنها مجاری انزالی می‌گویند! لازم به ذکر است که در فرد دو غده وزیکول سمینال وجود دارد! این غدد، مایعی غنی از مونوساکاریدی به نام فروکتوز را به زامه‌ها اضافه می‌کنند. فروکتوز انرژی لازم برای تنفس سلولی و تولید ATP به منظور حرکت دم و در نتیجه فعالیت زامه‌ها را فراهم می‌کند.

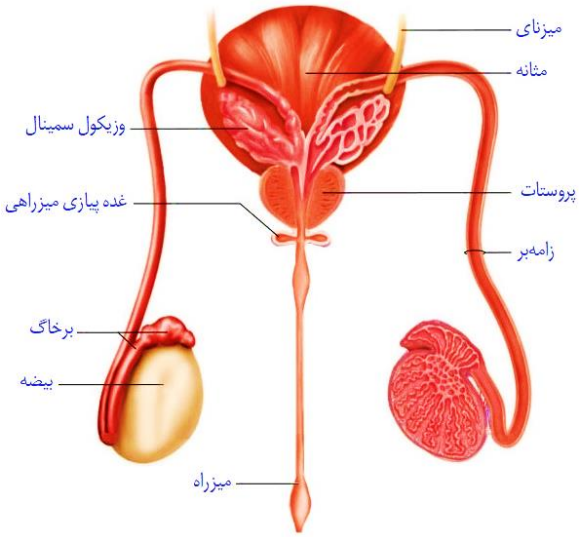
+ غده پروستات: دو مجرای زامه‌بر در زیر مثانه وارد غده **پروستات** شده به میزراه که از مثانه آمده است، متصل می‌شوند. غده پروستات در انسان به اندازه یک گردو است و حالتی اسفنجی دارد. این غده با ترشح مایعی شیری رنگ و قلیایی به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور زامه به سمت گامت ماده، یعنی در بدن فرد ماده! کمک می‌کند.

t.me/MrKonkori

+ غدد پیازی ـ میزراهی: بعد از پروستات، یک جفت غده به نام غدد **پیازی ـ میزراهی** نیز به میزراه متصل می‌شوند. این غده‌ها که به اندازه نخودفرنگی‌اند، ترشحات قلیایی و روان‌کننده‌ای را به مجرای میزراه اضافه می‌کنند. این ماده نیز در خنثی کردن مواد اسیدی موجود در میزراه یعنی در بدن فرد نر! کمک می‌کند. (شکل ۴).

به مجموع ترشحات سه نوع غده یاد شده که زامه‌ها را از طریق میزراه به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، **مایع منی** گفته می‌شود.

نکته سوپر پالشی: بر اساس کتاب می‌توان گفت اسپرم‌ها جزء مایع منی به حساب نمی‌آیند!



شکل ۴ـ مسیر عبور زامه (از نمای پشتی مثانه)

نکاتی در مورد اندام‌های کمکی یا اندام‌های ضمیمه دستگاه تولیدمثلی مرد

مسیر حرکت اسپرم‌ها

۱) پس از تولید اسپرم در لوله‌های اسپرم‌ساز، اسپرم‌ها از بیضه خارج و به درون لوله‌ای پیچیده و طویل به نام اپی‌دیدیم منتقل می‌شوند.

+ بر اساس کتاب اپی‌دیدیم جزء بیضه محسوب نمی‌شود! هر چند این ساختار به همراه بیضه و بخش ابتدایی مجرای اسپرم‌بر در درون کیسه بیضه واقع شده‌اند.
+ اسپرم‌ها با این‌که وسیله حرکتی یعنی دم دارند، ابتدا قادر به حرکت نیستند و باید حداقل ۱۸ ساعت در اپی‌دیدیم بمانند تا توانایی حرکت در آنها ایجاد شود.
+ بعد از کسب این توانایی، اسپرم‌ها هم‌چنان بی‌حرکت باقی می‌مانند، زیرا سوخت مصرفی برای تولید انرژی یا ATP را در اختیار ندارند.
+ این سوخت که از قند فروکتوز تأمین می‌شود، در مسیر خروج اسپرم‌ها از بدن، توسط یک جفت غده به نام وزیکول سمینال به آنها اضافه می‌شود.

۲) بعد از عبور از اپی‌دیدیم، اسپرم‌ها وارد مجرای طویلی به نام مجرای اسپرم‌بر می‌شوند.

+ از هر بیضه یک مجرای اسپرم‌بر خارج و وارد محوطه شکمی می‌شود.

۳) هر کدام از مجراهای اسپرم‌بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه، ابتدا ضخیم شده و هر کدام به طور مستقل! ترشحات غده وزیکول سمینال را دریافت می‌کند.

+ در هر فرد مذکر دو عدد غده وزیکول سمینال وجود دارد!
+ غدد وزیکول سمینال، مایعی غنی از مونوساکاریدی به نام فروکتوز را به اسپرم‌ها اضافه می‌کنند.
+ فروکتوز انرژی لازم برای تنفس سلولی و تولید ATP به منظور حرکت دم و در نتیجه فعالیت اسپرم‌ها را فراهم می‌کند.
  x بعد از اضافه شدن ماده فروکتوز به اسپرم‌ها، این سلول‌ها هم‌چنان در بدن فرد نر بی حرکت باقی می‌مانند!
  x اسپرم‌ها بعد از خروج از بیضه و ماندن در اپی‌دیدیم توانایی حرکت پیدا می‌کنند.
  x سوخت مورد نیاز آنها یعنی قند فروکتوز هم از طریق غدد وزیکول سمینال به آنها اضافه می‌شود.
  x فقط بعد از خروج از بدن فرد نر با دریافت اکسیژن از محیط و انجام تنفس سلولی و تولید ATP شروع به حرکت می‌کنند.

۴) دو مجرای اسپرم‌بر در زیر مثانه وارد غده پروستات شده و به میزراه که از مثانه آمده است، متصل می‌شوند.

+ غده پروستات در انسان به اندازه یک گردو است و حالتی اسفنجی دارد.
+ پروستات با ترشح مایعی شیری رنگ و قلیایی به خنثی کردن مواد اسیدی مسیر عبور اسپرم به سمت تخمک، یعنی در بدن فرد ماده! کمک می‌کند.

۵) بعد از پروستات، یک جفت غده به نام پیازی ـ میزراهی نیز به میزراه متصل می‌شوند.

+ هر یک از غدد پیازی ـ میزراهی به اندازه یک نخودفرنگی هستند.
+ غدد پیازی ـ میزراهی با ترشحات قلیایی و روان‌کننده خود، به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در میزراه، یعنی در بدن فرد نر! کمک می‌کنند.

مقایسه مایع منی و منی

۱) مایع منی: به مجموع ترشحات غدد وزیکول سمینال، غده پروستات و غدد پیازی ـ میزراهی که اسپرم‌ها را از طریق میزراه به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، مایع منی گفته می‌شود.

t.me/MrKonkori

+ بنابراین بر اساس متن کتاب، می‌توان گفت اسپرم‌ها جزء مایع منی به حساب نمی‌آیند!

۲) منی: از ترکیب اسپرم‌ها و مایع منی به وجود می‌آید.

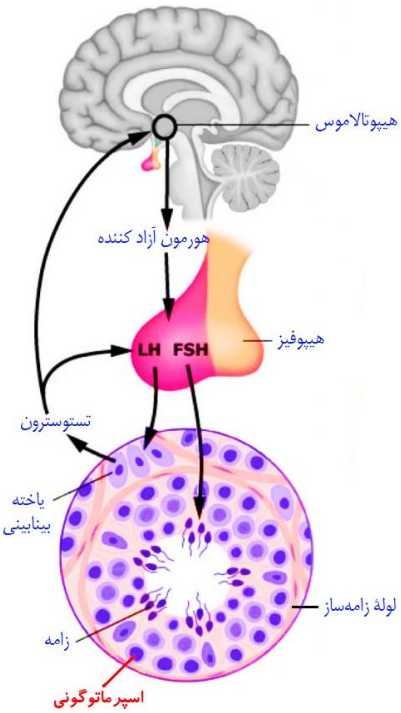
فعالیت ۳

الف) با توجه به شکل ۴ مسیر عبور زامه را مشخص کنید. (۱) لوله‌های اسپرم‌ساز موجود در بیضه‌ها (۲) اپی‌دیدیم (۳) مجرای اسپرم‌بر (۴) دریافت ترشحات غدد وزیکول سمینال به صورت مستقل (۵) ورود مجاری اسپرم‌بر به صورت مستقل به پروستات و متصل شدن آنها به میزراه (۶) دریافت ترشحات غده پروستات (۷) عبور از طریق ابتدای مجرای میزراه (۸) دریافت ترشحات غدد پیازی ـ میزراهی (۹) عبور از طریق ادامه میزراه

ب) با توجه به ترکیبات مایع منی و وجود تعداد زیادی زامه در آن، برای جلوگیری از بعضی از بیماری‌ها مثل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات بهداشتی را باید رعایت کرد؟ در این رابطه اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید. با توجه به این‌که ترکیب مایع منی محیط مناسبی برای رشد میکروب‌ها است، برای جلوگیری از ورود و رشد میکروب‌ها به ویژه بعد از خروج اسپرم‌ها رعایت نکات بهداشتی ضروری است.

هورمون‌ها فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد را تنظیم می‌کنند

همان‌طور که در فصل‌های قبل خواندید از بخش پیشین زیرمغزی، دو هورمون محرک غدد جنسی ترشح می‌شود: «FSH» و «LH». اگرچه نام این هورمون‌ها به فعالیت آنها در جنس ماده مرتبط است، اما وجود آنها برای فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد نیز ضروری است.



+ هورمون FSH: در مردان، FSH یاخته‌های سرتولی را تحریک می‌کند تا تمایز زامه را تسهیل کنند.

+ هورمون LH: LH، یاخته‌های بینابینی را تحریک می‌کند تا هورمون تستوسترون را ترشح کنند.

نکته مهم: بنابراین می‌توان گفت گیرنده این دو نوع هورمون به ترتیب، بر روی غشای سلول‌های سرتولی و بینابینی قرار گرفته است!

همان‌طور که می‌دانید تستوسترون ضمن (۱) تحریک رشد اندام‌های جنسی و (۲) زامه‌زایی باعث (۳) بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل الف) بم شدن صدا، ب) روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن، ج) رشد ماهیچه‌ها و د) رشد استخوان‌ها.

تنظیم میزان ترشح این هورمون‌ها با سازوکار بازخورد منفی انجام می‌شود (شکل ۵).

همان‌طور که در شکل هم دیده می‌شود، هورمون تستوسترون همزمان با اثر بر هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس این بازخورد منفی را انجام می‌دهد.

شکل ۵ ـ تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد

نکاتی در مورد دستگاه تولیدمثل در مردان

۱) از پایانه آکسونی نورون‌های هیپوتالاموس یک نوع هورمون آزادکننده به فضای بین سلولی ترشح می‌شود.

+ بدیهی است برای جلوگیری از ترشح هورمون‌های محرک غدد جنسی نیز یک نوع هورمون مهارکننده هم ترشح می‌شود.

۲) هورمون آزادکننده از طریق مویرگ‌های موجود در هیپوتالاموس به سیاهرگ باب هیپوفیزی و سپس هیپوفیز پیشین می‌رود.

+ همان‌طور که می‌دانیم این هورمون برای رسیدن به اندام هدف نیاز به عبور از قلب ندارد!

۳) هیپوفیز پیشین تحت تأثیر این هورمون آزادکننده دو نوع هورمون محرک غدد جنسی به نام‌های «FSH» و «LH» ترشح می‌کند.

+ نام این هورمون‌ها به فعالیت آنها در جنس ماده مرتبط است، اما وجود آنها برای فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد نیز ضروری است.

۴) هورمون FSH در مردان سلول‌های سرتولی را تحریک می‌کند تا تمایز اسپرم‌ها را تسهیل کنند.

+ گیرنده هورمون FSH بر روی غشای سلول‌های سرتولی قرار گرفته است!

۵) هورمون LH نیز در مردان سلول‌های بینابینی را تحریک می‌کند تا هورمون تستوسترون را ترشح کنند.

+ گیرنده هورمون LH بر روی غشای سلول‌های بینابینی قرار گرفته است!

+ هورمون تستوسترون کارهای زیر را انجام می‌دهد:

ـ تحریک رشد اندام‌های جنسی

t.me/MrKonkori

ـ تحریک فرایند اسپرم‌زایی

ـ بروز صفات ثانویه جنسی در مردان مانند الف) بم شدن صدا ب) روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن ج) رشد ماهیچه‌ها د) رشد استخوان‌ها

۶) با توجه به اینکه هورمون LH با تأثیر بر روی سلول‌های بینابینی باعث تولید و ترشح هورمون تستوسترون می‌شود و از طرفی هورمون تستوسترون نیز سبب تحریک فرایند اسپرم‌زایی می‌شود، پس می‌توان گفت هورمون LH به طور غیر مستقیم در فرایند اسپرم‌زایی نقش دارد.

+ بدیهی است هورمون FSH به طور مستقیم در فرایند اسپرم‌زایی مؤثر است.

۷) علاوه بر هورمون‌های LH، FSH و تستوسترون، هورمون پرولاکتین در مردان نیز در تنظیم فعالیت‌های تولیدمثل نقش ایفا می‌کند.

+ همان طور که می‌دانیم هورمون پرولاکتین در زنان سبب تولید شیر در پستان‌ها می‌شود.

+ به علاوه هورمون پرولاکتین در فعالیت‌های دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب نیز در هر دو جنس نقش دارد.

۸) تنظیم میزان ترشح هورمون‌های فوق با سازوکار بازخورد منفی انجام می‌شود.

+ هورمون تستوسترون همزمان با اثر بر هیپوفیز پیشین و هیپوتالاموس این بازخورد منفی را انجام می‌دهد.

ـ هنگام کاهش (↓) میزان هورمون تستوسترون: دو رویداد اتفاق می‌افتد.

x از یک طرف کاهش میزان تستوسترون با تأثیر بر روی هیپوتالاموس باعث افزایش ترشح هورمون آزادکننده می‌شود. هورمون آزادکننده با اثر بر روی هیپوفیز پیشین باعث افزایش ترشح هورمون‌های FSH و LH می‌شود. افزایش هورمون LH با تأثیر بر روی سلول‌های بینابینی باعث افزایش (↑) ترشح تستوسترون می‌شوند.

x از طرف دیگر کاهش (↓) میزان تستوسترون به طور مستقیم با تأثیر بر روی هیپوفیز پیشین باعث افزایش ترشح فقط هورمون LH و به دنبال آن افزایش (↑) ترشح تستوسترون می‌شود.

ـ هنگام افزایش میزان هورمون تستوسترون: مراحلی که در بالا گفته شده‌اند برعکس اتفاق می‌افتند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ دستگاه تولیدمثل در زن

همان طور که در شکل ۶ می‌بینید، این دستگاه شامل اندام‌هایی است که مجموعاً نقش‌های زیر را بر عهده دارند.

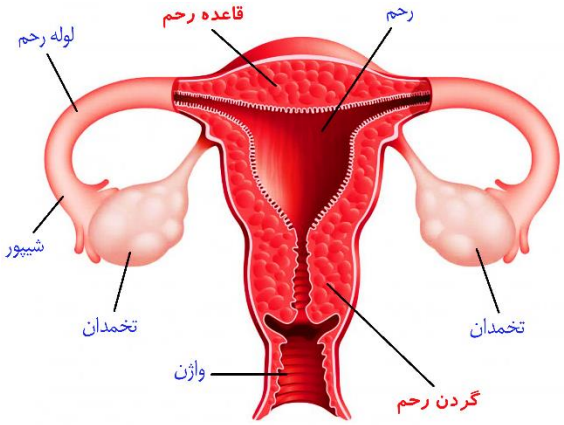
۱ـ تولید یاخته جنسی ماده (تخمک) به وسیله تخمدان‌ها

۲ـ انتقال یاخته‌های جنسی ماده به سمت رحم به وسیله لوله‌های فالوپ

۳ـ ایجاد شرایط مناسب برای لقاح زامه و تخمک به وسیله لوله‌های فالوپ

۴ـ حفاظت و تغذیه جنین در صورت تشکیل به وسیله دیواره داخلی رحم

۵ـ تولید هورمون‌های جنسی زنانه یا استروژن و پروژسترون به وسیله تخمدان‌ها



تخمدان‌ها: غدد جنسی ماده‌اند که درون محوطه شکم که بخشی از سلوم است، قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی و ماهیچه‌ای به دیواره خارجی رحم متصل‌اند.

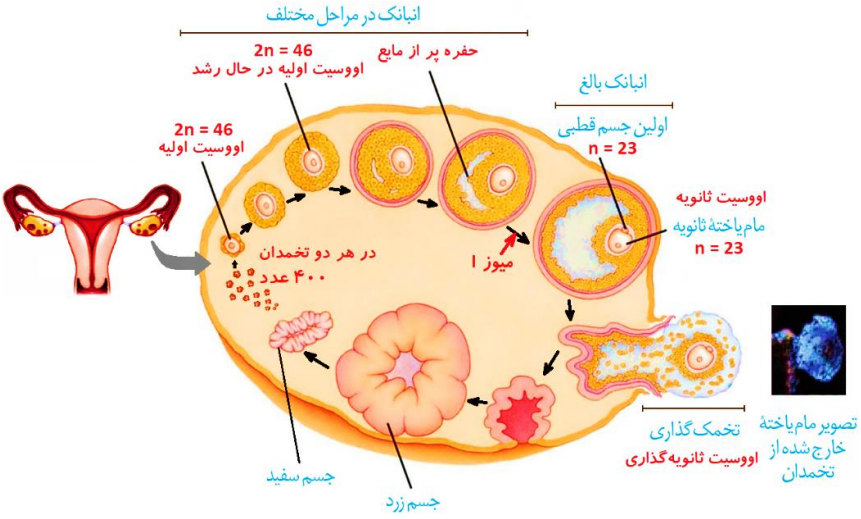
نکته پالشی: به عبارت دیگر می‌توان گفت تخمدان‌ها در تماس مستقیم با لوله‌های فالوپ نبوده، اما در تماس مستقیم با لایه خارجی رحم قرار دارند.

شکل ۶- دستگاه تولیدمثل در زن

ساختار تخمدان با بیضه تفاوت دارد. درون آن لوله‌های پیچ‌درپیچ وجود ندارد.

در دوران جنینی در درون تخمدان‌های جنین دختر، تعداد زیادی سلول اووگونی وجود دارد که همانند سلول‌های اسپرماتوگونی نیمی از سلول‌های حاصل از میتوز آنها، تقسیم میوز را شروع می‌کنند و در مرحله پروفاز I متوقف شده و اووسیت اولیه نامیده می‌شوند.

درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون **مام‌یاخته** (**اووسیت**) اولیه وجود دارد. هر مام‌یاخته را یاخته‌های تغذیه کننده به نام سلول‌های فولیکولی احاطه می‌کنند. به مجموعه آنها **انبانک** (**فولیکول**) گفته می‌شود. پس از تولد، تعداد انبانک افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از فولیکول‌ها (مام‌یاخته‌ها و یاخته‌های تغذیه کننده اطراف آنها) از بین می‌روند. تغییراتی را که در تخمدان رخ می‌دهد در شکل ۷ می‌بینید.



شکل ۷ـ تخمدان و تغییرات آن در دوره جنسی

علاوه بر (۱) تخمدان‌ها، بخش‌های دیگر دستگاه تولیدمثل در زن شامل (۲) رحم، (۳) لوله‌های رحم یا لوله‌های فالوپ، (۴) گردن رحم و (۵) واژن هستند.

رحم، اندام کیسه مانند، گلابی شکل و ماهیچه‌ای است که جنین درون دیواره آن، رشد و نمو می‌یابد. دیواره داخلی رحم یا لایه مخاطی آن، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می‌شود.

قاعده رحم یعنی بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آنها **لوله‌های رحم** (**لوله‌های فالوپ**) می‌گویند. انتهای این لوله‌ها، شیپور مانند و دارای زوائدی انگشت مانند است. پوشش داخل لوله‌های رحم مخاطی و مژک‌دار است. زنش مژک‌های آن، مام‌یاخته را به سمت رحم می‌رانند.

تخمک‌ها بر خلاف اسپرم‌ها که با تاژک حرکت می‌کنند، وسیله حرکتی ندارند. حرکت تخمک‌ها به صورت غیر فعال و به وسیله زایده‌های انگشت مانند انتهای شیپور فالوپ، مژک‌های سلول‌های لایه مخاطی لوله‌های فالوپ و حرکات کرمی ماهیچه‌های صاف این لوله‌ها انجام می‌شود.

بخش پایین رحم، باریک‌تر شده که به آن **گردن رحم** می‌گویند. این قسمت به داخل واژن باز می‌شود.

واژن محل ورود اسپرم‌ها یا یاخته‌های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است. لایه داخلی واژن نیز مانند رحم و لوله‌های فالوپ دارای چین‌خوردگی است!

t.me/MrKonkori

اجزا و اندام‌های دستگاه تولیدمثلی زن

کار اصلی این دستگاه: تولید تخمک یا سلول جنسی ماده با تقسیم میوز در فرایندی به نام تخمک‌زایی

بخش‌های مختلف و وظایف اصلی آنها: این دستگاه شامل تخمدان‌ها، رحم، لوله‌های رحم یا لوله‌های فالوپ، گردن رحم و واژن است.

۱) تولید سلول جنسی ماده یا تخمک به وسیله تخمدان‌ها

۲) انتقال سلول‌های جنسی ماده به سمت رحم به وسیله لوله‌های فالوپ

۳) ایجاد شرایط مناسب برای لقاح اسپرم و تخمک به وسیله لوله‌های فالوپ

۴) حفاظت و تغذیه جنین در صورت تشکیل به وسیله دیواره داخلی رحم

۵) تولید هورمون‌های جنسی زنانه یا استروژن و پروژسترون به وسیله تخمدان‌ها

تخمدان‌ها: غدد جنسی ماده که درون محوطه شکم یا بخشی از سلوم است، قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی و ماهیچه‌ای به دیواره خارجی رحم متصل هستند.

+ به عبارت دیگر می‌توان گفت تخمدان‌ها در تماس مستقیم با لوله‌های فالوپ نبوده، اما در تماس مستقیم با لایه خارجی رحم قرار دارند.

ساختار تخمدان: بر خلاف بیضه، درون تخمدان لوله‌های پیچ‌درپیچ وجود ندارد. تخمدان دارای ویژگی‌های زیر است:

۱) در درون تخمدان‌های جنین، تعدادی اووگونی وجود دارد که همانند اسپرماتوگونی‌ها نیمی از سلول‌های حاصل از میتوز آنها، تقسیم میوز را شروع می‌کنند.

۲) این سلول‌ها در مرحله پروفاز I متوقف شده و اووسیت اولیه نامیده می‌شوند.

+ در واقع در درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون اووسیت اولیه وجود دارد.

+ هر اووسیت اولیه را سلول‌های پیکری و تغذیه کننده به نام سلول‌های فولیکولی احاطه می‌کنند.

+ به مجموع اووسیت اولیه و سلول‌های پیکری احاطه کننده آن فولیکول نابالغ گفته می‌شود.

+ پس از تولد، تعداد فولیکول‌های نابالغ افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از آنها از بین می‌روند.

+ در هر دو تخمدان یک دختر بالغ فقط حدود ۴۰۰ عدد از این فولیکول‌های نابالغ باقی مانده است!

+ بنابراین می‌توان گفت هر یک از ما خاطره‌ای از زندگی در بدن مادربزرگ مادریمان داریم! ☺☺

۳) بعد از بلوغ جنسی در هر دوره جنسی ۲۸ روزه یکی از فولیکول‌های نابالغ که از بقیه رشد بیشتری داشته است، چرخه تخمدانی را آغاز می‌کند.

+ در این چرخه تخمدانی، فولیکول نابالغ مورد نظر با تقسیم سلول‌های پیکری اطراف خود بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود.

+ در اواسط دوره جنسی، اووسیت درون آن تقسیم میوز I را انجام داده و اووسیت ثانویه را به وجود می‌آورد.

+ به مجموع اووسیت ثانویه و سلول‌های پیکری احاطه کننده آن فولیکول بالغ گفته می‌شود.

+ فولیکول بالغ به دیواره تخمدان چسبیده و پس از وقوع فرایند «تخمک‌گذاری» اووسیت ثانویه را به درون محوطه شکمی آزاد می‌کند.

+ سلول‌های فولیکولی اطراف فولیکول بالغ سه سرنوشت خواهند داشت:

ـ تعدادی از سلول‌های فولیکولی به همراه اووسیت ثانویه به وسیله زائده‌های انگشت مانند شیپور فالوپ به دام افتاده و وارد لوله رحم می‌شود.

ـ تعدادی از سلول‌های فولیکولی نیز در ضمن تخمک‌گذاری در محوطه شکمی پراکنده شده و در نهایت از بین می‌روند!

ـ سلول‌های فولیکولی باقی مانده در تخمدان، تقسیمات سلولی خود را تا مدتی ادامه داده و جسم زرد را می‌سازند.

x در صورت وقوع حاملگی جسم زرد تا مدتی باقی مانده، در غیر این صورت، تحلیل رفته و به جسم سفید تبدیل می‌شود.

نکاتی در مورد فولیکول‌ها

۱) هر فولیکول از یک اووسیت و تعداد زیادی سلول پیکری به نام سلول‌های فولیکولی تشکیل شده است.

۲) اووسیت موجود در فولیکول ممکن است اووسیت اولیه یعنی دیپلوئید یا اووسیت ثانویه یعنی هاپلوئید باشد.

۳) با بزرگ شدن فولیکول، مقداری مایع در فضای داخلی فولیکول تجمع می‌یابد.

+ هر چه فولیکول عمر بیشتری داشته باشد مقدار این مایع نیز زیادتر می‌شود.

۴) فولیکول‌های موجود در تخمدان دو نوع هستند:

فولیکول‌های نابالغ: که اووسیت‌های اولیه درون آنها در مراحل مختلف رشد و نمو هستند.

+ هر چه رشد فولیکول‌های نابالغ بیشتر باشد تعداد سلول‌های فولیکولی آنها با تقسیم سلولی و رشد تعدادی! بیشتر می‌شود.

+ هر چه رشد فولیکول‌های نابالغ بیشتر باشد اووسیت درون آنها با رشد ابعادی! نیز بزرگ‌تر خواهد شد.

t.me/MrKonkori

+ همه سلول‌های موجود در فولیکول نابالغ دارای دو دسته کروموزوم یا دیپلوئید هستند.

+ کروموزوم‌های سلول‌های فولیکولی می‌توانند به صورت تک‌کروماتیدی یا دوکروماتیدی دیده شوند.

+ کروموزوم‌های اووسیت اولیه موجود در فولیکول‌های نابالغ همواره دوکروماتیدی هستند.

+ سلول‌های تشکیل دهنده فولیکول‌های نابالغ از لحاظ کروموزومی و ژنتیکی فقط یک نوع ولی از لحاظ کروماتیدی، دو نوع هستند!

+ در فولیکول‌های نابالغ ابتدا سلول‌های فولیکولی و اووسیت اولیه به هم متصل هستند اما بعد از مدتی اندکی از همدیگر فاصله می‌گیرند!

فولیکول‌های بالغ: که اووسیت‌های ثانویه درون آنها تقسیم اول میوز را سپری نموده‌اند.

+ سلول‌های فولیکولی موجود در این فولیکول‌ها از نظر کروموزومی با سلول‌های فولیکولی نابالغ تفاوتی ندارند.

+ اووسیت ثانویه درون فولیکول‌های بالغ، هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است.

+ به دلیل تقسیم ناعادلانه سیتوپلاسم جسم قطبی اولیه نیز در مجاورت اووسیت ثانویه، وجود دارد.

ـ جسم قطبی اولیه یک سلول کوچک هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است.

ـ دو سلول حاصل از میوز I یعنی اووسیت ثانویه و جسم قطبی اولیه از نظر ژنتیکی متفاوت هستند.

ـ جسم قطبی اولیه، از نظر نوع ژن‌ها یا آلل‌ها با اووسیت ثانویه متفاوت است.

ـ سلول‌های تشکیل دهنده فولیکول‌های بالغ از لحاظ کروموزومی و کروماتیدی دو نوع، ولی از لحاظ ژنتیکی سه نوع هستند!

رحم: اندام کیسه مانند، گلابی شکل و ماهیچه‌ای است که جنین درون دیواره آن، رشد و نمو می‌یابد.

لایه‌های دیواره رحم: دیواره رحم دارای سه لایه است:

۱) لایه بیرونی: نازک و از جنس بافت پیوندی، که با طناب پیوندی و ماهیچه‌ای متصل به تخمدان در تماس است.

۲) لایه میانی: ضخیم و از جنس بافت ماهیچه‌ای صاف که در قسمت قاعده و گردن رحم ضخامت آن بیشتر است.

۳) لایه درونی: نازک و از جنس بافت پوششی که مانند بقیه لایه‌های مخاطی بدن انسان دارای ترشحاتی است.

+ ترشحات مخاطی دیواره رحم خاصیت اسیدی داشته و دارای آنزیم لیزوزیم نیز هستند که در از بین بردن باکتری‌های وارد شده به رحم نقش دارد.

+ دیواره داخلی رحم یا لایه مخاطی آن، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می‌شود.

+ در واقع بین دو لایه درونی و میانی رحم، لایه زیرمخاط نیز وجود دارد، و بنابراین چهار لایه در دیواره رحم وجود دارد.

نکات دیگری در مورد رحم

۱) قاعده رحم یعنی بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آنها لوله‌های رحم یا لوله‌های فالوپ می‌گویند.

۲) انتهای لوله‌های فالوپ، شیپور مانند بوده و دارای زوائدی انگشت مانند است.

۳) پوشش داخل لوله‌های رحم به صورت یک لایه مخاطی با سلول‌های مژک‌دار است. زنش مژک‌های آن، اووسیت را به سمت رحم می‌رانند.

۴) بر خلاف اسپرم‌ها که با تاژک حرکت می‌کنند، تخمک‌ها وسیله حرکتی ندارند.

۵) حرکت تخمک‌ها به صورت غیر فعال و به وسیله موارد زیر انجام می‌شود:

ـ زایده‌های انگشت مانند انتهای شیپور فالوپ

ـ مژک‌های سلول‌های لایه مخاطی لوله‌های فالوپ

ـ حرکات کرمی ماهیچه‌های صاف لوله‌های فالوپ

گردن رحم: بخش پایین رحم، باریک‌تر شده که به آن گردن رحم می‌گویند. این قسمت به داخل واژن باز می‌شود.

واژن: محل ورود اسپرم‌ها یا سلول‌های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.

+ لایه داخلی واژن نیز مانند رحم و لوله‌های فالوپ دارای چین‌خوردگی‌هایی است!

دوره جنسی در زنان

این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه در سن بلوغ شروع می‌شود که در آن دیواره داخلی رحم همراه با رگ‌های خونی لایه زیرمخاط! تخریب و مخلوطی از خون و بافت‌های تخریب شده از طریق واژن از بدن خارج می‌شود.

عادت ماهانه در سن حدود ۱۵ سالگی با بلوغ جنسی آغاز می‌شود ابتدا نامنظم، ولی کم‌کم منظم می‌شود. نظم آن مهم‌ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است. و معمولاً در زن‌های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه متوقف می‌شود که این پدیده را **یائسگی** می‌نامند. علت یائسگی

t.me/MrKonkori

از کار افتادن تخمدان‌هاست که زودتر از بقیه اندام‌ها و دستگاه‌های بدن پیر می‌شوند. پس دوره باروری و تولیدمثلی در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است. عوامل متعددی مانند تغذیه نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و فشار جسمی به گونه‌ای چشمگیر از طول این مدت می‌کاهد.

فعالیت ۳

شروع یائسگی همراه با علائمی است. در مورد علائم این دوره و روش‌های کاهش بروز این علائم، تحقیق کرده و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید. (۱) اضافه وزن (۲) کُر گرفتگی (۳) اختلال خواب (۴) تعریق شبانه (۵) پوکی استخوان (۶) مشکلات روحی (۷) کاهش تمایلات جنسی (۸) بیماری‌های قلبی و عروقی (۹) بی اختیاری ادرار (۱۰) تغییرات ظاهری

نکاتی در مورد دوره جنسی در زنان

۱) این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه در ابتدای سن بلوغ شروع می‌شود.

۲) در قاعدگی دیواره داخلی رحم همراه با رگ‌های خونی لایه زیرمخاط! تخریب و مخلوطی از خون و بافت‌های تخریب شده از طریق واژن از بدن خارج می‌شود.

۳) عادت ماهانه در سن حدود ۱۵ سالگی با بلوغ جنسی آغاز می‌شود ابتدا نامنظم، ولی کم‌کم منظم می‌شود.

۴) نظم عادت ماهانه مهم‌ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است. مدت زمان آن حدود یک ماه به طول می‌انجامد.

۵) در هر دوره جنسی یکی از فولیکول‌ها رشد کرده و تقسیم میوز خود را که در دوره جنینی شروع کرده بود، ادامه می‌دهد.

۶) معمولاً عادت ماهیانه در زنان سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی متوقف می‌شود که این پدیده را یائسگی می‌نامند.

+ علت یائسگی از کار افتادن تخمدان‌هاست که زودتر از بقیه اندام‌ها و دستگاه‌های بدن پیر می‌شوند.

+ با پایان یافتن حدود ۴۰۰ عدد فولیکول موجود در هر دو تخمدان، عمر این اندام‌ها به پایان می‌رسد!

+ عوامل متعددی مانند تغذیه نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه‌ای چشمگیر از طول این مدت می‌کاهد.

+ شروع یائسگی همراه با علائمی است:

(۱) اضافه وزن (۲) کُر گرفتگی (۳) اختلال خواب (۴) تعریق شبانه (۵) پوکی استخوان (۶) مشکلات روحی (۷) کاهش تمایلات جنسی (۸) بیماری‌های قلبی و عروقی (۹) بی اختیاری ادرار (۱۰) تغییرات ظاهری

۷) با توجه به شروع و پایان دوره قاعدگی، دوره باروری و تولیدمثلی در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است.

تخمک‌زایی

فرایند تخمک‌زایی از یاخته دولاد و زاینده‌ای به نام **مامه‌زا (اووگونی)**، قبل از تولد و از دوران جنینی شروع می‌شود. بدیهی است این سلول‌ها در ابتدا یعنی در مرحله G دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند! مراحل تولید تخمک در شکل ۸ دیده می‌شود.

فعالیت ۴

با توجه به شکل ۸ دربارهٔ پرسش‌های زیر با هم گفت و گو کنید.

در انسان مامیاختهٔ اولیه (اووسیت اولیه)، ثانویه (اووسیت ثانویه) و تخمک از لحاظ فام‌تن‌ها چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟ اووسیت اولیه حاصل میتوز است، پس همانند اووگونی دیپلوئید است، اما بر خلاف آن دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است. اووسیت ثانویه حاصل میوز I است پس هاپلوئید بوده ولی دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است. تخمک حاصل میوز II است پس هاپلوئید و همانند اسپرم دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی است.

اوّلین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟ اولین جسم قطبی همانند اووسیت ثانویه حاصل میوز I است پس هاپلوئید بوده ولی دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی است. دومین اجسام قطبی همانند تخمک حاصل میوز II هستند پس هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

مراحل تخمک‌زایی در این شکل را با مراحل زامه‌زایی (شکل ۲) مقایسه کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را بنویسید.

+ شباهت: در هر دو فرایند تقسیم میوز انجام شده و سلول‌های جنسی یا گامت‌ها تشکیل می‌شوند.

+ تفاوت: در اسپرم‌زایی از یک سلول دیپلوئید، چهار سلول هاپلوئید یا اسپرم به وجود می‌آید که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند.

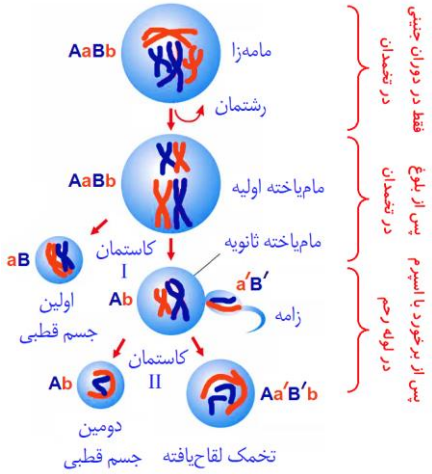
x به عبارت دیگر نتیجه این فرایند دو نوع گامت است. در تخمک‌زایی از یک سلول دیپلوئید می‌توانند چهار سلول هاپلوئید به وجود آید که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند. اما از این چهار سلول، به دلیل تقسیم ناعادلانه سیتوپلاسم، فقط یکی به گامت تبدیل می‌شود و بقیه اجسام قطبی هستند. به عبارت دیگر نتیجه این فرایند فقط و فقط یک نوع گامت است! میوز II در تخمک‌زایی نیاز به محرک (یعنی برخورد اسپرم!) دارد.

مراحل تخمک‌زایی در دوران جنینی آغاز و پس از تشکیل تتراد‌ها و شروع کاستمان در پروفاز ۱ متوقف می‌شود. این سلول‌ها که در پروفاز I متوقف شده‌اند، اووسیت اولیه نامیده می‌شوند. با رسیدن به سن بلوغ هر ماه در یکی از انبانک‌ها که نسبت به بقیه رشد بیشتری داشته است، مامیاخته اولیه کاستمان یا تقسیم میوز I را ادامه می‌دهد، ولی دوباره در متافاز II متوقف شده، یاخته حاصل به صورت مامیاخته ثانویه از تخمدان خارج شده و وارد فضای درونی حفره شکم که بخشی

t.me/MrKonkori

از سلوم است، می‌شود. به عبارت دیگر آنچه در فرآیند تخمک‌گذاری از تخمدان خارج می‌شود، تخمک نیست، بلکه اووسیت ثانویه است! بدیهی است به همراه آن اولین جسم قطبی و تعدادی سلول فولیکولی هم از تخمدان خارج می‌شود. بعد از قرار گرفتن این مجموعه سلولی در حفره شکمی، حرکت **زوائد** انگشت مانند **انتهای** لوله رحم در اطراف آن، مایاخته ثانویه را از حفره شکمی به **درون لوله رحم** هدایت می‌کند. در صورتی تقسیم کاستمان کامل می‌شود که زامه به آن **برخورد** کند و فرایند لقاح **آغاز** شود. همان‌طور که بعداً خواهیم دید فرآیند لقاح چند مرحله دارد. در ابتدای لقاح برخورد اسپرم و اووسیت ثانویه صورت می‌گیرد. سپس هسته اسپرم وارد سیتوپلاسم اووسیت ثانویه می‌شود. در این حالت، مایاخته ثانویه تقسیم کاستمان را **تکمیل** می‌کند و **تخمک** ایجاد می‌کند که با زامه **لقاح** می‌یابد و **تخم** تشکیل می‌شود. به عبارت دیگر پس از ادغام هسته اسپرم و تخمک، لقاح به پایان می‌رسد. اگر زامه با آن برخورد **نکند** یا لقاح **آغاز نشود**، مایاخته ثانویه و بقیه سلول‌های همراه آن! همراه با **خون‌ریزی** دوره‌ای بعدی از بدن **دفع** می‌شود.

یکی **از** تفاوت‌های **اساسی** تخمک‌زایی با زامه‌زایی **تقسیم نامساوی سیتوپلاسم** است به این صورت که در تخمک‌زایی پس از هر بار تقسیم هسته در کاستمان I و II تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد؛ در نتیجه یک یاخته **بزرگ** به ترتیب به نام اووسیت ثانویه و تخمک و یک یاخته **کوچک‌تر** به نام اولین و دومین **جسم قطبی** به وجود می‌آید. این کار با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به تخمک است تا بتواند در مراحل **اولیه** رشد و نمو که هنوز جنین جفت تشکیل نداده و با مادر ارتباط غذایی برقرار ننموده است، **نیازهای غذایی** آن را برآورده کند.



به **ندرت** ممکن است نوع **دیگری** از لقاح نیز انجام شود! در این نوع لقاح، زامه با اولین یا دومین جسم قطبی نیز لقاح می‌یابد و توده یاخته‌ای **بی‌شکلی** را ایجاد می‌کند که پس از مدتی از بدن **دفع** می‌شود. در جنس ماده، **نوسانات هورمونی** دو رویداد **چرخه‌ای** را پدید می‌آورد، این **دو چرخه وابسته به هم** در تخمدان‌ها و **رحم** انجام می‌شود. الف) **چرخه تخمدانی**، زمان‌بندی **بالغ شدن مایاخته** را در تخمدان تنظیم می‌کند و ب) **چرخه رحمی**، رحم را برای **بارداری** آماده می‌کند.

شکل ۸ـ مراحل تخمک‌زایی

این فرایند طولانی مدت در تخمدان شروع شده و در لوله رحم یا فالوپ به اتمام می‌رسد.

۱) از نظر زمانی: برخی از مراحل آن در دوره جنینی، برخی در بلوغ و برخی بعد از لقاح رخ می‌دهند.

۲) از نظر مکانی: برخی از مراحل آن در تخمدان و برخی در لوله رحم یا لوله فالوپ رخ می‌دهند!

نکاتی در مورد اووژنز یا فرایند تخمک‌زایی

۱) فرایند تخمک‌زایی قبل از تولد و از دوران جنینی از سلول‌های دیپلوئید و پیکری به نام اووگونی، شروع می‌شود.

+ اووگونی‌ها فقط و فقط در دوره جنینی و در درون تخمدان جنین‌های دختر یافت می‌شوند!

+ اووگونی‌ها در ابتدا یعنی در مرحله G_1 دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی و پس از همانندسازی DNA دوکروماتیدی می‌شوند!

+ اووگونی‌ها بعد از دوکروماتیدی شدن کروموزوم‌ها فقط و فقط با فرایند میتوز تقسیم می‌شوند.

۲) یکی از سلول‌های حاصل از هر بار میتوز که اووگونی جدید نامیده می‌شود، در توده زاینده تخمدان می‌ماند تا توده حفظ شود.

۳) سلول دیگر که بعد از همانندسازی ماده وراثتی تقسیم میوز را آغاز می‌کند.

۴) سلولی که میوز را آغاز نموده است پس از تشکیل تتراد‌ها و در مرحله پروفاز I، اووسیت اولیه نام دارد.

+ اووسیت اولیه از لحاظ کروموزومی دیپلوئید است و کروموزوم‌های دوکروماتیدی دارد.

+ نکته جالب این‌که همه اووگونی‌ها و اووسیت‌های اولیه از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند!

+ سلول‌های اووگونی فقط توانایی تقسیم میتوز دارند، در حالی‌که اووسیت‌های اولیه فقط توانایی انجام میوز دارند.

+ پس از هر بار تقسیم میتوز سلول‌های اووگونی ثابت می‌مانند، ولی سلول‌های اووسیت اولیه افزایش می‌یابند.

+ بعد از تولد هیچ‌گونه اووگونی در تخمدان‌ها وجود ندارد، اما حدود دو میلیون اووسیت اولیه در آن‌ها یافت می‌شود.

+ بعد از بلوغ فقط حدود ۱۴۰۰ عدد اووسیت اولیه در هر دو تخمدان یک دختر بالغ وجود دارد.

۵) پس از بلوغ در طول هر دوره جنسی، یکی از اووسیت‌های اولیه پس از انجام میوز I دو سلول نامشابه از نظر ژنتیکی به وجود می‌آورد.

+ یکی از این سلول‌ها که در مرحله متافاز II متوقف می‌شود به نام اووسیت ثانویه و دیگری اولین جسم قطبی نامیده می‌شود.

+ اووسیت ثانویه و اولین جسم قطبی به همراه سلول‌های فولیکولی پیکری، فولیکول بالغ را به وجود می‌آورند.

t.me/MrKonkori

+ اووسیت ثانویه و اولین جسم قطبی حاصل میوز I هستند پس هاپلوئید بوده و دارای کروموزوم‌های دوکروماتیدی هستند.

+ اووسیت ثانویه به هنگام تخمک‌گذاری در اواسط دوره جنسی از تخمدان خارج و ابتدا وارد حفره شکمی و سپس وارد لوله‌های رحم یا فالوپ می‌شود.

+ به عبارت دیگر آنچه در فرآیند تخمک‌گذاری از تخمدان خارج می‌شود، تخمک نیست، بلکه اووسیت ثانویه است!

+ بدیهی است به همراه اووسیت ثانویه اولین جسم قطبی و تعدادی سلول فولیکولی هم از تخمدان خارج می‌شوند.

۶) بدیهی است، اووسیت‌های ثانویه هاپلوئیدند، ولی کروموزوم‌های آن دوکروماتیدی یا مضاعف شده هستند.

۷) بعد از برخورد اسپرم با اووسیت ثانویه یا بعد از شروع لقاح، این سلول با انجام میوز II، دو سلول مشابه از نظر ژنتیکی ایجاد می‌کند.

+ یکی از این سلول‌ها همان تخمک یا اوول است. سلول دیگر هم دومین جسم قطبی نامیده می‌شود.

+ سلول تخمک و سلول دیگر یعنی دومین جسم قطبی از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند.

+ تخمک و دومین جسم قطبی حاصل میوز II بوده پس هاپلوئید و دارای کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

+ فرایند لقاح که در انتهای لوله رحم یا فالوپ انجام می‌شود، سه مرحله دارد:

ـ مرحله اول) در ابتدای لقاح فقط برخورد اسپرم و اووسیت ثانویه صورت می‌گیرد.

ـ مرحله دوم) سپس هسته اسپرم وارد سیتوپلاسم اووسیت ثانویه می‌شود.

x در این حالت، اووسیت ثانویه تقسیم میوز II را تکمیل می‌کند و تخمک ایجاد می‌کند.

ـ مرحله سوم) پس از ادغام هسته اسپرم و هسته تخمک، لقاح به پایان می‌رسد. هسته تخمک با هسته اسپرم ترکیب شده و سلول تخم تشکیل می‌شود.

x اگر اسپرم با اووسیت ثانویه برخورد نکند یا لقاح آغاز نشود، این سلول و بقیه سلول‌های همراه آن! همراه با قاعدگی بعدی از بدن دفع می‌شود.

۸) در انتهای لوله رحم یا فالوپ، تخمک با اسپرم ترکیب شده و زیگوت یا سلول تخم را به وجود می‌آورد که منشاء یا زاده جدید خواهد شد.

۹) سلول تخم بعد از چند ساعت تقسیم میتوز خود را شروع نموده و توده سلولی توپری به نام مورولا به وجود می‌آورد.

۱۰) مورولا در ابتدای لوله فالوپ تبدیل به توده سلولی توخالی به نام بلاستوسیست می‌شود.

+ حرکت اووسیت ثانویه، اولین جسم قطبی، سلول‌های فولیکولی همراه آنها، تخمک، زیگوت، مورولا و بلاستوسیت با روش‌های زیر انجام می‌شود:

ـ زایده‌های انگشت مانند انتهای شیپور فالوپ

ـ مژک‌های سلول‌های لایه مخاطی لوله‌های فالوپ

ـ حرکات کرمی ماهیچه‌های صاف لوله‌های فالوپ

۱۱) بلاستوسیست با ورود به رحم در یکی از فرورفتگی‌های دیواره رحم جایگزین شده و تبدیل به جنین می‌شود.

لقاح اسپرم و اجسام قطبی

۱) به ندرت ممکن است نوع دیگری از لقاح نیز انجام شود!

۲) در این نوع لقاح، یک اسپرم با اولین یا دومین جسم قطبی ترکیب شده و توده سلولی بی‌شکلی مشابه مورولا! را ایجاد می‌کند که پس از مدتی دفع می‌شود.

مقایسه اسپرم‌زایی و تخمک‌زایی

شباهت‌ها

۱) در هر دو فرایند، تقسیم میوز انجام شده و سلول‌های جنسی یا گامت‌ها تشکیل می‌شوند.

۲) در دوره جنینی در هر دو فرایند فقط سلول دیپلوئید دیده می‌شود!

تفاوت‌ها

۱) یکی از تفاوت‌های اساسی تخمک‌زایی با اسپرم‌زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است.

۲) در تخمک‌زایی پس از هر بار تقسیم هسته در میوز I و II تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد.

+ بعد از میوز I و سیتوکینز I دو سلول به وجود می‌آید: یک سلول بزرگ به نام اووسیت ثانویه و یک سلول کوچک‌تر به نام اولین جسم قطبی

+ بعد از میوز II و سیتوکینز II دو سلول به وجود می‌آید: یک سلول بزرگ به نام تخمک و یک سلول کوچک‌تر به نام دومین جسم قطبی

+ هدف از این تقسیم ناعادلانه، رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به تخمک در حال تشکیل شدن است.

+ این کار در مراحل اولیه رشد و نمو که هنوز جنین جفت تشکیل نداده و با مادر ارتباط غذایی برقرار ننموده، نیازهای غذایی آن را برآورده کند.

۳) در اسپرم‌زایی از یک سلول دیپلوئید، چهار سلول هاپلوئید یا اسپرم به وجود می‌آید که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند.

t.me/MrKonkori

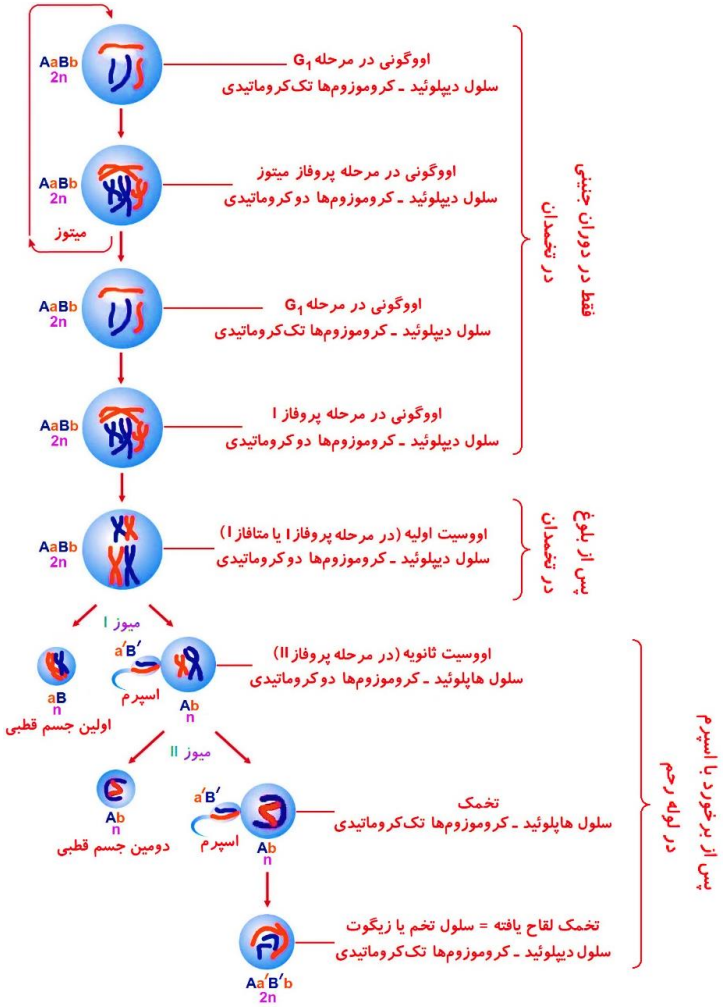
+ به عبارت دیگر نتیجه این فرایند تشکیل دو نوع گامت است.

۴) در تخمک‌زایی از یک سلول دیپلوئید می‌تواند چهار سلول هاپلوئید به وجود آید که از نظر ژنتیکی دو به دو مشابه هستند.

+ از این چهار سلول، به دلیل تقسیم ناعادلانه سیتوپلاسم، فقط یکی به گامت تبدیل می‌شود و بقیه اجسام قطبی هستند.

+ به عبارت دیگر نتیجه این فرایند تشکیل فقط و فقط یک نوع گامت است!

۵) میوز II در تخمک‌زایی نیاز به محرک دارد. همان‌طور که می‌دانیم این محرک برخورد اسپرم است.



چرخه تخمدانی و چرخه رحمی

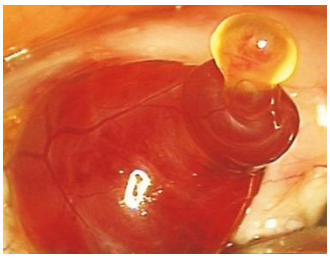
۱) در جنس ماده، نوسانات هورمونی دو رویداد چرخه‌ای را پدید می‌آورد، این دو چرخه وابسته به هم در تخمدان‌ها و رحم انجام می‌شود.

+ چرخه تخمدانی که زمان‌بندی بالغ شدن اووسیت را در تخمدان تنظیم می‌کند.

+ چرخه رحمی که رحم را برای بارداری آماده می‌کند.

چرخه تخمدانی: پیش‌تر خواندید که در تخمدان، مامیاخته به همراه یاخته‌های اطرافشان انبانک را تشکیل می‌دهند که از دوره جنینی در حدود دو میلیون از آنها در تخمدان‌ها وجود دارند. در هر دوره جنسی یکی از انبانک‌هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می‌دهد. لایه‌های یاخته‌ای این انبانک یا همان سلول‌های پیکری فولیکول با تقسیم سلولی یا رشد تعدادی، تکثیر و با بزرگ شدن غیر قابل بازگشت یا رشد ابعادی حجیم می‌شوند و از یک سو شرایط رشد ابعادی و نمو مامیاخته درون انبانک را فراهم و از سوی دیگر این سلول‌های فولیکولی، هورمون استروژن را ترشح می‌کنند که با رشد انبانک میزان آن افزایش می‌یابد (شکل ۷).

چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون‌های FSH و LH تنظیم و هدایت می‌شود. از آنجا که سلول‌های فولیکولی در سطح خود دارای گیرنده هورمون FSH هستند، بنابراین این هورمون سبب بزرگ و بالغ شدن انبانک می‌شود. حدود روز چهاردهم دوره در انبانک بالغ شده‌ای که در این زمان به دیواره تخمدان چسبیده است **تخمک‌گذاری** (اووسیت ثانویه گذاری!) انجام می‌شود (شکل ۹ ـ الف).



در این فرایند، مامیاخته ثانویه همراه با تعدادی از یاخته‌های انبانکی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می‌شوند. یاخته‌های انبانکی چسبیده به مامیاخته در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند.

شکل ۹ـ الف) تخمک‌گذاری (اووسیت ثانویه‌گذاری) در تخمدان

t.me/MrKonkori

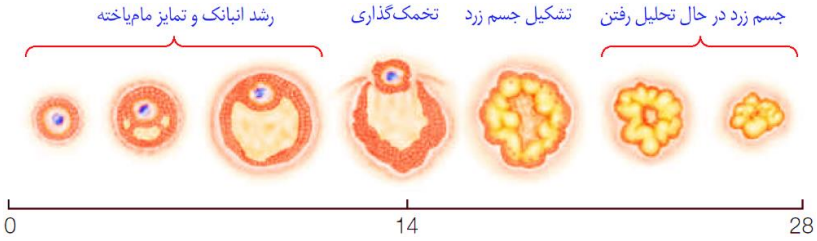


افزایش ناگهانی LH عامل اصلی تخمک‌گذاری است. به دنبال تخمک‌گذاری، باقی مانده انبانک در تخمدان به صورت توده یاخته‌ای در می‌آید که به آن **جسم زرد** می‌گویند (شکل ۹ ـ ب). یاخته‌های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحی خود را افزایش می‌دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون ترشح می‌کنند.

شکل ۹ـ ب) جسم زرد در تخمدان

+ اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد تا مدتی کمابیش طولانی به فعالیت خود ادامه می‌دهد و با این هورمون‌ها جدار رحم و در نتیجه جنین جایگزین شده در آن حفظ می‌شود.

+ اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد در اواخر دوره جنسی تحلیل می‌رود و به جسمی غیر فعال به نام **جسم سفید** تبدیل می‌شود. غیر فعال شدن جسم زرد باعث کاهش استروژن و پروژسترون در خون می‌شود. کاهش این هورمون‌ها موجب (۱) ناپایداری جدار رحم و (۲) تخریب و (۳) ریزش آن می‌شود که علامت شروع دوره جنسی بعدی است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ چرخهٔ تخمدانی

نکاتی در مورد چرخه تخمدانی

۱) در هر دوره جنسی یکی از فولیکول‌ها که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می‌دهد.

۲) چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون‌های FSH و LH ترشح شده از هیپوفیز پیشین، تنظیم و هدایت می‌شود.

+ از آنجا که سلول‌های فولیکولی در سطح خود دارای گیرنده هورمون FSH هستند، بنابراین این هورمون سبب بزرگ و بالغ شدن فولیکول می‌شود.

+ هورمون‌های FSH و LH نیز تحت تأثیر نوعی هورمون آزادکننده هیپوتالاموس ترشح می‌شوند.

۳) سلول‌های پیکری این فولیکول با تقسیم سلولی یا رشد تعدادی، تکثیر و با بزرگ شدن غیر قابل بازگشت یا رشد ابعادی حجیم می‌شوند.

+ همزمان با رشد تعدادی و ابعادی سلول‌های فولیکول، این سلول‌ها هورمون استروژن را ترشح می‌کنند که با رشد فولیکول میزان آن نیز افزایش می‌یابد.

+ همزمان با رشد سلول‌های پیکری فولیکول، اووسیت اولیه درون فولیکول نیز رشد ابعادی پیدا کرده و نمو می‌کند.

۴) حدود روز چهاردهم دوره در فولیکول بالغی که به دیواره تخمدان چسبیده است تخمک‌گذاری (اووسیت ثانویه گذاری!) انجام می‌شود.

+ در فرایند تخمک‌گذاری، اووسیت ثانویه همراه با تعدادی از سلول‌های فولیکولی از سطح تخمدان خارج و وارد مخطه شکمی می‌شوند.

x سلول‌های فولیکولی چسبیده به اووسیت ثانویه در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند.

۵) افزایش ناگهانی هورمون LH عامل اصلی تخمک‌گذاری است. به عبارت دیگر در روز چهاردهم غلظت این هورمون به اوج خود رسیده است.

+ به دنبال تخمک‌گذاری، باقی مانده فولیکول در تخمدان به صورت توده سلولی در می‌آید که به آن جسم زرد می‌گویند.

۶) همان‌طور که قبلاً گفته شد، می‌توان گفت سلول‌های فولیکولی سه سرنوشت خواهند داشت:

+ تعدادی از این سلول‌ها همراه با اووسیت ثانویه وارد مخطه شکمی و در نهایت لوله رحم می‌شوند.

+ تعدادی از آنها در درون تخمدان می‌مانند و بعد از تکثیر و تقسیم شدن، جسم زرد را به وجود می‌آورند.

+ تعدادی از آنها نیز در مخطه شکمی پراکنده می‌شوند! این سلول‌ها به وسیله ماکروفاژها پاک‌سازی می‌شوند.

۷) سلول‌های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحی خود را افزایش می‌دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون ترشح می‌کنند.

۸) جسم زرد تشکیل شده در درون تخمدان در ادامه دوره جنسی دو سرنوشت خواهد داشت:

ـ سرنوشت اول) اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد تا مدتی کمابیش طولانی به فعالیت خود ادامه می‌دهد تا دیواره رحم و جنین جایگزین شده در آن حفظ می‌شود.

ـ سرنوشت دوم) اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد در اواخر دوره جنسی تحلیل می‌رود و به جسمی غیر فعال به نام جسم سفید تبدیل می‌شود.

۹) غیر فعال شدن جسم زرد باعث کاهش استروژن و پروژسترون در خون می‌شود.

+ کاهش هورمون‌های استروژن و پروژسترون در نهایت موجب می‌شود:

ـ دیواره رحم ناپایدار و تخریب شود. ـ ریزش دیواره رحم شروع می‌شود.

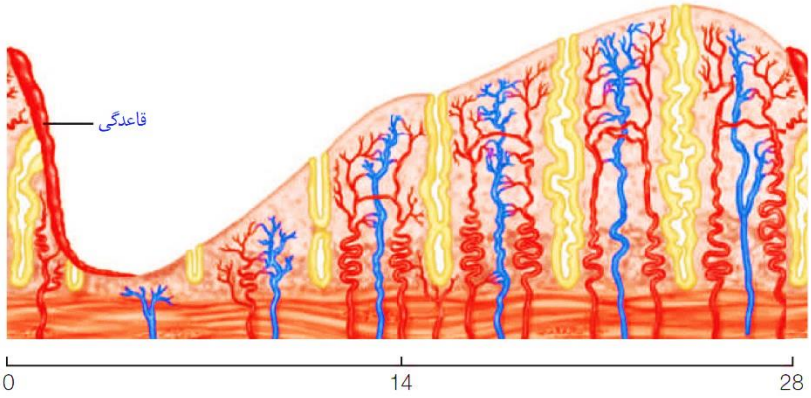
x ریزش دیواره علامت شروع دوره جنسی بعدی است.

t.me/MrKonkori

چرخه رحمی: قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد که به طور متوسط هفت روز طول می‌کشد. پس از آن، با افزایش ترشح هورمون استروژن از فولیکول در حال رشد، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند، ضخامت آن زیاد می‌شود و در آن چین‌خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید. همان طور که در شکل ۱۱ می‌بینید، رشد و نمو دیواره داخلی تحت تأثیر هورمون‌های استروژن و پروژسترون مترشحه از جسم زرد، تا بعد از نیمه دوره نیز ادامه می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد آن کم می‌شود، ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می‌یابد. نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.

اگر در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی زامه در مجاورت مامیاخته ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل تقسیم میوز یا مراحل تخمک‌زایی، لقاح صورت می‌پذیرد و سلول زیگوت یا تخم پس از انجام تقسیماتی در لوله رحمی، در یکی از فرورفتگی‌های جدار رحم **جایگزین** می‌شود. جایگزینی شامل (۱) نفوذ جنین به درون جدار رحم و (۲) ایجاد رابطه خونی و تغذیه‌ای با مادر است. اگر لقاح صورت نگیرد، مامیاخته ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود و حدود روز بیست و هشتم، تخریب دیواره داخلی و دفع خون (قاعدگی بعدی) آغاز می‌شود که شروع دوره جنسی بعدی و چرخه رحمی بعدی را نشان می‌دهد.

تمام وقایع گفته شده یعنی اتفاقاتی که در رحم می‌افتند، با تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) که از تخمدان‌ها ترشح می‌شوند انجام می‌گیرد.



شکل ۱۱ـ چرخهٔ رحمی. ریزش و رشد دیواره رحم

نکاتی در مورد چرخه تخمدانی

۱) قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد و به طور متوسط هفت روز طول می‌کشد.

+ در این پدیده دیواره داخلی رحم به همراه رگ‌های خونی زیرمخاط تخریب شده و می‌ریزند.

۲) پس از قاعدگی، با افزایش ترشح هورمون استروژن از فولیکول در حال رشد، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند.

+ به عبارت دیگر ضخامت دیواره رحم زیاد می‌شود و در آن چین‌خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید.

+ رشد و نمو دیواره داخلی تحت تأثیر هورمون‌های استروژن و پروژسترون مترشحه از جسم زرد، تا بعد از نیمه دوره نیز ادامه می‌یابد.

۳) بعد از نیمه دوره جنسی، سرعت رشد دیواره رحم کاهش یافته ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می‌یابد.

۴) نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.

۵) اگر در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی اسپرم در مجاورت اووسیت ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل شدن تقسیم میوز یا مراحل تخمک‌زایی، لقاح صورت می‌پذیرد.

۶) زیگوت یا سلول تخم پس از انجام تقسیمات اولیه در لوله رحمی ابتدا به صورت مورولا و سپس بلاستوسیست درآمده و در رحم جایگزین می‌شود.

۷) جایگزینی بلاستوسیست در یکی از فرورفتگی‌های جدار رحم شامل موارد زیر است:

ـ نفوذ جنین به درون جدار رحم ـ ایجاد رابطه خونی و تغذیه‌ای با مادر

۸) اگر لقاح صورت نگیرد، اووسیت ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود.

۹) حدود روز بیست و هشتم دوره جنسی، تخریب دیواره داخلی و دفع خون یا همان قاعدگی بعدی آغاز می‌شود.

۱۰) این خونریزی، شروع دوره جنسی بعدی و چرخه رحمی بعدی را نشان می‌دهد.

۱۱) تمام وقایع یا اتفاقاتی که در رحم می‌افتند، با تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه یعنی استروژن و پروژسترون که از تخمدان‌ها ترشح می‌شوند انجام می‌گیرد.

خلاصه‌ای از چرخه تخمدان، چرخه رحمی و هورمون‌های مؤثر بر این چرخه‌ها: (شکل زیر)

۱) ابتدا از هیپوتالاموس، یک نوع هورمون آزادکننده ترشح می‌شود. این هورمون باعث تحریک ترشح هورمون‌های FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود.

+ بدیهی است یک نوع هورمون مهارکننده هم برای کاهش یا توقف ترشح هورمون‌های FSH و LH از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شود.

۲) هورمون محرکه فولیکولی یا FSH، در مرحله فولیکولی یا نیمه اول دوره، یکی از فولیکول‌ها را تحریک می‌کند تا بیشتر از بقیه رشد کرده و بالغ شود.

۳) اووسیت درون فولیکول رشد و نمو می‌کند و سلول‌های فولیکولی اطراف اووسیت نیز تقسیم شده و استروژن ترشح می‌کنند.

۴) هورمون استروژن با تأثیر بر دیواره داخلی رحم، سبب می‌شود که این دیواره ترمیم خود را شروع نموده، رشد کند و ضخیم‌تر شود.

۵) افزایش یک‌باره هورمون استروژن سبب می‌شود که مقدار زیادی هورمون LH از هیپوفیز پیشین ترشح شود. این افزایش عامل اصلی تخمک‌گذاری است.

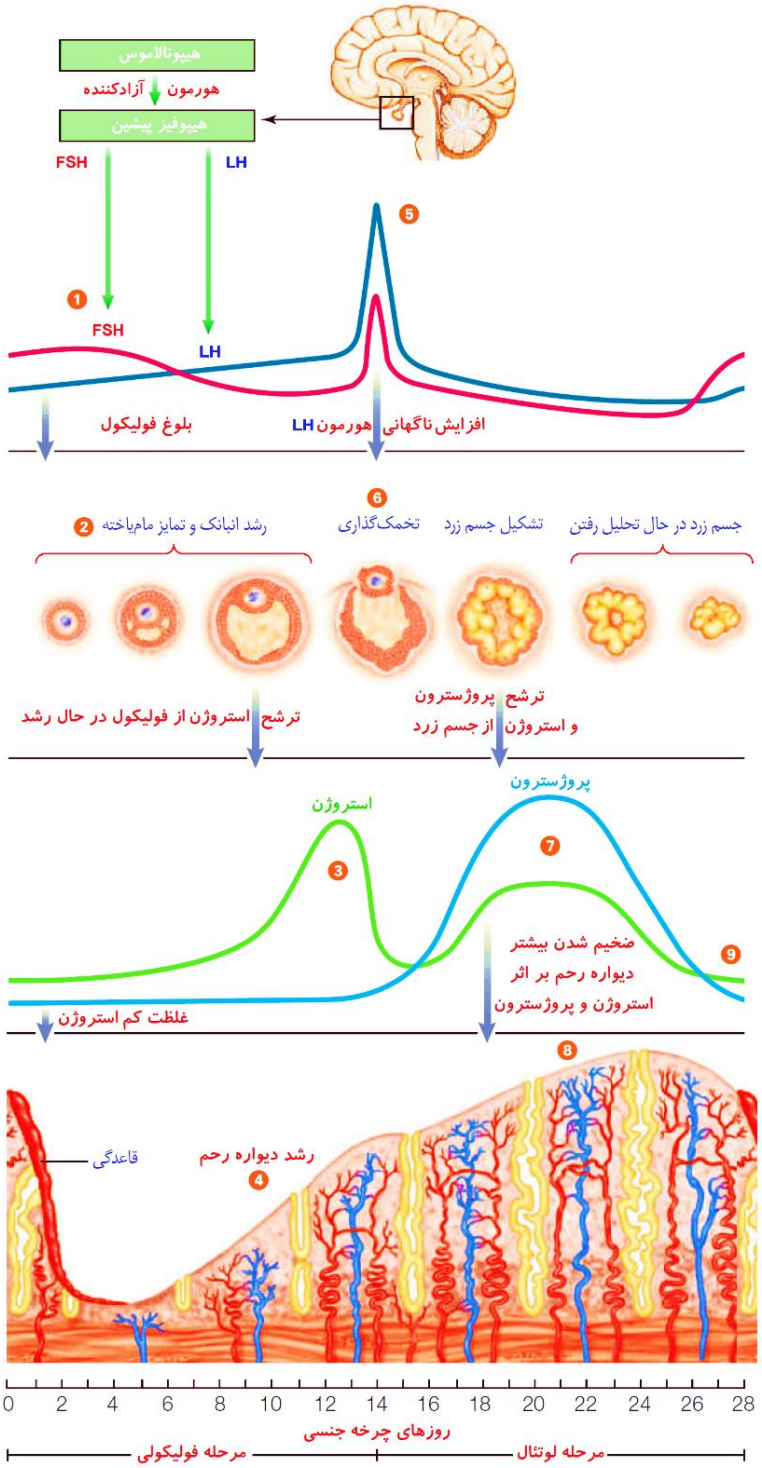
۶) حداکثر غلظت LH در خون، باعث می‌شود که اووسیت اولیه تقسیم میوز I را تکمیل نموده و اووسیت ثانویه تشکیل و تخمک‌گذاری انجام شود.

t.me/MrKonkori

۷) در مرحله لوتئال یا نیمه دوم دوره، هورمون LH با تأثیر بر جسم زرد، باعث ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون و ضخامت بیشتر دیواره رحم می‌شود.

۸) هورمون‌های استروژن و پروژسترون با تأثیر بر روی دیواره داخلی رحم باعث ضخیم‌تر شدن دیواره آن جهت بارداری احتمالی می‌شوند.

۹) کاهش مجدد هورمون‌های استروژن و پروژسترون سبب قاعدگی مجدد و شروع دوره جنسی بعدی است.



t.me/MrKonkori

تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن

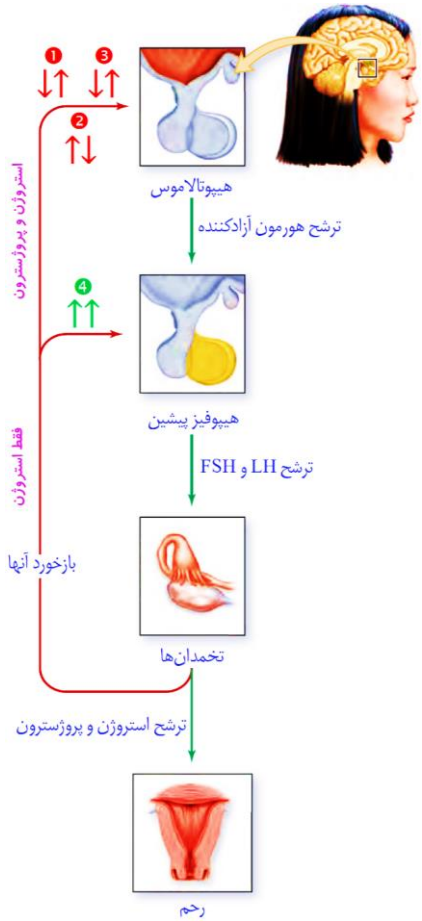
هورمون‌های هیپوتالاموس، هیپوفیز پیشین و تخمدان‌ها (یعنی به ترتیب هورمون‌های آزادکننده، FSH و LH، استروژن و پروژسترون) زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولیدمثلی زن را تنظیم می‌کنند. تنظیم میزان این هورمون‌ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) منفی و مثبت انجام می‌شود (شکل ۱۲).

الف) تنظیم ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون در سه مرحله با اثر بر روی هیپوتالاموس و به صورت بازخورد منفی صورت می‌گیرد:

❶ **در ابتدای دوره:** مقدار هر دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم (↓) است. این کمبود از طریق گیرنده‌های موجود در هیپوتالاموس! به خود هیپوتالاموس پیامی می‌دهد که هورمون آزادکننده‌ای یعنی یک نوع هورمون برای ترشح هر دو نوع هورمون FSH و LH ترشح کند. هورمون آزادکننده، بخش پیشین هیپوفیز را تحریک می‌کند تا ترشح هورمون‌های FSH و LH را افزایش دهد. افزایش ترشح این دو هورمون باعث رشد فولیکول و در نتیجه با بازخورد منفی باعث افزایش (↑) ترشح استروژن می‌شود.

❷ **در طول دوره جنسی:** افزایش (↑) ترشح استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن آن می‌شود و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می‌کنند. همچنین با تأثیر بر هیپوتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می‌کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن انبانک‌های جدید در طول دوره جنسی جلوگیری می‌کند. کاهش ترشح این دو هورمون باعث کاهش (↓) ترشح استروژن و پروژسترون می‌شود.

❸ **در انتهای دوره:** کاهش مجدد (↓) میزان این هورمون‌ها یعنی استروژن و پروژسترون در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می‌گذارد. استحکام دیواره داخلی رحم کاهش می‌یابد و در طول چند روز بعد، تخریب می‌شود و قاعدگی رخ می‌دهد. کاهش پروژسترون و استروژن همچنین بر هیپوتالاموس اثر و افزایش ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می‌کند که همان شروع دوره جنسی بعدی است. افزایش ترشح این دو هورمون باعث رشد فولیکول جدید و جسم زرد و در نتیجه با بازخورد منفی باعث افزایش (↑) استروژن و پروژسترون می‌شود.



ب) تنظیم ترشح هورمون فقط استروژن با اثر بر روی هیپوفیز پیشین به صورت بازخورد مثبت صورت می‌گیرد:

استروژن به تنهایی! در واقع دو نقش متضاد را ایفا می‌کند؛ در طول دوره جنسی افزایش اندک آن از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می‌کند (بازخورد منفی = مورد ❷ در بالا).

❹ **درحدود روز چهاردهم دوره:** افزایش (↑) یکباره استروژن ، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود (بازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار این هورمون‌ها، باعث می‌شود در تخمدان، باقی مانده انبانک به جسم زرد تبدیل شود. به این ترتیب باعث افزایش (↑) ترشح هورمون استروژن و پروژسترون از جسم زرد می‌شود.

شکل ۱۲ـ غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن

فعالیت ۵

در بعضی منابع، دورهٔ جنسی تخمدان‌ها را به دو قسمت انبانکی (فولیکولی) و جسم زردی (لوتئال) تقسیم‌بندی می‌کنند. به نظر شما:

۱ـ هر قسمت مربوط به چه بخشی از دورهٔ جنسی است؟ مرحله فولیکولی مربوط به نیمه اول دوره است که اووسیت ثانویه در درون فولیکول رشد و نمو می‌کند. مرحله لوتئال مربوط به نیمه دوم دوره است که در آن جسم زرد و در نهایت جسم سفید تشکیل می‌شود.

۲ـ در هر قسمت، چه هورمون‌هایی از هیپوفیز بیشتر روی تخمدان اثر می‌گذارند؟ در مرحله فولیکولی هورمون FSH، در مرحله لوتئال هورمون LH

۳ـ در هر قسمت چه هورمون‌هایی از تخمدان ترشح می‌شوند و چه تغییری در میزان این هورمون‌ها رخ می‌دهد؟

\+ در مرحله فولیکولی هورمون استروژن

x ابتدا مقدار آن کم است، به تدریج زیاد می‌شود، در اواخر این مرحله مقدار آن به حداکثر می‌رسد.

\+ در مرحله لوتئال هورمون پروژسترون و تا حدودی استروژن

x ابتدا مقدار هورمون پروژسترون بسیار زیاد و در نهایت کم می‌شود. مقدار هورمون استروژن هم تا حدودی بالا رفته و در نهایت کاهش می‌یابد.

۴ـ جداکنندهٔ این دو بخش چه مرحله‌ای است؟ تخمک‌گذاری یا به عبارت درست‌تر آزاد شدن اووسیت ثانویه از دیواره تخمدان

t.me/MrKonkori

تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن

۱) تنظیم میزان هورمون‌های آزادکننده، FSH، LH، استروژن و پروژسترون به صورت بازخوردی منفی و مثبت انجام می‌شود.

بازخورد منفی: تنظیم ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون در سه مرحله با اثر بر روی هیپوتالاموس و به صورت بازخورد منفی صورت می‌گیرد:

در ابتدای دوره جنسی

+ در ابتدای دوره مقدار هر دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم (↓) است.
+ این کمبود از طریق گیرنده‌های موجود در هیپوتالاموس! به خود هیپوتالاموس پیامی می‌دهد.
+ هیپوتالاموس یک نوع هورمون آزادکننده برای ترشح هر دو نوع هورمون FSH و LH ترشح می‌کند.
+ هورمون آزادکننده، بخش پیشین هیپوفیز را تحریک می‌کند تا ترشح هورمون‌های FSH و LH را افزایش دهد.
+ افزایش ترشح این دو هورمون باعث رشد فولیکول و در نتیجه با بازخورد منفی باعث افزایش (↑) ترشح استروژن می‌شود.

در طول دوره جنسی

+ افزایش (↑) ترشح استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن آن می‌شود، تا رحم برای بارداری احتمالی آماده شود.
+ همچنین افزایش ترشح این هورمون‌ها با تأثیر بر هیپوتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می‌کاهند.
+ این بازخورد از رشد و بالغ شدن فولیکول‌های جدید در طول دوره جنسی جلوگیری می‌کند.
+ کاهش ترشح این دو هورمون باعث کاهش (↓) ترشح استروژن و پروژسترون می‌شود.

در انتهای دوره جنسی

+ کاهش (↓) میزان هورمون‌های استروژن و پروژسترون در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می‌گذارد.
+ به این ترتیب استحکام دیواره داخلی رحم کاهش می‌یابد و در طول چند روز بعد، تخریب می‌شود و قاعدگی رخ می‌دهد.
+ کاهش مقدار پروژسترون و استروژن همچنین بر هیپوتالاموس اثر گذاشته تا ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را افزایش دهد.
+ در دوره جنسی جدید، افزایش ترشح هورمون‌های FSH و LH مجدداً باعث رشد فولیکول جدید و جسم زرد می‌شود.
+ در نتیجه رشد فولیکول جدید و جسم زرد باعث افزایش (↑) ترشح هورمون‌های استروژن و پروژسترون می‌شود.

بازخورد مثبت: تنظیم ترشح هورمون فقط استروژن با اثر بر روی هیپوفیز پیشین به صورت بازخورد مثبت صورت می‌گیرد:

در حدود روز چهاردهم دوره جنسی

+ در حدود روز چهاردهم دوره، هورمون استروژن یکباره افزایش (↑) می‌یابد.
+ افزایش شدید هورمون استروژن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود.
+ این تغییر ناگهانی در مقدار این هورمون‌ها، باعث می‌شود، باقی‌مانده فولیکول به جسم زرد تبدیل می‌شود.
+ به این ترتیب با رشد جسم زرد، ترشح هورمون استروژن و پروژسترون از جسم زرد افزایش (↑) می‌یابد.

۲) بنابراین می‌توان گفت هورمون استروژن دو نقش متضاد دارد:

+ بازخورد منفی: در طول دوره جنسی افزایش اندک استروژن از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می‌کند.
+ بازخورد مثبت: در حدود روز چهاردهم دوره، افزایش (↑) یک‌باره استروژن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود.

۳) دورهٔ جنسی تخمدان‌ها را می‌توان به دو قسمت فولیکولی و لوتئال تقسیم‌بندی می‌کنند.

+ مرحله فولیکولی مربوط به نیمه اول دوره است که اووسیت ثانویه در درون فولیکول رشد و نمو می‌کند.
  - در این مرحله از هیپوفیز پیشین هورمون FSH و از تخمک استروژن ترشح می‌شود.
  x مقدار استروژن ابتدا کم است، به تدریج زیاد می‌شود، در اواخر این مرحله مقدار آن به حداکثر می‌رسد.
+ مرحله لوتئال مربوط به نیمه دوم دوره است که در آن جسم زرد و در نهایت جسم سفید تشکیل می‌شود. هورمون LH
  - در این مرحله از هیپوفیز پیشین هورمون LH و از تخمک پروژسترون و استروژن ترشح می‌شود.
  x مقدار هورمون پروژسترون ابتدا بسیار زیاد و در نهایت کم می‌شود.
  x مقدار هورمون استروژن هم تا حدودی بالا رفته و در نهایت کاهش می‌یابد.

t.me/MrKonkori

گفتار ۳ رشد و نمو جنین

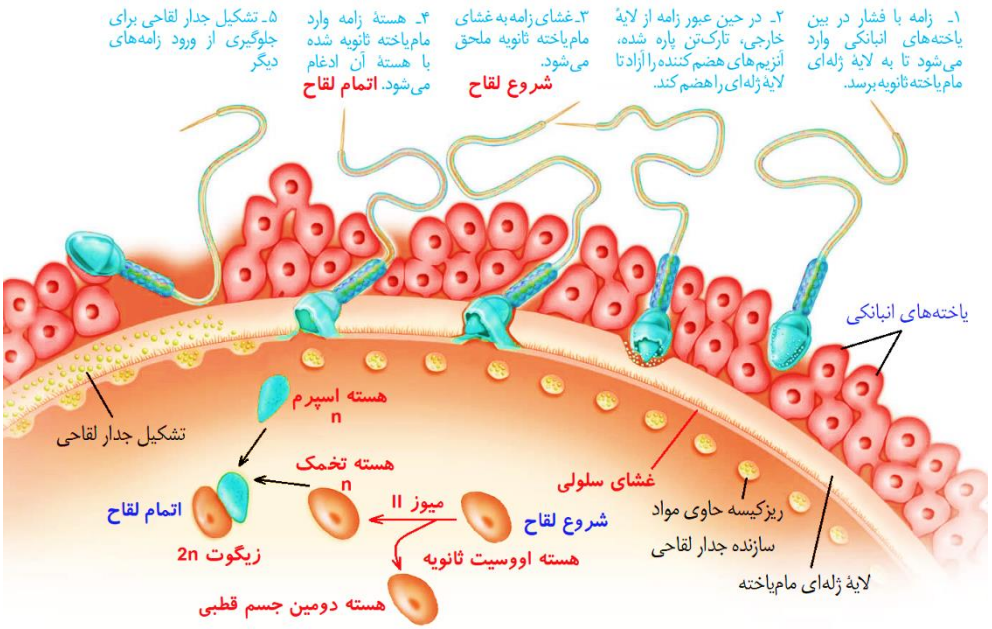
نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاخته تخم آغاز می‌کند. بنابراین حتی موجودات پرسلولی مانند انسان، هم تجربه «تک‌سلولی بودن» را دارند! تخم با تقسیم‌های میتوزی پی‌درپی و گذر از مراحلی شامل مورولا، بلاستولا (=بلاستوسیست)، گاسترولا و ... سرانجام به جنین و نوزاد متمایز می‌شود.

لقاح

مامیاخته ثانویه پس از تخمک‌گذاری از طریق زوائد انتهای شیپور مانند (شیپور فالوپ) وارد لوله رحم می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، اووسیت ثانویه بر خلاف اسپرم، فاقد وسیله حرکتی است. بنابراین سه عامل در حرکت اووسیت ثانویه و سلول‌های حاصل از آن یعنی تخمک و زیگوت مؤثر هستند: (۱) حرکات زوائد انگشت مانند، (۲) انقباض دیواره رحم و (۳) زنش مژک‌های دیواره لوله رحم، مامیاخته ثانویه را به سمت رحم حرکت می‌دهند. با ورود مایع منی به رحم، میلیون‌ها زامه به سمت مامیاخته ثانویه شنا می‌کنند، ولی فقط تعداد کمی از آنها در لوله رحم به آن می‌رسند. لقاح در انتهای لوله رحم انجام می‌شود! زامه‌ها برای ورود باید از دو لایه خارجی و داخلی اطراف مامیاخته ثانویه عبور کنند. لایه خارجی، باقی‌مانده یاخته‌های انبانکی (اغلب به هم متصل!) و لایه داخلی، فاقد سلول، شفاف و ژله‌ای است (شکل ۱۳). در حین عبور زامه از لایه خارجی، غشای اسپرم و غشای تارک‌تن پاره می‌شود تا آنزیم‌های آن (فقط!) لایه داخلی را هضم کند. به عبارت دیگر برای عبور از لایه خارجی، زنش مژک‌ها و مصرف ATP کافی است، ولی برای هضم شدن لایه داخلی آنزیم‌های موجود در آکروزوم بدون ترشح و بدون مصرف ATP و با پاره شدن غشای سلولی و غشای آکروزوم وارد عمل می‌شوند!

لقاح موقعی آغاز می‌شود که غشای یک زامه و غشای مامیاخته ثانویه با همدیگر تماس پیدا کنند. در این زمان، ضمن ادغام غشای زامه با غشای مامیاخته، تغییراتی در سطح مامیاخته اتفاق می‌افتد که باعث ایجاد پوششی به نام **جدار لقاحی** می‌شود. جدار لقاحی از ورود زامه‌های دیگر به مامیاخته جلوگیری می‌کند.

با ورود سر زامه به مامیاخته، فقط هسته آن (البته هسته و مقدار ناچیز سیتوپلاسم، بدون میتوکندری‌ها!) به درون سیتوپلاسم اووسیت ثانویه وارد می‌شود. در همین حال، مامیاخته ثانویه، کاستمان را تکمیل می‌کند و به تخمک تبدیل می‌شود. هسته تخمک با هسته زامه ادغام می‌شود و یاخته تخم با ۲۳ جفت فام‌تن شکل می‌گیرد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳ـ برخورد و نفوذ زامه در مامیاخته ثانویه

نکاتی در مورد لقاح

۱) اووسیت ثانویه پس از تخمک‌گذاری از طریق زوائد انتهای شیپور فالوپ وارد لوله رحم می‌شود.

۲) همان‌طور که می‌دانیم، اووسیت ثانویه بر خلاف اسپرم، فاقد وسیله حرکتی است.

+ سه عامل در حرکت اووسیت ثانویه و سلول‌های حاصل از آن یعنی تخمک و زیگوت مؤثر هستند:

ـ حرکات زوائد انگشت مانند ـ انقباض دیواره رحم ـ زنش مژک‌های دیواره لوله رحم

۳) با ورود مایع منی به رحم، میلیون‌ها اسپرم از طریق لوله‌های رحم یا فالوپ به سمت اووسیت ثانویه شنا می‌کنند.

+ فقط تعداد کمی از اسپرم‌ها در لوله رحم به اووسیت ثانویه می‌رسند.

+ لقاح در انتهای لوله رحم یا فالوپ انجام می‌شود!

۴) اسپرم‌ها برای ورود به اووسیت ثانویه می‌بایست از دو لایه خارجی و داخلی اطراف اووسیت ثانویه عبور کنند.

t.me/MrKonkori

+ لایه خارجی، باقی‌مانده یاخته‌های فولیکولی اغلب به هم متصل! و لایه داخلی، فاقد سلول، اما به صورت لایه‌ای شفاف و ژله‌ای است.

۵) در حین عبور اسپرم از لایه خارجی، غشای اسپرم و غشای آکروزوم پاره می‌شوند تا آنزیم‌های آن فقط! لایه داخلی را هضم کنند.

+ به عبارت دیگر برای عبور از لایه خارجی، زنش تاژک اسپرم و مصرف ATP کافی است.

+ اما برای هضم شدن لایه داخلی آنزیم‌های موجود در آکروزوم بدون مصرف ATP و ترشح و با پاره شدن غشای سلول و غشای آکروزوم وارد عمل می‌شوند!

۶) لقاح موقعی آغاز می‌شود که غشای یک اسپرم و غشای اووسیت ثانویه با همدیگر تماس پیدا کنند.

+ در این زمان، ضمن ادغام غشای اسپرم با غشای اووسیت، تغییراتی در سطح اووسیت اتفاق می‌افتد که باعث ایجاد پوششی به نام جدار لقاحی می‌شود.

ـ جدار لقاحی از ورود اسپرم‌های دیگر به اووسیت ثانویه جلوگیری می‌کند.

۷) با ورود سر اسپرم به اووسیت ثانویه، فقط هسته آن (البته هسته و مقدار ناچیز سیتوپلاسم، بدون میتوکندری‌ها!) به درون سیتوپلاسم اووسیت وارد می‌شود.

+ نکته مهم این‌که ماده ژنتیکی موجود در میتوکندری‌های اسپرم‌ها در تشکیل ژنوم سیتوپلاسمی زیگوت و زاده جدید هیچ نقشی نخواهد داشت!

۸) پس از ورود هسته اسپرم به درون اووسیت ثانویه، ابتدا این سلول، تقسیم میوز را تکمیل می‌کند و به تخمک تبدیل می‌شود.

۹) در پایان لقاح هسته تخمک با هسته اسپرم ادغام می‌شود و یاخته تخم با ۴۶ جفت کروموزوم شکل می‌گیرد.

۱۰) بنابراین می‌توان گفت، لقاح فرایندی نسبتاً طولانی است. این فرایند سه مرحله دارد:

مرحله اول) ادغام غشاها: در این مرحله که مرحله آغاز لقاح نام دارد، غشای دو سلول جنسی با هم ترکیب می‌شوند. در این مرحله با فرآیند اگزوسیتوز، جدار لقاحی نیز شکل می‌گیرد.

مرحله دوم) ادغام سیتوپلاسم‌ها: در این مرحله، میوز II در اووسیت ثانویه تکمیل شده و دو هسته به وجود می‌آید: یکی از هسته‌ها هسته تخمک و دیگری هسته دومین جسم قطبی است. هسته اخیر با مقدار ناچیزی سیتوپلاسم، دومین جسم قطبی را می‌سازند.

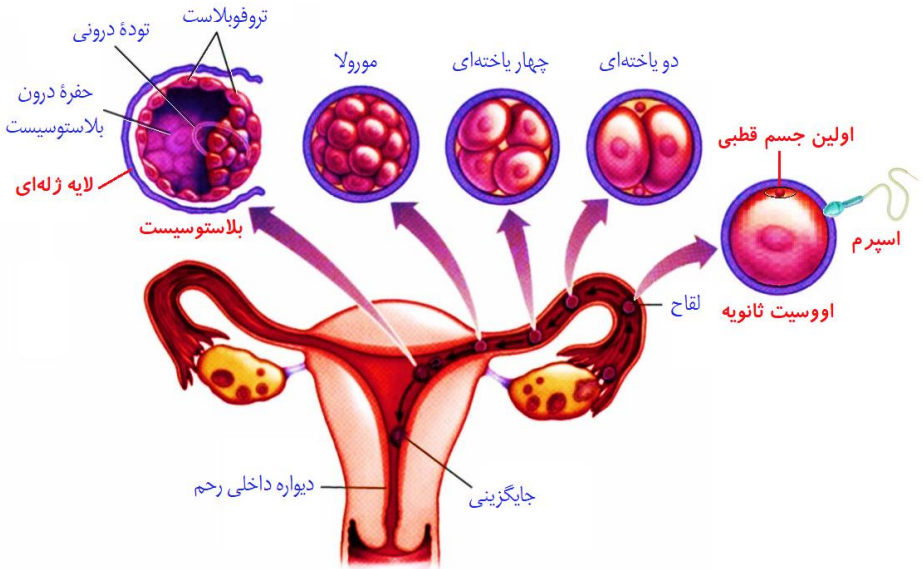
مرحله سوم) ادغام هسته‌ها: هسته اسپرم و تخمک ترکیب شده و هسته زیگوت یا دو مجموعه کروموزوم به وجود می‌آید که تقریباً تمام سیتوپلاسم تخمک را دریافت کرده است.

وقایع پس از لقاح

حدود ۳۶ ساعت پس از اتمام لقاح، یاخته تخم تقسیمات میتوز یا رشتمانی را شروع می‌کند. نتیجه آن، ایجاد توده یاخته‌ای است که تقریباً به اندازه تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم رشد نکرده‌اند.

این توده پریاخته‌ای توپر با نام **مورولا** در لوله رحم به کمک عوامل حرکت دهنده که در بالا ذکر شد! به سمت رحم حرکت می‌کند. مورولا از نظر حجم با زیگوت هم‌اندازه است! پس از رسیدن مورولا به رحم این سلول‌ها به شکل کره توخالی در می‌آید و درون آن با مایعات پر می‌شود. در این مرحله، به آن **بلاستوسیست** یا **بلاستولا** گفته می‌شود. بلاستوسیست، یک لایه سلولی بیرونی به نام **تروفوبلاست** دارد که در مراحل بعدی **برون‌شامه جنین** (**پرده کوریون**) را می‌سازد. برون‌شامه جنین به همراه بخشی از دیواره رحم **جفت** را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۴).

به عبارت دیگر جفت دو بخش دارد: بخش جنینی که از پرده کوریون جنین به وجود آمده است و بخش مادری که از دیواره رحم شکل می‌گیرد.



شکل ۱۴ـ مراحل اولیهٔ رشد جنین. لایه ژله‌ای اطراف تخمک و بلاستوسیست قبل از جایگزینی پاره می‌شود!

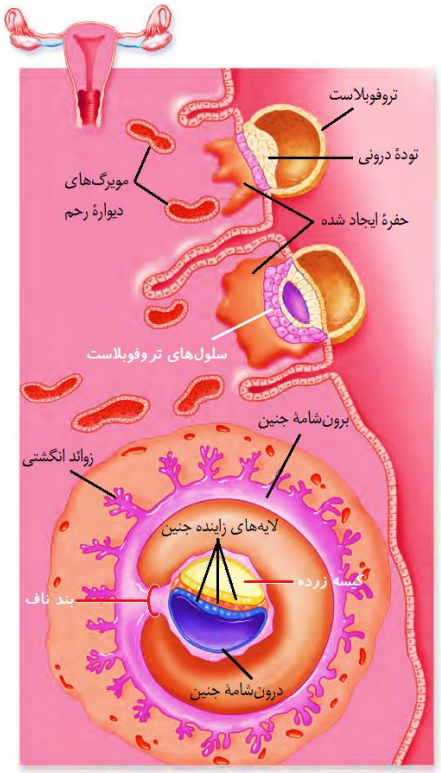
t.me/MrKonkori

یاخته‌های درون بلاستوسیست **توده یاخته‌ای درونی** را تشکیل می‌دهند. این یاخته‌ها حالت بنیادی دارند و با تقسیم متوالی و تمایز منشاء بافت‌های مختلف تشکیل دهنده جنین هستند. **یاخته‌های بنیادی**، یاخته‌هایی تخصص نیافته‌اند که در ضمن تقسیمات متوالی میتوز، توانایی تبدیل شدن یا تمایز به یاخته‌های متفاوتی را دارند. از توده درونی لایه‌های زاینده جنینی شامل اکتودرم، مزودرم و آندودرم شکل می‌گیرند که هر کدام منشاء بافت‌ها و اندام‌های مختلف هستند.

در ادامه، یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیست، آنزیم‌های هضم کننده‌ای را ترشح می‌کنند که یاخته‌های جدار رحم را تخریب و حفره‌ای ایجاد می‌کنند که بلاستوسیست در آن جای می‌گیرد. به این فرایند **جایگزینی** گفته می‌شود. یاخته‌های جنین در این مرحله مواد مغذی مورد نیاز خود را از این بافت‌های هضم شده (گوارش برون‌سلولی با روش مادرخواری! ☹) به دست می‌آورند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ جایگزینی جنین در رحم



بعد از جایگزینی، پرده‌های محافظت کننده در اطراف جنین تشکیل می‌شوند که مهم‌ترین آنها **درون‌شامه جنین** (**آمنیون**) و **برون‌شامه جنین** (**کوریون**) هستند. درون‌شامه جنین در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد. برون‌شامه جنین در تشکیل جفت و **بند ناف** دخالت می‌کند. با توجه به این‌که مواد غذایی و پادتن‌ها از پرده کوریون عبور می‌کنند این پرده، هم مانند پرده آمنیون در تغذیه و حفاظت جنین نقش دارد! جفت رابط بین بند ناف و دیواره رحم است.

برون‌شامه جنین، هورمونی به نام HCG ترشح می‌کند که از طریق حفره خونی ایجاد شده در رحم وارد خون مادر می‌شود و اساس تست‌های بارداری است. اندام هدف این هورمون جسم زرد واقع در تخمدان مادر است! این هورمون سبب حفظ جسم زرد و تداوم ترشح هورمون پروژسترون از آن می‌شود. وجود این هورمون‌ها در خون از قاعدگی و تخمک‌گذاری مجدد جلوگیری می‌کند.

نکاتی در مورد وقایع پس از لقاح

۱) زیگوت یا سلول تخم حدود ۳۶ ساعت پس از اتمام لقاح، تقسیمات میتوز را در لوله رحم یا فالوپ شروع می‌کند.

۲) نتیجه این تقسیمات، ایجاد توده سلولی به نام مورولا است که از لحاظ اندازه تقریباً به اندازه سلول تخم یا زیگوت است.

+ به عبارت دیگر در لوله رحم، سلول تخم یا زیگوت تقسیم می‌شود ولی سلول‌های حاصل فرصت رشد ابعادی نداشته و کوچک‌تر و کوچک‌تر می‌شوند!

+ بنابراین می‌توان گفت چرخه سلولی به گونه‌ای انجام می‌شود که در مرحله G_1 چرخه سلولی رشد انجام نمی‌شود.

+ هم‌چنین می‌توان گفت در ضمن تقسیم سلولی زیگوت، نسبت سطح به حجم سلول‌ها افزایش یافته است!

۳) این توده پرسلولی توپر یا مورولا در لوله رحم به کمک عوامل حرکت دهنده‌ای که باعث حرکت اووسیت ثانویه می‌شدند! به سمت رحم حرکت می‌کند.

۴) این توده سلولی در رحم به شکل کره توخالی به نام بلاستوسیست یا بلاستولا درمی‌آیند که درون آن با مایعات پر می‌شود. لایه ژله‌ای هم در رحم پاره می‌شود.

۵) بلاستوسیست دو بخش دارد: توده سلولی درونی و لایه بیرونی یا تروفوبلاست

+ توده سلولی درونی: درون بلاستوسیست قرار دارد. این سلول‌ها حالت بنیادی داشته و با تقسیم و تمایز منشاء بافت‌های تشکیل دهنده جنین خواهند شد.

ـ سلول‌های بنیادی سلول‌هایی تخصص نیافته هستند که در ضمن تقسیمات متوالی میتوز، توانایی تبدیل شدن یا تمایز به سلول‌های متفاوتی را دارند.

ـ از توده درونی لایه‌های زاینده جنینی شامل اکتودرم، مزودرم و آندودرم شکل می‌گیرند که هر کدام منشاء بافت‌ها و اندام‌های مختلف هستند.

+ لایه تروفوبلاست: یک لایه سلولی بیرونی است که در مراحل بعدی پرده کوریون یا برون‌شامه جنین را می‌سازد.

ـ تروفوبلاست آنزیم‌های هضم کننده‌ای را ترشح می‌کند که سلول‌های جدار رحم را تخریب و حفره‌ای ایجاد می‌کند که بلاستوسیست در آن جای می‌گیرد.

x این فرایند را جایگزینی می‌گویند. سلول‌های جنین در این مرحله مواد مغذی مورد نیاز خود را از این بافت‌های هضم شده به دست می‌آورند.

x این نوع گوارش یا هضم سلول‌ها به وسیله تروفوبلاست، نوعی گوارش برون‌سلولی با روش مادرخواری است! ☹

x بعد از جایگزینی، پرده‌های محافظت کننده در اطراف جنین تشکیل می‌شوند که مهم‌ترین آنها عبارتند از:

t.me/MrKonkori

+ پرده آمنیون یا درون‌شامه جنین که از توده سلولی درونی منشاء می‌گیرد و در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد.

+ پرده کوریون یا برون‌شامه جنین که از لایه تروفوبلاست منشاء می‌گیرد و در تشکیل جفت و بند ناف دخالت می‌کند.

- با توجه به این‌که مواد غذایی و پادتن‌ها از پرده کوریون عبور می‌کنند پس کوریون، هم مانند پرده آمنیون در تغذیه و حفاظت جنین نقش دارد!

- جفت از پرده کوریون جنین به همراه بخشی از دیواره رحم مادر به وجود می‌آید و رابط بین بند ناف و دیواره رحم است.

- به عبارت دیگر می‌توان بیان نمود که ساختار جفت از دو بخش تشکیل شده است:

- بخش جنینی جفت که از پرده کوریون جنین به وجود آمده است.

- بخش مادری جفت که از دیواره رحم مادر شکل می‌گیرد.

- پرده کوریون، هورمونی به نام HCG ترشح می‌کند که از طریق حفره خونی ایجاد شده در رحم، وارد خون مادر می‌شود.

- اندام هدف این هورمون، جسم زرد واقع در تخمدان مادر است! این هورمون سبب حفظ جسم زرد و تداوم ترشح پروژسترون از آن می‌شود.

- وجود این هورمون‌ها در خون از قاعدگی و تخمک‌گذاری مجدد جلوگیری می‌کند.

- نکته مهم این‌که هورمون HCG تنها هورمونی است که اندام تولید آن در بدن یک فرد! و اندام هدف آن در بدن فرد دیگر! قرار دارد.

- وجود این هورمون در خون مادر اساس تست‌های بارداری است.

تشکیل بیش از یک جنین

در حین تقسیمات اولیه تخم، ممکن است یاخته‌های بنیادی مورولا از هم جدا شوند، در این صورت، هر جنین کوریون، جفت و نیز آمنیون مجزا خواهند داشت. گاهی اوقات ممکن است توده درونی بلاستوسیست به دو یا چند قسمت تقسیم شود. در این صورت، همه جنین‌ها یک پرده کوریون و یک جفت خواهند داشت، اما ممکن است هر کدام از جنین‌ها یک پرده آمنیون مجزا داشته باشد.

در این دو حالت، بیش از یک جنین شکل می‌گیرند که این جنین‌ها **همسان**‌اند. در حالت دوم اگر این جنین‌ها کاملاً از هم جدا نشوند، **به هم چسبیده** متولد می‌شوند. این جنین‌ها قطعاً یک پرده کوریون، یک جفت و یک پرده آمنیون مشترک داشته‌اند!

ممکن است تخمدان‌های یک فرد در یک دوره جنسی بیش از یک ماه‌یاخته ثانویه آزاد کنند و دو یا چند لقاح انجام شود. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمو در آنها کامل شود، دوقلو یا چندقلوهای **ناهمسان** متولد می‌شوند که ممکن است شباهتی به هم نداشته و حتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند (شکل ۱۶).

به عبارت دیگر این نوع دوقلوها یا چندقلوها از نظر جنسیت و شباهت ممکن است مشابه یا متفاوت باشند.



شکل ۱۶ـ دو قلوهای الف) ناهمسان و ب) همسان

فعالیت ۶

۱ـ دوقلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند، به نظر شما علت چیست؟ چون از دو تخمک و دو زیگوت متفاوت به وجود آمده‌اند.

۲ـ دوقلوهای به هم چسبیده از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری نسبت به هم چگونه‌اند؟ از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری یکسان هستند.

۳ـ در مورد اثر انگشت دو قلوهای همسان و ناهمسان اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید. ممکن است اثر انگشت متفاوت داشته باشند چون بروز این صفت تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد.

از طرف دیگر ممکن است در بعضی از زنان یا مردان، یاخته جنسی تولید نشود یا به دلایلی بین زامه و تخمک، لقاح موفقی انجام نشود. در این صورت، موضوع **ناباروری** مطرح می‌شود که با روش‌ها و کمک فناوری، بعضی از آنها را برطرف می‌کنند.

نکاتی در مورد دوقلو یا چندقلوزایی

۱) گاهی اوقات در رحم مادر بیش از یک جنین تشکیل شده و منجر به ایجاد دوقلو یا چندقلو می‌شود.

۲) این پدیده دلایل مختلفی می‌تواند داشته باشد. دوقلوها یا چندقلوها می‌توانند همسان یا ناهمسان باشند:

الف) دوقلو یا چندقلوهای همسان: این نوع دوقلوها یا چندقلوها به حالت‌های مختلف دیده می‌شوند.

+ حالت اول: در حین تقسیمات اولیه سلول تخم یا زیگوت، ممکن است سلول‌های بنیادی یا مورولا از هم جدا شوند.

ـ در این صورت، هر جنین یک پرده کوریون و یک جفت مجزا و نیز یک پرده آمنیون مجزا خواهند داشت.

t.me/MrKonkori

+ حالت دوم: گاهی اوقات ممکن است توده درونی بلاستوسیست به دو یا چند قسمت تقسیم شود.

ـ در این صورت، همه جنین‌ها یک پرده کوریون و یک جفت خواهند داشت، اما ممکن است هر کدام از جنین‌ها یک پرده آمنیون مجزا داشته باشد.

x ممکن است جنین‌ها به هم چسبیده متولد می‌شوند. جنین‌های چسبیده، قطعاً یک پرده کوریون، یک جفت و یک پرده آمنیون مشترک دارند!

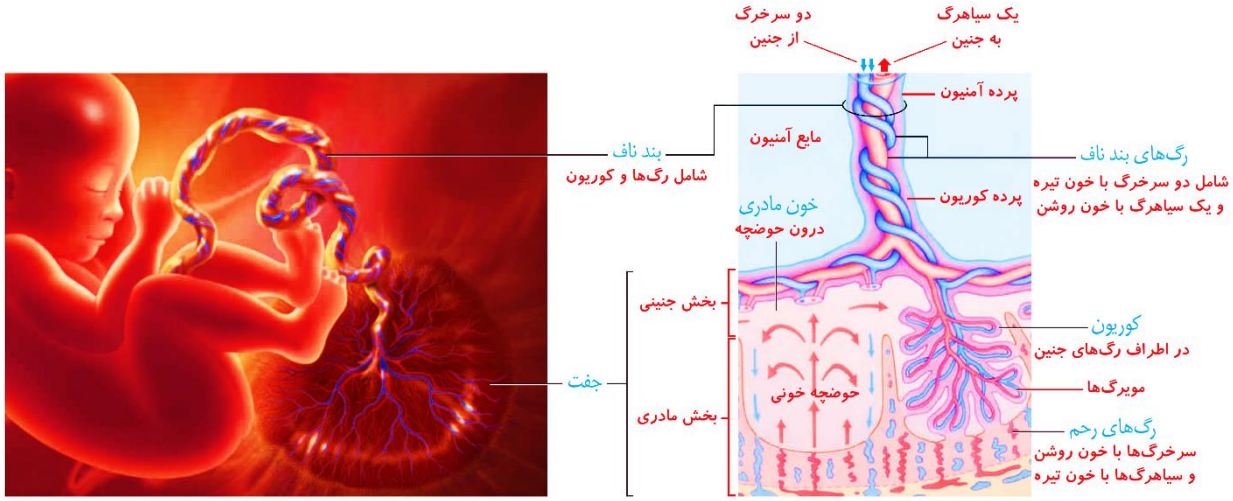
ب) دوقلو یا چندقلوهای ناهمسان: در این حالت هر جنین یک پرده کوریون و یک جفت مجزا و نیز یک پرده آمنیون مجزا خواهند داشت.

+ در این حالت: تخمدان‌های یک فرد در یک دوره جنسی بیش از یک اووسیت ثانویه آزاد نموده‌اند و دو یا چند لقاح انجام شده است.

x دوقلوها یا چندقلوهای ناهمسان ممکن است شباهتی به هم نداشته و حتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند.

کنترل ورود و خروج مواد در جفت

تمایز جفت از هفته دوم بعد از لقاح شروع می‌شود، ولی تا هفته دهم ادامه دارد. بند ناف متشکل از یک سیاهرگ با خون روشن و دو سرخرگ با خون تیره به همراه پوششی از پرده‌های کوریون (به رنگ بنفش) و آمنیون (به رنگ آبی) که رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ‌ها خون جنین را به جفت می‌برند و سیاهرگ، خون را از جفت به جنین می‌رساند. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود برون‌شامه جنین یا پرده کوریون، مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این پرده مبادله مواد صورت گیرد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ـ جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن‌ها از طریق جفت به جنین منتقل می‌شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود و مواد دفعی مانند اوره، اوریک‌اسید و کربن دی‌اکسید جنین نیز از همین طریق به خون مادر منتقل می‌شود. در عین حال، عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

با توجه به عبور مواد از جفت و تأثیر زیان‌آور بعضی از داروها روی رشد و نمو، زنان باردار باید از مصرف هر گونه دارو در دوران بارداری، به جز با تجویز پزشک متخصص، خودداری کنند.

فعالیت ۷

مادران باردار ممکن است تا پایان هفتهٔ چهارم بعد از لقاح هنوز از بارداری خود مطلع نباشند. با توجه به زمان‌های چرخهٔ قاعدگی، به نظر شما این مادران از نظر قاعدگی در چه وضعیتی هستند؟ ۱۱۴ روز از زمان مورد انتظار قاعدگی گذشته است. پس پزشک نتیجه می‌گیرد که احتمالاً حاملگی صورت گرفته است.

همزمان با تشکیل جفت یاخته‌های توده درونی لایه‌های زاینده شامل اکتودرم، مزودرم و آندودرم را تشکیل می‌دهند که از رشد و تمایز آنها بافت‌های مختلف جنین یعنی بافت‌های پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی ساخته می‌شود.

+ ماه اول حاملگی: در انتهای ماه اول اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود. ابتدا رگ‌های خونی و روده شروع به نمو می‌کنند سپس جوانه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند.

+ ماه دوم حاملگی: در طی ماه دوم همه اندام‌ها شکل مشخص می‌گیرند.

+ ماه سوم حاملگی: در انتهای سه ماه اول اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود.

+ سه ماهه دوم و سوم: در سه ماهه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به طوری‌که در انتهای سه ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد ساختار جفت و بند ناف: ساختارهایی به نام جفت و بند ناف ارتباط بین جنین و مادر را تشکیل می‌دهند.

ساختار جفت: تمایز جفت از هفته دوم بعد از لقاح شروع می‌شود، ولی تا هفته دهم ادامه دارد. جفت دارای دو بخش و به صورت زیر است:

+ بخش جنینی جفت: شامل زواید انگشتی است که در درون حوضچه‌های خونی دیواره رحم قرار دارند.

x در هر یک از این زواید انگشتی، علاوه بر پرده کوریون سه بخش وجود دارد:

ـ سرخرگ‌هایی با خون تیره که از آئورت جنین منشاء گرفته است.

ـ تعدادی مویرگ که تبادلات گازها، مواد غذایی و مواد زاید را انجام می‌دهند.

ـ سیاهرگ‌هایی با خون روشن که به بزرگ سیاهرگ زیرین متصل می‌شود.

+ بخش مادری جفت: شامل حوضچه‌های پر از خون است که با رگ‌هایی پر و تغلیه می‌شوند.

ـ هر یک از این حوضچه‌های خونی با موارد زیر ارتباط دارند:

x سرخرگ‌هایی با خون روشن که از آئورت مادر منشاء گرفته‌اند خون را وارد آنها می‌کنند.

x سیاهرگ‌هایی با خون تیره که خون درون آنها را جمع‌آوری نموده و به بزرگ سیاهرگ زیرین برمی‌گردانند.

x در این حوضچه‌ها خون از انتهای سرخرگ‌ها خارج می‌شود و ساختاری مشابه حفرات موجود در «دستگاه گردش باز» به وجود می‌آورند.

ساختار بند ناف: بند ناف رابط بین جنین و جفت بوده و متشکل از موارد زیر است:

+ دو سرخرگ با خون تیره که کربن دی‌اکسید و مواد زاید را از جنین دور می‌کنند. این دو سرخرگ در محل جفت از یکدیگر فاصله می‌گیرند.

+ یک سیاهرگ با خون روشن که اکسیژن و مواد غذایی را به جنین می‌رساند. دو انشعاب این سیاهرگ در محل جفت به یکدیگر ملحق می‌شوند.

+ پوششی از پرده کوریون و آمنیون! که در اطراف رگ‌های خونی قرار گرفته است.

نکات دیگری در مورد جفت

۱) در درون جفت، به دلیل وجود پرده کوریون، خون مادر و جنین مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این پرده مبادله مواد صورت گیرد.

+ می‌توان گفت تبادل مواد از دو لایه سلولی انجام می‌شود:

x سلول‌های پرده کوریون که متعلق به جنین هستند.

x سلول‌های سنگ‌فرشی مویرگ‌ها که آنها هم متعلق به جنین هستند.

۲) مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن‌ها از طریق جفت به جنین منتقل می‌شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود.

۳) مواد دفعی مانند اوره، اوریک‌اسید و کربن دی‌اکسید جنین نیز از همین طریق به خون مادر منتقل می‌شود.

۴) عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

۵) به دلیل تبادل آسان مواد، زنان باردار باید از مصرف هر گونه دارو در دوران بارداری، به جز با تجویز پزشک متخصص، خودداری کنند.

۶) مادران باردار ممکن است تا پایان هفتهٔ چهارم بعد از لقاح هنوز از بارداری خود مطلع نباشند.

+ در این صورت ۱۴ روز از زمان مورد انتظار قاعدگی گذشته است. پس پزشک نتیجه می‌گیرد که احتمالاً حاملگی صورت گرفته است.

۷) همزمان با تشکیل جفت سلول‌های توده درونی، لایه‌های زاینده شامل اکتودرم، مزودرم و آندودرم را تشکیل می‌دهند.

+ از رشد و تمایز این لایه‌ها، بافت‌های مختلف جنین یعنی بافت‌های پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی ساخته می‌شود.

نکاتی در مورد اتفاقات دوران حاملگی

۱) ماه اول حاملگی

+ در انتهای ماه اول اندام‌های اصلی جنین شروع به تشکیل شدن می‌کنند.

+ در انتهای ماه اول حاملگی ضربان قلب جنین آغاز می‌شود.

+ در انتهای ماه اول رگ‌های خونی و روده جنین شروع به نمو می‌کنند

+ در انتهای ماه اول جوانه‌های دست و پا در جنین ظاهر می‌شوند.

۲) ماه دوم حاملگی

+ در طی ماه دوم همه اندام‌های بدن جنین شکل مشخص به خود می‌گیرند.

۳) ماه سوم حاملگی

t.me/MrKonkori

+ در انتهای سه ماه اول اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود.

۴) سه ماهه دوم و سه ماهه سوم

+ جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به کار می‌کنند!

+ در انتهای سه ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

صوت‌نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا و انرژی کم! استفاده می‌کنند. این امواج بر خلاف اشعه X که در رادیولوژی از آن استفاده می‌شود، برای جنین ضرری ندارند. در این روش امواج را با کمک دستگاهی به درون بدن مادر و جنین می‌فرستند و بازتاب آنها را دریافت کرده به صورت تصویر ویدئویی نشان می‌دهند. از سونوگرافی برای موارد زیر استفاده می‌شود:

(۱) تشخیص بارداری در ماه اول، (۲) اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، (۳) جنسیت جنین، (۴) سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و (۵) عملکرد بعضی از اندام‌ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت‌نگاری، مشخص می‌شود.

فعالیت ۸ **تعیین زمان تولد**

متخصصان زنان و زایمان در پیش‌بینی زمان تولد نوزاد ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می‌کنند. در این رابطه به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ـ چه ارتباطی بین قاعدگی و بارداری شخص وجود دارد؟ اگر قاعدگی در زمان مورد انتظار رخ ندهد، نشانه وقوع حاملگی است.

۲ـ چرا روز شروع آخرین قاعدگی را در نظر می‌گیرند؟ چون تخمک‌گذاری و لقاح فاقد علامت مشخص هستند.

۳ـ گفته می‌شود مدت زمان بارداری ۹ ماه یا ۲۷۰ روز است. چرا پزشکان ۲۸۴ روز را مطرح می‌کنند؟ ۱۴ روز بعد از آخرین قاعدگی را با ۲۷۰ روز جمع می‌کنند.

تولد ـ زایمان

در ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار وارد و کیسه آمنیون یا درون‌شامه را پاره می‌کند. در نتیجه، مایع درون‌شامه‌ای یک مرتبه به بیرون رانده می‌شود. کیسه آمنیون شامل پرده آمنیون و مایع آمنیون است! خروج این مایع، نشانه نزدیک بودن زایمان است. هورمون‌ها در این مرحله نقش اساسی دارند؛ از جمله اکسی‌توسین که ماهیچه‌های صاف دیواره رحم را تحریک می‌کند، تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتب بیشتر می‌کند. در واقع سر جنین گیرنده‌های واقع بر روی دیواره گردن رحم را تحریک نموده و پیام حسی به هیپوتالاموس و هیپوفیز پسین رفته تا هورمون اکسی‌توسین یا تسهیل کننده زایمان ترشح شود. به همین دلیل، پزشکان برای سرعت دادن به زایمان اکسی‌توسین را به مادر تزریق می‌کنند. شروع انقباض ماهیچه‌های صاف دیواره رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانه رحم در هر بار انقباض، بیشتر باز می‌شود و سر جنین بیشتر به آن فشار می‌آورد. می‌توان گفت هورمون اکسی‌توسین روی همه ماهیچه‌های دیواره رحم اثر می‌گذارد. این تأثیر باعث انقباض ماهیچه‌های قاعده و بدنه رحم شده ولی باعث شل شدن ماهیچه‌های گردن رحم می‌شوند! با افزایش انقباضات ترشح اکسی‌توسین با بازخورد مثبت افزایش یافته و باعث می‌شود نوزاد آسان‌تر و زودتر از رحم خارج شود. به طور طبیعی ابتدا سر و سپس بقیه بدن از رحم خارج می‌شود. در مرحله بعد با ادامه انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می‌شود.

هورمون اکسی‌توسین، علاوه بر تأثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می‌کند تا خروج شیر انجام شود. البته تحریک گیرنده‌های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، اتفاق می‌افتد و از طریق بازخورد مثبت، تنظیم می‌شود. مکیدن پستان‌ها توسط نوزاد با تحریک گیرنده‌های موجود در پستان‌ها و ارسال پیام عصبی حسی به هیپوتالاموس و هیپوفیز باعث افزایش ترشح هورمون‌های پرولاکتین و اکسی‌توسین و افزایش تولید و ترشح شیر می‌شود.

بنابراین می‌توان گفت، ترشح هورمون اکسی‌توسین بعد از زایمان همچنان به دو منظور زیر ادامه می‌یابد!

+ برای انقباض بیشتر ماهیچه‌های صاف موجود در دیواره رحم به منظور خروج جفت و اجزای مرتبط با آن

+ برای اثر گذاشتن بر روی ماهیچه‌های صاف موجود در پستان‌ها به منظور خروج شیر از آنها

فعالیت ۹ علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می‌کنند که زایمان به صورت طبیعی انجام شود. در مورد جنبه‌های مثبت و منفی جراحی سزارین، اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتایج به دست آمده را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

(۱) دوره بهبودی بعد از سزارین طولانی‌تر است. (۲) درد بعد از عمل جراحی یا سزارین بسیار بیشتر است. (۳) در آغوش گرفتن نوزاد با وجود زخم‌های حاصل از عمل جراحی برای مادر دشوار است. (۴) مکانیسم‌های خروج شیر بر اثر هورمون اکسی‌توسین که در حین زایمان طبیعی شروع شده‌اند، در افرادی که سزارین انجام داده‌اند، کمتر دیده می‌شوند.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد تولد و زایمان: به هنگام زایمان و تولد نوزاد اتفاقات زیر به ترتیب رخ می‌دهند:

۱) در ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار وارد و کیسه آمنیون را پاره می‌کند.

+ در نتیجه، مایع درون کیسه آمنیون یک مرتبه به بیرون از بدن مادر رانده می‌شود.

+ خروج این مایع، نشانه نزدیک بودن زایمان است.

۲) سر جنین، گیرنده‌های واقع در دیواره گردن رحم را تحریک نموده و پیام عصبی حسی به هیپوتالاموس و هیپوفیز پسین می‌رود.

۳) هورمون اکسی‌توسین یا تسهیل کننده زایمان از غده هیپوفیز پسین ترشح شود. این هورمون در حین زایمان نقش اساسی در خروج جنین ایفا می‌کند.

+ هورمون اکسی‌توسین ماهیچه‌های صاف دیواره رحم را تحریک می‌کند، تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتب بیشتر می‌کند.

+ به همین دلیل، پزشکان برای سرعت دادن به زایمان، هورمون اکسی‌توسین را به مادر تزریق می‌کنند.

+ شروع انقباض ماهیچه‌های رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانه رحم در هر بار انقباض، بیشتر باز می‌شود و سر جنین بیشتر به آن فشار می‌آورد.

+ می‌توان گفت هورمون اکسی‌توسین روی همه ماهیچه‌های دیواره رحم اثر می‌گذارد:

x این تأثیر باعث انقباض ماهیچه‌های قاعده و بدنه رحم شده ولی باعث شل شدن ماهیچه‌های گردن رحم می‌شود!

x با افزایش انقباضات رحم ترشح اکسی‌توسین با بازخورد مثبت افزایش یافته و باعث می‌شود نوزاد آسان‌تر و زودتر از رحم خارج شود.

x به طور طبیعی ابتدا سر جنین یا نوزاد و سپس بقیه بدن از رحم خارج می‌شود.

۴) در مرحله بعد با ادامه انقباض‌های رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می‌شود.

۵) هورمون اکسی‌توسین، علاوه بر تأثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می‌کند تا خروج شیر انجام شود.

+ البته تحریک گیرنده‌های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد اتفاق می‌افتد و از طریق بازخورد مثبت، تنظیم می‌شود.

+ مکیدن پستان‌ها توسط نوزاد با تحریک گیرنده‌های موجود در پستان‌ها و ارسال پیام عصبی حسی به هیپوتالاموس و هیپوفیز می‌شود.

ـ این امر سبب افزایش ترشح هورمون‌های پرولاکتین و اکسی‌توسین و افزایش تولید و ترشح شیر می‌شود.

۶) بنابراین می‌توان گفت، ترشح هورمون اکسی‌توسین بعد از زایمان همچنان به دو منظور زیر ادامه می‌یابد!

+ برای انقباض بیشتر ماهیچه‌های صاف دیواره رحم به منظور خروج جفت و اجزای مرتبط با آن

+ برای اثر گذاشتن بر روی ماهیچه‌های صاف موجود در پستان‌ها به منظور خروج شیر از آنها

۷) علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود. توصیه پزشکان زنان و زایمان، این است که زایمان به طور طبیعی انجام شود.

t.me/MrKonkori

گفتار ۴ تولیدمثل در جانوران

اساس تولیدمثل جنسی در همه جانوران مشابه است، ولی در چگونگی انجام مراحل آن و حفاظت و تغذیه جنین، تفاوت‌هایی وجود دارد که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم.

نحوه لقاح

در جانوران لقاح به دو صورت انجام می‌شود: لقاح خارجی و لقاح داخلی

لقاح خارجی: در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزیستان و بیشتر بی‌مهرگان آبزی **لقاح خارجی** دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را به تعداد زیاد در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم‌زمان وارد آب می‌کنند. برای هم‌زمان شدن ورود یاخته‌های جنسی به آب عوامل متعددی دخالت دارد از جمله (۱) دمای محیط، (۲) طول روز، (۳) آزاد کردن مواد شیمیایی یا فرمون‌ها توسط نر یا ماده یا (۴) بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی‌ها (شکل ۱۸).



در جانوران خشکی‌زی همواره لقاح داخلی انجام می‌شود و هیچ‌گاه لقاح خارجی دیده نمی‌شود اما جانوران آبزی می‌توانند لقاح خارجی یا داخلی داشته باشند.

شکل ۱۸ـ رقص عروسی در ماهی‌ها

لقاح داخلی: در همه جانوران خشکی‌زی و بعضی آبزیان مانند سفت‌پوستان، اسبک‌ماهی، کوسه‌ها و ... دیده می‌شود. در این نوع لقاح معمولاً تعداد اسپرم‌ها زیاد و تعداد تخمک‌ها کم است. در این جانوران، معمولاً زامه وارد دستگاه تولیدمثلی فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن فرد ماده انجام می‌شود. انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص یافته است.

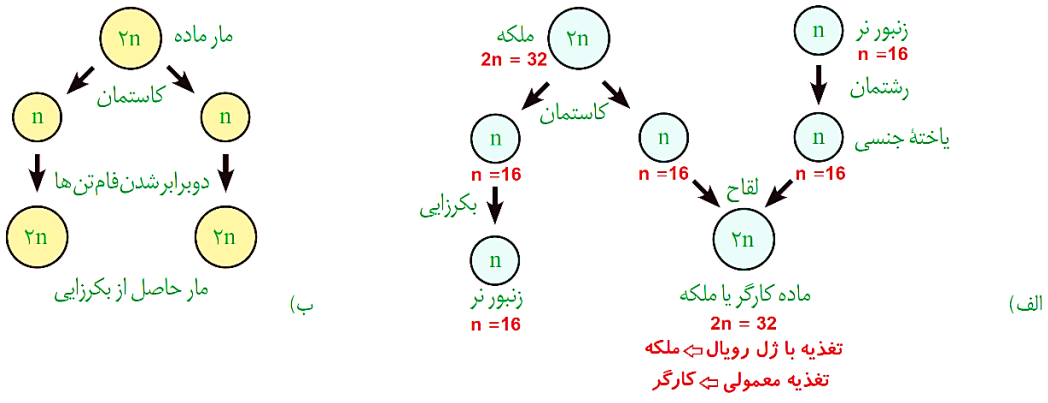
بر خلاف بقیه جانورانی که لقاح داخلی دارند، در اسبک‌ماهی جانور ماده، تخمک‌ها را به درون حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند. لقاح در بدن فرد نر انجام می‌شود و جنس نر، جنین‌ها را در بدن خود نگه می‌دارد، پس از طی مراحل رشد و نموی، نوزادان متولد می‌شوند.

نکته چالشی: در اسبک‌ماهی که لقاح داخلی دارد همانند جانورانی که لقاح خارجی دارند، لقاح در بدن فرد ماده انجام نمی‌شود! ☺☹

بکرزایی

این نوع تولیدمثل نوعی از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در این حالت، دو روش وجود دارد:

+ یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد را به وجود می‌آورد مانند زنبور عسل نر (شکل ۱۹ ـ الف)
+ یا با انجام فرایند همانندسازی از روی فام‌تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فام‌تن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولاد را به وجود می‌آورد مانند بعضی از مارها (شکل ۱۹ ـ ب). زاده‌های حاصل از بکرزایی مار از لحاظ ژنتیکی مشابه همدیگر و مادر خود نیستند!



شکل ۱۹ـ الف و ب) انواع بکرزایی

همان‌طور که می‌بینیم در همه انواع تولیدمثل جنسی، فرایند لقاح انجام نمی‌شود! هم‌چنین گامت‌ها همواره حاصل تقسیم میوز نیستند!

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد زنبور عسل

۱) این جانور جزء گروه حشرات است و همه ویژگی‌های آنان را کمابیش دارد:

الف) تنفس نایدیسی دارند. ب) «سامانه گردشی باز» و همولنف دارند. ج) لوله‌های مالپیگی برای دفع مواد زاید دارند. د) دارای مغز و یک طناب عصبی شکمی هستند. ه) چشم مرکب با توانایی دیدن پرتوهای فرابنفش دارند. و) اسکلت بیرونی دارند. ز) در گرده‌افشانی گیاهان نقش دارند. ح) فقط دارای ایمنی غیر اختصاصی هستند.

۲) زنبورهای عسل نر همواره هاپلوئید و حاصل بکرزایی ملکه هستند. زنبورهای نر از نظر ژنتیکی مشابه نیستند!

۳) اسپرم‌ها همواره حاصل تقسیم میتوز هستند، همگی از نظر ژنتیکی یکسان بوده و فقط یک سرنوشت دارند: شرکت در لقاح و تولید زاده ماده!

۴) تخمک‌ها همواره حاصل تقسیم میوز هستند و دو سرنوشت دارند، یا در لقاح شرکت می‌کنند و زنبور ماده به وجود می‌آورند، یا با بکرزایی زنبور نر می‌سازند.

۵) برای تولید زاده نر نیازی به لقاح نیست، اما تولید زاده‌های ماده همواره با لقاح همراه است.

۶) زاده‌های ماده همواره دیپلوئید و دو نوع هستند:

+ تعداد زیادی از زیگوت‌ها در مرحله جنینی تغذیه نامناسب (عسل) داشته و به زنبور کارگر که عقیم هستند نمو پیدا کرده‌اند.

+ تعداد کمی از زیگوت‌ها در مرحله جنینی تغذیه مناسب (ژل رویال که حاوی دانه گرده سرشار از پروتئین است) داشته و به زنبور ملکه تبدیل شده‌اند.

x اولین ملکه‌ای که متولد می‌شود بقیه زنبورهای ملکه را که هنوز در مرحله جنینی هستند از بین می‌برد! ☹

x ملکه مادر به همراه تعدادی از کارگران هم به نفع ملکه فرزند کندو را ترک می‌کنند...

نرماده (هرمافرودیت)

در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد دارای دستگاه تولیدمثلی نر و ماده بوده و با تولید اسپرم و تخمک تخمک‌های خود را از طریق لقاح درونی و خودلقاحی بارور می‌کند (شکل ۲۰ ـ الف). در مورد کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی که هر کدام از آنها نیز دارای دستگاه تولیدمثلی نر و ماده بوده و با تولید اسپرم و تخمک، لقاح درونی دو طرفی و به صورت دگرلقاحی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، زامه‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد (شکل ۲۰ـ ب).



شکل ۲۰ ـ الف) کرم کبد، ب) کرم خاکی

نکاتی در مورد کرم‌های پهن

۱) برخی مانند پلاناریا آزادزی و برخی مانند کرم کدو و کرم کبد انگل هستند.

۲) پلاناریا دارای حفره گوارشی است که این حفره کار دستگاه‌های گوارش، گردش مواد و تنفس را انجام می‌دهد.

۳) در برخی از سلول‌های درون حفره گوارشی پلاناریا، گوارش درون سلولی مانند آنچه در پارامسی رخ می‌دهد، انجام می‌شود!

۴) کرم کدو فاقد دستگاه گوارش بوده، مونومرها و دیگر مواد مورد نیاز خود را از سطح بدن جذب می‌کند.

۵) در کرم کدو گازهای تنفسی اکسیژن و کربن دی‌اکسید نیز از طریق سطح بدن مبادله می‌شوند.

۶) همه کرم‌های پهن هرمافرودیت یا نر ـ ماده هستند. به عبارت دیگر هر فرد دارای بیضه و تخمدان است.

۷) همه کرم‌های پهن همزمان قادر به تولید گامت‌های نر و ماده برای باروری خود! هستند.

۸) همه کرم‌های پهن دارای بخشی به نام «رحم» هستند که بعد از انجام فرایند لقاح داخلی، تخم‌ها در آن قرار می‌گیرند.

۹) دستگاه عصبی در پلاناریا به صورت یک مغز و دو طناب عصبی است که به وسیله رابط‌های عرضی به هم متصل می‌شوند.

۱۰) در همه کرم‌های پهن فقط دفاع غیر اختصاصی انجام می‌شود.

نکاتی در مورد کرم‌های حلقوی

۱) برخی از کرم‌های حلقوی، مانند کرم خاکی آزادزی و برخی مانند زالو انگل هستند.

t.me/MrKonkori

۲) کرم خاکی دارای لوله گوارشی است که در طول این لوله اتفاقاتی مشابه انسان رخ می‌دهد.

۳) در دستگاه گوارش کرم خاکی فقط گوارش برون سلولی انجام می‌شود.

۴) دستگاه گردش مواد در کرم خاکی به صورت «سامانه گردشی بسته» یافت می‌شود.

۵) در کرم خاکی گازهای تنفسی نیز از طریق سطح پوست با خون موجود در مویرگ‌ها مبادله می‌شوند.

۶) همه کرم‌های حلقوی هرمافرودیت یا نر ـ ماده هستند. به عبارت دیگر هر فرد دارای بیضه و تخمدان است.

۷) همه کرم‌های حلقوی همزمان قادر به تولید گامت‌های نر و ماده برای باروری فرد دیگری! هستند.

۱۱) همه کرم‌های حلقوی دارای بخشی به نام «رحم» هستند که بعد از انجام فرایند لقاح داخلی، تخم‌ها در آن قرار می‌گیرند.

۱۲) در همه کرم‌های حلقوی لقاح دو طرفی انجام می‌شود که در آن هر فرد قادر است به فرد دیگری اسپرم داده و از همان فرد هم اسپرم دریافت کند!

۱۳) دستگاه دفع مواد زاید در کرم خاکی به صورت نوعی نفریدی به نام «متانفریدی» است.

۱۴) در همه کرم‌های حلقوی فقط دفاع غیر اختصاصی انجام می‌شود.

تغذیه و حفاظت جنین

مواد غذایی مورد نیاز جنین تا چند روز پس از لقاح و تشکیل تخم از اندوخته غذایی تخمک تأمین می‌شود. این اندوخته مخلوطی از مواد مغذی متفاوت مانند پروتئین و لیپید است. اندازه تخمک در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد.

۱) در جانوران تخم‌گذار مانند پرندگان و خزندگان اندوخته غذایی تخمک زیاد و دارای مواد غذایی حاوی پروتئین و لیپید است؛ زیرا در دوران جنینی ارتباط غذایی بین مادر و جنین وجود ندارد.

۲) در پستانداران (البته فقط پستانداران جفت‌دار!) به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین از طریق بند ناف و جفت اندوخته غذایی کم است و فقط در چند روز اول قبل از جایگزینی مورد استفاده واقع می‌شود. البته در دو گروه دیگر پستانداران هم مقدار اندوخته غذایی کم است.

۳) در ماهی‌ها و دوزیستان نیز که دارای لقاح خارجی هستند به علت دوره جنینی کوتاه میزان این اندوخته کم است.

در جانورانی مانند ماهی‌ها و دوزیستان که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره‌ای چسبناک و ژله‌ای دارد که پس از لقاح، تخمک‌ها! و تخم‌ها را به هم می‌چسباند. این لایه چسبناک و ژله‌ای دو وظیفه مهم ایفا می‌کند: (۱) این لایه ژله‌ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می‌کند و (۲) سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفاده جنین قرار می‌گیرد (شکل ۲۱). نکته مهم این‌که در اطراف تخمک انسان هم یک لایه ژله‌ای وجود دارد!



شکل ۲۱ـ لایهٔ ژله‌ای اطراف تخم‌های قورباغه

چندین تخمک! یا تخم به صورت ردیفی و طولی درون یک لایه ژله‌ای قرار می‌گیرند!

در جانورانی مانند خزندگان، پرندگان و پستانداران که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود.

۱) در جانوران تخم‌گذار مانند خزندگان، پرندگان و پستانداران تخم‌گذار وجود پوسته ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می‌کند. البته برای محافظت بیشتر در خزندگانی مثل لاک‌پشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستانداران تخم‌گذار مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و همانند پرندگان روی آنها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود (شکل ۲۲).

۲) در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می‌کند. به دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

۳) در پستانداران جفت‌دار، جنین درون رحم مادر رشد و نمو را آغاز و از طریق اندامی به نام جفت با خون مادر مرتبط می‌شود و از آن تغذیه می‌کند. نوزاد پس از تولد از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد.



شکل ۲۲ـ الف) تخم‌های لاک‌پشت

ب) تخم پرنده در آشیانه

پ) تخم پلاتی‌پوس

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد ماهی‌ها

۱) دو گروه عمده دارند: ماهیان استخوانی مانند اغلب ماهی‌ها و ماهیان غضروفی مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی

۲) اسکلت در برخی از آنها از جنس استخوان و غضروف و در برخی فقط از جنس غضروف است.

۳) دستگاه تنفس در آنها از نوع تنفس آبششی است و در تیغه‌های آبششی آنها جهت جریان خون و آب بر خلاف همدیگر است.

۴) دستگاه گردش خون آنها به صورت ساده است و از قلب آن‌ها فقط خون تیره می‌گذرد.

۵) دستگاه دفع مواد زاید در آنها دارای کلیه است، در انواع آب شیرین به خاطر ورود زیاد آب ادرار رقیق و در انواع دریازی ادرار غلیظ وجود دارد.

۶) در کوسه ماهی‌ها علاوه بر کلیه‌ها، غدد راست‌روده‌ای هم وجود داشته که در دفع نمک‌های اضافی به لوله گوارش کمک می‌کنند.

۷) علاوه بر ایمنی غیر اختصاصی دارای ایمنی اختصاصی هم هستند.

۸) اغلب آنها لقاح خارجی دارند. برخی از آنها مانند کوسه‌ماهی و اسبک ماهی لقاح داخلی دارند.

۹) به خاطر دوره جنینی کوتاه، ذخیره غذایی تخمک در آنها کم است. در اطراف تخمک آنها نیز لایه ژله‌ای محافظ و مغذی وجود دارد.

نکاتی در مورد دوزیستان

۱) دستگاه تنفس در آنها در دوره جنینی از نوع تنفس آبششی است و در دوره بلوغ به صورت تنفس ششی و پوستی دیده می‌شود.

۲) در دستگاه تنفسی آنها پمپ فشار مثبت وجود دارد که هوا با حالتی شبیه «قورت دادن» از حفره دهانی به درون شش‌ها وارد می‌شود.

۳) دستگاه گردش خون آنها در دوره جنینی از نوع ساده و قلب آنها دارای یک دهلیز و یک بطن است.

۴) دستگاه گردش خون آنها در دوره بلوغ به صورت مضاعف و ناقص است و قلب آنها دارای دو دهلیز و یک بطن است.

۵) دستگاه دفع مواد زاید در آنها دارای کلیه است و مثانه در آنها در ذخیره آب و یون‌ها برای دوره خشک شدن هوا نقش دارد.

۶) علاوه بر ایمنی غیر اختصاصی دارای ایمنی اختصاصی هم هستند.

۷) همه آنها لقاح خارجی دارند و لقاح بین اسپرم‌ها و تخمک‌های فراوان، همواره در درون آب انجام می‌گیرد.

۸) به خاطر دوره جنینی کوتاه، ذخیره غذایی تخمک در آنها کم است. در اطراف تخمک آنها نیز لایه ژله‌ای محافظ و مغذی وجود دارد.

نکاتی در مورد خزندگان

۱) دستگاه تنفس در آنها همواره از نوع تنفس ششی است.

۲) دستگاه گردش خون آنها در بیشتر آنها به صورت مضاعف و ناقص است و قلب آنها دارای دو دهلیز و یک بطن با دیواره میانی ناقص! است.

۳) در برخی از آنها مانند کروکودیل‌ها دستگاه گردش خون به صورت مضاعف و کامل است و قلب آنها دارای دو دهلیز و دو بطن است.

۴) دستگاه دفع مواد زاید در آنها دارای کلیه است و کلیه در آنها همانند پرندگان و پستانداران پیچیده‌ترین شکل را دارد.

۵) برخی از خزندگان دریایی و بیابانی قادرند نمک اضافی را از طریق غدد نزدیک چشم یا زبان به صورت قطرات غلیظ دفع کنند.

۶) علاوه بر ایمنی غیر اختصاصی دارای ایمنی اختصاصی هم هستند.

۷) همه آنها لقاح داخلی دارند و لقاح فقط در بدن فرد ماده انجام می‌شود. تخمک آنها نیز دارای ذخیره غذایی فراوان است.

۸) وجود پوسته ضخیم در اطراف تخم آنها از جنین محافظت می‌کند.

۹) برخی از آنها مانند لاک‌پشت‌ها برای محافظت بیشتر تخم‌ها، روی آنها را با ماسه و خاک می‌پوشانند.

نکاتی در مورد پرندگان

۱) دستگاه تنفس در آنها همواره از نوع تنفس ششی است.

۲) دستگاه گردش خون در همه آنها به صورت مضاعف و کامل است و قلب آنها دارای دو دهلیز و دو بطن است.

۳) دستگاه دفع مواد زاید در آنها دارای کلیه است و کلیه در آنها همانند خزندگان و پستانداران پیچیده‌ترین شکل را دارد.

۴) برخی از پرندگان دریایی و بیابانی قادرند نمک اضافی را از طریق غدد نزدیک چشم یا زبان به صورت قطرات غلیظ دفع کنند.

۵) علاوه بر ایمنی غیر اختصاصی دارای ایمنی اختصاصی هم هستند.

۶) همه آنها لقاح داخلی دارند و لقاح فقط در بدن فرد ماده انجام می‌شود. تخمک آنها نیز دارای ذخیره غذایی فراوان است.

۷) وجود پوسته ضخیم در اطراف تخم آنها از جنین محافظت می‌کند.

۸) همه آنها برای محافظت بیشتر تخم‌ها، روی آنها می‌خوابند.

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد پستانداران

۱) دستگاه تنفس در آنها همواره از نوع تنفس ششی است.

۲) دستگاه گردش خون در همه آنها به صورت مضاعف و کامل است و قلب آنها دارای دو دهلیز و دو بطن است.

۳) دستگاه دفع مواد زاید در آنها دارای کلیه است و کلیه در آنها همانند خزندگان و پرندگان پیچیده‌ترین شکل را دارد.

۴) علاوه بر ایمنی غیر اختصاصی دارای ایمنی اختصاصی هم هستند.

۵) همه آنها لقاح داخلی دارند و لقاح فقط در بدن فرد ماده انجام می‌شود.

۶) همه آنها دارای غدد شیری هستند ولی ممکن است «رحم» داشته باشند یا خیر!

۷) پستانداران از نظر محافظت از جنین سه گروه هستند:

+ پستانداران تخم‌گذار: مانند پلاتی‌پوس

ذخیره غذایی تخمک آن زیاد است. تخم آنها دارای پوسته ضخیم محافظت کننده است. رحم ندارند. همانند پرندگان و خزندگان روی تخم‌ها می‌خوابند.

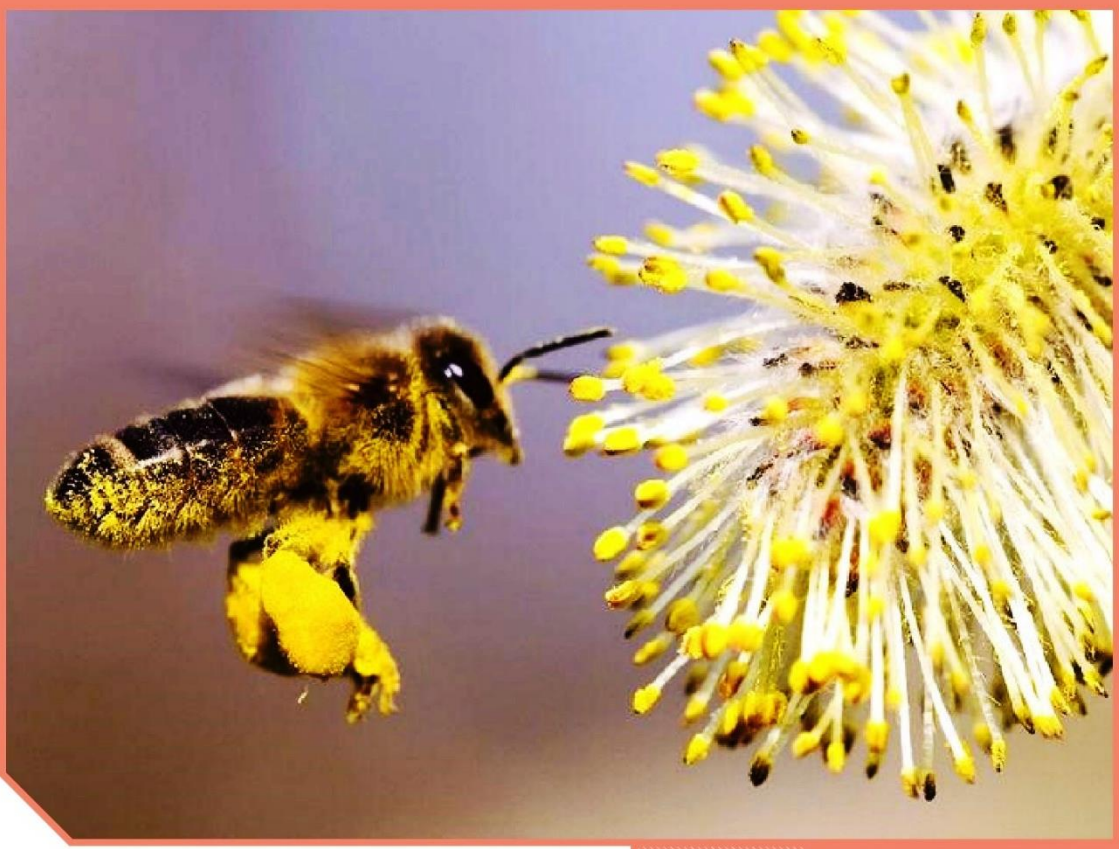
+ پستانداران کیسه‌دار: مانند کانگورو

ذخیره غذایی تخمک آن کم است. تخم آنها فاقد پوسته ضخیم محافظت کننده است. رحم ابتدایی دارند. همانند پستانداران جفت‌دار «بچه‌زا» هستند.

+ پستانداران جفت‌دار: مانند بقیه پستانداران

ذخیره غذایی تخمک آن کم است. تخم آنها فاقد پوسته ضخیم محافظت کننده است. رحم پیشرفته دارند. ارتباط غذایی مادر و جنین کامل شده است.

t.me/MrKonkori



فصل ۸

تولیدمثل نهان‌دانگان

تصویر بالا، گرده‌افشانی گل‌های «درخت بید» را نشان می‌دهد که به وسیله زنبورهای عسل در حال انجام است. در اینجا یک گل‌آذین نر که دارای چندین گل کوچک است مشاهده می‌شوند. اگرچه این گل‌ها کوچک بوده و فاقد گلبرگ هستند ولی گل‌آذین ظاهر فریبنده‌ای مانند یک گل ایجاد نموده است. در قاعده پرچم‌های هر یک از گل‌های آن یک نوشابهٔ وجود دارد که زنبورها شهد شیرین آنها را جمع‌آوری نموده و پس از فراوری در تهیه عسل به کار می‌برند.

به دانه‌های گرده زیادی که به کرک‌های سطح بدن و به خصوص پاهای عقبی این حشره چسبیده است دقت کنید. تولید دانه گرده زیاد و شهد شیرین برای گیاه هزینه‌بر بوده، ولی چون در تضمین بقای نسل آنها نقش دارد، بنابراین گیاه برای ساخت آنها این هزینه‌ها را متقبل می‌شود!

نهان‌دانگان تنها گروه از گیاهان‌اند که گل تولید می‌کنند. به همین خاطر به آنها گیاهان گل‌دار هم می‌گویند. تولید گل برای گیاهان هزینه‌بر است؛ به ویژه تولید گل‌هایی که رنگ‌های گوناگون، ترکیبات معطر و شهد دارند. آیا می‌دانید چرا؟ چون برای تولید هر کدام از آنها تعدادی ژن وجود دارد که می‌بایست رونویسی و ترجمه شوند. هر دو فرایند فوق به مصرف ماده و مصرف انرژی وابسته هستند. با وجود این، گیاهان گل‌دار بیشترین گیاهان روی زمین‌اند و توانسته‌اند پهنهٔ وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند. داشتن گل چه مزایایی دارد؟ باعث انجام بهتر گرده‌افشانی و تولیدمثل می‌شود. چرا گوناگونی جانورانی مانند حشره‌ها در زیستگاهی با گیاهان گل‌دار بیشتر است؟ چون بین گیاهان و حشرات یک رابطه دو طرفه «برد ـ برد» وجود دارد تا هر دو از یکدیگر سود ببرند (هم‌یاری). گل چه ساختاری دارد و چه فرایندهایی در آن انجام می‌شود؟ ساختار گل شامل کاسبرگ، گلبرگ، پرچم و مادگی است. فرایند تشکیل گامت یا گامت‌زایی در گل را در این فصل خواهیم خواند.

همان‌طور که می‌دانیم گیاهان به چهار گروه اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند. نهان‌دانگان همه بخش‌های گیاهان از جمله آوند، دانه، گل و میوه را دارند.

گروه‌های اصلی گیاهان	آوند	دانه	گل	میوه
خزه‌گیاهان	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
سرخس‌ها	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
بازدانگان	دارد	دارد	ندارد	ندارد
نهان‌دانگان	دارد	دارد	دارد	دارد

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ تولیدمثل غیرجنسی

فرض کنید گیاهی مانند یک بوتهٔ گل سرخ یا یک درخت انگور دارید و می‌خواهید آن را تکثیر کنید. آیا صبر می‌کنید تا دانه تولید کنند و دانه‌های آنها را می‌کارید، یا روش دیگری به کار می‌برید؟ از قلمه زدن برای تکثیر رویشی آنها استفاده می‌کنیم. ویژگی این نوع تکثیر سرعت بالا، زاده‌های زیاد، شباهت ژنتیکی کامل یا تنوع خیلی کم! یا بدون تنوع! و ... است.

تکثیر با بخش‌های رویشی غیر تخصص‌یافته! (ریشه، ساقه و برگ)

گیاهان می‌توانند به روش غیر جنسی و با استفاده از بخش‌های رویشی غیر تخصص‌یافته!، یعنی (۱) ساقه، (۲) برگ و (۳) ریشه تکثیر یابند. در این روش همه زاده‌های حاصل از نظر ژنتیکی مشابه یکدیگر و مشابه والد خود هستند.

۱) **تکثیر با استفاده از ریشه یا پاجوش:** روی ریشهٔ درخت آلبالو، جوانه‌هایی تشکیل می‌شود که از رشد آنها درخت‌های آلبالوی جدید ایجاد می‌شوند.

بنابراین بر روی یک ریشه چندین گیاه به وجود خواهد آمد! چنین تولیدمثلی از نوع غیر جنسی، یا رویشی است. نکته مهم این که این روش در طبیعت به طور خود به خودی انجام می‌شود. تولیدمثل غیر جنسی را چگونه توصیف می‌کنید؟ همان‌طور که در بالا هم ذکر شد، همه زاده‌های حاصل از نظر ژنتیکی مشابه یکدیگر و مشابه والد خود هستند.



شکل ۱ـ تشکیل درخت‌های جدید از جوانه‌های روی ریشه

۲) **تکثیر با استفاده از ساقه یا قلمه:** معمولاً ما برای تکثیر گیاهان از بخش‌های رویشی گیاه استفاده می‌کنیم. بنابراین، این روش در طبیعت به طور خود به خودی انجام نمی‌شود. شاید شما هم باگذاشتن قطعه‌هایی از ساقه در خاک یا آب، گیاهی را تکثیر کرده باشید. در این حالت برای تکثیر گیاه، روش **قلمه زدن** را به کار برده‌اید (شکل ۲ـ الف). نکته جالب این که در عمل قلمه زدن، ریشه‌های نابه‌جا بر روی ساقه ایجاد می‌شوند. به نظر شما قطعه‌ای از ساقه که گیاه جدید ایجاد می‌کند، چه چیزی باید داشته باشد؟ این قطعه از ساقه حتماً می‌بایست جوانه داشته باشد.

۳) **تکثیر با استفاده از جوانه یا شاخه:** **پیوند زدن** یکی دیگر از روش‌های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه‌ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام **پیوندک**، روی تنهٔ گیاه دیگری که به آن **پایه** می‌گویند، پیوند زده می‌شود (شکل ۲ـ ب). بنابراین، این روش در طبیعت به طور خود به خودی انجام نمی‌شود. گیاه پایه ویژگی‌هایی مانند مقاومت به بیماری‌ها، سازگار با خشکی یا سازگار با شوری دارد، در حالی‌که گیاهی که **پیوندک** از آن گرفته می‌شود، مثلاً میوهٔ مطلوب دارد. بدیهی است در عمل پیوند زدن، اگرچه به یک گیاه «ترکیبی» رسیده‌ایم، اما گل، میوه و دانه «دورگه» ایجاد نمی‌شود. در واقع گل، میوه و دانه حاصل از فرایند پیوند زدن، از نظر ژنتیکی کاملاً مشابه «پیوندک» هستند و هیچ گونه شباهتی با «پایه» ندارند!

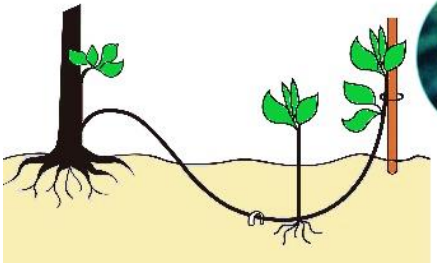
۴) **تکثیر با استفاده از ساقه یا شاخه:** در روش **خوابانیدن** بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می‌پوشانند. بنابراین، این روش در طبیعت به طور خود به خودی انجام نمی‌شود. قسمت انتهایی ساقه یا شاخه در بیرون از خاک به تکیه‌گاه متصل است! بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقهٔ برگ‌دار ایجاد می‌شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایهٔ جدیدی ایجاد می‌شود (شکل ۲ ـ پ).



الف



ب



پ

شکل ۲ـ روش‌های متفاوت تکثیر رویشی در گیاهان. الف) قلمه زدن، ب) پیوند زدن، پ)خوابانیدن.

t.me/MrKonkori

نکات مهم: همان‌طور که در بالا گفته شد برای تکثیر رویشی از هر سه نوع اندام رویشی تخصص‌نیافته! یعنی ریشه، ساقه و برگ! استفاده می‌شود.

۱) استفاده از ریشه برای تکثیر رویشی: استفاده از پاجوش‌ها نوعی تکثیر با استفاده از ریشه است. این روش در طبیعت خود به خود انجام می‌گیرد.

۲) استفاده از ساقه برای تکثیر رویشی: انواع دیگر تولیدمثل رویشی، یعنی قلمه زدن، پیوند زدن و خوابانیدن نیز انواعی از تکثیر با استفاده از ساقه هستند.

۳) استفاده از برگ برای تکثیر رویشی: به ندرت برای تکثیر رویشی در برخی از گیاهان، از برگ آنها نیز استفاده می‌شود. مانند «بگونیا» و «کالانکوئه»

فعالیت ۱ با مراجعه به یک مرکز پرورش گل، یا گل‌فروشی دربارهٔ روش تکثیر رویشی گیاهان متفاوت، گزارش تصویری تهیه و در کلاس ارائه دهید. در این مراکز با استفاده از روش‌هایی مانند قلمه زدن، پیوند زدن، خوابانیدن و ... اقدام به تکثیر رویشی گیاهان می‌کنند. گاهی اوقات از ساقه‌های تخصص‌یافته یعنی ریزوم، پیاز، بنه، غده و رونده نیز برای این منظور استفاده می‌کنند.

بدیهی است تمام زاده‌های حاصل از تکثیر رویشی از نظر ژنتیکی شبیه والد خود هستند. چنین زاده‌هایی را «کلون» می‌نامند.

تکثیر با استفاده از تخصص‌یافته‌ها (فقط ساقه!)

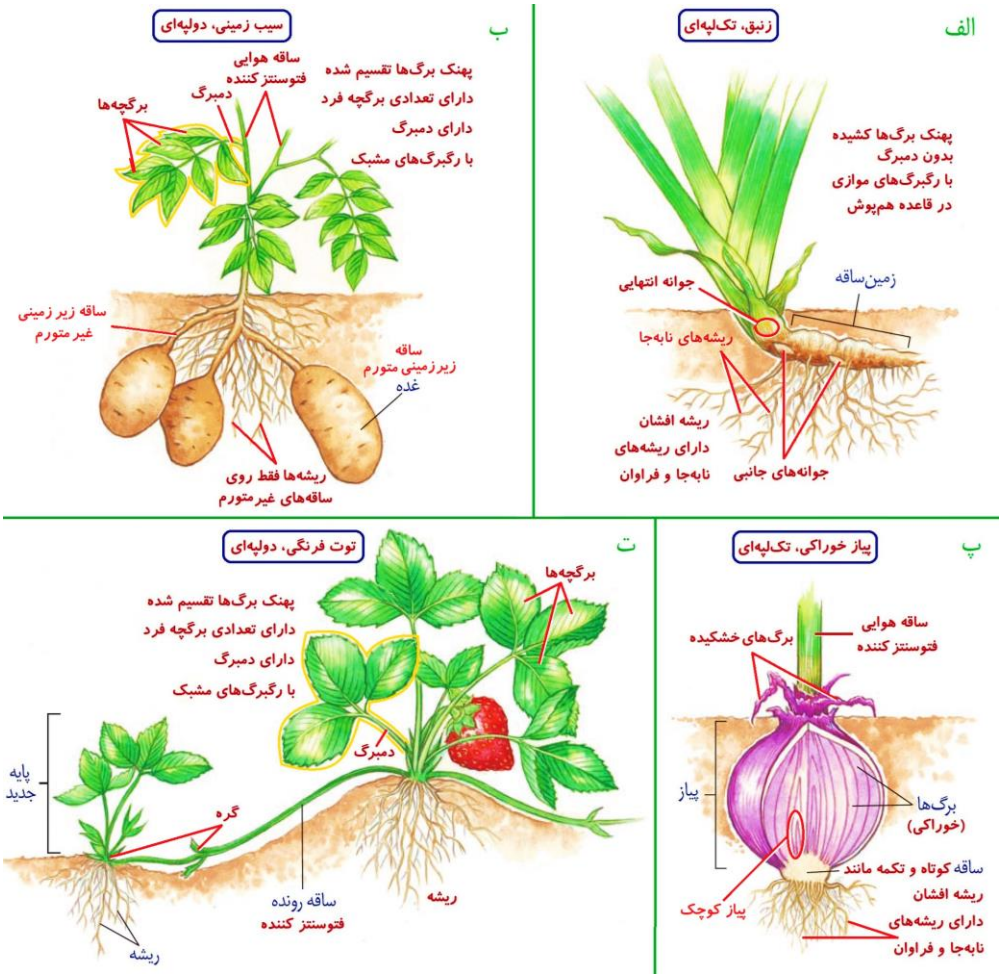
انواعی از ساقه‌ها در گیاهان وجود دارند که برای تولیدمثل غیر جنسی ویژه شده‌اند. **زمین‌ساقه** (**ریزوم**)، غده، پیاز و ساقهٔ رونده، نمونه‌هایی از ساقه‌های ویژه شده برای تولیدمثل غیر جنسی‌اند.

زمین‌ساقه، نوعی ساقه زیر زمینی است که به طور افقی زیر خاک رشد می‌کند و همانند ساقهٔ هوایی جوانه انتهایی و جانبی دارد. این ساقه به موازات رشد افقی خود در زیر خاک، پایه‌های جدیدی در محل جوانه‌ها تولید می‌کند. زنبق از گیاهانی است که زمین‌ساقه دارد (شکل ۳ـ الف).

غده، نوعی ساقه زیرزمینی و بدون ریشه! است که به علت ذخیرهٔ مادهٔ غذایی در آن متورم شده است. سیب زمینی چنین ساقه‌ای است. هر یک از جوانه‌های تشکیل شده در سطح غدهٔ سیب زمینی که اصطلاحاً «چشم سیب زمینی» نامیده می‌شوند، به یک گیاه جدید تبدیل می‌شود (شکل ۳ـ ب). برای تکثیر سیب زمینی، آن را به قطعه‌های جوانه‌دار تقسیم می‌کنند و در خاک می‌کارند.

پیاز، نوعی ساقه زیر زمینیِ کوتاه و تکمه مانند دارد که برگ‌های خوراکی به آن متصل‌اند (شکل ۳ـ پ). پیاز خوراکی چنین ساختاری است. نرگس و لاله نیز پیاز دارند. پیاز هم دارای ساقه است هم برگ خوراکی! از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام، یک گیاه جدید ایجاد می‌کند.

ساقهٔ رونده، نوعی ساقه هوایی و فتوسنتز کننده است که به طور افقی و روی خاک رشد می‌کند (شکل ۳ـ ت). گیاه توت فرنگی ساقهٔ رونده دارد. گیاهان توت فرنگی جدیدی در محل گره‌ها، ایجاد می‌شوند.



شکل ۳ـ ساقه‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل غیر جنسی

t.me/MrKonkori

نکاتی در مورد ساقه‌های تخصص‌یافته

گل زنبق: نوعی تک‌لپه‌ای

۱) ریزوم دارای یک جوانه انتهایی و چند جوانه جانبی است.

+ جوانه انتهایی برگ‌ها و ساقه هوایی اصلی را ایجاد می‌کند.

+ جوانه‌های جانبی هم می‌توانند پایه‌های جدیدی به وجود بیاورند.

۲) ریشه‌های افشان در طول ریزوم به فراوانی وجود دارند.

۳) برگ‌ها بدون دمبرگ، دارای رگبرگ‌های موازی بوده و در قاعده هم‌پوش هستند.

سیب زمینی: نوعی دولپه‌ای

۱) غده: بخش متورم ساقه زیر زمینی است که دارای تعدادی جوانه جانبی و یک جوانه انتهایی است.

+ جوانه انتهایی درست در انتهای غده و در مقابل بخش غیر متورم ساقه است.

۲) ریشه‌ها هیچ‌گاه به غده‌ها متصل نیستند!

۳) برگ‌های دمبرگ‌دار دارای رگبرگ مشبک بوده و پهنک آنها مرکب شانه‌ای فرد و دارای هفت تا نُه برگچه هستند.

پیاز خوراکی: نوعی تک‌لپه‌ای

۱) ساقه کوتاه و تکمه مانند دارای یک جوانه انتهایی است که در انتهای آن ساقه هوایی ظاهر می‌شود.

۲) در انتهای رشد گیاه، در امتداد ساقه کوتاه زیر زمینی، ساقه هوایی و در نهایت گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌ها به وجود می‌آیند!

۳) جوانه‌های جانبی به پیازهای کوچک تبدیل شده که هر کدام می‌توانند منشاء یک پایه جدید شوند.

۴) برگ‌های پیاز سه نوع هستند:

+ برگ‌های خوراکی که در زیر زمین قرار داشته و ساقه زیرزمینی را در بر می‌گیرند.

+ برگ‌های خشکیده که بیرونی‌ترین برگ‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند.

+ برگ‌های هوایی بدون دمبرگ با رگبرگ‌های موازی که روی ساقه هوایی قرار گرفته و همانند ساقه هوایی فتوسنتز می‌کنند.

۵) ریشه‌های افشان فقط به ساقه کوتاه و تکمه مانند زیر زمینی متصل هستند.

توت فرنگی: نوعی دولپه‌ای

۱) دارای جوانه انتهایی و جانبی است.

+ جوانه انتهایی گل‌ها و میوه‌ها را تشکیل می‌دهد.

+ برخی از جوانه‌های جانبی ساقه‌های رونده را می‌سازند.

۲) ساقه رونده روزمینی و فتوسنتز کننده در محل برخی از گره‌ها ریشه تشکیل داده و پایه‌های جدید را می‌سازد.

۳) ریشه‌های نابه‌جا فقط در محل برخی از گره‌ها که پایه جدید را به وجود آورده‌اند بر روی ساقه رونده ظاهر می‌شوند.

۴) برگ‌های دمبرگ‌دار دارای رگبرگ مشبک بوده و پهنک آنها مرکب فرد و دارای سه برگچه هستند.

فعالیت ۲

الف) نمونه‌هایی از ساقه‌های زیر زمینی را به کلاس بیاورید و در گروه خود مقایسه کنید. می‌توان از ریزوم‌های گیاهانی مانند زنبق، مَرغ، نی، نعنا و ... استفاده نمود.

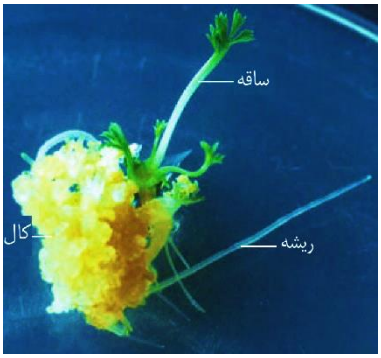
ب) شلغم و سیب زمینی را با هم مقایسه کنید. آیا شلغم همانند سیب زمینی ساقه است؟ خیر، ریشه است. چه استدلالی برای پاسخ خود دارید؟ بر خلاف سیب زمینی بر روی شلغم، جوانه وجود ندارد.

فنّاوری کشت بافت و تکثیر گیاهان

از فنّ کشت بافت برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آنها در آزمایشگاه استفاده می‌شود. در این فن، یک عدد! یاخته زنده و هسته‌دار یا قطعه‌ای از بافت گیاهی شامل چندین سلول زنده و هسته‌دار از یک نوع! در محیط کشت گذاشته می‌شود. این محیط دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است. از آنجا که یاخته و بافت مورد استفاده مریستمی نبوده و تمایز یافته است! بنابراین در شرایط مناسب، ابتدا وارد فرایندی به نام «تمایززدایی» شده و سپس با تقسیم میتوز، توده‌ای از یاخته‌های هم شکل را به وجود می‌آورند که **کال** نامیده می‌شود. کال تا حدودی قادر به انجام فتوسنتز! بوده و می‌تواند به گیاهانی تمایز مجدد یابد که از نظر ژنی کاملاً یکسان‌اند. همهٔ مراحل کشت بافت در محیطی کاملاً سترون یا استریل انجام می‌شود (شکل ۴).

سلول یا بافت تمایز یافته ⇐ محیط کشت ⇐ فرایند تمایززدایی ⇐ سلول یا بافت پرتوان ⇐ تقسیم میتوز ⇐ کال ⇐ اکسین و سیتوکینین ⇐ تمایز مجدد به گیاهان مشابه

t.me/MrKonkori



شکل ۴ـ ایجاد گیاه از کال در کشت بافت.

۱) برای ریشه‌زایی و ساقه‌زایی از هورمون‌های اکسین و سیتوکینین استفاده می‌کنند.

۲) اگر نسبت اکسین به سیتوکینین در محیط کشت، زیاد باشد فرایند ریشه‌زایی اتفاق می‌افتد.

۳) اگر نسبت اکسین به سیتوکینین در محیط کشت، کم باشد فرایند ساقه‌زایی رخ می‌دهد.

فعالیت ۳

فرض کنید از شما خواسته‌اند که با استفاده از یاخته‌های مجزای پارانشیمی، گیاهی را به روش کشت بافت تکثیر دهید. توضیح دهید این یاخته‌ها را از چه سامانهٔ بافتی جدا می‌کنید و چگونه این کار را انجام می دهید؟ با توجه به این که این سلول‌ها بیشتر در سامانه بافت زمینه‌ای وجود دارند، پس بهتر است آنها را از این سامانه جدا کنیم. برای این منظور کافی است بخش‌هایی از بافت‌های حد فاصل بین روپوست و استوانه مرکزی را در ریشه یک گیاه دولپه‌ای یا تک‌لپه‌ای جدا کنیم.

یادآوری: سلول‌های پارانشیمی در مغز ساقه دولپه‌ای‌ها و مغز ریشه تک‌لپه‌ای‌ها که جز سامانه بافت آوندی هستند، هم کمابیش وجود داشته و برای کشت بافت می‌توان از آنها هم استفاده نمود.

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ تولیدمثل جنسی

با ساختار گل در سال‌های گذشته آشنا شده‌اید. می‌دانید گل بخش‌های مختلفی دارد. نام بخش‌هایی از گل را که به یاد دارید، بنویسید. هر یک از این بخش‌ها چه کاری انجام می‌دهند؟ کاسبرگ‌ها: حفاظت از غنچه‌ها، گلبرگ‌ها: جلب حشرات گرده‌افشان، پرچم‌ها: تولید دانه گرده (حاوی گامت‌های نر)، تخمدان‌ها: تولید تخمک‌ها (حاوی گامت‌های ماده). نکته جالب این که در نهایت، تخمدان به میوه و تخمک به دانه تبدیل می‌شود.

هر گلی کامل نیست

گل ساختاری اختصاص یافته برای تولیدمثل جنسی است. گلی که در شکل ۵ می‌بینید یک گل کامل است و دارای گلبرگ، کاسبرگ، پرچم و مادگی است که روی بخشی به نام نهنج قرار دارند. **نهنج** وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد.

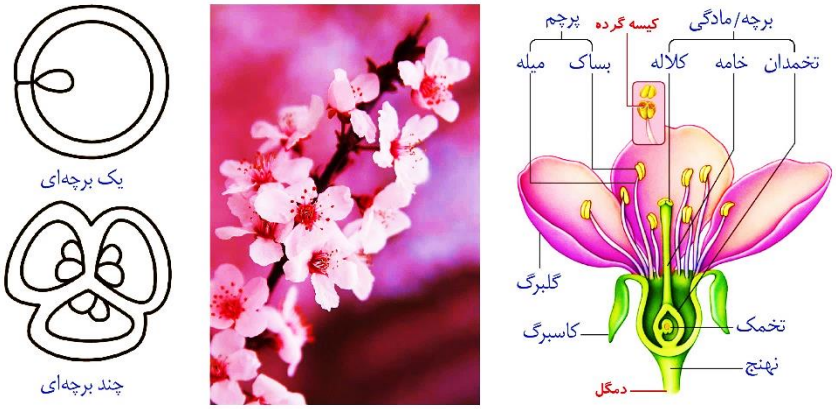
اجزای گل در چهار حلقهٔ هم‌مرکز تشکیل می‌شوند:

۱) کاسبرگ‌ها در خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. وظیفه آنها حفاظت از جوانه‌های گل یا غنچه‌ها است.

۲) گلبرگ‌ها در حلقهٔ دوم و معمولاً به رنگ‌های متفاوت وجود دارند. آیا می‌دانید رنگی بودن گلبرگ‌ها چه اهمیتی دارد؟ هدف آنها جلب حشرات گرده‌افشان است.

۳) پرچم‌ها در حلقهٔ سوم تشکیل می‌شوند. پرچم دارای میله و بساک است. بساک دارای دو یا چهار کیسه گرده است که درون آنها دانه‌های گرده به وجود می‌آیند. گامت‌های نر یا اسپرم‌ها حاصل تقسیم سلول زایشی موجود در دانه گرده هستند و درون لوله گرده به وجود می‌آیند.

۴) مادگی در حلقه چهارم تشکیل می‌شوند. مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع **برچه** واحد سازندهٔ مادگی است. در مادگی‌های چند برچه‌ای، ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه‌ها از هم جدا شوند (شکل ۵ـ ب). درون تخمدان‌ها، تخمک‌ها تشکیل می‌شوند. کیسه رویانی ساختمانی است متشکل از چند سلول که یکی از آنها گامت ماده یا تخمزا و دیگری سلول دو هسته‌ای است. این ساختمان درون تخمک به وجود آمده و پس از لقاح، رویان دانه و آندوسپرم یا ذخیره دانه را به وجود می‌آورد.



شکل ۵ـ الف) گل در گیاه آلبالو دارای پنج کلبرگ جدا از هم، تعدادی پرچم و نهنج گود یا فرورفته است! ب) مادگی یک برچه‌ای و چند برچه‌ای

نکاتی در مورد مادگی

۱) مادگی بخش ماده گل است. به عبارت دیگر مجموع تمام بخش‌های ماده گل را مادگی می‌گویند.

۲) مادگی می‌تواند از یک یا تعدادی برچه ساخته شده باشد.

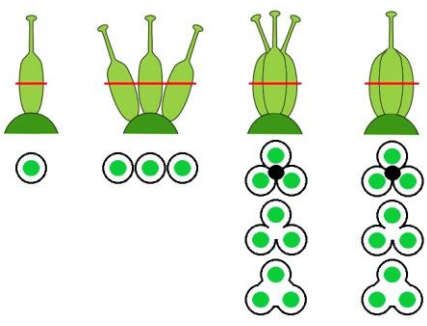
+ مادگی یک برچه‌ای (مادگی = برچه): در این حالت برچه می‌تواند دارای تخمدان یک خانه‌ای، خامه و کلاله باشد.

+ مادگی چند برچه‌ای (مادگی > برچه): در این حالت برچه‌ها می‌توانند جدا از هم یا متصل به هم باشند.

x برچه‌ها جدا از هم: در صورتی که برچه‌ها از هم جدا باشند، هر کدام از برچه‌ها می‌توانند تخمدان، کلاله و خامه مجزا داشته باشند.

x برچه‌ها متصل به هم: در صورتی که برچه‌ها به هم متصل باشند، خامه‌ها و کلاله می‌توانند به طور کامل ادغام شده و به هم متصل می‌شوند.

ـ در این صورت، دیواره برچه‌ها نیز ممکن است کاملاً حفظ شده، ناقص شود و یا کاملاً از بین بروند.



t.me/MrKonkori

فعالیت ۴ چند نوع گل را با تعداد گلبرگ‌های چهار تا شش به کلاس بیاورید. برای این کار می‌توان از گل‌های زیر استفاده نمود.

لاله و گلایول هر کدام دارای سه گلبرگ و سه کاسبرگ گلبرگ‌مانند هستند که در ظاهر با شش گلبرگ! دیده می‌شوند. این دو گیاه تک‌لپه‌ای محسوب می‌شوند.

شقایق و شب‌بو هر کدام دارای چهار گلبرگ هستند و بنابراین دولپه‌ای محسوب می‌شوند. آلاله و شمعدانی نیز پنج‌گلبرگی و دولپه‌ای هستند.

الف) تک‌لپه‌ای یا دولپه‌ای بودن آنها را مشخص کنید. در بالا توضیح داده شد.

ب) تعداد هر یک از اجزای دیگر گل چیست؟

لاله دارای سه کاسبرگ گلبرگ‌مانند، سه گلبرگ، شش پرچم و مادگی سه برچه‌ای است.

گلایول دارای سه کاسبرگ گلبرگ‌مانند، سه گلبرگ، سه پرچم و مادگی سه برچه‌ای است.

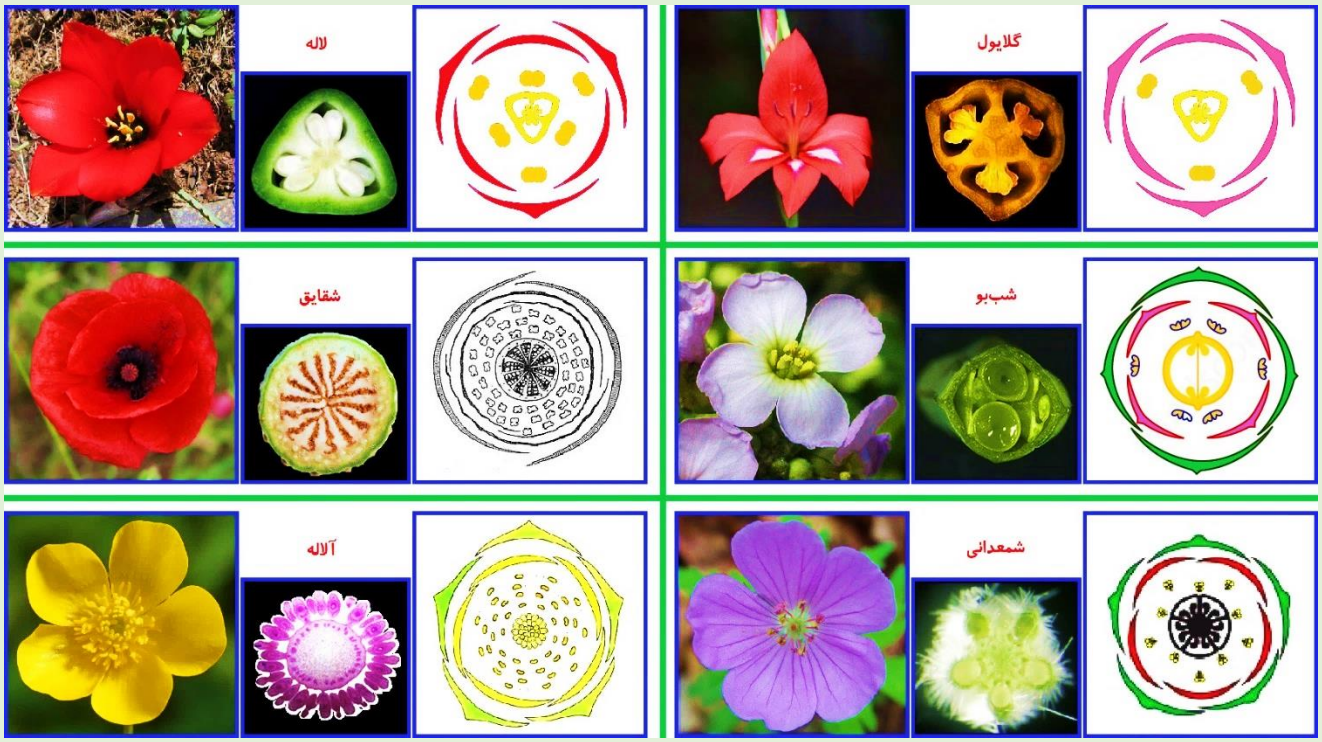
شقایق دارای دو کاسبرگ، چهار گلبرگ، تعداد زیادی پرچم و مادگی چند برچه‌ای است.

شب‌بو دارای دو کاسبرگ، چهار گلبرگ، شش پرچم و مادگی دو برچه‌ای است.

آلاله دارای پنج کاسبرگ، پنج گلبرگ، تعداد زیادی پرچم و مادگی چند برچه‌ای است.

شمعدانی دارای پنج کاسبرگ، پنج گلبرگ، ده پرچم و مادگی پنج برچه‌ای است.

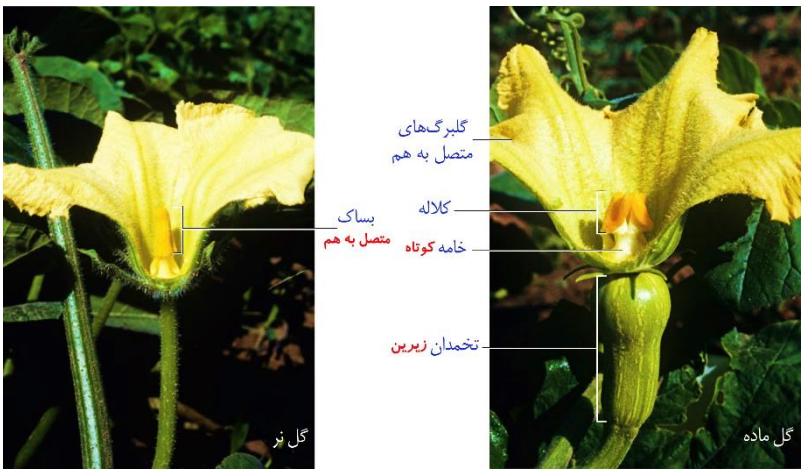
پ) گل‌ها را به دقت با ذره‌بین مشاهده و ویژگی‌های هر یک از اجزا را یادداشت کنید. در بالا ویژگی‌های آنها نوشته شده است.



ت) با استفاده از تیغ، برش‌های طولی و عرضی از مادگی گل، تهیه و آنچه را می‌بینید یادداشت و ترسیم کنید. در بالا تعداد برچه‌های آنها نوشته شده است.

ث) با استفاده از داده‌هایی که به دست آورده‌اید، ساختار هر گل را گزارش کنید. دیاگرام گل در هر یک از آنها در شکل بالا آمده است.

آیا در همهٔ گل‌ها این چهار حلقه تشکیل می‌شوند؟ خیر، گل‌های ناکامل این گونه نیستند. مشاهدهٔ گل در گیاهان متفاوت نشان می‌دهد، چنین چیزی نیست. بنابراین، گل‌ها را بر اساس وجود هر چهار حلقه یا نبودن بعضی حلقه‌ها در دو گروه گل‌های **کامل** یا **ناکامل** قرار می‌دهند. همچنین گل‌هایی که هر دو حلقهٔ پرچم و مادگی را داشته باشند، گل **دو جنسی** و آنهایی که فقط یکی از این حلقه‌ها را دارند، گل **تک جنسی** می‌نامند (شکل ۶). بدیهی است، همه گل‌های کامل قطعاً دو جنسی بوده و همه گل‌های تک جنسی قطعاً ناکامل هستند! گل‌های دو جنسی می‌توانند کامل یا ناکامل باشند!



شکل ۶ـ گل‌های تک جنسی در گیاه کدو

۱) گلبرگ‌ها به هم متصل شده و گلپوش قیف مانند به وجود می‌آورند.

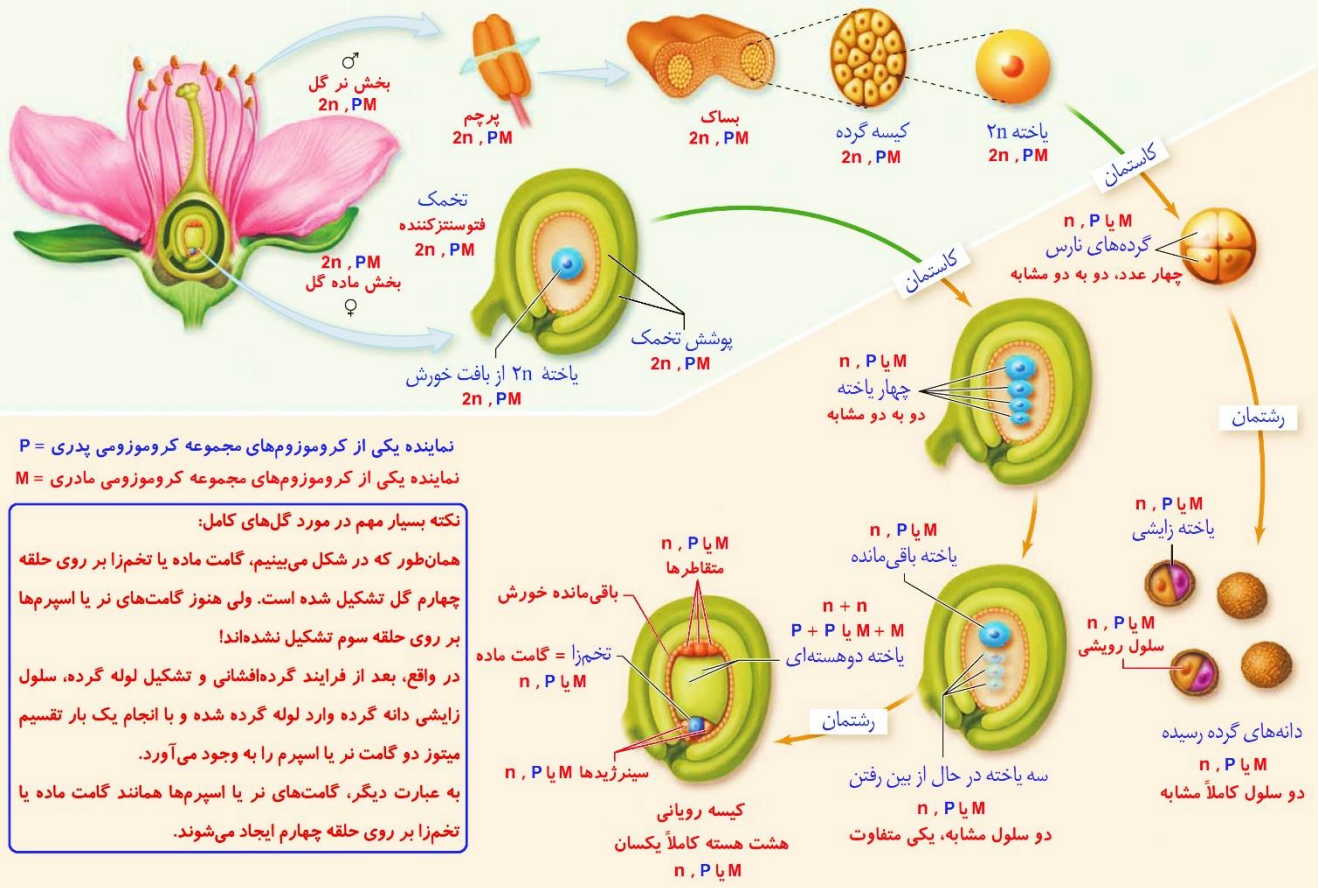
۲) در گل ماده، تخمدان نسبت به بقیه بخش‌ها پایین‌تر واقع شده است.

۳) در گل نر نیز بساک‌ها به هم متصل شده‌اند.

t.me/MrKonkori

تشکیل یاخته‌های جنسی

می‌دانید که در تولیدمثل جنسی از لقاح یاختهٔ جنسی نر یا اسپرم با یاختهٔ جنسی ماده یا تخم‌زا، سلول تخم یا زیگوت ایجاد می‌شود. یاختهٔ جنسی نر در گیاهانی مانند خزه، همانند یاختهٔ جنسی نر در جانوران وسیلهٔ حرکتی یعنی تاژک دارد و می‌تواند در قطره‌های آب یا رطوبتی که سطح گیاه را پوشانده، شنا



کند و خود را به یاختهٔ جنسی ماده برساند. اما یاختهٔ جنسی نر در گیاهان گل‌دار وسیلهٔ حرکتی ندارد. بنابراین، در این گیاهان برای انتقال یاختهٔ جنسی نر ساختاری به نام لولهٔ گرده تشکیل می‌شود.

به شکل ۷ نگاه کنید. کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دولاد دارند. در واقع هر بساک از دو یا چهار عدد کیسه گرده تشکیل شده است. از تقسیم میوز یا کاستمان هر یک از این یاخته‌ها، چهار یاختهٔ تک‌لاد (دو به دو مشابه) ایجاد می‌شود که در واقع **گرده‌های نارس**اند. به عبارت دیگر همه سلول‌های لایه زاینده موجود در کیسه گرده با تقسیم میوز دانه‌های گرده نارس را می‌سازند. هر یک از این یاخته‌ها با انجام دادن یک بار تقسیم میتوز یا رشتمان و تغییراتی در دیواره به **دانهٔ گرده رسیده** تبدیل می‌شود. دانهٔ گرده رسیده یک دیوارهٔ خارجی، یک دیوارهٔ داخلی، یک **یاخته رویشی** و یک **یاختهٔ زایشی** دارد.

تخمدان که به صورت بخشی متورّم در گل دیده می‌شود، محل تشکیل تخمک‌هاست. در گیاهان بر خلاف جانوران، تخمک ساختاری پرسلولی و پوششی دو لایه‌ای دارد که یاخته‌های دولادی را در بر می‌گیرد. مجموع این یاخته‌ها، بافتی به نام **بافت خورش** که نوعی پارانشیم است! را می‌سازند (شکل ۷).

یکی از یاخته‌های بافت خورش ابتدا با رشد ابعادی! بزرگ می‌شود و با تقسیم میوز یا کاستمان چهار یاختهٔ تک‌لادی ایجاد می‌کند. از این چهار یاخته سه سلول از بین رفته (مشابه اجسام قطبی در جانوران!) و فقط یکی از آنها که از منفذ یا ورودی تخمک دورتر است، باقی می‌ماند با انجام سه بار متوالی تقسیم میتوز یا رشتمان (بر اساس شکل کتاب!)، ساختاری به نام **کیسهٔ رویانی** با تعدادی یاخته (هفت سلول با هشت هسته، بر اساس شکل کتاب!) ایجاد می‌کند. **تخم‌زا** و **یاختهٔ دوهسته‌ای** دو نمونه از یاخته‌های کیسه رویانی‌اند که در لقاح با یاخته‌های جنسی نر شرکت می‌کنند.

شکل ۷ـ تشکیل دانه‌های گرده و کیسهٔ رویانی. گامت‌های نر هنوز تشکیل نشده‌اند، در حالی که گامت ماده به وجود آمده است.

نکاتی در مورد گامت‌زایی در نهان‌دانگان

۱) بر اساس شکل کتاب، می‌توان گفت دمگل، نهنج، کاسبرگ‌ها، تخمدان و تخمک‌ها به رنگ سبز مشاهده شده و فرایند فتوسنتز در آنها انجام می‌شود.

۲) بر اساس کتاب، همه سلول‌های دیپلوئید موجود در کیسه گرده، تقسیم میوز انجام داده و گرده‌های نارس هاپلوئید را تولید می‌کنند (دو به دو مشابه).

۳) هر دانه گرده نارس با یک بار تقسیم میتوز دو سلول یکسان از نظر ژنتیکی به وجود می‌آورد که «دانه گرده رسیده» را به وجود می‌آورند.

+ دانه گرده رسیده: دارای دو سلول است. سلول رویشی از لحاظ اندازه بزرگ‌تر از سلول دیگر یا سلول زایشی است.

x نکته مهم این‌که بین سلول‌های رویشی و زایشی موجود در دانه گرده رسیده، دیواره سلولی و تیغه میانی ایجاد نمی‌شود!

t.me/MrKonkori

x کار سلول رویشی با رشد ابعادی تولید لوله گرده است. در حالی‌که وظیفه سلول زایشی با رشد تعدادی تولید اسپرم‌ها است!

x در اطراف دانه گرده رسیده دو دیواره وجود دارد. دیواره داخلی سلولزی است و دیواره بیرونی علاوه بر سلولز، دارای ماده‌ای به نام اسپوروولینین است.

x دیواره بیرونی دارای سوراخ‌ها یا شکاف‌هایی است که بعد از گرده‌افشانی، برای رشد لوله گرده کاربرد دارند.

۴) درون تخمک نارس یک گیاه نهان‌دانه، نوعی بافت پارانشیم ذخیره‌ای به نام «بافت خورش» وجود دارد.

۵) فقط یکی از سلول‌های دیپلوئید بافت خورش موجود در تخمک، تقیم میوز انجام داده و چهار سلول هاپلوئید با اندازه‌های مختلف می‌سازد (دو به دو مشابه).

۶) سلول بزرگ‌تر که از سوراخ منفذ تخمک یا سُفت دورتر است باقی مانده و سه سلول دیگر که اندازه آنها هم متفاوت است از بین می‌روند.

۷) سلول باقی‌مانده چند بار میتوز (معمولاً سه بار!) انجام داده و یک ساختار چند سلولی به نام «کیسه رویانی» به وجود می‌آورد که در تماس مستقیم با خورش است.

+ کیسه رویانی: در اغلب نهان‌دانگان، معمولاً یک ساختار هفت سلولی با هشت هسته! است.

+ نکته مهم این‌که برای سلول تخم‌زا و سلول دو هسته‌ای موجود در کیسه رویانی، دیواره سلولی و تیغه میانی ایجاد نمی‌شود!

+ همه هسته‌های موجود در کیسه رویانی از نظر ژنتیکی یکسان هستند، زیرا حاصل تقسیم میتوز سلول باقی‌مانده هستند!

+ درون کیسه رویانی دو عدد از سلول‌ها از بقیه مهم‌تر هستند و بقیه نقش چندانی در تولیدمثل ندارند.

x سلول اول) سلول تخم‌زا یا گامت ماده کوچک بوده و در مجاورت ورودی تخمک یا سُفت واقع است.

x سلول دوم) سلول دوهسته‌ای بسیار بزرگ بوده و در میانه کیسه رویانی قرار گرفته است.

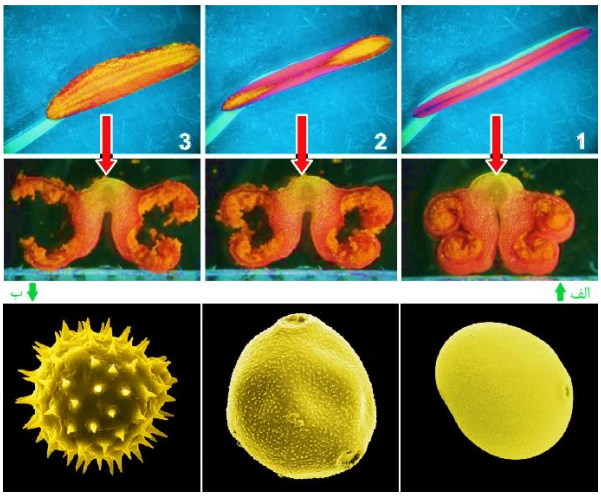
۸) همان‌طور که بعداً می‌خوانیم این دو سلول در لقاح مضاعف با گامت‌های نر یا اسپرم‌ها شرکت می‌کنند!

۹) همان‌طور که مشاهده می‌شود، کیسه رویانی حاوی گامت ماده یا تخم‌زا است ولی دانه گرده رسیده هنوز فاقد گامت‌های نر یا اسپرم‌ها است!

۱۰) در قسمت بعدی خواهیم دید، که در یک گل کامل گامت‌های نر یا اسپرم‌ها همانند گامت ماده یا تخم‌زا بر روی حلقه چهارم یا حلقه مادگی تشکیل می‌شوند.

گرده افشانی و لقاح

با شکافتن دیوارهٔ بساک، گرده‌ها رها می‌شوند (شکل ۸ـ الف). دیوارهٔ خارجی دانه‌های گرده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد (شکل ۸ـ ب).



شکل ۸ـ الف) شکوفایی بساک و رها شدن دانه‌های گرده؛ ب) انواعی از دانه‌های گرده در مشاهده با میکروسکوپ الکترونی

۱) در شکل اول، بساک هنوز شکوفا نشده است.

+ بنابراین درون آن دانه گرده نارس وجود دارد.

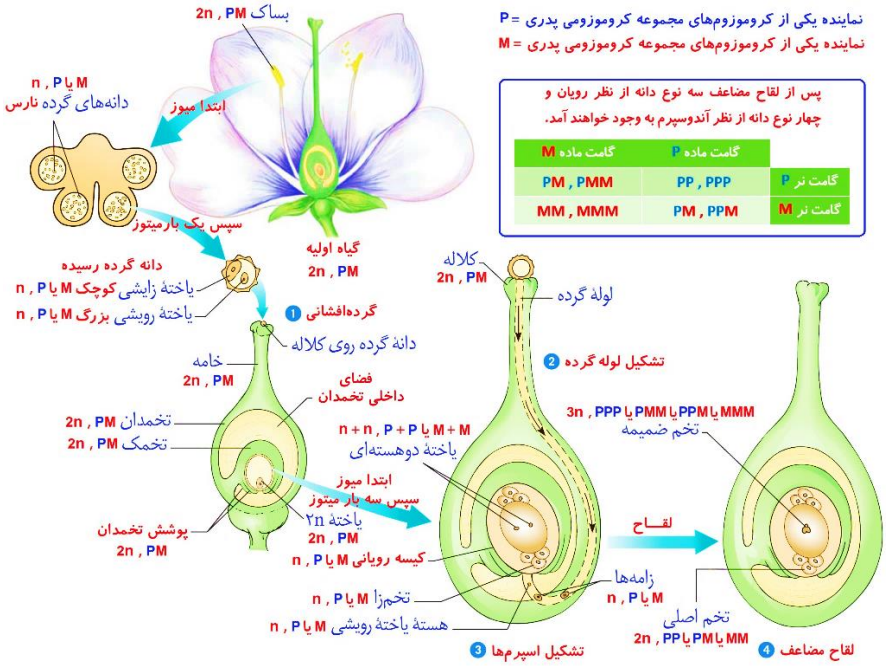
۲) در شکل دوم، بساک در حال شکوفایی است.

+ بنابراین درون دانه‌های گرده نارس و رسیده وجود دارد.

۳) در شکل سوم، بساک کاملاً شکوفا شده است.

+ بنابراین درون آن همه گرده‌ها رسیده هستند.

دانه‌های گرده به وسیلهٔ باد، آب و جانوران در محیط پراکنده و از گلی به گل دیگر منتقل می‌شوند. به انتقال دانهٔ گرده از بساک به کلاله **گرده‌افشانی** می‌گویند. در صورتی که کلاله گرده را بپذیرد، یاختهٔ رویشی پس از جذب آب، رشد ابعادی! می‌کند و از رشد آن لولهٔ گرده تشکیل می‌شود. لولهٔ گرده با اگزوسیتوز آنزیم‌های گوارشی به درون بافت کلاله و خامه نفوذ می‌کند و همراه با خود، دو اسپرم یا زامه را که از رشد تعدادی! یا تقسیم میتوز یاختهٔ زایشی در درون لولهٔ گرده ایجاد شده‌اند، به سمت تخمک و کیسه رویانی می‌برد (شکل ۹).



شکل ۹ـ مراحل تشکیل تخم اصلی و تخم ضمیمه

t.me/MrKonkori

نکات بسیار مهم در مورد گامت‌ها در گیاهان

۱) نکته بسیار مهم این که در گیاهان همانند زنبور عسل نر! گامت‌ها حاصل میتوز هستند نه میوز! بنابراین در فرایند گامت‌زایی این جانداران، تتراد تشکیل نمی‌شود.

۲) در واقع نتیجه میوز در گیاهان، تولید سلول‌هایی به نام «هاگ» است نه گامت!

+ گرده نارس همان هاگ نر است که با میتوز دانه گرده رسیده را می‌سازد. سلول زایشی دانه گرده با تقسیم میتوز گامت‌های نر یا اسپرم‌ها را به وجود می‌آورد.

x اسپرم‌ها یا گامت‌های نر نتیجه وقوع ابتدا یک تقسیم میوز و سپس دو تقسیم غیر متوالی میتوز همه سلول‌های دیپلوئید موجود در کیسه گرده هستند.

سلول‌های دیپلوئید موجود در کیسه گرده ⇐ میوز ⇐ دانه های گرده نارس ⇐ میتوز ⇐ سلول رویشی و زایشی ⇐ میتوز سلول زایشی ⇐ گامت‌های نر یا اسپرم‌ها

+ سلول باقی‌مانده نیز همان هاگ ماده است که با تقسیم میتوز کیسه رویانی را می‌سازد. یکی از سلول‌های کیسه رویانی به نام تخم‌زا نیز گامت ماده است.

x تخم‌زا یا گامت ماده نتیجه وقوع ابتدا یک تقسیم میوز و سپس سه تقسیم متوالی میتوز فقط یکی از سلول‌های دیپلوئید موجود در بافت خورش هستند.

یکی از سلول‌های دیپلوئید بافت خورش ⇐ میوز⇐ چهار سلول (سلول باقی‌مانده) ⇐ میتوز ⇐ دو سلول ⇐ میتوز ⇐ چهار سلول ⇐ میتوز ⇐ گامت ماده یا تخم‌زا

نکات بسیار مهم در مورد گل‌های کامل

۱) همان‌طور که قبلاً گفته شد، گامت ماده یا تخم‌زا بر روی حلقه چهارم گل تشکیل شده است. ولی هنوز گامت‌های نر یا اسپرم‌ها بر روی حلقه سوم تشکیل نشده‌اند!

۲) در واقع، بعد از گرده‌افشانی و تشکیل لوله گرده، سلول زایشی وارد لوله گرده شده و با انجام یک بار تقسیم میتوز دو گامت نر یا اسپرم‌ها را به وجود می‌آورد.

+ با توجه به این‌که دو اسپرم موجود در لوله گرده از تقسیم میتوز سلول زایشی دانه گرده رسیده به وجود آمده‌اند، بنابراین از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند.

۳) لوله گرده درون خامه تشکیل می‌شود، بنابراین می‌توان گفت، گامت‌های نر یا اسپرم‌ها همانند گامت ماده یا تخم‌زا بر روی حلقه چهارم ایجاد می‌شوند.

از آمیزش یکی از زامه‌ها با یاختهٔ تخم‌زا، **تخم اصلی** دیپلوئید تشکیل می‌شود. این تخم به **رویان** نمو می‌یابد. زامهٔ دیگر با یاختهٔ دوهسته‌ای، آمیزش می‌یابد که نتیجهٔ آن تشکیل **تخم ضمیمه** تریپلوئید است. تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام **درون‌دانه (آندوسپرم)** را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته‌های پارانشیمی ساخته شده و در زمان رویش دانه! ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان است (شکل ۹). همان‌طور که دیدید، دو لقاح رخ می‌دهد، به همین علت گفته می‌شود که نهاندانگان لقاح **مضاعف** یا **دوتایی** دارند.

لقاح مضاعف در نهان‌دانگان: نکته مهم این که در گیاهان لقاح فقط منحصر گامت‌ها نیست!

۱) لقاح اول) ترکیب اسپرم اول (n) با سلول تخم‌زا (n) ⇦ تشکیل زیگوت یا تخم اصلی (2n) ⇦ رویان دانه (2n)

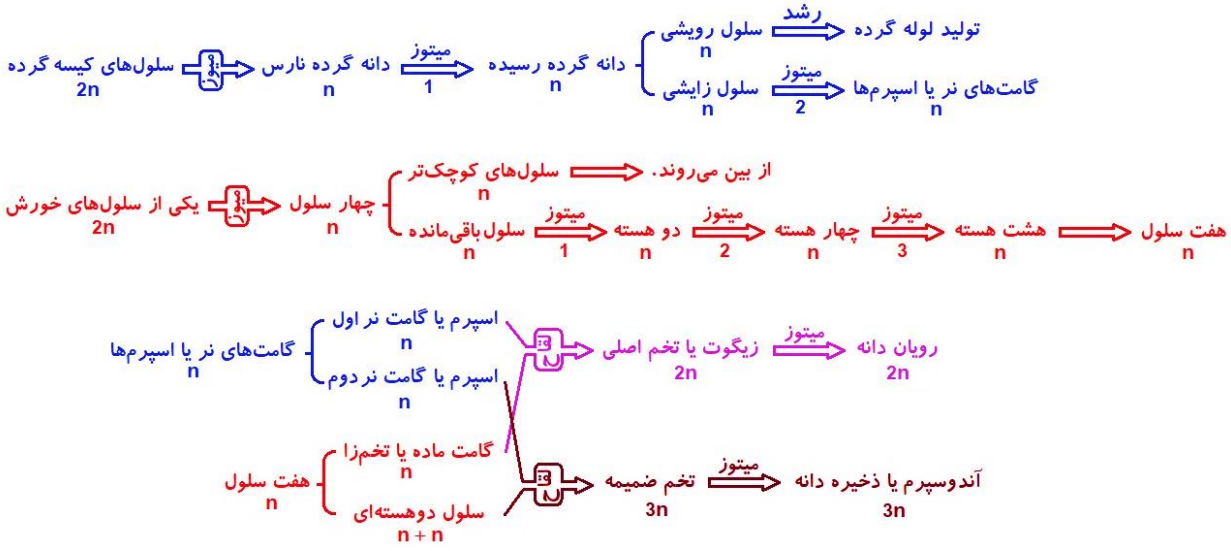
۲) لقاح دوم) ترکیب اسپرم دوم (n) با سلول دوهسته‌ای (n + n) ⇦ تشکیل تخم ضمیمه (3n) ⇦ آندوسپرم یا ذخیره دانه (3n)

+ نکته بسیار بسیار مهم:

x در یک دانه واقع در میوه یک گیاه نهان‌دانه، دو اسپرم شرکت کننده در لقاح از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند.

x در یک دانه واقع در میوه یک گیاه نهان‌دانه، تخم‌زا و سلول دوهسته‌ای شرکت کننده در لقاح از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند.

ـ البته همان طور که می دانیم، ماده وراثتی سلول دوهسته‌ای دو برابر ماده وراثتی سلول تخم‌زا است.



۳) اگر حرف P را نماینده یکی از کروموزوم‌های پدری و حرف M را هم نماینده یکی از کروموزوم‌های مادری در نظر بگیریم و گیاه مورد نظر خودلقاحی انجام دهد:

+ لقاح مضاعف به صورت زیر خواهد بود:

+ دانه‌ها از نظر رویان سه نوع و از نظر آندوسپرم چهار نوع خواهند بود.

	گامت ماده P	گامت ماده M
گامت نر P	PP , PPP	PM , PMM
گامت نر M	PM , PPM	MM , MMM

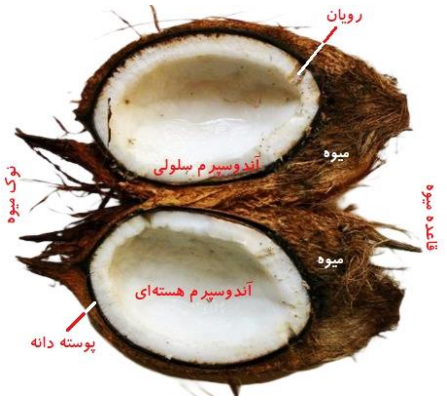
t.me/MrKonkori

+ بدیهی است دانه‌هایی که رویان آنها PP است دارای آندوسپرم PPP هستند و نمی‌توانند مثلاً آندوسپرم PMM داشته باشند و ...

+ پوسته دانه ازپوشش تخمک به وجود می‌آید بنابراین از نظر کروموزومی همانند والد اولیه (ماده) و به صورت PM خواهد بود!

اگر هستهٔ تخمِ ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافتِ درون‌دانه به صورت مایع دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است. در حالی که بخش گوشتی و سفید رنگ نارگیل، درون‌دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰ـ درون‌دانه در نارگیل به حالت مایع و جامد است.



۱) دو نوع آندوسپرم در دانه نارگیل وجود دارد:

+ آندوسپرم جامد: در اطراف دانه دیده می‌شود و همان بخش سفید و گوشتی دانه است. در این نوع آندوسپرم هم میتوز و سیتوکینز رخ داده است.

+ آندوسپرم مایع: در مرکز دانه دیده می‌شود و همان بخش مایع یا شیر نارگیل است. در این نوع آندوسپرم میتوز اتفاق افتاده ولی سیتوکینز رخ نداده است.

x در واقع شیر نارگیل فقط از یک سلول بزرگ با هسته‌های بی‌شمار به وجود آمده است!

۲) رشته‌های طویل و نامنظم و پوشش محکم و شدیداً چوبی شده اطراف دانه نارگیل در واقع میوه نارگیل هستند!

۳) رویان نارگیل نیز به صورت کوچک در میان بخش سفید و گوشتی دانه واقع شده است.

ترکیب مسائل گیاهی و ژنتیک

با توجه به این که در پایه دوازدهم از ترکیب ژنتیکی به صورت ژنوتیپ استفاده می‌کنیم و هم‌چنین ژن‌ها روی کروموزوم‌های پدری و مادری قرار دارند، بنابراین می‌توانیم فرایند لقاح مضاعف در نهان‌دانگان را با ژنتیک ترکیب نمود و مسائلی را در این زمینه مطرح نمود.

مسئله) اگر ژنوتیپ پایه نر یک نهان‌دانه به صورت Aa و ژنوتیپ پایه ماده آن به صورت Aa باشد، موارد زیر را به دست آورید.

۱) ژنوتیپ سلول‌های مریستمی: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۲) ژنوتیپ سلول‌های اپیدرمی: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۳) ژنوتیپ سلول‌های پریدرمی: غیرزنده، فاقد ژنوتیپ

٤) ژنوتیپ سلول‌های تار کشنده: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۵) ژنوتیپ سلول‌های پارانشیمی: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۶) ژنوتیپ سلول‌های کلانشیمی: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۷) ژنوتیپ سلول‌های اسکلرانشیمی: غیرزنده، فاقد ژنوتیپ

۸) ژنوتیپ سلول‌های فیبرها: غیرزنده، فاقد ژنوتیپ

۹) ژنوتیپ سلول‌های اسکلرئیدها: غیرزنده، فاقد ژنوتیپ

۱۰) ژنوتیپ سلول‌های آوند چوبی: غیرزنده، فاقد ژنوتیپ

۱۱) ژنوتیپ سلول‌های آوند آبکش: فاقد هسته، فاقد ژنوتیپ

۱۲) ژنوتیپ سلول‌های همراه آبکش: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۱۳) ژنوتیپ سلول‌های لایه ریشه‌زا: در پایه نر Aa و در پایه ماده aa

۱٤) ژنوتیپ سلول‌های تخمدان: فقط در پایه ماده aa

۱۵) ژنوتیپ سلول‌های کلاله: فقط در پایه ماده aa

۱۶) ژنوتیپ سلول‌های خامه: فقط در پایه ماده aa

۱۷) ژنوتیپ سلول‌های تخمک: فقط در پایه ماده aa

۱۸) ژنوتیپ سلول‌های پوشش تخمک: فقط در پایه ماده aa

۱۹) ژنوتیپ سلول‌های بافت خورش: فقط در پایه ماده aa

۲۰) ژنوتیپ سلول تخم‌زا: فقط در پایه ماده، هاپلوئید a

۲۱) ژنوتیپ سلول دو هسته‌ای: فقط در پایه ماده، هاپلوئید a+a

۲۲) ژنوتیپ سلول‌های بساک: فقط در پایه نر Aa

۲۳) ژنوتیپ سلول‌های کیسه گرده: فقط در پایه نر Aa

۲٤) ژنوتیپ دانه گرده نارس: فقط در پایه نر، هاپلوئید A یا a

۲۵) ژنوتیپ سلول رویشی دانه گرده: فقط در پایه نر، هاپلوئید A یا a

۲۶) ژنوتیپ سلول زایشی دانه گرده: فقط در پایه نر، هاپلوئید A یا a

۲۷) پس از لقاح مضاعف ژنوتیپ موارد زیر را به دست آورید.

+ ژنوتیپ رویان‌ها: دو نوع رویان، Aa و aa

+ ژنوتیپ آندوسپرم‌ها: دو نوع آندوسپرم، Aaa و aaa

+ ژنوتیپ پوسته دانه‌ها: همانند سلول‌های تخمک، aa

گل‌ها و گرده‌افشان‌ها

به نظر شما گل‌ها چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند که جانوران را به سمت خود جلب کنند؟ ابتدا باید گلبرگ‌های رنگی داشته باشند، هم‌چنین دارای بوی قوی و شهد یا ماده غذایی باشند. جانورانی که گرده‌ها را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند، جانوران **گرده‌افشان** نامیده می‌شوند. پیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل‌ها به دانه‌های گرده آغشته می‌شود و به این ترتیب، دانه‌های گرده را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند (شکل ۱۱). (۱) رنگ‌های درخشان، (۲) بوهای قوی و (۳) شهد گل‌ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل‌ها هستند.



شکل ۱۱ـ گرده‌افشانی به وسیلهٔ جانوران. خفاش‌ها، حشرات و پرندگان از جانوران گرده‌افشان هستند. همه آنها از گل‌ها تغذیه می‌کنند.

t.me/MrKonkori



زنبورهای عسل گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آنها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می‌کنند (شکل ۱۲).

شکل ۱۲ـ گل قاصد

(الف) آن‌طور که زنبور عسل می‌بیند. ـ فالوده بستنی تزئین شده با شربت آلبالو! ☺☺☺

(ب) آن‌طور که ما می‌بینیم. ـ زرد و بی‌روح! ☹☹☹



گرده‌افشانی بعضی گیاهان وابسته به باد است. این گیاهان تعداد فراوانی گل‌های کوچک تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره‌اند (شکل ۱۳).

شکل ۱۳ـ گل در درخت بلوط که گرده‌افشانی آن را باد انجام می‌دهد. چرا تعداد گل‌های نر در چنین گیاهانی فراوان است؟ زیرا بسیاری از دانه‌های گرده هدر می‌روند!

ابری که به رنگ سبز فسفری در اطراف شاخه‌های این گیاه قرار گرفته است از دانه‌های گرده تشکیل شده است! گل‌های نر بلوط به صورت گل‌آذین‌های پرگل دم‌گربه‌ای با گل‌های نر فراوان هستند.

فعالیت ۵

الف) بعضی از گرده‌افشان‌ها، مانند خفاش در شب تغذیه می‌کنند. به نظر شما گل‌هایی که به وسیلهٔ این جانوران گرده افشانی می شوند، چه ویژگی‌هایی دارند؟ با مراجعه به منابع معتبر درستی نظر خود را بررسی و نتیجه را گزارش کنید. گل‌های سفید و بزرگی که رایحه قوی دارند و در شب باز می‌شوند.

ب) با توجه به ویژگی گل‌ها در گیاهانی که با جانوران یا باد گرده افشانی می‌شوند، نوع گرده افشانی را در گیاهان محیط پیرامون خود پیش‌بینی و گزارش کنید.

چمن‌ها، گندم، جو، برنج، ذرت و ... همچنین درختانی مانند بلوط، گردو، نارون و ... که فاقد بخش رنگی در گل‌های خود هستند، به وسیله باد و گیاهانی مانند گل سرخ، سیب، آلو، انار، باقلا، گوجه فرنگی، سیب زمینی، بادمجان و .. چون دارای گلبرگ‌های رنگی هستند به وسیله حشرات گرده افشانی می‌کنند.

t.me/MrKonkori

گفتار ۳ از یاخته تخم تا گیاه

گفتیم که تخم اصلی از لقاح یکی از زامه‌ها با یاختهٔ تخم‌زا تشکیل می‌شود. تخم چه مراحلی را طی می‌کند تا به یک گیاه جدید تبدیل شود؟ مرحله دو سلولی، مرحله کروی شکل، مرحله قلبی شکل، مرحله اژدر مانند و مرحله جنین کامل. تشکیل گیاه جدید از یاختهٔ تخم با ایجاد چه ساختارهایی همراه است؟ ابتدا رویان تشکیل می‌شود که دارای ریشه رویانی، ساقه رویانی و برگ‌های رویانی یا همان لپه‌ها! است. بعد از رویش دانه، نیز اندام‌ها و بخش‌های رویشی و زایشی مانند ریشه، ساقه، برگ، گل‌آذین، گل، میوه، دانه و ... ساخته می‌شوند.

سلول تخم تقسیم می‌شود

همان طور که می‌دانیم، دانه از سه بخش تشکیل شده است: رویان دانه، پوسته دانه و ذخیره دانه. هر کدام از این بخش‌ها، ویژگی‌هایی دارند:

۱) **رویان دانه:** رویان از تقسیم پی‌درپی یاختهٔ تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیمِ تخم، دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می‌شود. این تقسیم از چه نوعی است؟ میتوز با سیتوکینز نابرابر! در این تقسیم، صفحه سلولی عمود بر محور طولی کیسه رویانی است.

+ سرنوشت سلول بزرگ‌تر: از تقسیم میتوز یاختهٔ بزرگ، بخشی به نام «بندانه» به وجود می‌آید که قبل از جدا شدن دانه از پایه مادر! ارتباط بین رویان و گیاه مادر را ایجاد می‌کند. مواد غذایی و هورمون‌های گیاهی از راه این بخش و از طریق دیواره تخمک از گیاه مادر به رویان منتقل شده و به مصرف آن می‌رسند.

+ سرنوشت سلول کوچک‌تر: یاختهٔ کوچک منشأ رویان است. مراحل تشکیل رویان را در شکل ۱۴ می‌بینید. همان‌طور که از شکل برمی‌آید، صفحه سلولی اولین تقسیم سلول کوچک‌تر در امتداد محور طولی کیسه رویانی است! لپه‌ها بخشی از رویان‌اند. ساقه رویانی و ریشهٔ رویانی نیز در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند. بنابراین بخش ارتباط دهنده بین رویان و گیاه مادر یا همان «بندانه» جزء رویان محسوب نمی‌شود.

با توجه به شکل، رویان از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ریشه رویانی، ساقه رویانی و برگ‌های رویانی یا همان لپه‌ها!

۲) **پوسته دانه:** پوشش دو لایه تخمک نیز تغییر می‌کند و به پوستهٔ دانه تبدیل می‌شود (شکل ۱۴). این پوسته به دلیل تجمع بافت اسکلرئید، سفت و محکم شده و از رویان دانه محافظت می‌کند.

۳) **ذخیره دانه:** ذخیرهٔ غذایی یا آندوسپرم هنگام رشد رویان بعد از جدا شدن دانه از پایه مادر! به مصرف رویان می‌رسد تا دانه «جوانه‌زنی» نموده و رویش خود را شروع کند!

آندوسپرم موجود در دانه‌های گیاهان مختلف دو سرنوشت را دنبال می‌کند:

+ سرنوشت اول: در برخی از گیاهان ممکن است درون‌دانه به عنوان ذخیرهٔ دانه باقی بماند.

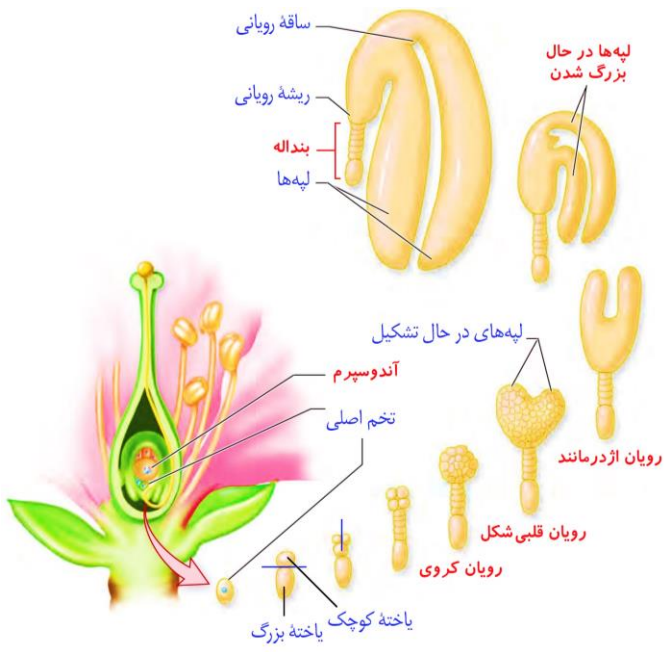
x مثلاً درون‌دانه، ذخیرهٔ دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از درون‌دانه به رویان در حال رشد است.

+ سرنوشت دوم: در برخی از گیاهان مانند برخی از دولپه‌ای‌ها ممکن است آندوسپرم به طور کامل جذب لپه‌ها شود.

x مثلاً در دانهٔ لوبیا مواد غذایی درون‌دانه جذب لپه‌ها و در آنجا ذخیره می‌شوند،

ـ در نتیجه در دانه این گیاهان آندوسپرم وجود نداشته و لپه‌ها که بزرگ شده‌اند، بخش ذخیره‌ای دانه را تشکیل می‌دهند.

✓ به لپه‌ها **برگ‌های رویانی** نیز می‌گویند؛ زیرا در بسیاری از گیاهان گل‌دار مانند لوبیا از خاک بیرون می‌آیند و به مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند.



شکل ۱۴ـ تشکیل رویان در دانه

نکاتی در مورد دانه: دانه در گیاهان نهان‌دانه یا گیاهان گل‌دار از سه بخش تشکیل شده است:

رویان دانه: که حاصل تقسیمات میتوزی سلول زیگوت یا تخم اصلی است.

+ این بخش، مهم‌ترین قسمت دانه بوده و دارای یک ریشه رویانی، یک ساقه رویانی و یک یا دو عدد برگ رویانی یا لپه است!

t.me/MrKonkori

+ از لحاظ ژنتیکی، رویان دانه در گیاهان دیپلوئید دارای دو مجموعه کروموزوم است که یک مجموعه را از مادر و یک مجموعه را از پدر دریافت نموده است.

پوسته دانه: که از پوشش دولایه‌ٔ تخمک به وجود می‌آید. این پوسته به دلیل تجمع بافت اسکلرئید، سخت و محکم شده و از رویان دانه محافظت می‌کند.

+ از لحاظ ژنتیکی، پوسته دانه در گیاهان دیپلوئید دارای دو مجموعه کروموزوم است که هر دو مجموعه را از مادر دریافت نموده است!

+ به عبارت دیگر پوسته دانه از پوشش تخمک به وجود آمده است و از لحاظ ژنتیکی با بقیه سلول‌های مادر یا والد ماده یکسان است.

آندوسپرم دانه: که حاصل تقسیمات میتوزی تخم ضمیمه‌ای است.

+ این بخش، ذخیره دانه را برای رشد رویان دانه را در زمان «جوانه‌زنی» یا رویش دانه فراهم می‌کند.

+ از لحاظ ژنتیکی، ذخیره دانه در گیاهان دیپلوئید دارای سه مجموعه کروموزوم است که دو مجموعه یکسان را از مادر و یک مجموعه را از پدر دریافت نموده است.

+ در برخی از گیاهان آندوسپرم به طور کامل جذب لپه‌ها شده، بنابراین ذخیره دانه در لپه‌ها که بخشی از رویان هستند، قرار دارد.

+ بنابراین می‌توان گفت در دانه این نوع گیاهان، ذخیره دانه و رویان از لحاظ ژنتیکی یکسان هستند!

نکاتی در مورد تغذیه رویان

قبل از جدا شدن دانه از پایه مادر

۱) این اتفاق در زمان تشکیل دانه اتفاق می‌افتد.

۲) بعد از تولید زیگوت، تقسیمات سلول تخم شروع شده و می‌بایست مواد غذایی به اندازه کافی در اختیار رویان قرار بگیرد.

۳) ساختاری متشکل از یک ردیف سلول به نام «بندانه» که سلول قاعده‌ای آنها از بقیه بزرگ‌تر است ارتباط بین رویان و والد ماده را برقرار می‌کند.

بعد از جدا شدن دانه از پایه مادر

۱) این اتفاق در زمان رویش دانه یا «جوانه‌زنی» رخ می‌دهد.

۲) در واقع برای رویش دانه و تشکیل دانه‌رُست از دانه، رویان به مواد غذایی نیاز دارد.

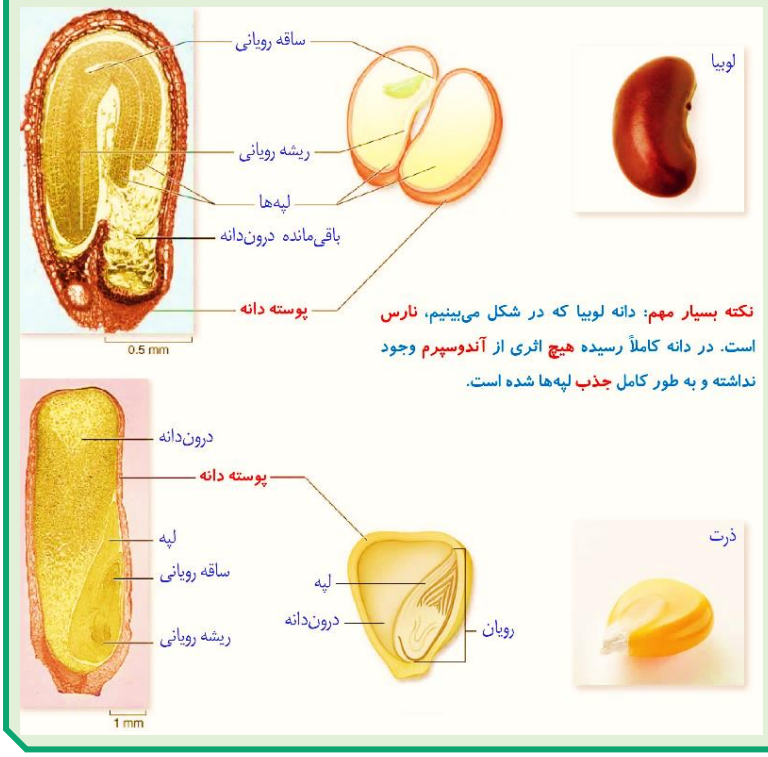
۳) این مواد به وسیله آندوسپرم (یا در مواردی لپه‌ها) در اختیار رویان قرار می‌گیرند.

فعالیت ۶

الف) دانه‌هایی مانند لوبیا (دولپه‌ای) و ذرت (تک‌لپه‌ای) را در شرایط مناسب قرار دهید تا رویش (جوانه‌زنی!) یابند. این کار را چگونه انجام می‌دهید؟ با قرار دادن آنها در یک محیط مرطوب که دمای مناسب داشته باشد و اکسیژن بتواند به دانه‌ها برسد. با مشاهدهٔ دانه‌های در حال رویش، مشخص کنید ابتدا کدام یک از اندام‌های رویشی از دانه خارج می‌شوند؟ ابتدا ریشه رویانی، پوسته دانه را پاره نموده و خارج می‌شود. (به استثنای گیاه انگلی سِس که ریشه ندارد!) این مشاهده را برای انواعی از دانه‌های دیگر نیز انجام دهید. نتیجه را به صورت یک گزاره بنویسید. در همه‌ٔ انواع دانه‌ها، ابتدا ریشه رویانی، پوسته دانه را پاره نموده و خارج می‌شود.

ب) دانه‌های لوبیا و ذرت را در فواصل زمانی دو روزه، بعد از خیس خوردن از وسط نصف و با استفاده از شکل زیر آنچه را می‌بینید، نام‌گذاری کنید. در واقع، در دانه لوبیا اثری از آندوسپرم دیده نمی‌شود!

نکته بسیار مهم: دانه لوبیا که در شکل می‌بینیم، نارس است. در دانه کاملاً رسیده هیچ اثری از آندوسپرم وجود نداشته و به طور کامل جذب لپه‌ها شده است.



رویش دانه

پوستهٔ دانه‌ها معمولاً سخت است. به نظر شما پوستهٔ دانه از چه نوع یاخته‌هایی تشکیل شده است؟ سلول‌های اسکلرئید از بافت اسکلرانشیم. پوستهٔ دانه، رویان را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می‌کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه مانع از رشد سریع رویان بر روی پایه مادر! یا در شرایط نامساعد! می‌شود. بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. این حالت را «به خواب رفتن دانه‌ها» می‌گویند که تحت تأثیر هورمون آبسیزیک‌اسید اتفاق می‌افتد. رویان در شرایط مناسب تحت تأثیر هورمون جیبرلیک‌اسید رشد خود را از سر می‌گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن **دانه‌رُست** می‌گویند از دانه خارج می‌شود. در این حالت گفته می‌شود که دانه رویش یافته است.

t.me/MrKonkori

دانه‌ها برای رویش به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارند. اولین بخش دانه که به هنگام رویش دانه از پوسته خارج می‌شود، ریشه رویانی است!

مراحل رویش دانه: به ترتیب عبارتند از

(۱) دانه‌ها با جذب آب و وقوع پدیده تورژسانس! متورّم می‌شوند و (۲) پوستهٔ آنها شکاف برمی‌دارد. (۳) در نتیجه اکسیژن کافی به رویان می‌رسد. (۴) رویان با استفاده از ذخایر غذایی واقع در آندوسپرم یا لپه‌ها، رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد. قبلاً برگ رویانی، ساقه رویانی و ریشه رویانی ایجاد شده است! ☺☺☺

تقسیم سریع یاخته‌های مریستمی به طول ساقه و ریشه می‌افزاید. سه سامانهٔ بافتی نیز در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند (آیا سه سامانه بافتی را به یاد دارید؟ بله، سامانه بافت پوششی، سامانه بافت زمینه‌ای و سامانه بافت آوندی).

در نهان‌دانگان بر اساس این‌که لپه‌ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، به ترتیب **رویش زیر زمینی** و **رویش رو زمینی** تعریف شده است (شکل ۱۵). لوبیا و پیاز رشد رو زمینی دارند، در حالی‌که در نخود و ذرت رشد زیر زمینی دیده می‌شود.

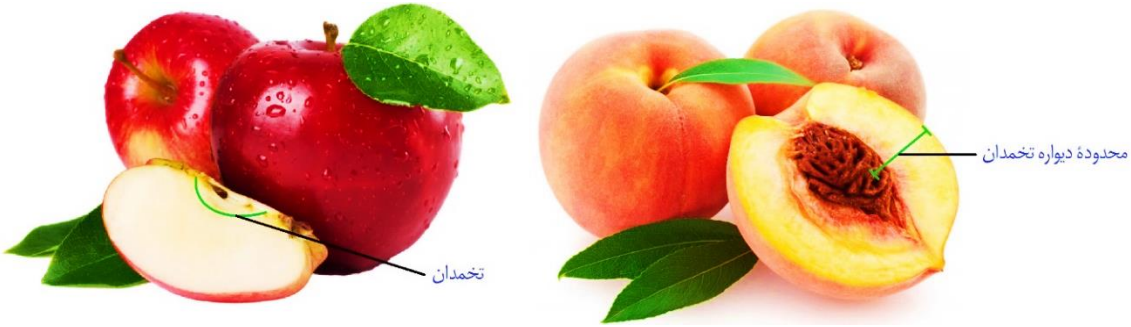


گیاهان گل‌دار بعد از مدت زمانی رشد رویشی، یعنی تولید برگ، شاخه و ریشه‌های جدید، رشد زایشی خود را شروع نموده و گل، میوه و دانه تولید می‌کنند.

شکل ۱۵ـ الف) رویش دانهٔ ذرت زیر زمینی، ب) رویش دانهٔ لوبیا و پیاز از نوع رو زمینی است. پ) باقی‌ماندهٔ دانهٔ پیاز در شکل دیده می‌شود.

میوه

گفتیم که تخمک‌ها به دانه تبدیل می‌شوند. میوه از رشد و نمو بقیهٔ قسمت‌های گل تشکیل می‌شود. میوه‌ای که از رشد تخمدان ایجاد شده، **میوه حقیقی** نامیده می‌شود (شکل ۱۶)؛ اگر در تشکیل میوه قسمت‌های دیگر گل نقش داشته باشند، **میوه کاذب** است. مانند میوهٔ سیب که حاصل رشد نهنج است. میوه هلو نوعی میوه حقیقی است و از رشد تخمدان به وجود می‌آید.

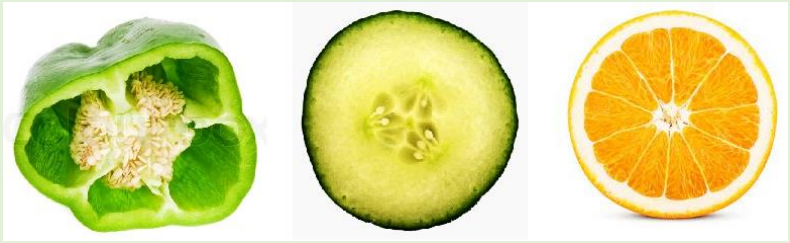


شکل ۱۶ـ الف) میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان است. ب) میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.

نکته بسیار مهم: بخش سفت اطراف دانه هلو جزء دیواره تخمدان است نه پوشش تخمک و پوسته دانه!

فعالیت ۷

از آنجا که تخمدان رسیده می‌تواند میوه را تشکیل دهد! بنابراین برچه‌ها را در میوه‌ها نیز می‌توانیم تشخیص دهیم. در شکل زیر تعدادی میوه از عرض برش خورده‌اند. تعدادی میوه را انتخاب و به طور عرضی برش دهید. در کدام میوه فضای تخمدان با دیوارهٔ برچه‌ها به طور کامل تقسیم شده است؟ در پرتقال فضای تخمدان به طور کامل و در فلفل دلمه‌ای به طور ناقص با دیواره برچه‌ها تقسیم شده است. بدیهی است در خیار دیواره‌ای بین برچه‌ها شکل نگرفته است.



t.me/MrKonkori

پراکنش میوه‌ها: میوه‌ها علاوه بر حفظ دانه‌ها در پراکنش آنها نیز نقش دارند. بعضی میوه‌ها به واسطه داشتن کرک‌های قلاب مانند در سطح خود به پیکر جانوران می‌چسبند و با آنها جابه‌جا می‌شوند (شکل۱۷). باد و آب نیز میوه‌ها و دانه‌ها را جابه‌جا می‌کنند. در پراکنش بادی، میوه‌ها یا دانه‌ها بسیار سبک بوده و در اطراف خود دارای کرک و بال یا دارای ساختارهای پَر مانند هستند. در پراکنش آبی نیز میوه‌ها دارای بخش‌هایی است که پگالی آنها را نسبت به آب کاهش می‌دهد. میوه‌های خوراکی نارس معمولاً مزهٔ ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به وسیلهٔ جانوران حفظ می‌شوند. از طرفی جانوران با خوردن میوه‌های رسیده، در پراکنش دانه‌ها نقش دارند. پوستهٔ بعضی دانه‌ها چنان سخت و محکم است که حتی در برابر شیره‌های گوارشی جانوران سالم می‌مانند. رنگ‌های درخشانِ میوه‌های رسیده جانوران از جمله پرندگان را به خود جذب می‌کنند.



شکل ۱۷ـ پراکنش میوه‌ها. میوه‌های قاصدک به وسیله باد و کلاپرک‌های گیاه بابآدم به وسیله جانوران پراکنده می‌شوند. میوه‌های خوراکی خاص هم به وسیله پرندگان جابه‌جا می‌شوند.

فعالیت ۸ شکل زیر انواعی از میوه‌ها را نشان می‌دهد. ویژگی‌های هر یک از این میوه‌ها را فهرست و بر اساس این ویژگی‌ها پیش‌بینی کنید که پراکنش آنها با کمک چه عاملی (باد/ جانور) انجام می‌شود. با مراجعه به منابع معتبر درستی نظر گروه را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.

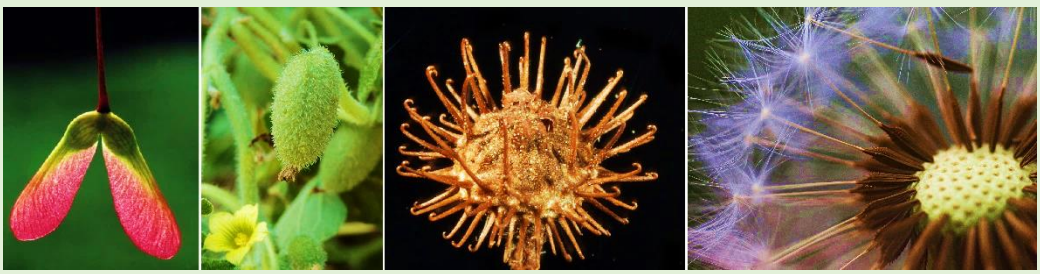
گیاه شماره (۱) «قاصدک» است و دانه‌های آن با استفاده از پَرهای میوه خود، به وسیله باد پراکنش می‌یابند.

گیاه شماره (۲) «غافث» است و دانه‌های آن با استفاده از قلاب‌های‌های سطح میوه خود، به وسیله جانوران پراکنده می‌شوند.

گیاه شماره (۳) «خر خیار» است و دانه‌های آن با استفاده از کرک‌های سطح میوه خود، به وسیله جانوران پراکنش می‌یابند!

+ در واقع پس از رسیدن میوه‌های خر خیار، فشار درون آنها به شدت بالا رفته و با کوچک‌ترین ضربه، از گیاه مادر جدا شده و دانه‌ها را به اطراف شلیک می‌کنند!

گیاه شماره (۴) «افرا» است و دانه‌های آن با استفاده از بال‌های میوه خود به وسیله باد پراکنده می‌شوند.



۱ ۲ ۳ ۴

میوه‌های بدون دانه: شاید میوهٔ بدون دانه را به میوه‌ای که دانه دارد، ترجیح دهید. اما چگونه میوهٔ بدون دانه ایجاد می‌شود؟ با استفاده از هورمون‌های اکسین و جیبرلین، تخمک‌های بارور نشده را وادار به رشد می‌کنند تا به میوه بدون دانه تبدیل شوند. آیا هر میوه‌ای که به آن بدون دانه می‌گوییم، واقعاً بدون دانه است؟ خیر، ممکن است دانه‌های ریز و ناقص به وجود بیایند، مانند موز خوراکی.

۱) پرتقال بدون دانه: دانستیم بعد از لقاح تخم‌زا و زامه، دانه از رشد و نمو تخمک ایجاد می‌شود؛ بنابراین اگر لقاح انجام نشود، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. پرتقال‌های بدون دانه به این روش ایجاد می‌شوند. برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم کننده‌های رشد یا هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین نیاز داریم که در فصل بعد با آنها آشنا می‌شوید.

۲) موز بدون دانه: حال اگر لقاح انجام شود، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، دانه‌های نارسی تشکیل می‌شوند که ریزند و پوسته‌ای نازک دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوهٔ بدون دانه می‌گویند. موزهای بدون دانه از این نوع‌اند.

به نظر شما تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت، پدیده‌ای رایج است؟ خیر، چون برای همه گیاهان، تولید دانه برای تولیدمثل جنسی امری حیاتی است.



شکل ۱۸ـ در بعضی موزها دانه‌های ریز و نارس دیده می‌شوند. این میوه‌ها را هم بدون دانه در نظر می‌گیرند!

t.me/MrKonkori

مقایسه میوه‌های بدون دانه

۱) پرتقال بدون دانه: در تشکیل این میوه‌ها، لقاح رخ نمی‌دهد، بنابراین برای تولید آنها به هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین نیاز داریم.

۲) موز بدون دانه: در تشکیل این میوه‌ها، لقاح رخ می‌دهد، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین می‌رود و دانه‌های نارس، ریز با پوسته نازک دارند.

عمر گیاهان چقدر است؟

طول عمر گونه‌های متفاوت گیاهی با یکدیگر فرق می‌کند و ممکن است از چند روز تا چند قرن باشد. معمولاً طول عمر درخت‌ها که مریستم پسین یا کامبیوم دارند از گیاهان علفی (غیر درختی) بیشتر است. گیاهان را بر اساس طول عمر به چند گروه تقسیم می‌کنند.

بر اساس متن کتاب، همه درختان دارای مریستم پسین هستند. از آنجا که بازدانگان مانند کاج و سرو نیز درخت محسوب می‌شوند، بنابراین می‌بایست برای این گروه از درختان هم مریستم پسین یا کامبیوم در نظر گرفت و این مورد از نظر علمی هم درست است!

گیاهان یک ساله: این گیاهان در مدت یک سال یا کمتر (حتی چند روز تا یک هفته)، رشد و تولیدمثل می‌کنند و سپس از بین می‌روند. گیاه گندم و خیار از گیاهان یک ساله‌اند (شکل ۱۹ـ الف). نکته مهم این که همه گیاهان یک ساله، علفی هستند!

نکاتی در مورد گیاهان یک ساله: می‌توان گفت در گیاهان یک ساله، فصل رویش از چند روز تا چند ماه و در یک سال یا یک فصل رویشی طول می‌کشد.

۱) در طول این مدت گیاه یک ساله از دانه، دوباره به دانه می‌رود.

۲) گیاهان بیابانی ممکن است، پس از یک بارندگی مناسب، دوره رویشی خود را در طول چند روز کامل کنند.

۳) اغلب گیاهان زراعی مهم مانند گندم، برنج، ذرت، جو و ... و نیز اغلب گیاهان هرز از گیاهان یک ساله به شمار می‌آیند.

گیاهان دو ساله: این گیاهان در سال اوّل فقط رشد رویشی دارند و در سال دوم علاوه بر رشد رویشی با تولید گل و دانه رشد زایشی دارند؛ مثلاً گیاهانی مانند شلغم و چغندر قند در سال اوّل رشد رویشی دارند و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشهٔ آنها ذخیره می‌شوند. در سال دوم ساقهٔ گل دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند (شکل ۱۹ـ ب). نکته مهم این که همه گیاهان دو ساله نیز علفی هستند!

نکاتی در مورد گیاهان دو ساله: می‌توان گفت در گیاهان دو ساله، در طول دو سال متوالی یا دو فصل رویشی متوالی اتفاقات زیر رخ می‌دهند:

۱) سال اول: در سال اول ریشه و تعدادی برگ طوقه‌ای بر روی یک ساقه کوتاه ایجاد می‌شود.

+ بنابراین در سال اول مواد حاصل از فتوسنتز از برگ‌ها به سوی ریشه ذخیره‌ای رفته و در آنجا ذخیره می‌شوند.

+ ریشه ذخیره‌ای در سال اول اندام مصرف! یا ذخیره محسوب می‌شود.

۲) سال دوم: در سال دوم، برگ چندانی ایجاد نمی‌شود، اما یک ساقه گل دهنده ایجاد می‌شود که بر روی آن گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌ها به وجود می‌آیند.

+ بنابراین در سال دوم مواد ذخیره شده در ریشه به سوی ساقه گل دهنده، گل‌ها، دانه‌ها و میوه‌ها می‌روند (نمو!).

+ بنابراین ریشه ذخیره‌ای این گیاهان در سال دوم، اندام منبع یا تولید! به حساب می‌آید.

گیاهان چند ساله: این گیاهان سال‌ها به رشد رویشی خود ادامه می‌دهند. بعضی از آنها هر ساله می‌توانند گل، میوه و دانه تولید کنند. به همین خاطر آنها را چند بار مثمر می‌گویند! برخی نیز فقط در سال آخر عمر خود گل، دانه و میوه می‌دهند. به همین خاطر آنها را یک بار مثمر می‌گویند! درخت‌ها و درختچه‌ها از گیاهان چند ساله‌اند که ممکن است حتی تا چند قرن نیز زندگی کنند. گیاهان علفی چندساله نیز وجود دارد. زنبق مثالی از چنین گیاهانی و دارای زمین‌ساقه است که در خاک باقی می‌ماند (شکل ۱۹ـ پ). نکته مهم این که بعضی از گیاهان چند ساله نیز علفی هستند! مانند یونجه، زنبق و ... بقیه گیاهان چند ساله نیز درختی یا چوبی هستند مانند درختان و درختچه‌ها.

نکاتی در مورد گیاهان چند ساله: گیاهان چند ساله از نظر تولید دانه به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱) گیاهان چند ساله یک بار مثمر: در همه سال‌های عمر خود فقط رشد رویشی دارند. در سال آخر علاوه بر رشد رویشی دارای رشد زایشی هم هستند و در این سال گل، میوه و دانه می‌دهند. این گیاهان پس از گل‌دهی و تولید میوه و دانه می‌میرند. نمونه این گیاهان «گل ماهور» است.

۲) گیاهان چند ساله چند بار مثمر: در بیشتر سال‌های عمر خود هم رشد رویشی دارند و هم رشد زایشی. به عبارت دیگر، این گیاهان چندین سال گل، میوه و دانه می‌دهند. بسیاری از درختان و درختچه‌هایی که می‌شناسیم از این گروه هستند.



شکل ۱۹ـ الف) خیار، ب) شلغم، پ و ت) زنبق. از رشد جوانه‌های رویش یافته از زمین‌ساقه، گیاهان جدیدی ایجاد می‌شوند.

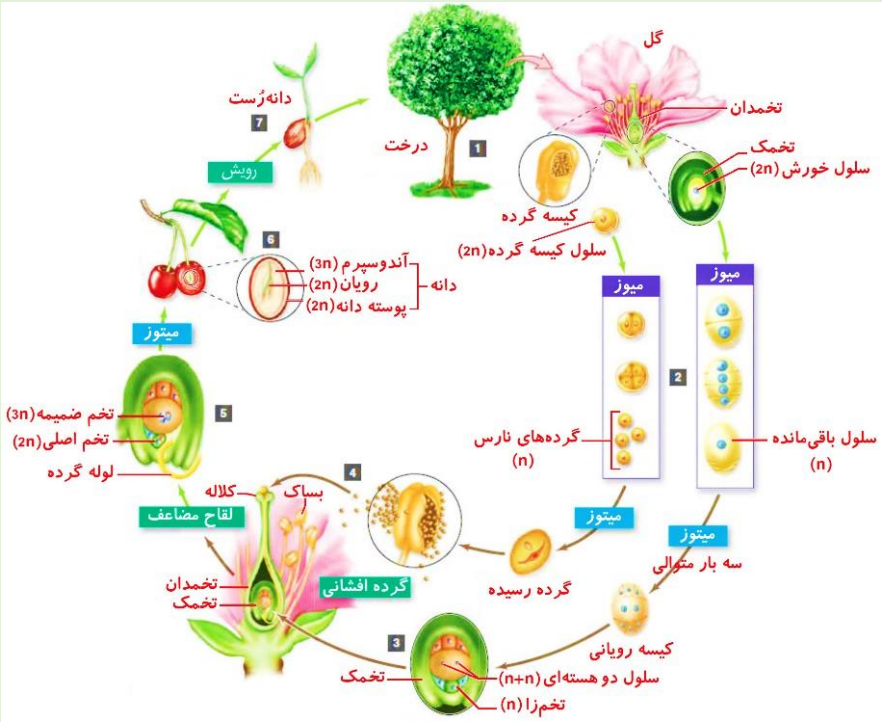
t.me/MrKonkori

فعالیت ۹

الف) اکثر گرده افشان‌ها، حشره‌اند و گرده افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آنها انجام می شود. دربارهٔ عواملی که زندگی حشره‌های گرده افشان را تهدید می‌کند، تحقیق و نتیجه را گزارش کنید. مهم‌ترین و شایع‌ترین تهدید استفاده از سموم دفع آفات نباتی برای از بین بردن شته‌ها و دیگر حشرات مضر در کشاورزی و باغبانی است که متأسفانه بر روی زنبورهای عسل هم تأثیر منفی شدیدی بر جای می‌گذارند.

ب) شکل زیر چرخهٔ زندگی یک گیاه نهان‌دانه را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.

تقسیم میوز، تقسیم میتوز، گرده افشانی، لقاح، لوله گرده، تخم اصلی و تخم ضمیمه



t.me/MrKonkori



فصل ۹

پاسخ گیاهان به محرک‌ها

تصویر بالا پدیده‌ای به نام «لرزه‌تنجی» را در گیاه حساس نشان می‌دهد. لمس کردن برگ‌های گیاه سبب خم شدن برگچه‌های آن و تا خوردن آنها بر روی یکدیگر می‌شود. این پدیده نوعی دفاع محسوب می‌شود.

شاید دیده باشید که ساقه به سمت نور و ریشه به سمت زمین رشد می‌کند (به ترتیب نورگرایی و زمین‌گرایی). گیاهان با تغییر فصل و در نتیجهٔ تغییر دما و طول روز گل می‌دهند، برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا این‌که برگ‌هایشان می‌ریزند. چه عواملی در این پدیده‌ها نقش دارند؟ موادی به نام تنظیم کننده‌های رشد! آیا رشد و نمو گیاهان نیز همانند جانوران تنظیم می‌شود؟ بله، اکسین، سیتوکینین و جیبرلین سبب افزایش رشد می‌شوند، در حالی‌که آبسیزین، اتیلن و سالیسیلیک‌اسید سبب کاهش رشد و یا به کلی مانع رشد می‌شوند.

آیا گیاهان به علائمی که از محیط دریافت می‌کنند، پاسخ می‌دهند؟ بله. اگر چنین است، به چه عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهند؟ دما، نور، رطوبت، گرانش، تماس، مواد شیمیایی و ... از عوامل محیطی هستند که گیاه به آنها پاسخ می‌دهد.

t.me/MrKonkori

گفتار ۱ تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

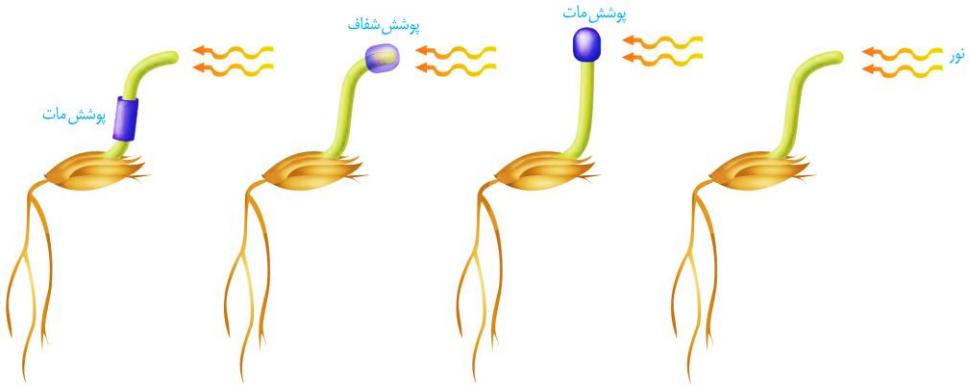


به شکل ۱ نگاه کنید؛ احتمالاً وضعیتی مشابه این شکل را در پیرامون خود دیده‌اید. به نظر شما علت خم شدن گیاه به سمت نور چیست؟ وقوع پدیده‌ای به نام نورگرایی بر اثر توزیع نابرابر هورمون اکسین و در نتیجه رشد نابرابر سلول‌ها در دو سمت ساقه. در این حالت چگونه می‌توانیم مانع خم شدن ساقه‌ها شویم؟ با پرخاندن مداوم گلدان! آیا طول ساقه در بخش رو به نور با طول ساقه در بخش دور از نور یکسان است؟ خیر، در بخش دور از نور رشد بیشتری مشاهده می‌شود. خم شدن گیاه به سمت نور، چه تأثیری در ماندگاری گیاه دارد؟ باعث می‌شود تا بخش‌های فتوسنتز کننده گیاه، نور بیشتری جذب کنند.

شکل ۱ـ خم شدن گیاهان به سمت نور به دلیل رشد نابرابر سلول‌ها در دو طرف ساقه

اوّلین آزمایش: آزمایشات داروین‌ها

خم شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعهٔ پدیده حرکت در گیاهان علاقه‌مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانه‌رست نوعی گیاه از خانواده گندمیان به نام چمن، طراحی و اجرا کرد (شکل ۲). (یادآوری: همان طور که می‌دانیم، دانه‌رست همان گیاه کوچک اولیه و حاصل رشد دانه است.) آنها دریافتند دانه‌رست در صورتی به سمت نور یک‌جانبه (نوری که از یک طرف به گیاه می‌تابد)، خم می‌شود که نوک آن یعنی جوانه انتهایی یا مریستم رأسی آن در برابر نور باشد. با توجه به خم شدن دانه‌رست به سمت نور یک طرفه، به نظر شما کدام یک از سطوح داخلی یا بیرونی آن رشد بیشتری دارد؟ سطح خارجی یا سطح دور از نور رشد بیشتری دارد.



شکل ۲ـ آزمایش داروین‌ها با دانه‌رست چمن. دانه‌رست در نور همه‌جانبه به طور مستقیم رشد می‌کند. اما در نور یک‌جانبه با توجه به شرایط آزمایش به طور مستقیم یا خمیده رشد می‌کند.

آزمایشات دیگر

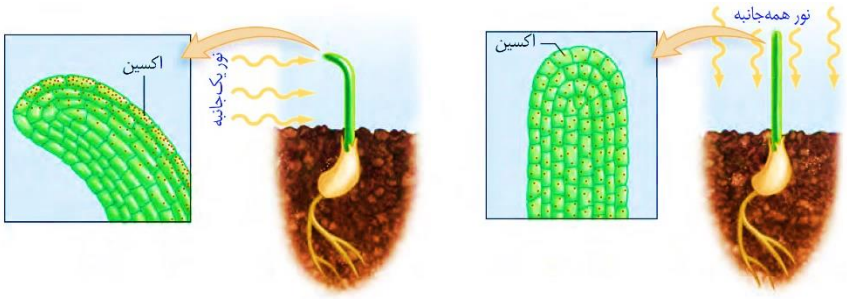
بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی که بر روی گیاهی از خانواده گندمیان به نام یولاف یا جو دو سر انجام شد، نشان دادند که عامل خم شدن دانه‌رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به عبارت دیگر این ماده به وسیله جوانه انتهایی تولید می‌شود. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه‌رستی را که در نور همه‌جانبه رشد کرده است، بریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. آگار ماده‌ای است ژله مانند که از جلبک‌های قرمز به دست می‌آید. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبهٔ دانه‌رستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده؛ همان‌طور که می‌بینید دانه‌رست خم شده است (شکل ۳ـ الف)، در حالی که قرار دادن آگار معمولی روی دانه‌رستِ بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳ـ ب).



شکل ۳ـ ماده‌ای در نوک دانه‌رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یک‌جانبه است. نام این ماده هورمون اکسین است!

t.me/MrKonkori

خم شدن دانه‌رست به معنای اختلاف اندازهٔ یاخته‌های دو طرف آن است. مشاهدات میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه یا دور از نور بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. نور یک‌جانبه باعث جابه‌جایی این ماده از سمت مقابل نور به سمت سایه (دور از نور) می‌شود. در نتیجه به علت تجمع این ماده در سمت سایه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه‌رست خم می‌شود (شکل ۴). رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه در پاسخ به نور یک‌جانبه را **نورگرایی** نامیدند. سرانجام ترکیب شیمیایی این ماده شناسایی و **اکسین**، به معنای «رشد کردن» نامیده شد. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که انواعی از ترکیبات مشابه اکسین در گیاهان متفاوت ساخته می‌شوند که اثرات مشابه دارند؛ بنابراین، نام اکسین‌ها را به این گروه از ترکیبات دادند.



شکل ۴ـ تابش نور سبب تجمع اکسین در سمت سایه می‌شود. تجمع اکسین سبب رشد ابعادی سلول‌ها در سمت سایه شده و رشد نابرابر ساقه باعث خمیدگی ساقه می‌شود.

کشف اکسین سرآغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند. این ترکیبات را **تنظیم کننده‌های رشد** یا **هورمون‌های گیاهی** نامیدند. انواعی از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان تولید می‌شوند. اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، سبب افزایش رشد گیاهان، اتیلن و آبسیزیک‌اسید با کاهش رشد یا متوقف کردن آن، پنج تنظیم کننده رشد هستند که در ادامه با آنها آشنا می‌شوید.

محرک‌های رشد

اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. گرچه این تنظیم کننده‌ها را به عنوان محرک رشد می‌شناسیم؛ اما بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش بازدارندگی نیز داشته باشند. در ادامه به عملکرد هر یک از این تنظیم کننده‌ها می‌پردازیم.

دو مثال از اثرات معکوس هورمون‌های محرک رشد

۱) هورمون اکسین توسط جوانه انتهایی تولید شده و باعث افزایش رشد این جوانه و چیرگی رأسی می‌شود، ولی همین هورمون با افزایش تولید اتیلن و کاهش مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی بر روی رشد این جوانه‌ها، نقش بازدارنده ایفا می‌کند!

۲) در ریشه‌زایی نسبت اکسین به سیتوکینین زیاد است، در حالی‌که در ساقه‌زایی برعکس است یعنی نسبت اکسین به سیتوکینین کم است، به عبارت دیگر در ساقه‌زایی نسبت سیتوکینین به اکسین زیاد است.

اکسین‌ها

اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، سبب افزایش طول ساقه می‌شود. همچنین اکسین ریشه‌زایی را با تقسیم سلولی! تحریک می‌کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود (شکل ۵). اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌های بدون دانه و دانه‌دار! نیز به کار می‌برند. بنابراین می‌توان گفت اکسین هم سبب رشد ابعادی سلول‌ها می‌شود و هم سبب رشد تعدادی آنها!



شکل ۵ـ تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه. در این حالت هورمون اکسین با تحریک تقسیم سلولی سبب ریشه‌زایی در قلمه‌ها شده است.

بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آنها بر گیاهان انجام شدند. محققان دریافتند که بعضی از این ترکیبات مانند توفوردی (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)، همه گیاهان دولپه‌ای را از بین می‌برند ولی تأثیری بر گیاهان تک‌لپه‌ای مانند گندم و جو ندارند؛ بنابراین، آنها را برای ساختن سموم کشاورزی یا علف‌کش انتخابی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند. نکته مهم این که این علف‌کش ها را نمی‌توان در همه مزارع و باغ‌ها به کار برد. به عنوان مثال در مزارعی مانند یونجه، گوجه فرنگی، لوبیا، سیب زمینی و ... که در آنها گیاهان دولپه‌ای کاشته شده است و نیز در باغ‌ها نمی‌توان از این علف‌کش‌ها استفاده نمود! **عامل نارنجی** که مخلوطی از اکسین‌ها بود، چنین اثری داشت. ایالات متحدهٔ امریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل نارنجی را به کار برد. در نتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی‌گاه مبارزان بود و

t.me/MrKonkori

نیز زمین‌های کشاورزی آنها از بین رفت. تولید عامل نارنجی با اتمام این جنگ، ممنوع شد؛ اما چند دهه طول کشید تا جنگل‌ها احیا شوند. سرطان و تولد نوزادان با نقص‌های مادرزادی از اثرهای این ماده بود.

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینین‌ها با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدنِ فقط! اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. به همین علت در گل‌فروشی‌ها با افشانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل‌ها آنها را تازه نگه می‌دارند. سیتوکینین‌ها هورمون ساقه‌زایی نیز نامیده می‌شوند. به کارگیری این هورمون در فناوری کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته یا کال می‌شود. در واقع اگر نسبت اکسین به سیتوکینین زیاد باشد، سبب ریشه‌زایی و اگر نسبت سیتوکینین به اکسین زیاد باشد سبب ساقه‌زایی می‌شود.

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم‌کنش دو تنظیم کننده

اگر بخواهید گیاهی پرشاخ و برگ‌تر داشته باشید، چه کار می‌کنید؟ آن را هرس می‌کنیم. در این فرایند، جوانه‌های انتهایی را قطع می‌کنیم تا جوانه‌های جانبی فرصت رشد پیدا کنند. احتمالاً سرشاخه‌ها را که محل جوانه‌های رأسی (انتهایی)اند، قطع می‌کنید. همان طور که در شکل ۶ـ ب می‌بینید با قطع جوانهٔ رأسی، جوانه‌های جانبی رشد، و شاخه و برگ جدید ایجاد کرده‌اند. به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، **چیرگی رأسی** می‌گویند. با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می‌یابد، در نتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند. اگر بعد از قطع جوانهٔ رأسی، در محل برش، اکسین قرار دهیم؛ جوانه‌های جانبی رشد نمی‌کنند (شکل ۶ـ پ). این آزمایش نشان می‌دهد که اکسین از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و مانع از رشد آنها می‌شود.

مقایسه چیرگی رأسی و هرس کردن

۱) چیرگی رأسی: در واقع در چیرگی رأسی، اکسین تولید شده در جوانه انتهایی به جوانه‌های جانبی رفته و در آنجا از یک طرف سبب افزایش مقدار اتیلن و از طرفی سبب کاهش سیتوکینین در این جوانه‌ها می‌شود، در نتیجه جوانه‌های جانبی رشد نخواهند کرد.

۲) هرس کردن: با قطع جوانه انتهایی مقدار اتیلن در جوانه‌های جانبی کاهش و مقدار سیتوکینین در آنها افزایش می‌یابد. در نتیجه این جوانه‌ها رشد خواهند نمود.

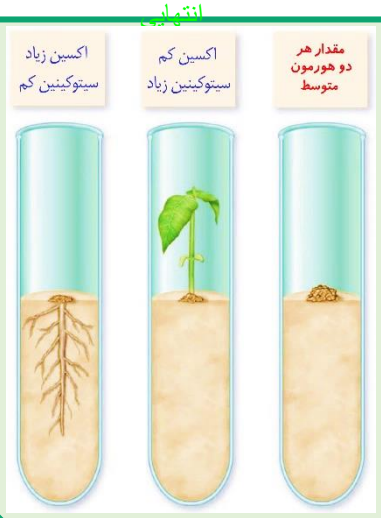


الف) رشد کم جوانه‌های جانبی — ب) ایجاد شاخه‌های جدید — پ) حذف جوانهٔ انتهایی

شکل ۶ـ اکسین تولید شده در جوانهٔ رأسی با افزایش اتیلن و کاهش سیتوکینین در جوانه‌های جانبی مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

فعالیت ۱

شکل روبه رو تمایز ریشه و تمایز ساقه را از یک تودهٔ یاخته تمایز نیافته یا همان کال در حضور مقدار متفاوتی از هورمون‌های اکسین و سیتوکینین، در محیط کشت نشان می‌دهد. از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



از این شکل دو نتیجه می‌گیریم:

۱) برای تمایز ریشه و ساقه یعنی هم ریشه‌زایی و هم ساقه‌زایی از توده تمایز نیافته یا کال به هر دو هورمون اکسین و سیتوکینین نیاز است.

۲) برای تمایز ریشه می‌بایست نسبت اکسین به سیتوکینین زیاد باشد ولی برای تمایز ساقه برعکس می‌بایست نسبت سیتوکینین به اکسین زیاد باشد.

جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

کشف **جیبرلین‌ها** حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. آلودگی دانه‌رست‌ها به **قارچ جیبرلا** سبب می‌شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه‌رست‌ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی یعنی کلانشیم و اسکلرانشیم کافی نداشتند، در نتیجه خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. مسلّماً چنین بیماری سبب کاهش محصول برنج و در نتیجه زیان‌های فراوان بود. دانشمندان با استخراج و

t.me/MrKonkori

شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین‌ها را شناسایی و معرفی کنند. پس از آن مشخص شد که جیبرلین‌ها در گیاهان نیز تولید می‌شوند و رشد و فعالیت‌های آنها را کنترل می‌کنند. این تنظیم کننده‌های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریکِ (۱) رشد طولی یاخته و (۲) تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌های دانه‌دار و بدون دانه! به کار می‌برند (شکل ۷).

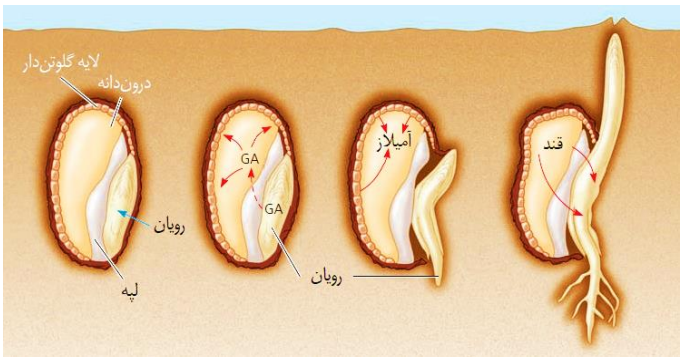


شکل ۷ـ الف) اثر جیبرلین بر روی گیاهان بوته‌ای: باعث طویل شدن آنها در محل میان‌گره‌ها می‌شود.

ب) اثر جیبرلین بر روی میوه‌ها: باعث درشت شدن آنها می‌شود.

جیبرلین‌ها و رویش بذر غَلات: رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی‌ترین لایهٔ درون‌دانه (لایهٔ گلوتن‌دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رها شدن آنزیم‌های گوارشی مانند پکتیناز، سلولاز، آمیلاز و ... در دانه می‌شود (شکل ۸). این آنزیم‌های برون‌سلولی! دیوارهٔ یاخته‌ها یعنی پکتین و سلولز و ذخایر درون‌دانه یعنی نشاسته را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می‌شود.

در واقع جیبرلین یا جیبرلیک‌اسید تولید شده در رویان پس از عبور از لپه و آندوسپرم از طریق پلاسمودسم‌ها خود را به لایه گلوتن‌دار می‌رساند. در آنجا به گیرنده خود در سلول‌های آندوسپرم متصل شده تا پس از راه افتادن واکنش‌هایی از روی ژن مربوط به آنزیم آمیلاز رونویسی و ترجمه انجام شود تا این آنزیم ساخته شود.



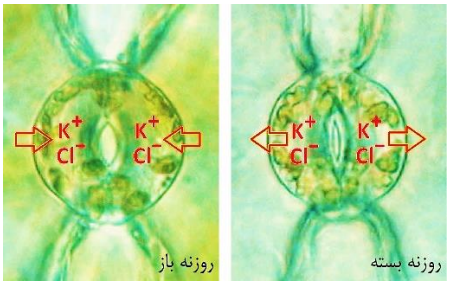
شکل ۸ـ جیبرلین‌ها در تجزیهٔ ذخایر موجود در آندوسپرم رویان غلات نقش دارند. (GA: جیبرلیک‌اسید)

بازدارنده‌های رشد

آبسیزیک‌اسید و اتیلن دو تنظیم کنندهٔ رشدند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و ریزش میوه نقش دارند.

آبسیزیک‌اسید: مقابله با شرایط نامساعد (هورمون استرس!)

فرض کنید گیاهی در معرض استرس کم‌آبی قرار گرفته و محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه‌رست را نداشته باشد. اگر دانه در این شرایط رویش یابد، چه بر سر دانه‌رست می‌آید؟ دانه‌رست خشک شده و از بین می‌رود! اگر گیاه در شرایط خشکی قرار گیرد و روزنه‌ها همچنان باز بمانند چه چیزی رخ می‌دهد؟ گیاه خشک شده و از بین می‌رود! شرایط نامساعد و استرس‌زا محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک‌اسید را در گیاهان تحریک می‌کند. آبسیزیک‌اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و مانع رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. به طور کلی این تنظیم کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می‌دهد (شکل ۹).



شکل ۹ـ حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها.

در واقع، هورمون آبسیزیک اسید باعث خروج یون‌های پتاسیم و کلر از سلول‌های نگهبان روزنه و کاهش فشار اسمزی آنها می‌شود. بنابراین آب از این سلول خارج و این سلول‌ها دچار پلاسمولیز می‌شوند تا در نهایت روزنه‌ها بسته شوند.

اتیلن: رسیدن میوه‌ها (هورمون پیری!)

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب رسیده یا موز رسیده قرار دهید. از میوهٔ رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟ گاز اتیلن که برای گیاهان نوعی هورمون محسوب می‌شود! دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. اتیلن گازی است که از سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ نیز رها می‌شود. سال‌ها قبل از آن‌که دانشمندان بدانند گیاهان اتیلن تولید می‌کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می‌شود. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. بافت‌های آسیب دیدهٔ گیاهان نیز اتیلن تولید می‌کنند. گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و زمانی که می‌خواهند آنها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن‌دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۰).

t.me/MrKonkori



شکل ۱۰ـ گوجه فرنگی‌های هر دو جعبه در یک زمان چیده شده، اما گوجه فرنگی‌های سمت راست، سه روز در محیط اتیلن‌دار بوده‌اند.

۱) هورمون اتیلن که نوعی گاز حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی است و در گیاهان نیز تولید می‌شود.

۲) در فرایند رسیدگی میوه‌ها دو پدیده زیر اتفاق می‌افتند:

+ اتیلن با تأثیر بر روی تیغه میانی باعث نرم شدن بافت‌های گیاهی می‌شود.

+ هم‌چنین کلروپلاست‌ها به کروموپلاست تبدیل می‌شوند و مقدار کاروتنوئیدها در آنها افزایش می‌یابد.

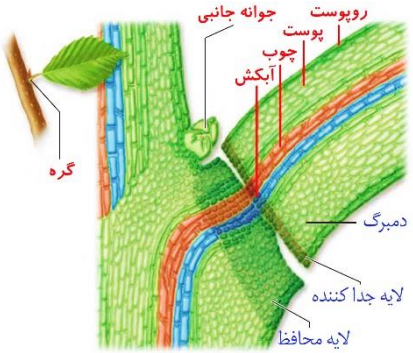
ردپای اتیلن در چیرگی رأسی

دیدید که اکسین، عامل چیرگی رأسی است و مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانهٔ رأسی یا انتهایی می‌شود. در واقع اکسینِ جوانهٔ رأسی، تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آنها متوقف می‌شود. هم‌چنین هورمون اکسین تولید شده در جوانه انتهایی پس از انتقال به جوانه‌های جانبی باعث کاهش مقدار سیتوکینین در این جوانه‌ها شده و با کاهش تقسیم سلولی در آنها، رشد آنها نیز متوقف می‌شود.

اکسین جوانه انتهایی ⇐ افزایش اتیلن و کاهش سیتوکینین در جوانه‌های جانبی ⇐ افزایش رشد جوانه انتهایی و کاهش رشد جوانه‌های جانبی ⇐ چیرگی رأسی

ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخته‌ها و بافت‌های گیاهی دارید آیا می‌توانید تغییراتی را که در ساختار برگ رخ می‌دهد، پیش‌بینی کنید؟ به هنگام ریزش برگ، تیغه میانی که اتصال دهنده سلول‌های گیاهی به همدیگر بود از بین رفته و در محل لایه جدا کننده سلول‌ها از یکدیگر فاصله می‌گیرند تا در نهایت برگ‌ها ریزش پیدا کنند. اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعدهٔ دمبرگ در محلّ اتصال به شاخه، لایهٔ جدا کننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های برون‌سلولی تجزیه کننده مانند پکتیاز و سلولاز، از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با چوب‌پنبه‌ای شدنِ یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایهٔ محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱). مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱ـ ریزش برگ با تشکیل لایهٔ جداکننده در محل دمبرگ.

۱) بر اساس شکل کتاب، لایه جدا کننده از دو ردیف و لایه محافظ از چندین ردیف سلول ساخته شده است!

۲) لایه محافظ دارای چندین ردیف سلول چوب‌پنبه‌ای شده است که مانع از خروج مواد در این محل می‌شوند.

۳) در محلی بین لایه جداکننده و لایه محافظ گسستگی یا جدایی بین سلول‌ها مشاهده می‌شود.

۴) گسستگی یا جدایی از اپیدرم یا روپوست شروع شده و سپس سلول‌های درم یا پوست را درگیر می‌کند.

۵) بر اساس شکل کتاب، در محل آوندهای چوبی و آبکشی گسستگی یا جدایی دیده نمی‌شود!

۶) در محل آوندهای چوبی و آبکشی، سنگینی پهنک برگ باعث جدایی برگ در این محل می‌شود!

فعالیت ۲

یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال، تولید اتیلن در آنهاست. برای رفع این مشکل، ترکیباتی به کار می برند که با اتصال به گیرنده‌های پروتئینی اتیلن که در درون یاخته که روی شبکه آندوپلاسمی هستند! وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می‌شوند. اکنون زیست‌شناسان در تلاش‌اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیر حساس کنند. به نظر شما این ایده برای گیاهان میوه‌دار مناسب است؟ برای پاسخ خود دلیل ارائه دهید. خیر، زیرا در این صورت میوه‌ها هرگز رسیده نمی‌شوند. این روش بیشتر برای بالا بردن عمر گل‌های زینتی مناسب است.

فعالیت ۳

با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به طور مصنوعی نیز ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می‌روند. به نظر شما آیا این ترکیبات می‌توانند سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کنند؟ اگر به مقدار مناسب و طبیعی استفاده شوند خطر چندانی ایجاد نمی‌کنند، در غیر این صورت ممکن است خطراتی به دنبال داشته باشد.

جمع‌بندی هورمون‌های گیاهی: در جدول زیر اثرات و وظایف هورمون‌های گیاهی به صورت خلاصه و مفید آورده شده است.

نام هورمون	نوع هورمون	اثرات و وظایف هورمون
اکسین	محرک رشد	رشد طولی سلول و ساقه، ریشه‌زایی، تشکیل میوه بدون دانه، درشت کردن میوه، چیرگی رأسی، سموم علف‌کش انتخابی
سیتوکینین	محرک رشد	تحریک تقسیم سلولی، تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوایی، ساقه‌زایی
جیبرلین	محرک رشد	رشد طولی سلول، تحریک تقسیم سلولی، تولید میوه بدون دانه، درشت کردن میوه، رشد میوه، رویش دانه‌ها
اتیلن	بازدارنده رشد	رسیدن میوه، ریزش برگ، ریزش میوه، جلوگیری از رشد جوانه‌های جانبی و ایجاد چیرگی رأسی!
آبسیزین	بازدارنده رشد	بسته شدن روزنه‌ها، حفظ آب در گیاه، خفتگی دانه‌ها و جلوگیری از رویش آنها، جلوگیری از رویش جوانه‌ها، کاهش رشد گیاه
سالیسیلیک‌اسید	بازدارنده رشد	القای مرگ سلولی در سلول‌های آلوده به میکروب

t.me/MrKonkori

گفتار ۲ پاسخ به محیط

شاید توجه کرده باشید که درختان با کاهش سرما در شروع فصل بهار گل می‌دهند، یا اینکه گلبرگ‌های بعضی گیاهان مانند شقایق، زعفران، لاله، گل قاصد و ... در شب بسته می‌شوند. آیا می‌توانید مثال‌های دیگری نیز دربارهٔ پاسخ گیاهان به شرایط محیطی ارائه دهید؟ پاسخ به نور، پاسخ به دما، پاسخ به گرانش، پاسخ به تماس و ... در ادامه انواعی از این پاسخ‌ها را بررسی می‌کنیم.

پاسخ به نور

دیدیم که ساقه به سمت نور یک‌جانبه خم می‌شود. آیا پاسخ ریشه به نور یک‌جانبه، همانند ساقه است؟ خیر، تأثیر نور بر ریشه، عکس ساقه است.

می‌دانید که نقش نور در گیاهان، حیاتی است؛ اما نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می‌کند. گل‌دهی یکی از این فرایندهاست که در ادامه به آن می‌پردازیم.

فعالیت ۴

الف) پیش‌بینی می‌کنید که پاسخ ریشه به نور یک‌جانبه چه باشد؟ بر خلاف ساقه، پاسخ ریشه به نور به گونه‌ای است که ریشه به سمت زمین خم می‌شود. البته در این پاسخ، پدیده زمین‌گرایی که همان گرایش به نیروی جاذبه است هم وجود دارد!

ب) برای بررسی درستی پیش‌بینی خود، آزمایشی طراحی کنید. می‌توان تعدادی دانه‌رست از گیاهان مختلف را به صورت افقی قرار داده و نتیجه را بررسی نمود.

پ) آزمایشی را که طراحی کرده‌اید با چند گیاه انجام و نتیجه را گزارش دهید. ریشه تحت تأثیر پدیده زمین‌گرایی به سمت زمین خم می‌شود.

گل‌دهی در گیاهان

گیاهانی که در محل زندگی خود می‌بینید، در چه فصل یا فصل‌هایی گل می‌دهند؟ اکثر آنها در فصل بهار و تابستان گل می‌دهند، اما گیاهانی مانند گل داودی در پاییز گل می‌دهد.

چرا بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همهٔ فصل‌ها گل می‌دهند؟ گل‌دهی گیاهان به عوامل مختلف درونی و محیطی بستگی دارد. به عنوان مثال طول دوره نوری در شبانه‌روز یکی از این عوامل محیطی است.

اگر بخواهیم گیاهی روز بلند را که در تابستان گل می‌دهد، مثلاً در پاییز وادار به گل‌دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟ چنین گیاهی از گروه گیاهان «روز بلند» است، با شکستن شب یعنی زدن فلاش یا جرقه نوری در شب‌های پاییزی می‌توان آن را وادار به گل‌دهی نمود.

گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی که در جوانه قرار دارد، به مریستم زایشی یا مریستم گل تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

گیاهان را بر اساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دستهٔ (۱) گیاهان **روز کوتاه**، (۲) گیاهان **روز بلند** و (۳) گیاهان **بی تفاوت** قرار می‌دهند.

۱) گیاهان روز کوتاه = شب بلند: گیاه داودی در روزهای کوتاه پاییز گل می‌دهد. گیاهی روز کوتاه است. در واقع این گیاه برای گل دادن به شب‌های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدّی کمتر نباشد.

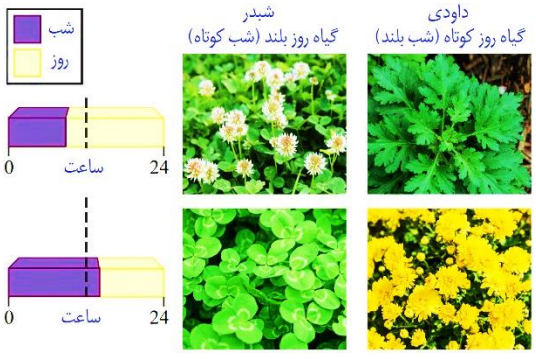
+ بلوگیری از گل‌دهی گل داودی در پاییز: با استفاده از جرقه نوری در شب‌های پاییز، می‌توان جلوی گل‌دهی این گیاه را گرفت.

+ گل‌دهی گل داودی در تابستان: با تاریک نمودن گل‌خانه در روزهای تابستان، می‌توان گیاهان داودی را وادار به گل‌دهی نمود.

۲) گیاهان روز بلند = شب کوتاه: شبدر که در تابستان گل می‌دهد، گیاهی روز بلند است. این گیاه برای گل دادن به شب‌های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدّی بیشتر نباشد (شکل ۱۲).

+ جلوگیری از گل‌دهی شبدر در تابستان: با تاریک نمودن گل‌خانه در روزهای تابستان، می‌توان جلوی گل‌دهی این گیاه را گرفت.

+ گل‌دهی گیاه شبدر در پاییز: با استفاده از جرقه نوری در شب‌های پاییز، می‌توان گیاهان شبدر را وادار به گل‌دهی نمود.



شکل ۱۲ـ گل‌دهی در گیاه روز بلند (= شب کوتاه) و روز کوتاه (= شب بلند).

۱) شبدر یک گیاه روز بلند (شب کوتاه) زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد.

+ اگر طول شب از ۱۲ ساعت کمتر باشد، شبدر گل می‌دهد.

۲) داودی یک گیاه روز کوتاه (شب بلند) زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی کمتر نباشد.

+ اگر طول شب از ۱۲ ساعت بیشتر باشد، داودی گل می‌دهد.

t.me/MrKonkori

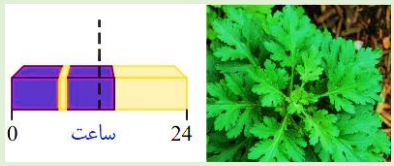
۳) گیاهان بی‌تفاوت از نظر نوری: به هر حال گل دادنِ بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را **بی تفاوت** می‌نامند؛ گیاه گوجه فرنگی از این گروه است.

+ گیاهان گوجه فرنگی در همه فصول و بعد از رشد رویشی، وارد مرحله گل‌دهی می‌شوند.

آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش‌دهندگان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی مانند ایجاد تاریکی و ایجاد جرقه نوری بتوانند در همهٔ فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

فعالیت ۵

با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲ـ ب توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقهٔ نوری چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روز کوتاه دارد؟ شکستن شب با یک فلاش نوری یا یک جرقه نوری باعث می‌شود گیاه روز کوتاهی مانند داودی گل ندهد. به عبارت دیگر، گیاه حتی یک جرقه نوری را مانند یک روز کامل حساب نموده و شب طولانی پاییزی را کوتاه‌تر از حالت واقعی تصور می‌کند! ☹☹☺



پاسخ به دما

گیاهان هر دمایی را نمی‌توانند تحمل کنند. مثلاً:

۱) سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها شود.

۲) سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش جوانه‌ها شود.

۳) برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌های آنها (مریستم‌ها!) با برگ‌های پولک مانندی حفظ می‌شوند.

۴) بعضی گیاهان یک‌ساله برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دوره سرما در مرحله بذر نیز دارند.

+ همان‌طور که دیدیم گیاهان برای گل دادن نیازهای نوری متفاوتی دارند. در اینجا می‌بینیم که بعضی از گیاهان برای گل دهی هم به نیازهای دمایی متفاوتی (البته فقط سرما!) نیاز دارند!

x مثلاً برای نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دورهٔ رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد. این پدیده را ورنالیزاسیون یا بهاره کردن می‌نامند.

ـ کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره‌برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و یخ پوشیده شده‌اند.

پاسخ به گرانش زمین

آیا گرانش زمین بر جهت رشد ساقه و ریشه اثر دارد؟ بله، ساقه دارای زمین‌گرایی منفی و ریشه دارای زمین‌گرایی مثبت است! به شکل ۱۳ نگاه کنید.

همان طور که می‌بینید ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه در جهت گرانش رشد می‌کند. رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، **زمین‌گرایی** نامیده می‌شود.

می‌توانید با طراحی و اجرای آزمایش‌هایی، زمین‌گرایی را در انواعی از دانه‌رست‌ها بررسی کنید.

دانه‌رست‌های گیاهان مختلف را به صورت افقی قرار داده و مشاهده می‌کنیم در همه آنها، ریشه در جهت گرانش و ساقه در خلاف جهت گرانش رشد می‌کند.







شکل ۱۳ـ تأثیر گرانش زمین بر جهت رشد ریشه و ساقه

۱) شکل مقابل مربوط به گیاه «حسن یوسف» از دولپه‌ای‌ها است.

+ در این گیاه مقطع ساقه به صورت چهارگوش است.

+ برگ‌ها در میانه خود دارای رنگ‌های دیگری غیر از کلروفیل هستند.

+ رگبرگ‌ها به صورت مشبک هستند (ویژگی مهم دولپه‌ای‌ها).

+ حاشیه برگ‌ها دارای بریدگی‌هایی به صورت دندانه اره‌ای است.

+ ریشه از نوع راست است به طوری‌که قطر ریشه اصلی از ریشه‌های فرعی بسیار بیشتر است.

۲) ساقه دارای زمین‌گرایی منفی و ریشه دارای زمین‌گرایی مثبت است.

۳) فقط نوک ساقه و ریشه که دارای رشد است این ویژگی‌ها را نشان می‌دهد.

+ بقیه قسمت‌های ساقه و ریشه همچنان افقی باقی می‌مانند!

t.me/MrKonkori

پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال‌هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می‌کنید.

۱) پیچش در ساقه درخت مو یا انگور: شاید بعضی از گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می‌پیچند. مثلاً ساقهٔ درخت مو یا انگور در تماس با درختی دیگر و یا یک پایه، به دور آن می‌پیچد.

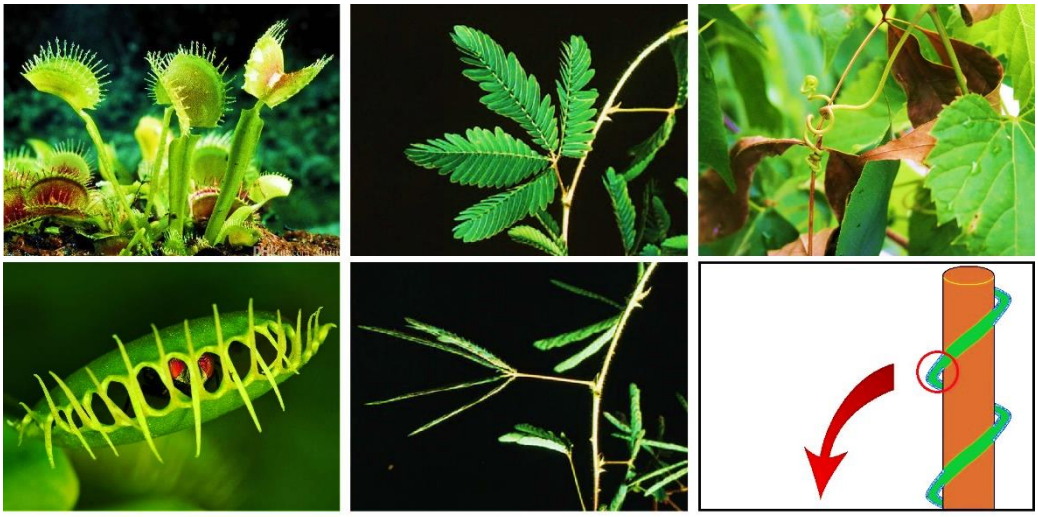
+ علت پیچش ساقه مو: پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.

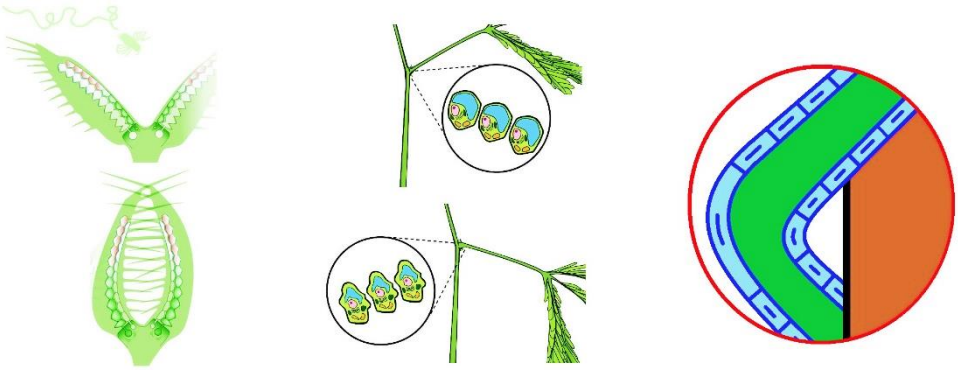
۲) لرزه‌تنجی در برگ‌های گیاه حساس: ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث تا شدن برگچه‌ها و در نهایت برگ می‌شود.

+ علت لرزه‌تنجی برگ‌های گیاه حساس: این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعدهٔ برگ قرار دارند.

۳) لرزه‌تنجی در برگ‌های گیاه گوشتخوار: برگ تله‌مانند گیاه گوشتخوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آنها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.

+ علت لرزه‌تنجی برگ‌های گیاه گوشتخوار: این پاسخ هم به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در سطوح فوقانی و تحتانی برگ قرار دارند.





الف ب پ

شکل ۱۴ـ الف) پیچش ساقهٔ مو، به دلیل رشد نابرابر سلول‌ها در دو سمت ساقه!

ب) روی هم تا شدن برگچه‌های گیاه حساس، به دلیل تغییر فشار تورژسانس در سلول‌های موجود در قاعدهٔ برگ!

پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار با برخورد حشره، به دلیل تغییر فشار تورژسانس در سلول‌های واقع در سطوح فوقانی و تحتانی برگ!

پاسخ‌هایی از جنس دفاع

گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها و جانوران گیاهخوار شامل آفت‌هایی مانند حشرات و کنه‌ها و جانوران علفخوار قرار دارند. شاید نام بیماری‌هایی مانند زنگ گندم یا سیاهک گندم را شنیده باشید. این عوامل بیماری‌زا که از دسته قارچ‌ها هستند، سبب تخریب محصولات کشاورزی می‌شوند. به هر حال گیاهان در برابر آنها بی‌دفاع نیستند.

به نظر شما گیاهان چگونه از خود دفاع می‌کنند؟ راه‌های مختلفی وجود دارد:

۱) گیاهان با ایجاد سد فیزیکی مانع از ورود عوامل بیماری‌زا به درون گیاه می‌شوند.

۲) ترکیبات شیمیایی و سمی ساخته شده در برخی از گیاهان نیز برای جانوران علفخوار مضر هستند.

۳) دفاع زیستی یا مرگ سلولی که برای سلول‌های آلوده اتفاق می‌افتد هم با قطع ارتباط بین سلول‌های آلوده و سالم، مانع از انتشار عامل بیماری‌زا می‌شود.

t.me/MrKonkori

دفاع فیزیکی: تلاش برای جلوگیری از ورود

در گیاهان مختلف، سدهای فیزیکی متفاوتی برای جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا و یا حتی حمله جانوران گیاهخوار به وجود آمده است. همان‌طور که می‌دانیم، جانوران گیاهخوار شامل جانوران کوچکی مانند حشرات، کنه‌ها و ... و نیز جانوران بزرگ گیاه‌خوار هستند. سدهای فیزیکی به دو طریق عمل می‌کنند.

ایجاد سد فیزیکی در مقابل عوامل بیماری‌زا

+ نقش پوستک: می‌دانید روپوست، خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه یعنی برگ‌ها، کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها، میوه ها و ساقه‌های جوان با پوستک پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ بله، جلوگیری از تبخیر آب، سرما و نفوذ عوامل بیماری‌زا.

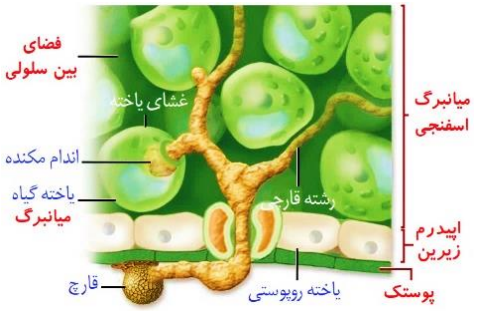
x بنابراین می‌توان گفت، پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود.

+ نقش دیوارهٔ سلولی: همچنین دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست.

x افزایش توان: وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره به سخت شدن آن و درنتیجه افزایش توان این سدّ فیزیکی کمک می‌کند.

x نقطه ضعف: با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منفذ روزنه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها از این سد بگذرند (شکل ۱۵).

+ نقش پریدرم یا چوب‌پنبه: بافت چوب‌پنبه نیز در اندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب‌رسان است.



شکل ۱۵ـ پوستک، تا حدودی! سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زاست.

نکته جالب این که اندام مکنده قارچ از دیواره سلولی سلول میانبرگ عبور کرده ولی از غشای آن عبور نمی‌کند! (مشابه مشت بسته درون بادکنک!)

ایجاد سد فیزیکی در مقابل جانوران گیاه‌خوار

+ نقش کرک و خار: کرک و خار نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند (شکل ۱۶).

x خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند.

x حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک‌دار به راحتی حرکت کنند.

+ نقش مواد چسبناک: همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیر ممکن می‌شود.

+ نقش مواد ترشحی: بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آنها نقش دارند.

x گاه حجم این ترکیبات آن قدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد.

ـ با سخت شدن این ترکیبات، فسیل‌ها یا سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که پیکر کامل حشره در آن حفظ شده است (شکل ۱۷).



شکل ۱۶ـ الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند.
ب) مواد چسبناک در سطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند.



شکل ۱۷ـ سنگواره تشکیل شده از ترشحات گیاه و حشره

دفاع شیمیایی: ایجاد ترکیبات مسموم کننده

گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاهخواران می‌شوند. ترکیبات سیانیددار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند.

آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، با تأثیر گذاشتن بر روی دستگاه گوارش جانور، آن را مسموم می‌کند و جانور با آزمون و خطا یا شرطی شدن فعال یاد می‌گیرد که از خوردن دوبارهٔ آن پرهیز کند.

جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند.

t.me/MrKonkori

به نظر شما گیاه با چه سازوکاری خود را در برابر این ترکیبات حفظ می‌کند؟ معمولاً این گونه ترکیبات در گیاه به صورت پیش‌سازهای غیر سمی ساخته می‌شوند! ولی در دستگاه گوارش جانور گیاه‌خوار فعال می‌شوند.

مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند.

یکی از این سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لولهٔ گوارش جانوران تجزیه شده و به مادهٔ سمّی تبدیل می‌شوند.

مثلاً گیاه ترکیب شیمیایی سیانیدداری می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب در لوله گوارش جانور گیاهخوار تجزیه شده و سیانید که سمّی است از آن جدا می‌شود.

فعالیت ۶

بعضی از گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمّی‌اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می‌کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

این پدیده را «آللوپاتی یا دگرآسیبی» می‌گویند. به عنوان مثال درخت گردو چنین عملی را انجام می‌دهد. آلوپاتی باعث افزایش شانس بقای این گیاهان می‌شود.

دفاع زیستی: مرگ یاخته‌ای

مرگ یاخته‌ای یکی دیگر از پاسخ‌های دفاعی در گیاهان است.

فرض کنید نوعی ویروس بیماری‌زا توانسته است به درون سلول‌های گیاه نفوذ کند. ورود ویروس به گیاه فرایندهایی را به راه می‌اندازد که نتیجهٔ آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آنها با بافت‌های سالم است.

در نتیجه ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضد ویروس با آن مقابله کند (شکل ۱۸).

در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک‌اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا نمی‌کند.



شکل ۱۸ـ با مرگ یاخته‌های آلوده به ویروس، ارتباط یاخته‌های آلوده با سالم قطع می‌شود.

پاسخ‌های دفاعی گیاهان در مقابله با ویروس

۱) تولید هورمون سالیسیلیک‌اسید و القای مرگ سلولی در سلول‌های آلوده به ویروس و قطع ارتباط سلول‌های آلوده و سالم

+ در مرگ سلولی، خود سلول آلوده به ویروس، آنزیم‌های گوارشی تولید نموده تا تجزیه و نابود شود.

۲) تولید ترکیبات ضد ویروس برای از بین بردن ویروس‌های باقی‌مانده در بافت‌های گیاه

همزیستی با جانوران: جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند

محافظت از گیاهان به وسیله مورچه‌ها

به شکل ۱۹ نگاه کنید! انبوهی از مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده‌اند. بعید است که حشره بتواند از حمله‌های مرگبار این مورچه‌ها جان سالم به در برد.

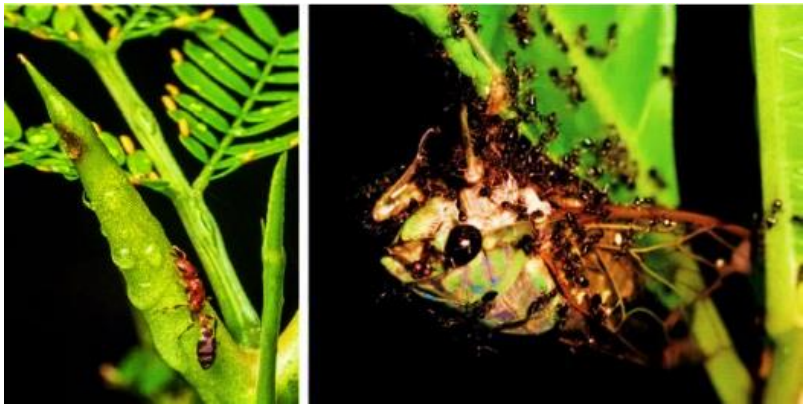
دیده شده است که این مورچه‌ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می‌کنند.

گیاهان دارزی، گیاهانی فتوسنتز کننده هستند که روی ساقه‌های درختان رشد می‌کنند اما انگل آنها نیستند! جالب است که گرده افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست.

چه چیزی مانع از حمله مورچه‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود؟ تنظیم زمان گرده‌افشانی با زمان تولید و انتشار ماده‌ای که مورچه‌ها را به طور موقت فراری می‌دهد! تا زنبورهای گرده‌افشان به راحتی این کار را انجام دهند.

مشخص شده است وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و در هوا منتشر می‌کنند که با فراری دادن موقت مورچه‌ها مانع از حملهٔ آنها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

t.me/MrKonkori



شکل ۱۹ـ این مورچه‌ها در حقیقت از محلّ زندگی یا زیستگاه خود محافظت می‌کنند.

+ نوعی همزیستی از نوع همیاری بین مورچه‌ها و درخت آکاسیا وجود دارد که هر دو طرف از آن سود می‌برند.

+ نوع دیگری از همزیستی از نوع همیاری نیز بین زنبورهای گرده‌افشان و درخت آکاسیا وجود دارد که هر دو طرف از آن سود می‌برند.

محافظت از گیاهان به وسیله زنبورهای وحشی

بعضی از گیاهان در برابر حملهٔ گیاهخواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود.

همین طور که در شکل ۲۰ـ الف می‌بینید، نوزاد کرمی‌شکلِ یا لارو حشره‌ای مانند پروانه در حال خوردن برگ تنباکو است.

از یاخته‌های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند.

زنبور ماده‌ای (نه زنبور نر!) که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی‌شکل یا لارو پروانه می‌رساند و پس از نیش زدن و بی‌هوش کردن! این لارو روی بدن آن تخم می‌گذارد.

نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم (در واقع پس از خروج از پیله!) از گوشت بدن نوزاد کرمی‌شکل پروانه تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند ☹☹☹.

نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



شکل ۲۰ـ چه روابطی بین این سه جاندار وجود دارد؟

روابط همزیستی می‌تواند به صورت‌های مختلف انگلی و همیاری در بین این سه جاندار وجود دارند.

۱) رابطه بین پروانه و گیاه تنباکو: رابطه انگلی که در آن پروانه سود می‌برد ولی گیاه تنباکو ضرر می‌بیند.

۲) رابطه بین پروانه و زنبور وحشی: رابطه انگلی که در آن زنبور وحشی سود می‌برد ولی پروانه ضرر می‌بیند.

۳) رابطه بین زنبور وحشی و گیاه تنباکو: رابطه همیاری که در آن هر دو جاندار سود می‌برند.



ث) زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی‌شکل حشره

t.me/MrKonkori

فعالیت ۷ الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافقید؟ برای تأیید یا ردّ این نظر چه آزمایشی طراحی می‌کنید؟

این فقط یک «فرضیه» است برای اثبات درستی یا نادرستی این موضوع دو گروه از گیاهان مشابه از نظر ژنتیکی و محیطی انتخاب نموده و برای یک گروه آهنگ پخش می‌کنیم. اگر در این گروه نسبت به گروه شاهد، رشد و میزان محصول زیاد شد، نتیجه می‌گیریم که این نظر درست است.

ب) نمونه‌هایی از سازوکارهای دفاعی در گیاهان محل زندگی خود و نیز ارتباط‌هایی که بین آنها و جانوران وجود دارد گزارش کنید.

گیاهان خاردار به فراوانی در اطراف ما وجود دارند که خارهای آنها مانع از حمله علفخواران می‌شود. هم‌چنین گرده‌افشانی به وسیله حشرات به فراوانی یافت می‌شود.

t.me/MrKonkori