



Histology

بلوک بافت و تکوین



● مفصل متحرک

● نمونه سوالات

❖ جلسه پنجم: بافت خون

● خون

● اجزای خون

● پروتئین های پلاسما

● مطالعات بافت شناسی در خون

● انواع انمی

● Leukocytes ها یا گلبول های سفید

● انواع سرطان خون

● Erythrocyte (RBC, Red blood cell)

● ناهنجاری های گلبول قرمز

● انواع گروه های خونی

● انواع هموگلوبین

● لوکوسیت ها (WBC, White blood

cells, Leukocytes)

● انواع گرانول ها

● نوتروفیل ها (Neutrophils)

● ائوزینوفیل ها

● بازوفیل ها

● اگرانولوسیت ها

● پلاکت ها

● ناحیه هیالومر

● ناحیه گرانولومر

● خون سازی (Hematopoiesis)

● اریتروپونیز (Erythropoiesis)

● تغییرات هسته در فرایند Hematopoiesis

● Granulopoiesis

● نمونه سوالات

❖ جلسه اول: بافت پوششی

● بافت پوششی

● ویژگی های بافت پوششی

● Apical surface

● دسته بندی انواع بافت پوششی

● Stratified epithelia

● Metaplasia

● Glandular epithelium

● Myoepithelial cell

● Renewal

● نمونه سوالات

❖ جلسه دوم: بافت همبندی

● بافت همبند و انواع آن

● اجزای بافت همبند - سلول ها

● اجزای بافت همبند - ماتریکس خارج سلولی

● بافت همبند جنینی و بالغ

● سوالات

❖ جلسه سوم: غضروف و استخوان (1)

● بافت غضروف و استخوان

● لاکونا

● استخوان

● بخش های مختلف بافت استخوان

● سیستم هاورس

● استخوان در بدن انسان

● نمونه سوالات

❖ جلسه چهارم غضروف و استخوان (2)

● استخوان سازی یا Ossification

● صفحه رشد استخوان

● رشد طولی استخوان

● رشد عرضی استخوان

● سیستم هاورس





● آکسون

● انواع سلول پشتیبان در CNS و PNS

● فسیکل

● اندونوریوم، پری نوریوم، اپی نوریوم

● سد خونی عصبی

● ساختار میکروسکوپی اجزای بافت عصبی

● ساختار و ترمیم بافت عصبی

❖ جلسه هشتم: بافت پوست

● پوست

● عملکردهای پوست

● ساختار میکروسکوپی پوست

● Epidermis

● انواع پوست

● Keratinocytes

● Melanocytes

● فولیکول مو

● تنه مو

● چرخه رشد مو

● ناخن

● غدد پوست

● غدد عرق

❖ جلسه ششم: بافت عضلانی

● مقدمه

● بافت اسکلتی

● ویژگی های سیتوپلاسم بافت مخطط

● سارکومر

● فیلامان های ضخیم میوزین

● Transverse tubule

● بافت همبند در عضلات

● عضله قلبی

● دیسک های بینابینی

● سلول های هدایتی

● عضله صاف

● ترمیم و بازسازی در عضلات اسکلتی، صاف، قلبی

● نمونه سوالات

❖ جلسه هفتم: بافت عصبی

● عملکرد دستگاه عصبی

● تکامل سیستم عصبی

● CSF

● ساختار نورون

● انواع نورون

● جسم سلولی

● مفاهیم ساختاری

● دندریت و خار دندریتی

● نوروپلاستیسیته یا انطباق پذیری عصبی



جلسه اول:

بافت پوششی

- بافت پوششی
- ویژگی‌های بافت پوششی
- Apical surface
- دسته‌بندی انواع بافت پوششی
- Stratified epithelia
- Metaplasia
- Glandular epithelium
- Myoepithelial cell
- Renewal
- نمونه سوالات

۱۴۰۳
TUMS

تأییدیه‌ها

رضا سعیدی پور (سرگروه)

ملیکا زارعی

نوگس خاکساریان

فاطمه تاجیک

ویراستاران علمی

مهرسا لوری (سر ویراستار)

سجاد رضایی

حسین محمدی

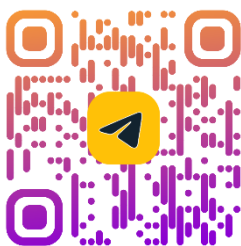
ویراستاران ادبی

کالین نجاتی

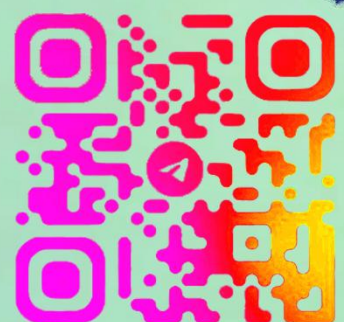
امین رضا خدایی

تدوین‌گر

علی سید صالحی

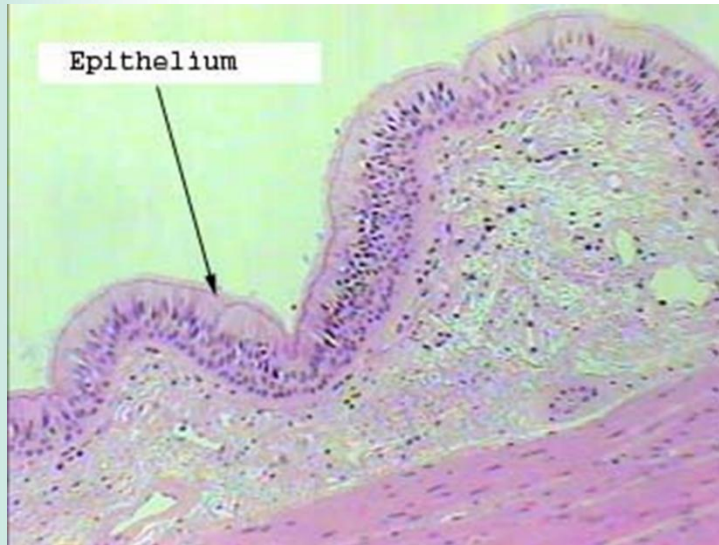


ویدیو کلاس





بافت پوششی (epithelial tissue)



شکل 1- بافت پوششی

بافت پوششی (شکل 1) یکی از انواع بافت‌های اصلی بدن است که سطح خارجی بدن و ارگان‌های توخالی بدن را می‌پوشاند. همه بافت‌های بدن دارای دو بخش اصلی سلول‌ها و ماتریکس خارج سلولی (ECM) می‌باشند.

بیش از ۹۵ درصد بافت پوششی را سلول‌ها تشکیل داده‌اند، به طوری که آن را تقریباً فاقد ماتریکس می‌دانند. سلول‌های آن معمولاً چند وجهی بوده و به شکل‌های مختلف مکعبی، سنگفرشی و... دیده می‌شوند.

عملکردها:

1) مهمترین عملکرد این بافت، مفروش‌کنندگی (Lining) و پوشاندن سطوح (Covering) است.

○ نکته:

Covering: برای خارج به کار می‌رود و به معنای پوشاندن سطوح خارجی بدن مثل اپیدرم پوست و روپوست می‌باشد.

Lining: به معنای مفروش شدن توسط بافت پوششی سطوح داخلی و ارگان‌های توخالی بدن، مانند دستگاه گوارش (مری و معده) و رحم می‌باشد (به منظور حفاظت از قسمت‌های داخلی‌تر ناحیه).

سلول‌های بافت پوششی علاوه بر پوشاندندگی و مفروش‌کنندگی وظایف دیگری نیز دارند؛

2) **جذب (Absorption):** مثل سلول‌های روده باریک که علاوه بر پوشاندندگی، وظیفه جذب مواد غذایی را هم دارند.

3) **ترشح (Secretion):** سلول‌های جداره معده که اسید ترشح می‌کنند، و نیز پانکراس که همه سلول‌های آن ترشح‌کننده هستند.

○ **نکته:** در ساختار غدد، همه سلول‌ها ترشحی هستند. به این سلول‌ها که منشا بافت پوششی دارند، اپیتلیوم غده‌ای می‌گوییم.

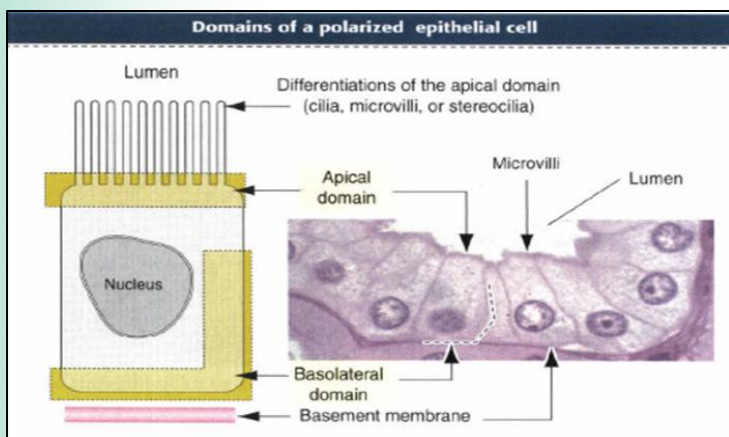
4) **خاصیت انقباضی (Contractility):** برخی سلول‌ها دارای منشا پوششی بوده ولی به عنوان سلول عضلانی عمل می‌کنند (Myoepithelial cells) و دارای فیلامان‌های اکتین و میوزین در سیتوپلاسم می‌باشند که با انقباض به خروج بهتر مواد کمک می‌کنند. مثل سلول‌های مجاری غدد (مثل غده عرق و غدد ترشحی)

5) **گیرنده (Specialized sensory cells):** تعدادی از سلول‌های پوششی دارای نقش گیرنده پیام هستند و به عنوان گیرنده‌های ویژه عمل می‌کنند. مثل گیرنده‌های بویایی و جوانه‌های چشایی (گیرنده‌های حسی)



6) سد و نگهبان (Selective barrier): بسته به عملکردشان ورود و خروج مواد را کنترل می‌کنند (مانند

نگهبان‌های روی پوست که اجازه ورود و خروج به هر ماده‌ای را نمی‌دهند).



شکل 2- سطوح مختلف سلول‌های پوششی

ویژگی‌های بافت پوششی

1) میزان سلول‌های آن از همه بافت‌ها بیشتر است، به طوری که می‌توان گفت فاقد ماتریکس خارج سلولی می‌باشد.

○ نکته: در گذشته معتقد بودند بافت عصبی فاقد ماتریکس خارج سلولی است؛ در حالی که امروزه مشخص شده در برخی فضاها مانند اطراف عروق، دارای ماتریکس خارج سلولی می‌باشد.

2) فاقد عروق خونی (Avascular) هستند. یعنی رگ‌ها از آنها عبور می‌کنند اما انشعابی به آنها نمی‌دهند و رگ خونی دریافت نمی‌کنند (مثل غضروف). به همین دلیل است که ماتریکس خارج سلولی بسیار کمی دارد. این ویژگی دارای مزایا و معایبی است:

- مزایا: در پیوندها احتمال رد پیوند کم است؛ چرا که سلول‌های ایمنی در خون به فراوانی یافت می‌شوند.
- معایب: در بحث ترمیم‌پذیری، به علت اینکه عروق خونی با خود فاکتورهای رشد و مواد غذایی را به محل مد نظر می‌برند و این بافت فاقد انشعاب‌گیری از عروق خونی است، پس روند ترمیم‌پذیری سریع نقطه ضعف این بافت می‌باشد. البته بافت پوششی سلول‌های بنیادی نیز دارد که به ترمیم این بافت کمک می‌کنند.

3) در هر قسمتی از بدن که بافت پوششی وجود دارد، زیر این بافت، همیشه مقداری از بافت همبند (CT) دیده می‌شود که به آن لامینا پروپریا (lamina propria)، آستر مخاط یا کوریون می‌گویند. بافت پوششی مواد غذایی خود را از طریق این بافت همبند به دست می‌آورد. البته در سمت دیگر بافت پوششی می‌تواند لومن باشد؛ مثل مری و معده که از آنجا هم می‌تواند مواد غذایی خود را بگیرد.

4) سلول‌ها ارتباط محکمی با یکدیگر داشته و به همدیگر و همین‌طور به لایه زیرین از طریق غشای پایه متصل هستند.

5) غنی از اعصاب بوده و به همین دلیل نسبت به لمس و تحریک بسیار حساس هستند؛ در نتیجه عصب‌دهی و Innervation بالا، تمام حس‌ها را درک می‌کند.

6) سلول‌ها توانایی خودنوسازی و خودبازسازی (Regeneration) دارند.

○ نکته: ترمیم با خودبازسازی تفاوت دارد، به این صورت که در ترمیم (repair) جایی از بدن آسیب دیده‌است ولی در خودبازسازی، بافت به طور مداوم خود را بازسازی می‌کند؛ بدون اینکه مشکلی داشته‌باشد.

تعدادی سلول در بخش قاعده‌ای بافت، به نام سلول قاعده‌ای (Basal cell) قرار گرفته‌اند که خاصیت سلول‌های بنیادی را دارند، توانایی میتوز داشته و نهایتاً سلول‌هایی مانند خود را به وجود می‌آورند که این سلول‌ها به سلول‌های دیگر تمایز می‌یابند. بدین ترتیب، سلول‌ها دائماً نوسازی می‌شوند.



(7) قطبیت (Polarity): سلول‌های بافت پوششی برخلاف سایر بافت‌ها، این ویژگی را دارند. این سلول‌ها دارای ساختار 3 بعدی و سطوحی با ویژگی‌های متفاوت هستند که به آنها قطبیت می‌دهند. (شکل 2)

- این سلول‌ها دارای یک **سطح آزاد یا راسی (Apical)** هستند که به سمت لومن مجرا، یا در سلول‌های اپیدرم به سمت محیط خارج بدن هستند.

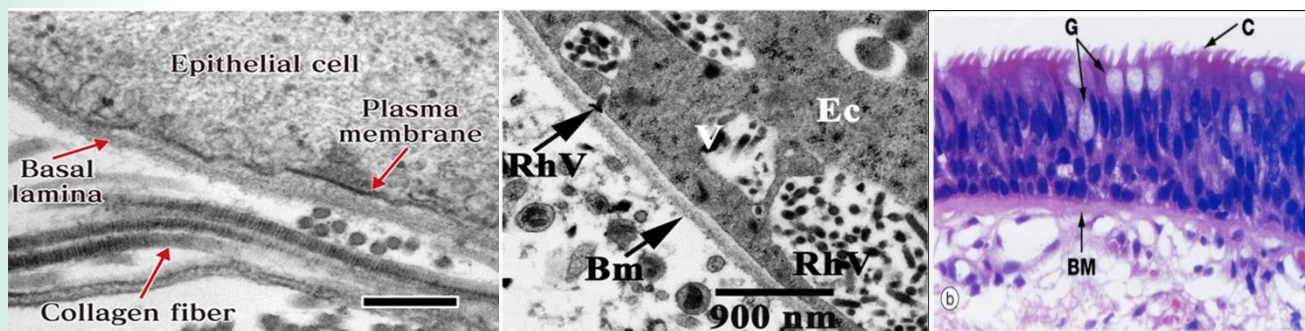
- سطح دیگر، **سطح قاعده‌ای (Basal)** است که در زیر آن **بافت همبند** قرار دارد. این سطح، بخش قاعده‌ای سلول را تشکیل می‌دهد و مانند پایه‌های یک صندلی است.
- این سلول‌ها **سطوح طرفی (Lateral)** نیز دارند که تماس بین دو سلول مجاور و همسایه را برقرار می‌کنند.

سطح قاعده‌ای:

غشای پایه (basement membrane): بخشی است که سلول‌های پوششی را به بافت همبند زیرین متصل می‌کند و شامل تیغه پایه (basal lamina) و لایه رتیکولار (reticular lamina) است. (شکل‌های 3,4,5)

غشای پایه: تیغه پایه + لایه‌ای از رشته‌های رتیکولار (که در زیر آن هستند)

- 1- تیغه پایه (Basal lamina): بخشی از غشای پایه (Basement membrane) است که به سمت سیتوپلاسم سلول‌های پوششی قرار گرفته است و دارای انواعی از ماکرومولکول‌هاست. شامل:
 - پروتئین‌ها: مهم‌ترین پروتئین موجود در آن **کلاژن نوع 4** است که به صورت شبکه‌مانند قرار می‌گیرد تا بقیه ترکیبات (پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها) به آن متصل شوند. اختلال در آن منجر به بروز مشکلات زیادی در غشای پایه و تیغه پایه می‌گردد.
 - گلیکوپروتئین‌ها: laminin و entacin (nidogen)
 - پروتئوگلیکان‌ها: perlecan



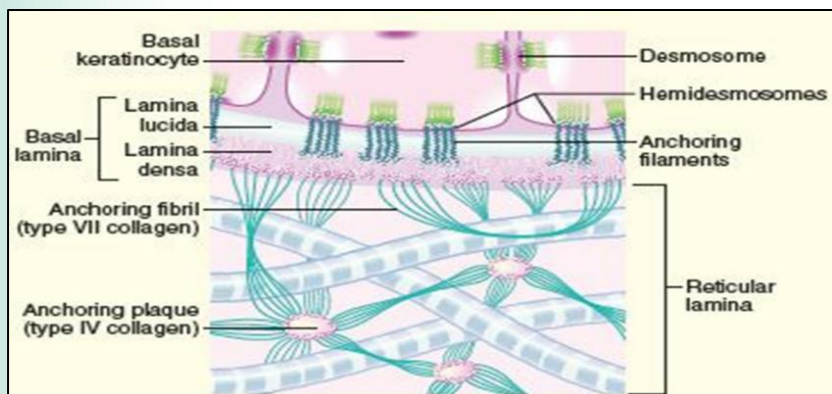
شکل 3,4,5- غشای پایه

بخش کوچکی از توضیحات درباره تیغه پایه در اسلایدها وجود دارد که استاد در تدریس به آنها اشاره نکردند:





این بخش حدود 20 الی 100 نانومتر ضخامت داشته و زیر میکروسکوپ الکترونی مشاهده می‌شود، شامل دو لایه می‌باشد (شکل 6):

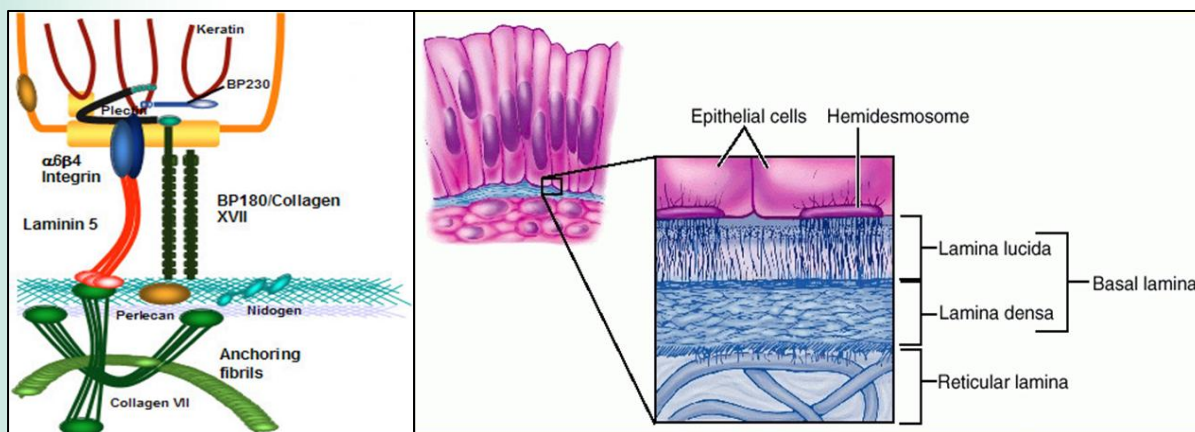


Lamina densa -1

Lamina rara-lucida -2

شکل 6- لایه های تشکیل دهنده تیغه پایه

2- رشته‌های رتیکولار (reticular lamina): همان کلاژن نوع 3 است (کلاژن نوع 3 چون در بدن فراوان بوده و ساختار مشبک ایجاد می‌کند، به همین دلیل به آن reticular می‌گویند).



شکل 7- رشته های رتیکولار

- لایه رتیکولار ضخیم‌تر از تیغه پایه است.
- برای بررسی آن معمولا به رنگ‌آمیزی اختصاصی تحت عنوان پریودیک اسید شیفت (PAS: Periodic Acid shift) نیاز داریم تا بتوانیم با میکروسکوپ نوری آن را ببینیم و معمولا با رنگ‌آمیزی همتوکسیلین ائوزین (به علت ضخامت خیلی کم)، به خوبی دیده نمی‌شود.

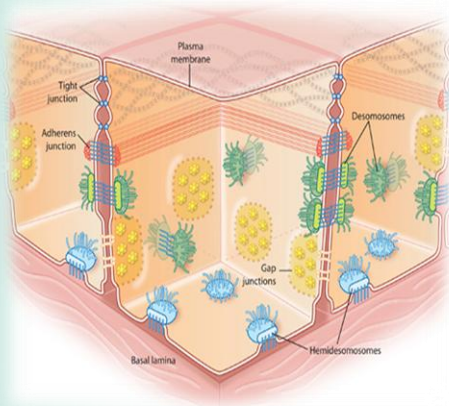
در ناحیه basal همه سلول‌های پوششی در زیرشان یک **بافت همبندی** تحت عنوان **لامینا پروپریا** (**Propria Lamina**) یا **کورپون** وجود دارد که آن ناحیه را محافظت می‌کند و برایشان مواد غذایی را فراهم می‌کند.

- پاپیلا: برجستگی‌هایی که از سطح بافت همبند به بافت پوششی کشیده شده‌اند و سطح تماس را افزایش می‌دهند.



سطوح lateral:

در سطوح لترال (دیواره‌های بین سلولی و سطوح جانبی) مهم‌ترین ویژگی این است که:



شکل 8- انواع اتصالات بین سلولی

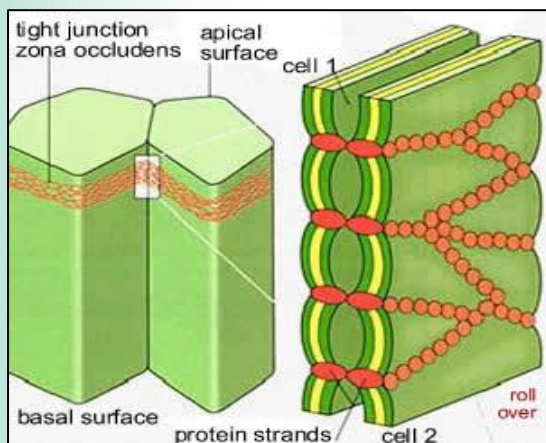
تعدادی پرومولکول‌ها و اتصالاتی داریم که سبب می‌شوند دو سلول، محکم به هم بچسبند. سلول‌های بافت پوششی به هیچ عنوان نباید از هم دور یا جدا شوند؛ که به این واسطه یک **سد فیزیکی** ایجاد می‌کنند. محکم به هم متصل می‌شوند و اختلال در این اتصالات می‌تواند باعث برخی از بیماری‌ها شود. (شکل 8)

این اتصالات بر اساس **عملکردشان** به 3 دسته تقسیم می‌شوند:

- اتصالات Occluding یا Tight (محکم یا انسدادی): به معنای مسدودکننده، جهت بستن ناحیه و seal کردن (بستن و مهر و موم کردن) فضای بین دو سلول می‌باشند.
- اتصالات Anchoring یا Adhesive (اتصالات لنگری و چسبنده): مانند چسب یا سیمان عمل می‌کنند و سلول‌ها را یا به هم، و یا به غشای پایه متصل می‌کنند.
- اتصالات Communicating (ارتباطی - در رفرنس با عنوان gap بیان شده است): به صورت کانال‌هایی، سلول‌های مجاور را به هم مرتبط می‌کنند.

1. occluding junction

اولین اتصال یعنی Occluding یک نوع دارد که به آن اتصال کمربندی یا محکم



شکل 9- اتصالات محکم

(Zonula Occludens - Tight Junction) می‌گویند. (زنولا به معنی کمربند است؛ یعنی دور تا دور سلول را مانند کمربندی می‌پوشاند) و دور تا دور سلول پروتئین‌های خاص آن بیان می‌شوند. همچنین این اصطلاح نشان دهنده آن است که نوار کاملی را به دور هر سلول ایجاد می‌کند. غشای بین دو سلول مجاور هم نقطه به نقطه به هم متصل می‌شوند. (مثل اینکه ما دو پارچه را به هم کوک بزنیم که آن دو پارچه به راحتی از هم باز نمی‌شوند). (شکل 9)

پروتئین‌های عرض غشایی Claudin-Occludin که جزء پروتئین‌های مهم این اتصالات هستند؛ در این نواحی زیاد بیان می‌شوند و تعاملات محکم بین آن‌ها باعث می‌شوند که غشای 2 سلول در **قسمت راسی** به هم متصل شوند (توضیح بیشتر: این امر سبب انسداد بین غشاهای دو سلول می‌شود).

کاربرد این اتصال: از عبور و مرور مواد از فضای بین 2 سلول جلوگیری می‌کند (یعنی هر ماده‌ای بخواهد به سلول وارد یا از آن خارج شود، حتما باید از داخل خود سلول عبور کند و از آن سلول برای عبور اجازه بگیرد، چون از فضای بین سلولی نمی‌تواند گذر کند).



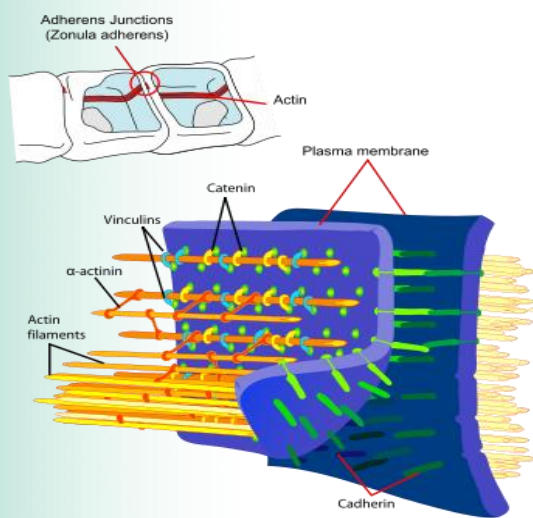
♦ رفرنس: همچنین این نواحی ممتد درون غشاهای سلول از حرکت لیپیدها و پروتئین‌های غشایی سطح راسی سلول به سمت سطوح دیگر قاعده‌ای و طرفی جلوگیری می‌کند که این امر سبب می‌شود قسمت راسی از سایر قسمت‌ها جدا شود و گیرنده‌های خاص خود را داشته‌باشد.

مکان‌های حضور:

در چهار سد که در بدن ما وجود دارند، مثل: **سد خونی-مغزی، سد خونی-تیموسی، سد خونی-هوایی، سد خونی-بیضه‌ای** اتصالات محکم هستند (مثلا در مثانه وجود دارد چون ادراری که در مثانه ذخیره می‌شود، برای بدن ما سم است و نباید برگردد یا به ارگان‌های زیرین نشت کند. بنابراین در این نواحی اتصالات محکم زیادند) همچنین در رفرنس بیان شده‌است که در لوله خمیده نزدیک کلیه نیز چنین چیزی وجود دارد، البته که تعداد نوارهای انسدادی کمتر و نفوذپذیری‌اش به آب نسبت به آستر درونی مثانه بیشتر است). به آنها Zipper like junction هم می‌گوییم چون مثل زیپ لباس، نقطه به نقطه در کنار هم قرار می‌گیرند.

2. اتصالات چسبندگی (Adhesive or Anchoring junction) - (در رفرنس به صورت Adherens junction

نوشته شده‌است). 3 نوع دارند:



1- اتصال کمربندی (Zonula adherens)

2- دسموزوم (Desmosome)

3- همی دسموزوم (Hemidesmosome)

شماره 1 و 2 در غشای Lateral هستند، ولی همی‌دسموزوم در غشای Basal است. این اتصالات از نوع چسبندگی‌اند؛ یعنی سلول‌ها را به هم و به غشای پایه زیرینشان متصل می‌کنند.

Zonula Adherens مثل کمربند است و دور تا دور سلول و محیط سلول، پروتئین‌های آن بیان می‌شوند. (شکل 10) در فضای بین دو سلول تعدادی گلیکوپروتئین تحت عنوان کاده‌رین‌ها وجود دارند.

شکل 10- اتصال zonula adherens

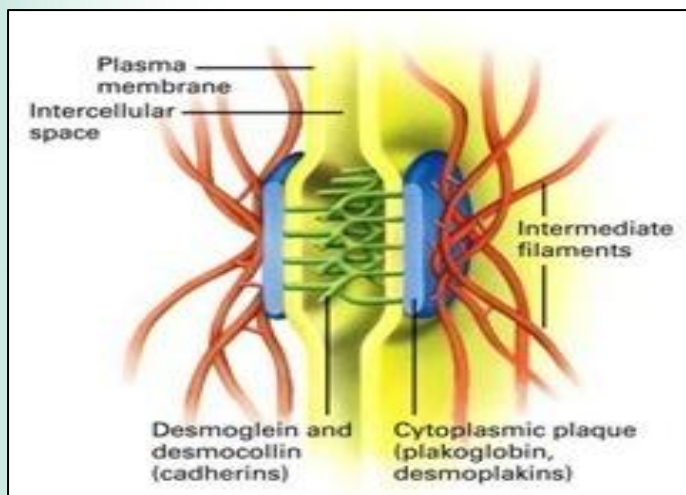
کاده‌رین‌ها: نوعی گلیکوپروتئین عرض غشایی‌اند که در حضور یون کلسیم واکنش متقابل می‌دهند و به طور کلی به عنوان «مولکول‌های چسبندگی» آنها را می‌شناسیم و انواع مختلفی دارند، مثلا در بافت عصبی و بافت‌های دیگر هم بیان می‌شوند، بین فضای 2 سلول قرار می‌گیرند و به وسیله برخی پروتئین‌های حد واسط دیگری نهایتا به فیلامان‌های اکتین متصل می‌شوند.

توضیح بیشتر فرایند: در انتهای سیتوپلاسمی اتصالات **کاده‌رین‌ها (Cadherins)** به **کاتنین‌ها (catenins)** متصل می‌شوند. این پروتئین‌ها نیز از طریق پروتئین‌های متصل شونده به **اکتین**، به فیلامنت‌های اکتین متصل می‌شوند. فیلامنت‌های اکتین متصل به Zonula Adherens بخشی از Terminal Web هستند که ترکیبی از اسکلت سلولی در قطب راسی است.



همچنین محل این اتصالات **بلافاصله در زیر Zonula Occludens** می‌باشد و وظیفه آنها لنگر کردن محکم یک سلول به سلول مجاور آن است.

○ **نکته:** اکتین زیر غشای همه سلول‌ها موجود است و باعث می‌شود که 2 سلول به هم متصل شوند.



دسموزوم: حالت پلاک مانند است و مثل کمربند نیست، مانند دکمه‌های لباس، نقطه نقطه بوده و بینشان فاصله وجود دارد. تفاوت دیگر این است که در قسمت داخل سلول، به جای اینکه به فیلامان‌های اکتین متصل شوند، به فیلامان‌های بینابینی اتصال می‌یابند. (شکل 11)

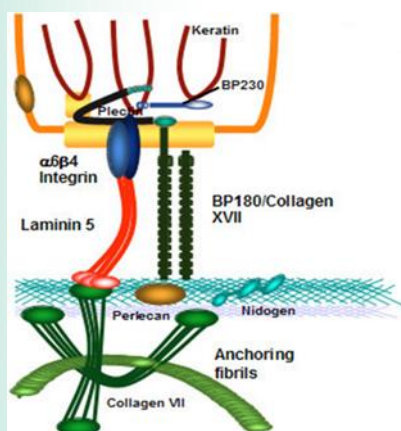
○ **نکته:** فیلامان‌های بینابینی بافت پوششی کراتین یا سایتوکراتین‌ها هستند.

شکل 11- دسموزوم

توضیح بیشتر فرآیند: به دسموزوم **Macula Adherens** نیز می‌گویند که به معنی این است که این ساختار جوش خوردگی‌های نقطه‌ای منفرد است نه کمربند اطراف سلول.

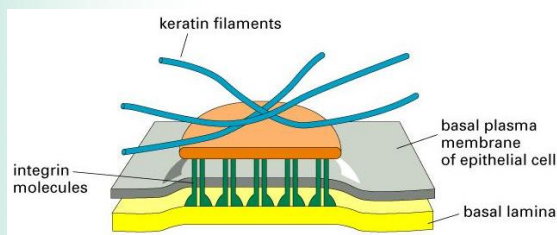
این چسبندگی‌های نقطه‌ای ساختار دیسک شکلی در سطح یک سلول ایجاد می‌کند که با ساختار مشابه در سطح سلول مجاور جفت می‌شود. این گروه شامل اعضای بزرگتری از خانواده **کاده‌رین** هستند که **Desmoglein-Desmocollin** نام دارد. انتهای سیتوپلاسمی این پروتئین‌های عرض غشایی به خوشه‌ای به نام **Plakoglobin**، که شبیه **کانتین** است، متصل می‌شود. این پروتئین‌ها نیز به پروتئین‌های بزرگتری به نام **Desmoplakin** متصل می‌شوند که خود این پروتئین‌ها هم به **فیلامنت‌های حد واسط** وصل می‌شوند. دسموزوم‌ها چسبندگی سلولی محکمی پدید می‌آورند و به سرتاسر اپیتلیوم استحکام می‌بخشند.

همی دسموزوم در غشای پایه قاعده‌ای است و سلول را به بافت همبند زیرینش متصل می‌کند که با توجه به شکل پروتئین‌هایی که در این ناحیه هستند، به **فیلامنت‌های اینترمدیت یا کراتین** متصل‌اند.



توضیح بیشتر: در سطح قاعده‌ای سلول‌های اپیتلیال توسط اتصالات لنگرگاهی به نام همی دسموزوم به تیغه قاعده‌ای وصل می‌شود. تقریباً شبیه دسموزوم است ولی به جای کاده‌رین دارای ایتنگرال‌های فراوان می‌باشد (هر دوی این موارد پروتئین‌های عرض غشایی خوشه‌ای هستند که به طور غیرمستقیم به فیلامنت‌های حد واسط متصل‌اند). این ساختار یک ساختار نیمه دسموزوم است که به جای اتصال به پروتئین‌های همی دسموزومی به مولکول‌های لامینین تیغه پایه اتصال می‌یابند. (شکل 12 و 13)





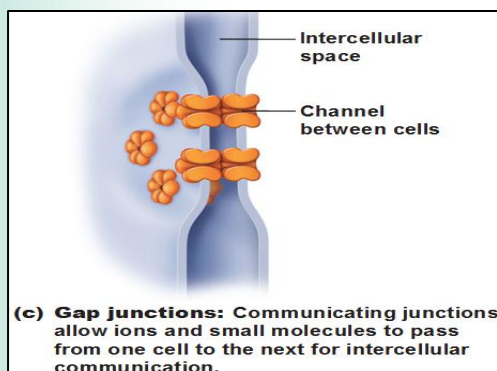
شکل 12 و 13- اتصال همی دسموزوم

نکته: تفاوت دسموزوم با همی دسموزوم: در فضای بین سلول گلیکوپروتئین‌های چسبنده‌ای از نوع کاده‌رین‌ها وجود دارد، اما در همی دسموزوم مولکول‌های اینتگرین وجود دارند.

3. اتصالات ارتباط دهنده (Communicating junction):

در این اتصال سلول‌ها با هم ارتباط دارند. تنها یک نوع به نام gap junction دارد. این اتصال سطوح لترال سلول‌ها را به هم متصل می‌کند.

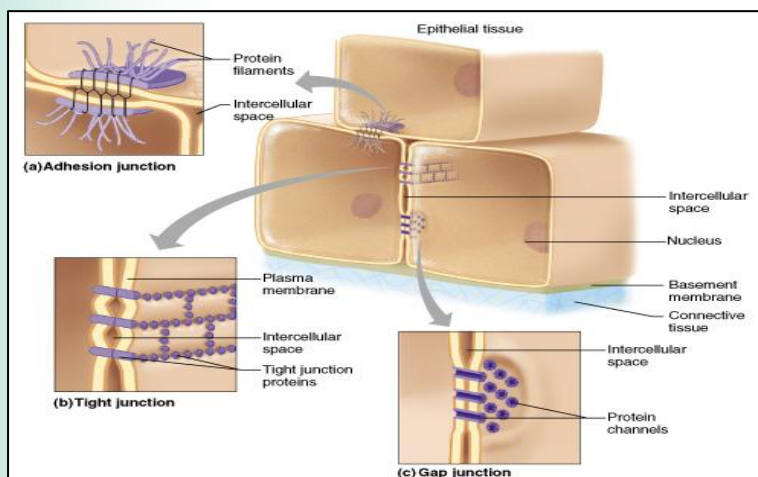
Gap junction: در این نوع اتصالات در غشای دو سلول، تعدادی پروتئین‌هایی وجود دارد به نام Connexin که به صورت ساختار شش‌تایی یا هگزامری کنار هم قرار می‌گیرند و کمپلکسی به نام Connexon ایجاد می‌کنند که بینشان یک کانال با قطر 1 تا 1/5 نانومتر ایجاد و از طریق این کانال برخی از مواد بین سلول‌ها تبادل می‌شوند. سلول‌های دارای این نوع اتصال در دسته Signaling cells قرار می‌گیرند.



(c) Gap junctions: Communicating junctions allow ions and small molecules to pass from one cell to the next for intercellular communication.

شکل 14- اتصالات ارتباطی

توضیح بیشتر: وقتی دو سلول به هم متصل می‌شوند، کانکسین‌ها در غشای سلول‌های مجاور به طور جانبی حرکت می‌کنند و در یک راستا قرار می‌گیرند تا کانکسون‌ها را ایجاد کنند، که منفذی هیدروفیلی دارند. انقباض ریتمیک قلب و عضلات احشایی وابسته به همین اتصالات شکافدار است. (شکل 14)



شکل 15- انواع اتصالات بین سلول‌ها

نمای شماتیکی که اتصالاتی در قسمت لترال و اتصالات چسبندگی و ارتباطی را نشان می‌دهد و اتصالات محکم وجود ندارند.

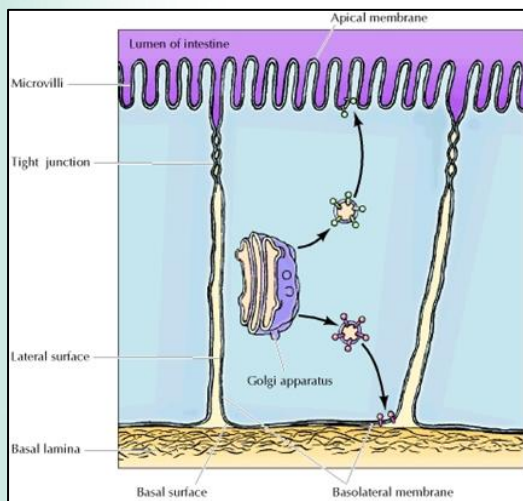
❖ رفرنس: اتصالات چسبنده، چسبندگی سلولی محکمی را فراهم می‌آورند.

Apical surface

سطح آزاد که به سمت لومن حفره‌ای است که آن ناحیه را می‌پوشاند، در این بخش ویژگی‌هایی وجود دارد که سبب افزایش سطح یا حرکت مواد می‌شود.



میکروپرز (Microvilli)



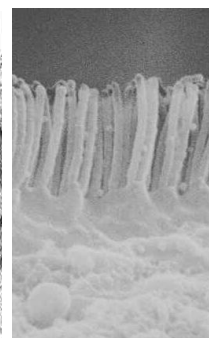
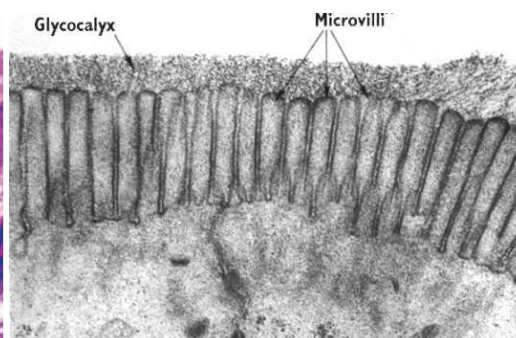
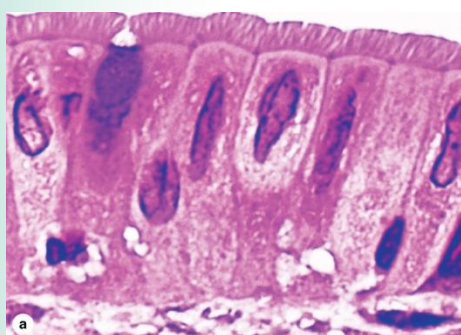
سطح راسی سلول به جای اینکه صاف باشد، چین خوردگی پیدا می‌کند و افزایش سطح صورت می‌گیرد که برای جذب و بازجذب است. میکروویلی‌ها بیرون زدگی‌هایی انگشتی از جنس غشا هستند. میکروویلی‌ها در سلول‌های زیر وجود دارند: (شکل 16)

- سلول‌های بازجذب مثل لوله‌های دیستال و پروگزیمال کلیه
- سلول‌های جذب مثل روده باریک

شکل 16- میکروپرز

در روده باریک به خاطر اینکه با پوشش قندی یا گلیکوکالیکسی که در سطح سلول است همراه می‌شود، بهتر دیده شده که به آنها حاشیه مسواکی یا حاشیه مخطط (Brush border or striated border) می‌گویند. چون وقتی آن را زیر میکروسکوپ الکترونی می‌بینیم دقیقاً مثل پرزهای مسواک است و حالت تیره روشن دارد. این ساختار به درون لومن برجسته است. حاشیه‌های مسواکی با رنگ آمیزی اختصاصی و میکروسکوپ نوری مشاهده می‌شوند ولی برای مطالعه بیشتر باید از میکروسکوپ الکترونی استفاده کنیم. (شکل‌های 17 و 18 و 19)

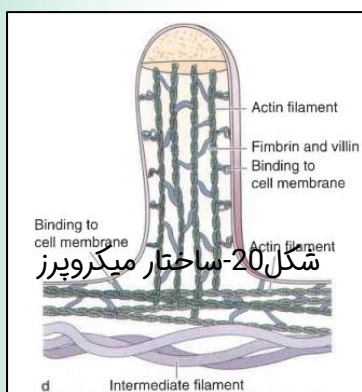
شکل‌های 17 و 18 و 19- حاشیه



میکروویلی، بیرون زدگی از غشاء است و زیر غشای همه سلول‌ها فیلامان‌های **اکتین** است. وقتی غشای سلول به بیرون برجسته می‌شود، با خود فیلامان‌های اکتین را بیرون می‌آورد، پس محورش از فیلامان‌های اکتین است (به بیانی بهتر حاوی دستجات فیلامنت‌های اکتین است). (شکل 20)



اکتین جزء فیلامان‌هایی است که در بدن ما هیچ جا تنها دیده نمی‌شود و همیشه برخی پروتئین‌های دیگری که به آنها پروتئین‌های وابسته به اکتین می‌گویند، همراه آن می‌باشند (که در انسان 14 یا 15 نوع از آن



شناسایی شده که در سلول‌های متفاوت، پروتئین‌های متفاوتی همراه آن هستند). مثلاً Fimbrin و villin که همراه اکتین هستند و به عنوان بادیگارد اکتین‌اند. هر جا اکتین باشد، همراه آن هستند و باعث می‌شوند اکتین‌ها به یکدیگر یا به غشایی که آن را احاطه کرده متصل شوند.

توضیح بیشتر: در اصل این پروتئین‌های متصل به اکتین سبب می‌شوند دستجات فیلامنت‌های اکتین میکروویلوس‌ها با یکدیگر و با غشای پلاسمایی پیوند متقاطع برقرار نمایند.

توضیح بیشتر: از طرفی با اینکه میکروویلوس‌ها نسبتاً پایدار هستند ولی میکروفیلامنت‌ها محتمل حرکات مختلف وابسته به میوزین هستند که شرایط بهینه برای جذب از طریق کانال‌های متعدد گیرنده‌ها و پروتئین‌های دیگر موجود در پلاسمالما (غشای پلاسمایی سلول) کمک می‌کند.

Cilia

در ناحیه Apical بعضی از سلول‌ها ساختارهای دیگری به نام سیلیا (Cilia) یا مژک‌ها وجود دارند. مژک‌ها حرکت دهنده مواد بوده و جنسشان از میکروتوبول‌هاست. میکروتوبول‌ها ساختارهای لوله‌ای شکلی هستند که آرایش آنها به صورت 9 دسته ۲ تایی به اضافه یک دسته ۲ تایی مرکزی است و کنار هم قرار می‌گیرند و مژک‌ها را به وجود می‌آورند. مژک‌ها در سطح راسی سلول‌های مستقر در جاهایی که نیاز به حرکت مواد دارند، مانند: دستگاه تنفس (در قسمت‌های فوقانی بینی یا در قسمت‌های انشعابات نای مثلاً در برونش‌ها) وجود دارند. به زیرواحدهای توبولین، پروتئینی به نام داینئین متصل می‌شود که Motor Protein و پروتئین حرکت‌دهنده است و باعث حرکت این مژک‌ها می‌شود. مژک‌ها طویل‌تر و ضخیم‌تر از میکروپرزها هستند.

توضیح بیشتر: در اصل در میکروتوبول‌ها موتور پروتئین‌های داینئین و کینزئین هستند، که داینئین نقش حرکت خود مژک‌ها را داشته و نقش کینزئین در آوردن مواد به سمت نوک مژک است.

توضیح بیشتر: آرایش 9 دسته اطراف یک دسته میکروتوبول‌ها آکسونم نام دارند.

طبق گفته‌های استاد در بلوک مولکول سلول بین مژه و مژک تفاوتی نیست.

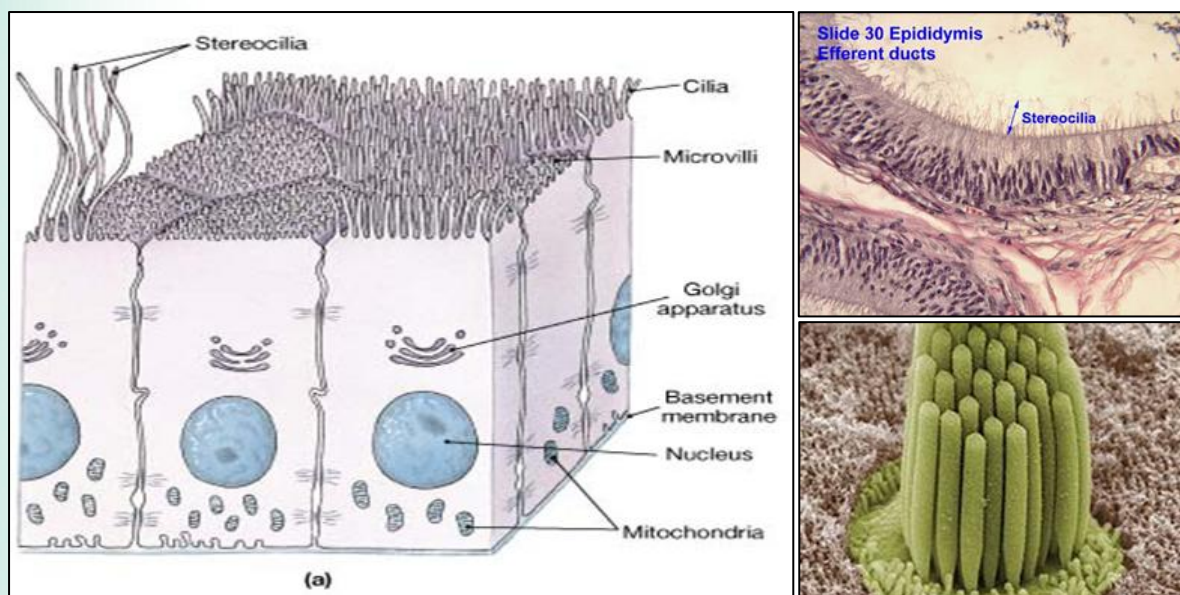
مژه‌های ثابت (Streocilia): در سطح راسی بعضی از سلول‌ها در دستگاه تولید مثل مردان در ارگان اپیدیدیم و مجرای دفران (لوله اسپرم‌بر، در سلول‌های اپی‌تلیال جذبی پوشاننده دستگاه تولید مثل مذکر) تعدادی از مشخصات راسی به نام استرئوسیلیا مشاهده می‌شود. استرئوسیلیا به معنی مژه‌های ثابت است اما ساختارشان از میکروتوبول نیست و حاصل بیرون‌زدگی غشای سلول هستند. به آنها مژه ثابت گفته می‌شود که یک اصطلاح غلط است (مانند اصطلاح غلط عضله ساب اسکولار که در انسان‌ها زیر اسکپولا نیست و به دلیل حیوانات این نامگذاری غلط به جا مانده است) به همین شکل زمانی که استرئوسیلیاها کشف شدند،

چون از نظر اندازه تقریباً شبیه مژه بودند اما حرکت نداشتند، به آنها نام مژه‌های غیر متحرک را دادند. بعدها که میکروسکوپ الکترونیکی کشف شد، مشخص شد اینها بیرون‌زدگی‌هایی از خود غشای سلول هستند.





بنابراین جنسشان مثل میکروویلی‌ها از غشاء بوده و ارتفاع آنها از میکروویلی‌ها بیشتر است. در اپیدیدیم و مجرای دفران هم عملکرد بازجذبی دارند و به بلوغ (Maturation) اسپرم کمک می‌کنند. (شکل 22 و 21)

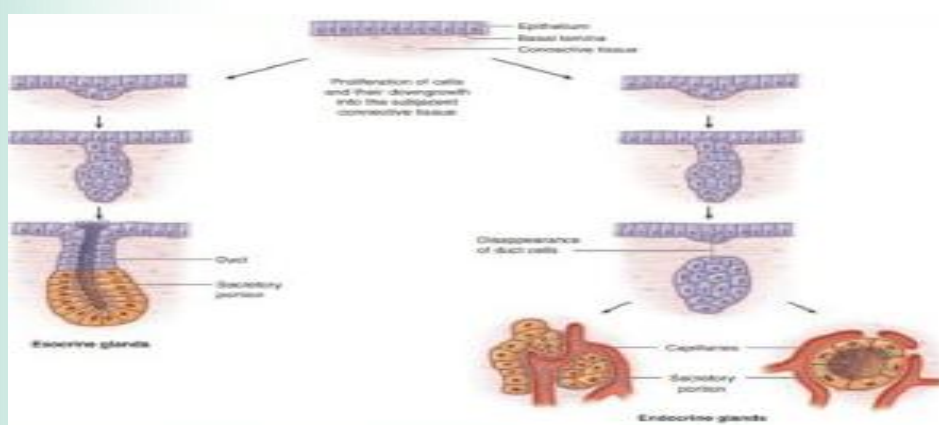


شکل 21 و 22- مژه های ثابت

دسته‌بندی انواع بافت پوششی

در بدن دو نوع بافت پوششی از نظر عملکرد وجود دارد: (شکل 24)

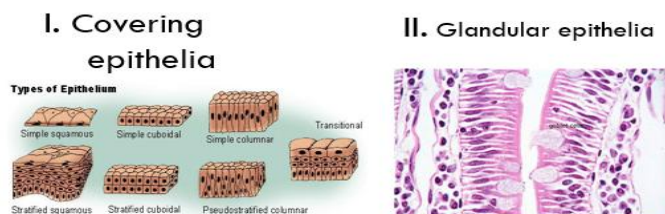
- بافتی که در آن سلول‌های پوششی به عنوان پوشش‌دهنده شناخته می‌شوند که همان اپیتلیوم پوششی است و به آن بافت Covering گفته می‌شود.
- اما نوع دیگری از اپیتلیوم به نام ترشعی یا غده‌ای در اپیتلیوم غده‌ای نیز وجود دارد. منشأ غدد ترشعی اگزوپرین یا برون‌ریز در دوران جنینی، بافت پوششی است، اما همه آنها به سلول‌های ترشعی تبدیل می‌شوند و مجموعه‌ای از سلول‌ها را تشکیل می‌دهند که به آن غده می‌گوییم و همه سلول‌های آن ترشعی هستند. (شکل 23)



شکل 23- ایجاد غدد از بافت پوششی

(این تقسیم بندی کلی می‌باشد. در گروهی از اپیتلیوم‌های پوشاننده‌ای همه سلول‌ها عمل ترشعی نیز دارند؛ مثل پوشش معده، و در برخی اپیتلیوم‌ها سلول‌های غده‌ای بین سلول‌های پوشاننده پخش شده‌اند، مثل سلول‌های موکوسی در روده باریک یا نای)





شکل 24- انواع بافت پوششی از نظر عملکرد

دسته‌بندی بافت پوششی بر اساس تعداد لایه:

در بافت پوشاننده معمولاً یک یا چند ردیف سلول، لایه را می‌پوشاند.

1- Simple epithelia یا اپیتلیوم ساده: یعنی یک ردیف سلول یک ناحیه را می‌پوشانند. مثلاً در دستگاه گوارش سلول‌ها یک لایه هستند.

2- Stratified epithelia یا اپیتلیوم مطبق: در آن سلول‌ها در چند لایه و به صورت طبقه طبقه و روی همدیگر قرار می‌گیرند.

بین سلول‌های یک لایه و چند لایه، یک نوع سلول به نام Pseudostratified epithelium یا مطبق کاذب وجود دارد. یعنی به نظر می‌رسد که سلول‌ها طبقه طبقه هستند اما در واقع هسته‌ها در طبقات مختلف قرار دارند. این نوع اپیتلیوم فقط در دستگاه تنفسی دیده می‌شود؛ به همین دلیل به آنها اپیتلیوم تنفسی نیز گفته می‌شود. در این نوع، سلول‌ها همگی روی غشای پایه قرار می‌گیرند اما همه به سطح راسی نمی‌رسند. هسته‌ها طبقه طبقه‌اند، به خاطر همین به آنها مطبق کاذب گفته می‌شود. سطح راسی این سلول‌ها مژک هم دارد.

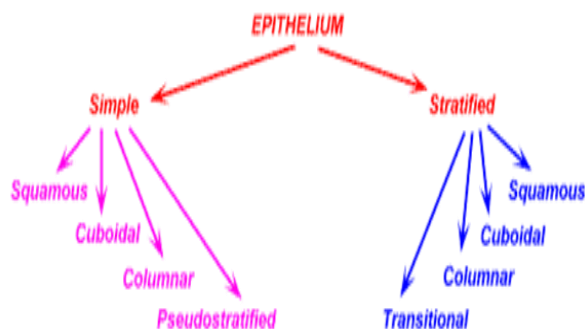
دسته‌بندی بر اساس شکل سلول: (شکل 25 و 26)

- بافت پوششی ساده: به سه دسته سنگفرشی مکعبی و استوانه‌ای (منشوری) تقسیم می‌شوند.
- بافت پوششی مطبق: به چهار دسته سنگفرشی، مکعبی، استوانه‌ای (منشوری) و متغییر تقسیم می‌شوند.

جدول ۲-۳ انواع معمول اپیتلیوم‌های پوشاننده			
تعداد لایه‌های سلول	شکل سلول	مثال‌هایی از توزیع این بافت	عملکرد اصلی
ساده (یک لایه سلول)	سنگفرشی	پوشش عروق (اندوتلیوم)، پوشش سرورزی حفرات: پری‌کاردیوم، پلورا و پریتونئوم (مزوتلیوم)	تسهیل حرکت احشا (مزوتلیوم)، انتقال فعال توسط پینوسیتوز (مزوتلیوم و اندوتلیوم)، ترشح مولکول‌های فعال بیولوژیکی (مزوتلیوم)
مطبق (دو یا چند لایه سلولی)	مکعبی	پوشش تخمدان و تیروئید	پوشش، ترشح
	استوانه‌ای	پوشش روده، کیسه صفرا	حفاظت، نرم‌کردن، جذب، ترشح
مکعبی	سنگفرشی شاخی (خشک)	اپیدرم	حفاظت، جلوگیری از اتلاف آب
	سنگفرشی غیرشاخی (مرطوب)	دهان، مری، حنجره، واژن، کانال مقعدی	حفاظت، ترشح، جلوگیری از اتلاف آب
متغیر	مکعبی	غدد عرق، فولیکول‌های تخمدانی در حال تکامل	حفاظت، ترشح
	متغیر	مثانه، حالب‌ها، کالیس‌های کلیوی	حفاظت، توانایی انقباض
استوانه‌ای	استوانه‌ای	ملتحمه	حفاظت
	استوانه‌ای	پوشش نای، برونش، حفره بینی	حفاظت، ترشح، انتقال ذرات به دام افتاده توسط موکوس به خارج مجاری هوایی به کمک مژک

شکل 25- انواع بافت پوششی بر اساس شکل





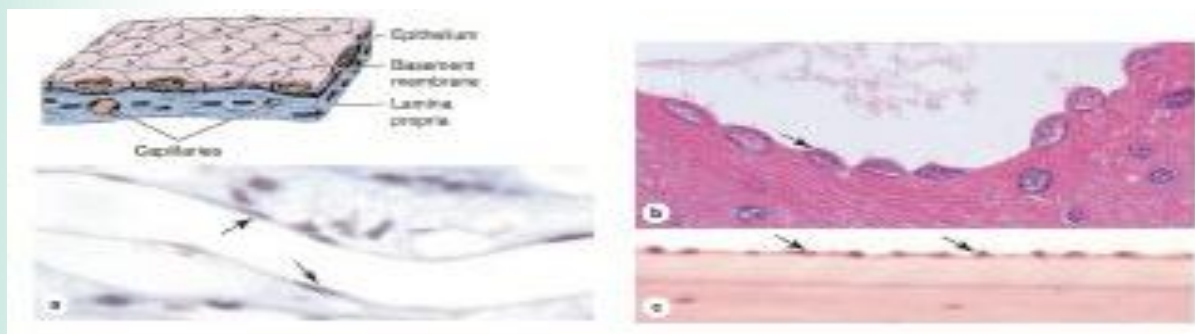
شکل 26- انواع بافت پوششی

سنگفرشی (squamous) ساده:

شکل سلول تخت است، یعنی ارتفاع سلول از پهنای آن کمتر می‌باشد. مثل سنگفرش‌های خیابان. هسته، در این سلول‌ها، زیر میکروسکوپ، حالت Flat پیدا می‌کند که به آن هسته پهن یا فلت گفته می‌شود. مانند علامت منها (-)، به صورت یک خط خیلی باریک بنفش زیر میکروسکوپ دیده می‌شود. (شکل 27)

سلول‌های Squamous یا سنگفرشی، جاهایی قرار می‌گیرند که عمل تبادل انجام می‌شود. قطر کم این سلول‌ها در تبادل کمک می‌کند، چون برای تبادل، مسیری که مواد باید عبور کند، باید خیلی کم باشد. مثل عروق خونی و پرده‌های Serous بدن، مثل پرده صفاق که شکم را می‌پوشاند یا پرده جنب یا پلورا که ریه‌ها را می‌پوشاند یا پرده قلبی پریکارد که اطراف قلب است.

سلول‌های پوششی که عروق را می‌پوشانند، اندوتلیوم و آنهایی که پرده‌های سروزی را می‌پوشانند، مزوتیلیوم نام دارد. جاهای دیگری هم سلول‌های پوششی داریم؛ مثلاً کپسول اطراف جسمک‌های کلیوی از نوع سنگفرشی ساده است که مهم‌ترین عملکردشان این است که حرکت مواد را راحت‌تر می‌کنند. جاهای دیگری هم سلول‌های پوششی داریم، مثلاً کپسول اطراف جسمک‌های کلیوی از نوع سنگفرشی ساده است که مهم‌ترین عملکردشان این است که حرکت مواد را راحت‌تر می‌کنند.



شکل 27- بافت پوششی ساده سنگفرشی

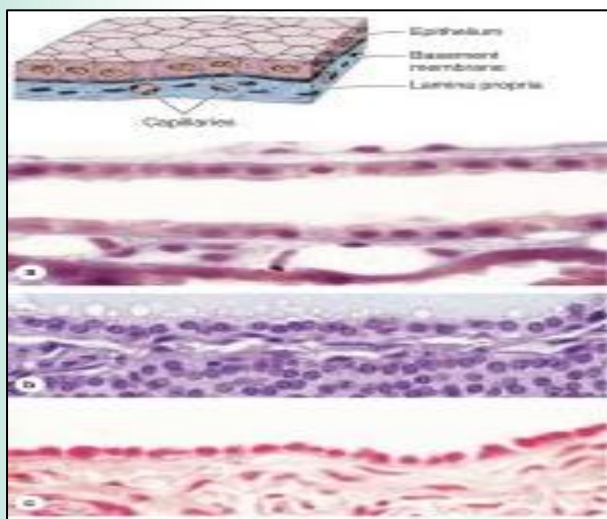
○ **نکته:** زیر میکروسکوپ با رنگ آمیزی هماتوکسیلین اوزین و میکروسکوپ نوری غشای سلول خیلی قابل تشخیص نیست. برای همین جهت تشخیص شکل سلول، شکل هسته خیلی کمک‌کننده است. در سلول‌های سنگفرشی حالت منها دارند.

سلول‌های مکعبی (cuboidal) ساده: مثل مکعب مربع، طول و ارتفاع و عرضشان یکسان است. بنابراین هسته سلول‌ها کروی شکل می‌باشد. اپیتلیوم مکعبی در غده تیروئید مشاهده می‌شود. در غده تیروئید ساختارهای کروی شکل به نام فولیکول‌های تیروئید وجود دارند که سنتز هورمون تیروئید را انجام می‌دهند.





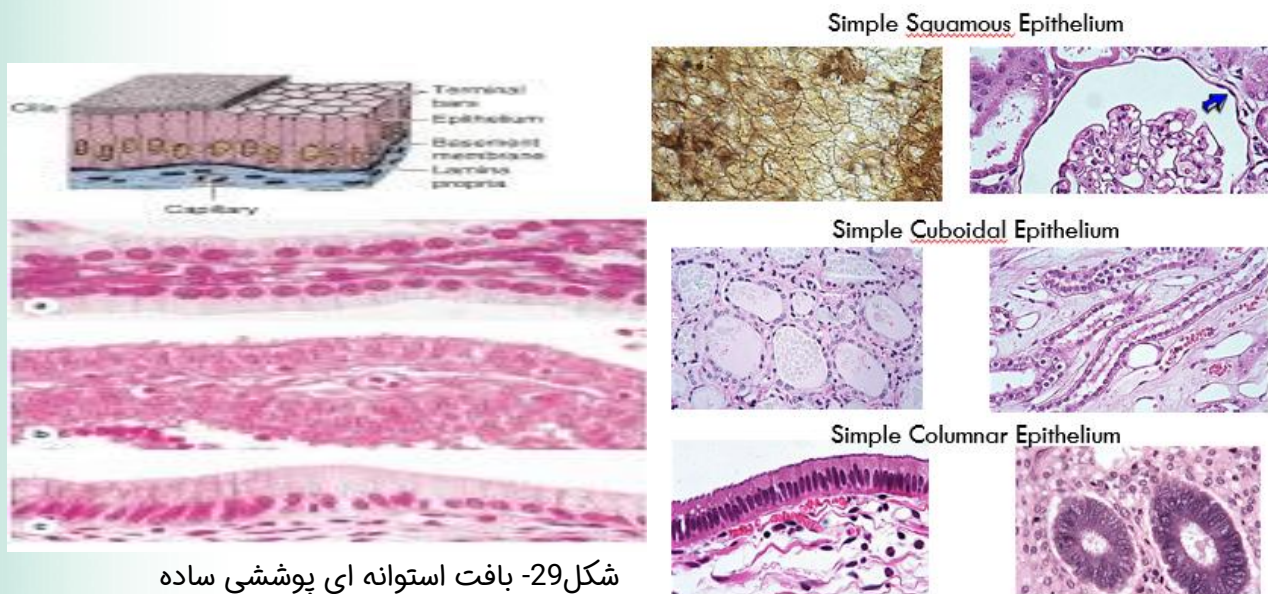
این فولیکول‌ها یک فضای خالی مثل توپ دارند. داخل آن یک فضای خالی وجود دارد که دور تا دور آن یک دیواره است. این دیواره را سلول‌های مکعبی ساده می‌پوشانند. همچنین اپیتلیوم Germinal یا زایایی که



اطراف تخمدان را می‌پوشانند، از نوع اپیتلیوم مکعبی ساده هستند. در فولیکول‌های در حال رشد تخمدان یا فولیکول اولیه، نوع مکعبی ساده دیده می‌شود. (شکل 28)

شکل 28- بافت پوششی مکعبی

سلول‌های استوانه‌ای (columnar) ساده: ارتفاع سلول نسبت به عرضش بیشتر است که به آن سلول‌های استوانه‌ای یا منشوری گفته می‌شود. شکل هسته سلول بیضی شکل است و محور هسته با محور سلول موازی همدیگر هستند، یعنی بیضی که یک محور بزرگ دارد، در موازات ارتفاع سلول قرار می‌گیرد. در سلول‌های پوششی استوانه‌ای معمولاً هسته در سطح قاعده‌ای سلول یعنی نزدیک به سطح قاعده سلول قرار می‌گیرند. سلول‌های استوانه‌ای ساده در دستگاه گوارش از ابتدای معده تا قسمت فوقانی رکتوم یا راست روده (دو سوم فوقانی رکتوم)، دیده می‌شوند. یعنی معده، روده باریک، روده بزرگ، قسمت فوقانی رکتوم و کیسه صفرا که انشعابی از این ارگان است و اپیتلیوم رحم نیز از نوع استوانه‌ای ساده است. (شکل 29)



شکل 29- بافت استوانه‌ای پوششی ساده

شکل 30- انواع بافت پوششی ساده

○ نکته: در حالت مطابق نوع دیگری به اسم ترانزیشنال نیز وجود دارد که در ادامه بیشتر به آن پرداخته خواهد شد.



Stratified epithelia

اگر در قسمت راسی اپی‌تلیوم مطبق اینترمدیت فیلامنت‌ها یا پروتئین‌های کراتین وجود داشته باشد، آن را مطبق شاخی‌شده (keratinized) می‌گوییم و اگر وجود نداشته باشد، آن را غیرشاخی می‌گوییم. این مطبق شاخی‌شده در جاهایی که خشک است وجود دارد، که در انسان فقط در پوست اینگونه است. در جاهای مرطوب که خیلی نیاز به حفاظت ندارد، پروتئین‌های کراتین را نیاز نداریم و از سطح سلول جمع‌آوری می‌شود. در جاهایی که سلول‌ها طبقه طبقه هستند، آن را اسکواموس استرتیفای (Stratified Squamous) می‌گویند. علت آن، این است که سطحی‌ترین سلول‌ها نوع اپی‌تلیوم را مشخص می‌کنند.

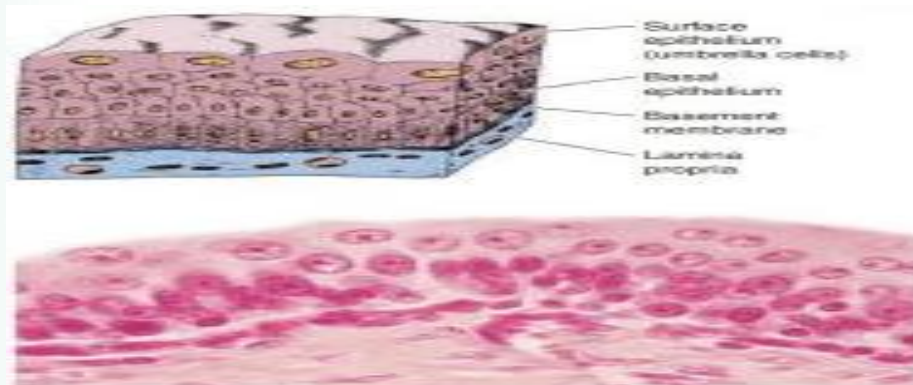
- اگر سطحی‌ترین سلول‌ها سنگفرشی باشند به آن اپی‌تلیوم سنگفرشی مطبق می‌گویند.
- اگر سطحی‌ترین سلول‌های آن مکعبی باشند، آن را اپی‌تلیوم مکعبی مطبق می‌گویند. این سلول‌های پوششی مطبق مکعبی معمولاً دو یا سه طبقه بیشتر نیستند. در مجاری غدد عرق و خود غدد عرق می‌توانیم آنها را ببینیم.

توضیح بیشتر: در مجاری ترش‌خی غدد بزاق نیز دیده می‌شوند و همانند اپی‌تلیوم مطبق استوانه‌ای نسبتاً نادر هستند.

- اگر سطحی‌ترین سلول‌ها استوانه‌ای باشند، آن را مطبق استوانه‌ای (Stratified columnar) می‌گویند. این بافت اپی‌تلیوم مطبق استوانه‌ای در انسان، فقط در ملتحمه است. ملتحمه همان پرده صورتی رنگ زیر پلک‌هاست

توضیح بیشتر: وظیفه آن در این ناحیه حفاظت و ترشح موکوس است.

- اپی‌تلیوم ترنسیشنال (transitional) یا متغیر نوع دیگری از اپی‌تلیوم است. این نوع سلول‌ها را در دستگاه ادراری مثلاً در مثانه، حالب (میزنای) و ابتدای قسمت پروگزیمال پیش آب راه (میزراه) وجود دارند. این نوع اپی‌تلیوم هم مطبق است. ولی بر اساس اینکه آن ارگان پر یا خالی باشد، اندازه سلول‌ها تغییر می‌کند و می‌توانند باریک یا تپل باشند. علت نامگذاری هم همین است. ویژگی این نوع اپی‌تلیوم این است که در سطح راسی‌شان، سلول‌هایی هستند که مثل چتر روی چند سلول را می‌پوشانند که به آنها سلول‌های چتری (umbrella cell) یا سلول‌های غول‌آسا (giant cell) هم می‌گویند که ویژه بافت پوششی ترنسیشنال است. وجود این سلول‌ها در نمونه‌های آزمایشگاهی، به تشخیص نوع اپی‌تلیوم کمک می‌کند. (شکل 31)

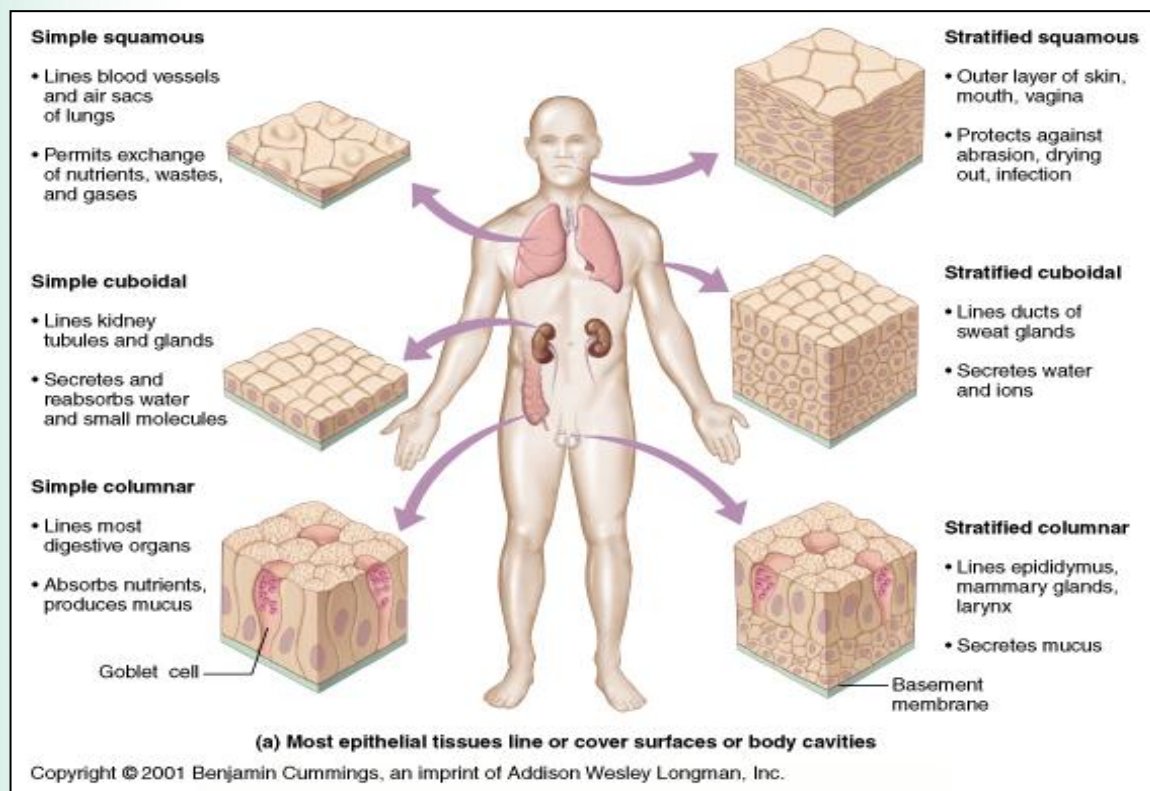


شکل 31- بافت پوششی متغیر



توضیح بیشتر: به این اپیتلیوم اوروتلیوم (Urothelium) نیز می‌گویند، که در محل مذکور برای حفاظت از بافت‌های زیرین از اثرات هایپرتونیک و سیتوکسیک ادرار (غلیظ و دارای مواد زیاد حل شده و سمی برای سلول‌ها) تخصص یافته‌اند و ویژگی منحصر به فرد ظاهری آنها باعث می‌شود هنگامی که مثانه از ادرار پر می‌شود اپیتلیوم اتساع یابد)

ویژگی‌ها و محل اپیتلیوم در اسلاید و جدول‌ها مهم است ولی عملکردشان نیازی به حفظ کردن نیست. (شکل 32)



شکل 32

Metaplasia

در بافت پوششی در اثر بعضی استفاده‌ها یا تماس با برخی از مواد نوع اپیتلیوم تغییر می‌کند که به آن metaplasia می‌گویند، که می‌تواند منشا سرطان باشد. در متاپلازی اپیتلیوم نرمال و طبیعی که وجود دارد، بر اثر یک عامل خارجی به اپیتلیوم مطابق سنگفرشی تبدیل می‌شود.

یکی از عوامل این اتفاق سیگار و قلیان کشیدن است. مثلاً در این مورد بافت پوششی نای و برونش‌ها از مطابق کاذب به اپیتلیوم مطابق سنگفرشی تبدیل می‌شود. در اپیتلیوم مطابق کاذب، گابلت سلول‌ها (cells Goblet = سلول‌های جامی) را داریم که موکوس ترشح می‌کنند و در پاکسازی نقش دارند ولی در اپیتلیوم مطابق سنگفرشی این گابلت سلول‌ها وجود ندارند. به همین دلیل افراد سیگاری معمولاً سرفه‌های خشک دارند و ترشحات شان خیلی غلیظ است (آبکی نیست).

در خانم‌ها که عفونت ادراری می‌گیرند (در خانم‌ها طول پیش آبراه (میزراه) نسبت به آقایان کوتاه‌تر است، بنابراین بیشتر به عفونت ادراری مبتلا می‌شوند)، اپیتلیوم پیش آبراه به اپیتلیوم سنگفرشی تبدیل می‌شود.

در صورت درمان عفونت و ترک سیگار و قلیان توسط فرد، تا یک زمانی از پیشرفت بیماری که خیلی پیشرفت جدی نداشته است، قابل برگشت است و reversible است. اما اگر این فاکتور بیشتر از این حد باقی بماند



و عفونت درمان نشود، باعث تغییر شکل سلول‌ها می‌شود و این سلول‌ها می‌توانند زمینه‌ای برای نئوپلازی (به وجود آمدن سلول‌های جدید) و نهایتاً سرطان یا تومور باشند.

Glandular epithelium

نوعی اپیتلیوم دیگر که عمدتاً به عنوان غدد برون‌ریز شناخته می‌شوند، اپیتلیوم غده‌ای است. علت نامگذاری این است که در دوران جنینی، از بافت پوششی مبدا می‌گیرد. سلول‌ها زیاد شده و تکثیر می‌شوند و به بافت همبند زیرین خود نفوذ (و رشد) می‌کنند و (به دنبال تمایز بیشتر) به یک غده ترشحی تبدیل می‌شوند که یک قسمت ترشحی و یک مجرا برای خروج مواد دارد.

حال به بحث پیرامون غدد برون‌ریز می‌پردازیم:

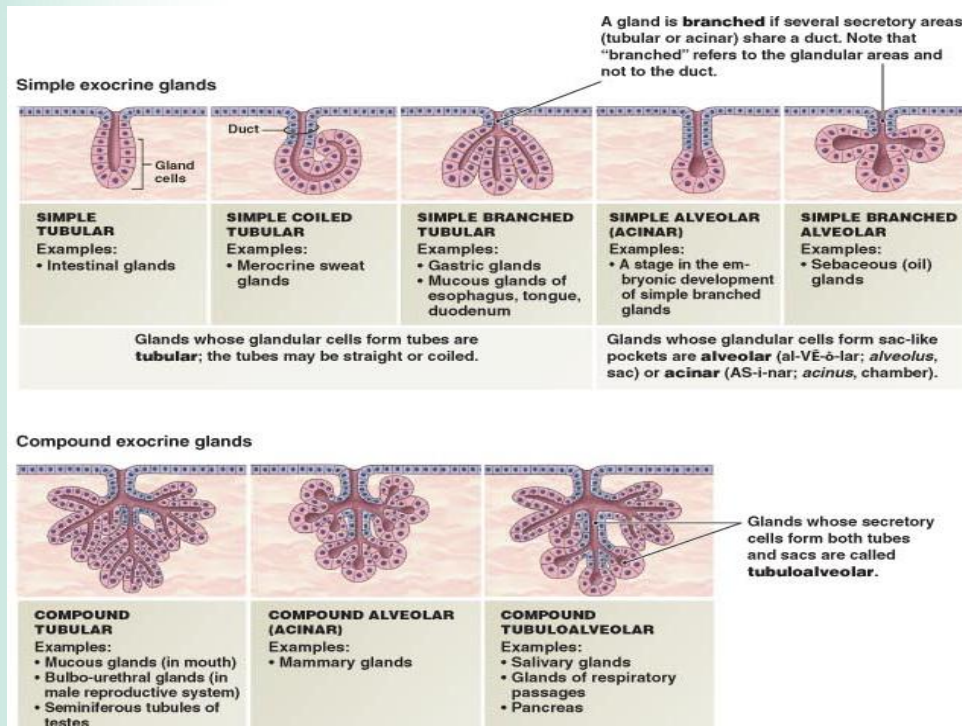
غدد برون‌ریز (Exocrine Gland) یا اپیتلیوم غده‌ای براساس تعداد سلول‌ها، شکل سلول‌ها، نحوه ترشح و نوع ترشح تقسیماتی دارد.

توضیح بیشتر: این نوع از غدد ارتباط خود را با اپیتلیوم سطحی حفظ می‌کنند که این ارتباطات به صورت مجاری لوله‌ای می‌باشند که با اپیتلیوم پوشیده شده‌است. مواد ترشح شده از طریق این مجاری به محل‌های استفاده می‌رود.

تعداد:

- معمولاً چند سلولی هستند و مجموعه‌ای از سلول‌ها، غده را تشکیل می‌دهند. مثلاً سلول‌های پاروتید که بزاق ترشح می‌کنند یا پانکراس که آنزیم‌های گوارشی تولید می‌کند.
- نوعی از سلول‌ها که به صورت تکی اند و ما آنها را غده حساب می‌کنیم، گابلت (Goblet) سلول‌ها یا سلول‌های جامی هستند که در لابه‌لای سلول‌های دستگاه گوارش و تنفس و تولید مثل یافت می‌شوند که به تنهایی ترشح موکوس را انجام می‌دهند و محل آنجا را لغزنده می‌کند. فقط گابلت سلول‌ها اینگونه هستند و در این دسته قرار می‌گیرند.

به طور کلی بر اساس شکل مجرا به دو دسته simple (بدون انشعاب) و compound (منشعب) تقسیم می‌شوند. (شکل 33)



شکل 33- انواع غدد برون ریز

بر اساس شکل مجرا





(جزئیات بیشتر در ادامه ترمها و دروس آینده آموخته و لازم می‌شوند ولی این ترم لازم نیست و استاد گفتند به طور کلی خوانده شود.)

مدل ترشح: یعنی سلول آنچه را که تولید می‌کند، چگونه از قسمت ترشحی‌اش خارج می‌نماید.

1. Merocrine (eccrine) یا همان اگزوسیتوز ساده: سلول‌های ترشحی مواد را پس از تولید، از طریق اگزوسیتوز از سطح راسی سلول به خارج ترشح می‌کنند و وارد مجرا می‌شود و بیرون می‌آید. مثل: غدد عرق، که در همه قسمت‌های بدن پراکنده هستند که به آنها غدد عرق اکرین (eccrine) (که وظیفه آنها تنظیم دمای بدن است) هم می‌گویند. مثال‌های دیگر غدد بزاقی و پانکراس هستند. حتی قسمت برون ریز کبد را نیز می‌توان شامل این گروه دانست.

2. Apocrine: یعنی همزمان با اینکه ترشحات از سلول خارج می‌شوند، قسمت راسی یا apex سلول هم ترشح می‌شود. مثلاً برخی غدد عرق در ناحیه آگزیرا و ژنیتال (اندام‌های تناسلی خارجی) که غدد عرق آپوکرین (apocrine) نامیده می‌شوند و فعالیتشان وابسته به بلوغ است، یعنی بعد از بلوغ به واسطه ترشح هورمون‌های جنسی فعالیتشان آغاز شده و مجراهایشان معمولاً به فولیکول‌های مویی که در مجاورتشان است، باز می‌شود و بعضی مواد بودار ترشح می‌کنند که در پستاندارهای رده پایین‌تر (نه انسان) در جذب جنس مخالف نقش دارد.

3. توضیح بیشتر: محصول در قسمت راسی سلول تجمع می‌یابد و مثال آن قطرات چربی در غده پستانی است.

4. Holo: Holocrine یعنی همه. در این مدل، ترشحات درون سلول جمع می‌شوند و سپس سلول تکه‌تکه می‌شود و همه سلول همراه محتویاتش آزاد می‌گردد. مانند: غدد sebaceous که نوعی غدد چربی هستند و در پوست وجود دارند (در صورت زیاد هستند). این‌ها نیز فعالیتشان خیلی وابسته به هورمون‌های جنسی است؛ زیرا ترشحاتشان از نوع روغنی و دارای ویسکوزیته (مقاومت در برابر جاری شدن) بالاست، گاهی اوقات مجرا را می‌بندند. در نتیجه جوش غرور یا آکنه به وجود می‌آید که برای درمان آن مثلاً لیزر و پماد و کرم استفاده می‌شود. اینها باعث می‌شوند این ترشحات کمی رقیق‌تر شوند و مجرا باز شود و نهایتاً درمان می‌شود.

توضیح بیشتر: در این فرآیند سلول‌ها هنگامی که بالغ شده و تحت تمایز نهایی سلولی قرار گرفتند، محصول را جمع‌آوری می‌کنند و با به حداکثر رسیدن سلول پاره می‌شود و محصول و باقی مانده سلول به درون مجرای غده آزاد می‌شوند.

بر اساس نوع ماده ترشح شده (توضیح بیشتر: که خصوصیت رنگ‌پذیری متمایزی به سلول‌ها می‌دهند):

بر اساس این که serous یا mucous ترشح می‌کنند به دو دسته سروزی و موکوسی تقسیم می‌شوند. تفاوت این دو در غلظتشان است. سروز آبکی‌تر و watery است، ولی موکوس غلیظ‌تر و چسبنده‌تر است و ویسکوزیته بالاتری دارد. هردوی این موارد ترکیبی از پروتئین و کربوهیدرات هستند که در سروز پروتئین بیشتری وجود دارد و موکوس کربوهیدراتش بیشتر است. پس ما دو دسته غدد داریم: غدد سروزی و غدد موکوسی. (توضیح بیشتر: به بیانی بهتر غدد اگزوکرین با ترشح مروکرین به 2 دسته فوق تقسیم شده اند و ضمناً غدد سروزی پروتئین‌های عمدتاً غیر گلیکوزیله می‌سازند (دارای RER تکامل یافته و کمپلکس‌های گلژی و راس پر شده با گرانول‌های ترشحی در مراحل مختلف بلوغ = آسینوس (کیسه ترشحی کوچک)‌های پانکراسی و غدد بزاقی پاروتید (یکی از سه غده بزاقی اصلی)) مانند آنزیم‌های گوارشی ولی غدد موکوسی (مانند سلول‌های جامی) پروتئین‌های به شدت گلیکوزیله به نام موسین آزاد می‌کنند (حاوی RER و کمپلکس گلژی).





همچنین راس سلول‌های موکوسی توسط گرانول‌های ترشحی پر می‌شود که مواد درون آنها همان موسین است. هنگامی که موسین از سلول آزاد می‌شود، هیدراته شده و یک لایه موکوس ایجاد می‌کند.)

غدد سروزی: از مجموعه‌ای از سلول‌های سروزی تشکیل شده‌اند. ویژگی‌شان این است که سلول‌ها بینشان یک مجرای خیلی باریک و همچنین هسته خیلی گردی دارند، ترشحاتشان در سطح راسی جمع می‌شود و به وسیله اگزوسیتوز خارج می‌شود. سلول‌های سروزی سیتوپلاسم بنفش رنگ یا بازوفیل دارند، چون سنتز پروتئینشان بیشتر است پس RER و گلژی بزرگی دارند.

Acini: در ترم‌های بالاتر مجدد مرور می‌شود. غدد برون‌ریز را می‌توان به خوشه انگور تشبیه کرد. مثل غدد عرق و بزاقی و Sublingual (زیرزبانی). یک خوشه انگور داریم که خودش به چندشاخه تقسیم می‌شود که هر شاخه خودش تعدادی دانه انگور دارد. دانه‌های انگور معادل سلول (سروزی یا موکوسی) هستند. این سلول‌ها در کنار هم، خوشه ایجاد می‌کنند که به این خوشه، acini می‌گویند که به معنای خوشه است. این خوشه‌ها در کنار هم یک غده را ایجاد می‌کنند، مثل غده تحت فکی. پس آسینی یعنی مجموعه‌ای از سلول‌ها که اگر همه سروزی باشند، یک آسینی سروزی است و اگر موکوسی باشند، آسینی موکوسی نام دارد.

غدد موکوسی: بخش اعظم موکوس را کربوهیدرات تشکیل می‌دهد که باعث می‌شود موکوس غلیظ‌تر شود و سلول‌های ترشح‌کننده موکوس، چون که موکوس ترشحاتش در الکل و گزیرلول حل می‌شود، هنگام تعیین لام، درون سیتوپلاسم سلول چیزی نمی‌ماند. در نتیجه سلول‌های موکوسی سیتوپلاسم روشن دارند و اصطلاحاً سیتوپلاسمشان کف آلود و حباب صابونی است و ترشحات موکوس قسمت راسی سلول را پر می‌کنند و هسته را تا حد امکان به سمت قاعده هل می‌دهند و هسته‌هایشان تخت (flat) است.

Myoepithelial cell

در ابتدای جلسه گفته شد برخی سلول‌های پوششی، مثل سلول‌های عضلانی عمل می‌کنند (Myoepithelial cell). منشا جنینی‌شان بافت پوششی است اما چون در سیتوپلاسمشان اکتین و میوزین فراوان دارند، به آنها مایو اپی تلیال می‌گویند (مایو یا میو اصطلاحی معادل عضله است). این سلول‌ها در خارج غده به صورت لایه سلولی قرار می‌گیرند و با انقباض خود، سبب تسهیل خروج مواد از غده می‌شوند. البته که هسته‌های آنها flat است و سلول‌ها در خارج غشای پایه قرار می‌گیرند. (سلول‌های میو اپیتلیال در انتهای قاعده‌ای سلول‌های ترشحی در بسیاری از غدد برون ریز (عرقی اشکی بزاقی پستانی) قرار دارند و زوائد اختاپوس‌مانند این سلول‌ها آسینوس را احاطه می‌کنند. سلول‌های میو اپیتلیال توسط همی دسموزوم به تیغه پایه متصل شده و از طریق اتصالات شکافدار و دسموزوم‌ها به سایر سلول‌ها وصل می‌شوند. عملکرد این سلول‌ها به واسطه انقباضات قوی جهت پیش بردن محصولات ترشحی از آسینوس‌ها به سیستم مجاری و به درون آنهاست البته که غدد آندوکرین (درون ریز) فاقد سلول‌های میو اپیتلیال هستند.

Renewal

بافت پوششی بافتی است که قابلیت renewal شدن یا regeneration دارد، چون در همه بافت‌های پوششی نوعی سلول تحت عنوان سلول قاعده‌ای داریم که می‌توانند میتوز کنند و به سلول‌های دیگر تمایز پیدا کنند و مرتباً بافت‌های پوششی جدیدتر می‌شوند. سلول‌هایی که در اپی‌درم پوست هستند تقریباً هر یک ماه یکبار نو می‌شوند؛ یعنی سلول‌های قاعده‌ای به سلول‌های شاخی سطحی تبدیل می‌شوند.



نمونه سوالات

سوالات تالیفی بر اساس جزوه

- 1- کدام یک از ویژگی‌های زیر از خصوصیات اصلی بافت اپیتلیال است؟
 - الف) ماتریکس خارج سلولی فراوان
 - ب) عروق خونی زیاد
 - ج) اتصال محکم سلول‌ها به یکدیگر
 - د) حضور فیبرهای رتیکولر
- 2- اپی‌تلیوم سنگفرشی ساده در کدامیک از بافت‌های زیر دیده می‌شود؟
 - الف) روده باریک
 - ب) کلیه (لوبول‌های قشری)
 - ج) آلوئول ریوی
 - د) پوست
- 3- وظیفه اصلی میکروویلی در سلول‌های اپیتلیال چیست؟
 - الف) حرکت مایعات
 - ب) انتقال سیگنال
 - ج) افزایش سطح جذب
 - د) تولید آنزیم
- 4- اپی‌تلیوم پوششی طبقه‌ای سنگفرشی کراتینه در کدامیک دیده می‌شود؟
 - الف) مری
 - ب) پوست
 - ج) واژن
 - د) ملتحمه
- 5- اپی‌تلیوم انتقالی بیشتر در کدامیک یافت می‌شود؟
 - الف) مری
 - ب) روده
 - ج) حالب
 - د) معده



6- اپی‌تلیوم مکعبی ساده در کجا شایع‌تر است؟

الف) مثانه

ب) دیواره آلوئول

ج) سطح پوست

د) لوله‌های پیچ‌خورده پروگزیمال کلیه

7- وظیفه اصلی اپی‌تلیوم مژه‌دار کاذب چیست؟

الف) جذب فعال

ب) عبور گاز

ج) حرکت ذرات روی سطح

د) حفاظت مکانیکی

8- کدام یک از اتصالات بین‌سلولی مسئول تبادل یون‌ها و مولکول‌های کوچک بین سلول‌ها است؟

الف) Tight junction

ب) Desmosome

ج) Hemidesmosome

د) Gap junction

9- نقش اصلی Tight junctions چیست؟

الف) اتصال اسکلت سلولی

ب) جلوگیری از عبور مولکول‌ها بین سلول‌ها

ج) تسهیل ارتباط الکتریکی

د) نگه داشتن سلول در ماتریکس

10- در اپی‌تلیوم استوانه‌ای ساده، هسته‌ها معمولاً در چه وضعیتی قرار دارند؟

الف) قاعده سلول

ب) مرکز سلول

ج) نزدیک سطح آپیکال

د) به صورت تصادفی پخش شده‌اند



11- کدام نوع اتصال در ایجاد سد بین سلول‌های اپیتلیال روده نقش اصلی دارد؟

الف) Gap junction

ب) Tight junction

ج) Desmosome

د) Zonula adherens

12- مهم‌ترین ساختار زیرسطحی در محل اتصال Tight junction چیست؟

الف) میکروتوبول

ب) فیلامان‌های ضخیم

ج) اکتین

د) میوزین

13- اپیتلیوم استوانه‌ای مژده‌دار کاذب دارای کدام ویژگی است؟

الف) همه سلول‌ها با سطح آزاد تماس دارند.

ب) همه سلول‌ها به غشای پایه نمی‌رسند.

ج) هسته‌ها در یک سطح قرار دارند.

د) فاقد مژک است.

14- سلول‌های اپیتلیالی دارای پولاریته هستند. کدام گزینه درست است؟

الف) فقط سطح قاعده دارای میکروویلی است.

ب) سطح آپیکال همیشه با غشای پایه تماس دارد.

ج) سطح قاعده به غشای پایه متصل است.

د) سطح جانبی سلول فاقد اتصال است.

سوالات تالیفی از جان کوئیرا:

1. کدام یک از اتصالات زیر باعث چسبندگی مکانیکی بین سلول‌های اپیتلیال می‌شود؟

الف) Tight junction

ب) Desmosome

ج) Gap junction

د) Hemidesmosome





2. کلید غشای پایه در اپی‌تلیوم، ترکیبی از کدام دو لایه است؟

الف) لایه قاعده‌ای و لامینا راستی‌کولاریس

ب) لامینا لوسیدا و لایه میانی

ج) لامینا بازالیس و لامینا پروپریا

د) لایه اپیکال و بازال

3. کدام اپی‌تلیوم در مجرای ترش‌حی غدد بزرگ بزاقی دیده می‌شود؟

الف) مکعبی ساده

ب) استوانه‌ای مطبق

ج) سنگفرشی ساده

د) استوانه‌ای ساده

4. بیماری بولوس پمفیگوئید (bullous pemphigoid) ناشی از اختلال در کدام ساختار است؟

الف) Tight junction

ب) Gap junction

ج) Hemidesmosome

د) Desmosome

5. کدام یک از پروتئین‌های زیر بخش اصلی Tight junction را تشکیل می‌دهد؟

الف) Connexin

ب) Occludin

ج) Cadherin

د) Claudin

6. در سرطان‌های اپی‌تلیالی، کاهش بیان کدام مولکول چسبنده بین‌سلولی با افزایش تهاجم تومور مرتبط است؟

الف) E-cadherin

ب) Integrin

ج) Desmoglein

د) Claudin



7. سلول‌های کلارا (Club cells) در کدام ناحیه یافت می‌شوند و عملکردشان چیست؟

الف) نای - ترشح موکوس

ب) برونشیول‌ها - ترشح پروتئین‌های محافظ

ج) آلوئول‌ها - تبادل گاز

د) مری - حفاظت مکانیکی

8. در اپی‌تلیوم سنگفرشی مطبق غیرکراتینه، سلول‌های سطحی چه ویژگی دارند؟

الف) مرده و فاقد هسته

ب) زنده و دارای هسته

ج) فاقد غشای سلولی

د) دارای مژک

9. در اپی‌تلیوم سنگفرشی مطبق غیرکراتینه، سلول‌های سطحی کدام ویژگی را دارند؟

الف) مرده و فاقد هسته

ب) زنده و دارای هسته

ج) فاقد غشای سلولی

د) دارای مژک

10. کدام یک از ساختارهای زیر در اتصال Hemidesmosome دخیل است؟

الف) Cadherin

ب) Integrin

ج) Connexin

د) Occludin

کلید سوالات جزوه

1-ج 2-ج 3-ج 4-ب 5-ج 6-د 7-ج 8-د 9-ب 10-الف 11-ب 12-ج 13-الف 14-ج

کلید سوالات جان کوئیرا

1-ب 2-ب 3-ب 4-ج 5-د 6-الف 7-الف 8-ب 9-ب 10-ب

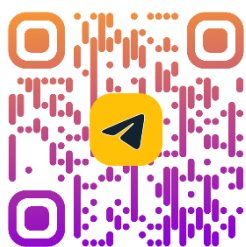




جلسه دوم:

بافت همبندی

- بافت همبند و انواع آن
- اجزای بافت همبند – سلول ها
- اجزای بافت همبند – ماتریکس خارج سلولی
- بافت همبند جنینی و بالغ
- سوالات



ویدیو کلاس



WhiteLib

1403
TUMS

گردآورندگان

ویراست علمی

مهرسا لوری (سر ویراستار)

معید بلمه

عارفه استاد تقی

ویراستار ادبی

کالین نجاتی

معصومه حسین زاده

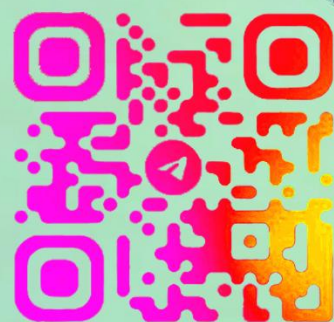
امیر محمد معظمی

نمونه سوال

صدرا کاوندی

تدوینگر

امیر حسین محمودزاده





بافت

واحد عملکردی انسان سلول است. بافت‌ها از اجتماع سلول‌های هم‌شکل و هم‌کار به وجود می‌آیند. ارگان: از اجتماع بافت‌ها، ارگان‌ها یا اندام‌ها به وجود می‌آیند. (مثال: مری اندام گوارشی است). دستگاه: از اجتماع اندام‌ها دستگاه به وجود می‌آید. (مثال: مری، معده، روده بزرگ و... دستگاه گوارش را می‌سازند).

در بدن انسان با وجود پیچیدگی بسیار، چهار نوع بافت وجود دارد:

۱. بافت پوششی (Epithelial Tissue)

۲. بافت همبند (Connective Tissue)

۳. بافت ماهیچه‌ای (Muscle Tissue)

۴. بافت عصبی (Nervous Tissue)

بافت همبند در تمام ارگان‌ها وجود دارد.

بافت پوششی

- بافت پوششی یعنی سلول‌هایی که توسط اتصالات محکم بین سلولی از راسی‌ترین اتصال (Tight Junction) تا پایین‌ترین آن یعنی (Hemidesmosomes) و غشای پایه به هم وصل هستند و مقدار ناچیزی ماده زمینه‌ای بین سلول‌ها وجود دارد.
- سطح خارج بدن را کاور می‌کنند. (Epithelial covering)
 - سطح درون حفرات بدن را مثل دهان، دستگاه گوارش و... توسط مخاط (Mucosa Lining) می‌پوشانند.
 - مهم‌ترین وظیفه آن‌ها تشکیل سد و محافظت در برابر میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها و ... است.
 - دارای غشای پایه است که دارای ساختمانی نازک می‌باشد. این ساختار فقط با میکروسکوپ الکترونی دیده می‌شود و بافت پوششی را از بافت همبند زیرین آن جدا می‌کند. گلیکوپروتئین‌ها و بعضی اجزای دیگر بافت پوششی با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده اند.
 - به طور مستقیم حاوی رگ‌های خونی نیست. (Avascular)

بافت ماهیچه ای

سلول‌هایی که طی فرآیند تکامل کاملاً دراز می‌شوند، در سیتوپلاسم این سلول‌ها پروتئین‌های انقباضی ضمن تجمع، برای عمل انقباض (Contraction) اختصاصی می‌شوند.

انواع بافت ماهیچه ای: (شکل 1)

• عضله صاف یا عضلات احشایی (Visceral or Smooth Muscle)

عضلاتی که در جداره احشا مثل معده و ... وجود دارند و عملکرد آن‌ها تحت کنترل اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک است.



عضله مخطط (Striated Muscle)

مانند زبان که از الیاف عضلات مخطط تشکیل شده و تحت کنترل ارادی انسان است.

	Main features	Location	Type of cells	Histology
Skeletal muscle	- Fibers : striated, tubular and multi nucleated - Voluntary - Usually attached to skeleton			
Smooth muscle	- Fibers : non-striated, spindle-shaped, and uninucleated. - Involuntary - Usually covering wall of internal organs.			
Cardiac muscle	- Fibers : striated, branched and uninucleated. - Involuntary - Only covering walls of the heart.			

شکل 1 - انواع بافت ماهیچه ای

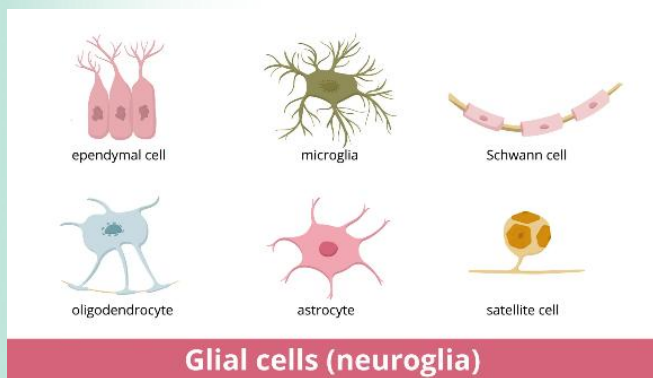
• عضله قلبی (Cardiac Muscle)

در عالیجناب قلب: که به آن میوکارد می‌گوییم. از لحاظ عملکرد مشابه عضله صاف و از نظر شکل مشابه الیاف عضله مخطط است (خطوط عرضی Cross دارند).

بافت عصبی (Nervous Tissue)

این بافت دارای سلول‌های بسیار تخصص یافته‌ای به نام نورون می‌باشد که به دلیل عدم توانایی در تقسیم بعد از تولد چندین نوع نوروگلیا دارند که از آن محافظت می‌کنند. (شکل 2) هر نورون توسط تعداد زیادی نوروگلیا احاطه می‌شود.

● نکته: اکثر تومورهای مغزی از سلول‌های گلیال هستند. مثل آستروسایتوما، منژیوما و ... (هر کدام از سلول‌ها یا بافت مورد نظر که سرطانی شود همان نام را می‌گیرد).



شکل 2 - سلول‌های گلیال

بافت همبند و انواع آن

داربست بدن ما از بافت‌های همبندی تشکیل شده است. این سلول‌ها به هم متصل نیستند و در ماده زمینه‌ای به همراه رشته‌ها پراکنده هستند (تفاوت عمده با بافت پوششی). تنوع و انواع مختلفی از این بافت باعث می‌شود که عملکردهای مختلفی داشته باشد. به اندازه بافت پوششی سلول ندارد.



خصوصیات عمومی بافت همبند (Connective Tissue):

1. بافت‌ها را به هم متصل می‌کند.
2. هیچ وقت در سطح بدن وجود ندارد.
3. شبکه عصبی غنی و رگ خونی فراوان دارد به استثنا:
- غضروف (Cartilage) که عصب و رگ خونی ندارد.
- تاندون و لیگامان نیز فاقد رگ خونی هستند.

انواع بافت همبند غیراختصاصی:

انواع بافت همبند غیراختصاصی :

مقدار و نوع رشته‌ها، انواع مختلف بافت همبند را ایجاد می‌کنند:

1. بافت همبند سست (Loose Connective Tissue):

سلول‌ها، رشته‌ها و ماده زمینه‌ای (Ground Substance) به یک اندازه باشند.

2. بافت همبند متراکم (Dense Connective Tissue):

میزان رشته‌ها در این نوع بیشتر است و خود به دو نوع تقسیم می‌شود:

- 1- Dense Regular Connective Tissue: رشته‌های کلاژن به صورت منظم و موازی هستند.
- 2- Dense Irregular Connective Tissue: رشته‌های کلاژن به شکل نامنظم سازمان یافته‌اند.

3. بافت همبند الاستیک (Elastic Connective Tissue):

رشته ارتجاعی بیشترین رشته این بافت را تشکیل می‌دهد، مانند بافت همبندی که در جدار آئورت وجود دارد.

انواع بافت اختصاصی همبند:

خون (Blood): به صورت مایعی در سیستمی از رگ‌ها جریان دارد و وظیفه آن توزیع متابولیت‌ها،

هورمون‌ها، آنزیم‌ها، گازهای تنفسی و انتقال گازهای تنفسی بین خون و بافت‌ها در کوچک‌ترین عروق بدن (مویرگ‌ها) است.

غضروف: دارای ماده زمینه‌ای با قوام نیمه سخت است. مانند غضروف لاله گوش، مجاری هوایی، دیسک بین مهره‌ای و...

فراوان‌ترین غضروف در بدن غضروف شفاف یا هیالین است. (شکل 3) غضروف رگ خونی، لنفی و عصب ندارد. مزیتی که ایجاد می‌کند در پیوند زدن آن است که خیلی خوب جواب می‌دهد. معایب آن ترمیم سخت است (مثل بیماری آرتروز).



شکل 3- غضروف هیالین

نکته: تغذیه بافت همبند غضروف از آنجایی که رگ خونی ندارد به وسیله بافت همبند احاطه کننده آن (Perichondrium) انجام می‌شود. (غیر از غضروف‌های سطوح مفصلی که به وسیله پرده سینوویال تغذیه می‌شوند).

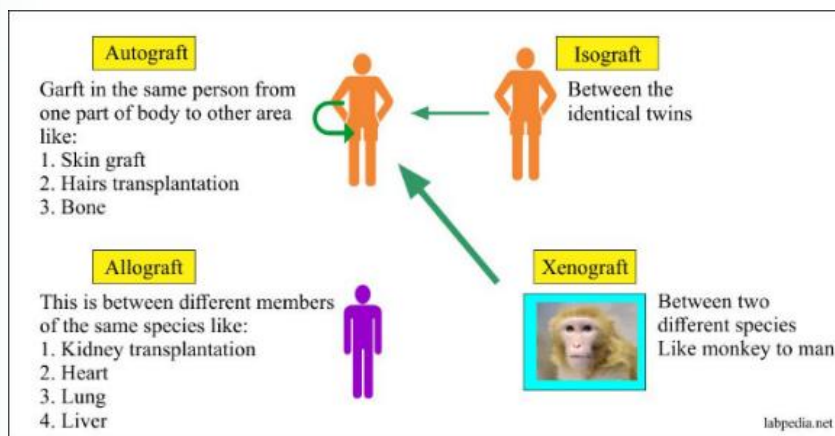
استخوان: دارای ماده زمینه‌ای با قوام کاملاً سخت و برای محافظت از اندام‌های نرم و حیاتی بدن است. سخت‌ترین نوع بافت همبند است.



بافت همبند رتیکولار: بیشترین رشته‌های آن رشته‌های رتیکولار هستند.
بافت چربی: سلول‌های چربی در این بافت زیاد هستند.

انواع پیوند بافت (شکل 4)

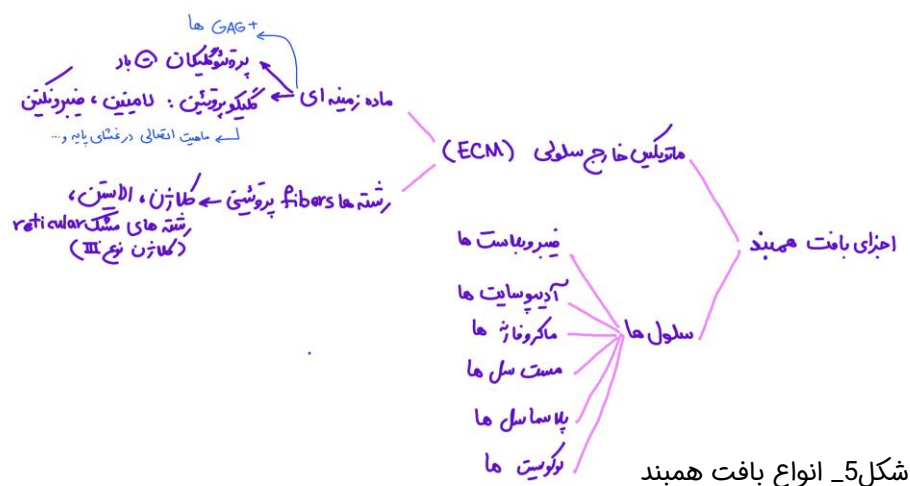
- **اتوگرافت (Autograft)** ♦ تعریف: پیوند بافت از یک قسمت بدن به قسمت دیگر در همان فرد
 - ♦ مثال: پیوند پوست از ران به بازو
 - ♦ مزیت: بدون پاسخ ایمنی چون بافت از خود فرد است.
- **ایزوگرافت (Isograft)** ♦ تعریف: پیوند بین دو فرد با ژنوتیپ یکسان مثلاً دوقلوهای یک‌تخمکی
 - ♦ مزیت: بسیار کم‌ریسک برای رد پیوند
- **آلوگرافت یا Homograft** ♦ تعریف: پیوند بین دو فرد هم‌گونه اما غیرهمسان ژنتیکی (مثلاً دو انسان غیر دوقلو)
 - ♦ ریسک رد پیوند وجود دارد، به داروهای سرکوب‌کننده سیستم ایمنی نیاز است.
- **زنوگرافت یا Xenograft یا Heterograft** ♦ تعریف: پیوند بین دو گونه متفاوت مثلاً از خوک به انسان.
 - ♦ به دلیل پاسخ ایمنی شدید بسیار پرریسک بوده و احتمال بالای رد پیوند وجود دارد.



شکل 4- انواع پیوند بافت



نگاه کلی: اجزای بافت همبند (شکل 5)

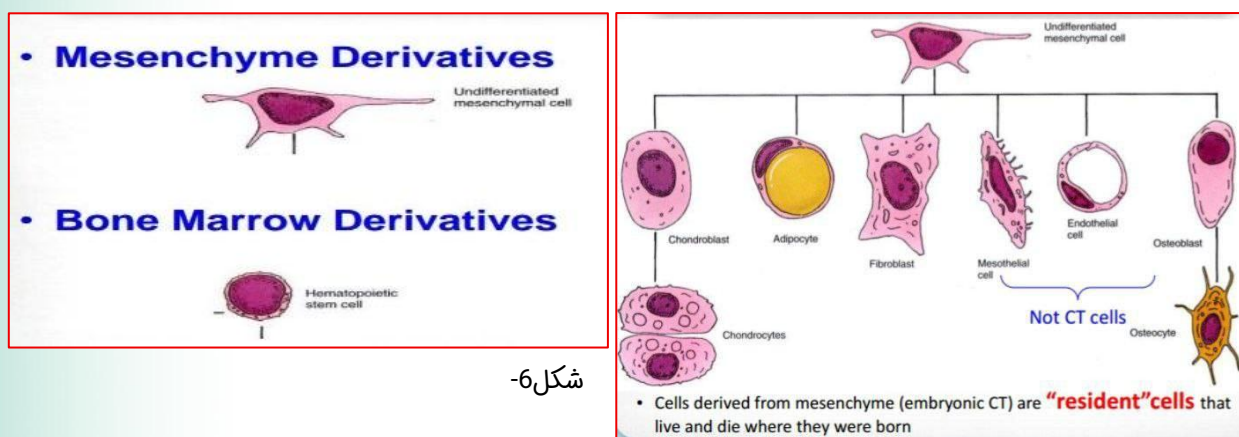


الف) سلول‌ها: 1. مشتقات مزانشیمی 2. مشتقات مغز استخوان (شکل 6)

1. مشتقات سلول مادر (مزانشیم)

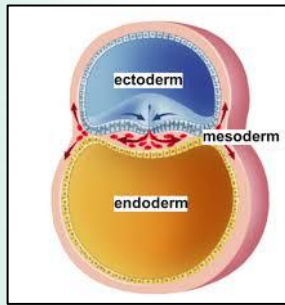
سلول بنیادی که مادر سلول‌های همبندی است از نوع مزانشیمی بوده و multipotential stem cell نامیده می‌شود. امروزه آن را در بند ناف به دست آورده و نگه می‌دارند؛ چون در پیوند مغز استخوان جهت درمان سرطان نقش دارد (مخصوصا سرطان خون در کودکان (ALL)). چرا به آن تنها «بلاست» نمی‌گوییم؟ چون می‌تواند به کندروبلاست، استئوبلاست، هوموسیتوبلاست و... تبدیل شود؛ سپس این بلاست‌ها به سیت‌ها تبدیل می‌شوند. (شکل 7)

مزانشیم از لایه مزودرم ساخته می‌شود.





لایه‌های زاینده جنینی (شکل 8)



شکل 8- لایه های زاینده

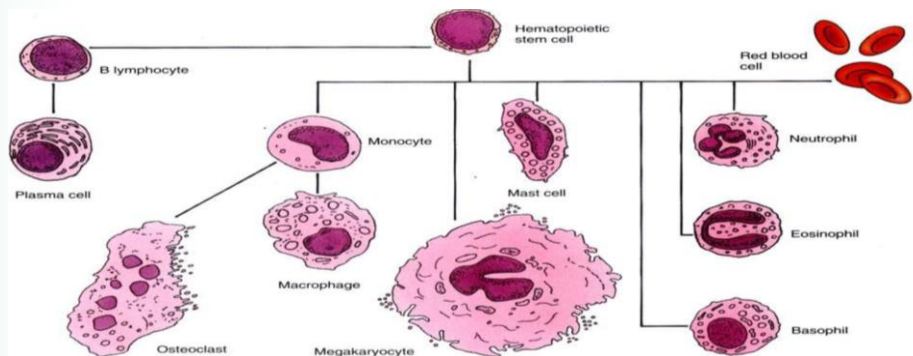
- اکتودرم که لوله عصبی را می‌سازد.
- اندودرم که پوشش‌ها را می‌سازد.
- مزودرم که بین دو لایه قبلی قرار می‌گیرد.
- یک لایه دیگر داریم به نام Neural Crest (ستیف عصبی) که سلول‌هایی هستند که از اطراف مهاجرت می‌کنند و در مزانشیم زیرین‌شان مستقر می‌شوند. ملانوسیت‌ها از نورال کرسست به وجود می‌آیند. گانگلیون سمپاتیک و نصف ساختمان‌های سر و صورت مثل عاج دندان، سمان دندان، پالپ دندان، لیگامان Periodontal و... از نورال کرسست به وجود می‌آیند.

2. مشتقات مغز استخوان (شکل 9):

در مغز استخوان (Bone Marrow) که مرکز تمایز سلول‌های خونی است به این سلول مزانشیم Hematopoietic Stem Cell می‌گوییم که مادر همه‌ی سلول‌های خونی می‌باشد.

تئوری‌ای داریم به نام تئوری Monophyletic: همه سلول‌های ما از یک مادر به وجود می‌آیند. در اولین رده تکاملی ۲ ردیف می‌شود که یکی می‌شود رده‌ی لنفوئیدی (فقط لنفوسیت‌ها را می‌سازد) و رده دیگر رده‌ی میلوئیدی.

○ نکته: بر همین اساس انواع سرطان می‌توانند 1-لینفوبلاستیک یا 2-میلئوبلاستیک باشد. هر کدام از این انواع می‌توانند Acute (حاد) یا Chronic (مزمن) باشند. AML که لوسمی میلوئید حاد است و CML که لوسمی میلوئید مزمن است.

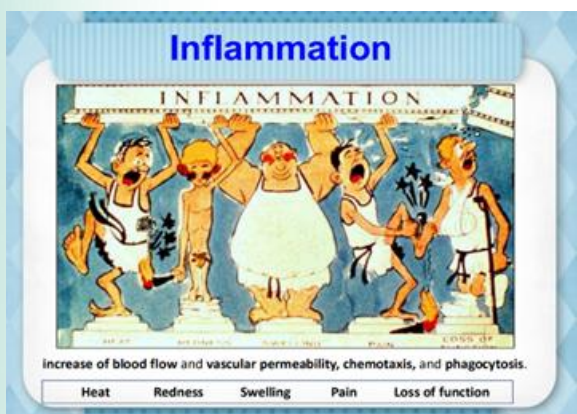


شکل 9- سلول‌های حاصل از مغز استخوان

- اريتروسیت‌ها (RBC)
- گرنولوسیت‌ها
- 1. نوتروفیل
- 2. ائوزینوفیل
- 3. بازوفیل
- 4. لنفوسیت
- 5. مونوسیت



علائم التهاب بافت همبندی:



شکل 10- علائم

قرمزی - تب - حرارت - درد - تورم - loss of function (شکل 10)

الف) سلول های موجود در بافت همبند شامل

۱. فیبرو بلاست ها (Resident or Fixed)
۲. ادیپوسیت ها (Resident or Fixed)
۳. ماکروفاژها (Resident or Fixed)
۴. ماست سل ها (Resident or Fixed)
۵. پلاسماسل ها (Resident or Fixed)
۶. لکوسیت ها (عموما Non-Resident)

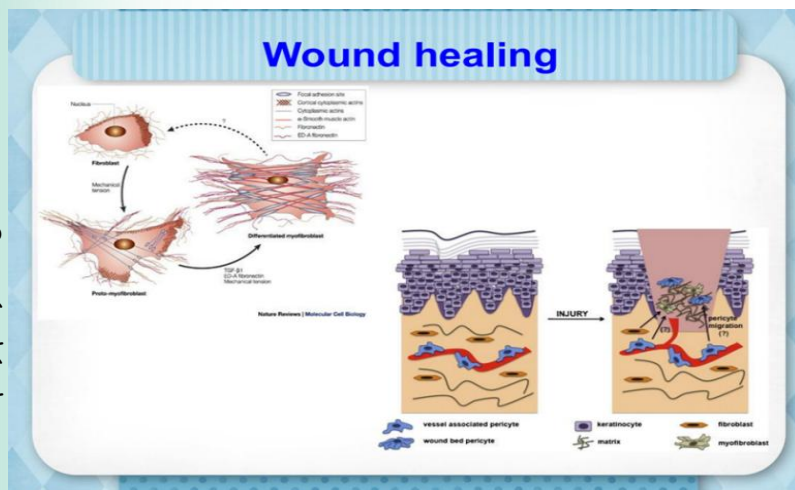
○ نکته: سلول مزوتلیال و اندوتلیال مربوط به بافت همبند نیستند.

○ نکته: سلول های Resident در جایی که متولد شده اند، می میرند. سلول های Non-Resident عموماً از طریق دیپدز وارد بافت همبند می شوند مثل نوتروفیل، لنفوسیت B و T، بازوفیل و مونوسیت. (طبق شکل 9)

1. فیبروبلاست: مهم ترین سلول همبندی که شبیه به نان سنگگ 😊 است. فیبروبلاست بافت همبندی است که ساخت رشته ها و ماکرومولکول های بافت همبندی را برعهده دارد. در بافت های همبندی متراکم به حالت غیرفعال در می آید که به آن فیبروسیت می گویند. فراوان ترین توزیع در بافت همبند را فیبروبلاست دارد که تمام رشته ها و ماکرومولکول ها را سنتز می کند؛ علاوه بر این تارگتی برای فاکتور رشد می باشد. سلولی طویل و دارای سیتوپلاسم زائده دار می باشد؛ هسته ای واضح و روشن دارد (در آن پروتئین سازی زیاد است و در سیتوپلاسم آن مقدار فراوانی رتیکولوم خشن به همراه گلژی وجود دارد) (به دلیل پروتئین سازی فراوان این سلول) سیتوپلاسم آن بازوفیلیک است. فیبروسیت کوچکتر از فیبروبلاست است. شبکه آندوپلاسمی کمتری نسبت به فیبروبلاست دارد. هسته آن تیره تر است.

○ نکته: هرچه سلول فعال تر باشد، هسته روشن تر است.





Myofibroblast: نوع دیگری از فیبروبلاست می‌باشد که در سیتوپلاسم آن فیلامان‌های انقباضی وجود دارد. در ترمیم زخم‌ها (wound healing) با انقباض خود موجب بسته شدن زخم می‌شود. (شکل 11)

2. کندرو بلاست: نوع دیگری از سلول‌های همبندی است که سازنده‌ی غضروف در بافت غضروفی است. کندرو بلاست‌ها به کندروسیت تبدیل که یا به صورت تک تک یا به صورت گروه‌های آیزوژنیک (Isogenic) هست. (شکل 12)



شکل 12- غضروف

3. استئو بلاست: نوع دیگری است که وظیفه استخوان‌سازی در بافت استخوانی را برعهده دارد. این سلول دارای زوائد سیتوپلاسمی متعدد است.

پیام بازرگانی - سرطان: استخوان برخلاف غضروف عروق خونی بسیاری دارد. اگر کسی پایش به مدت طولانی درد گرفت اولین شک ما باید به متاستاز استخوان باشد زیرا استخوان خیلی رگ خونی می‌گیرد بنابراین متاستاز استخوان خیلی شایع است. استخوان بافت همبند است و سرطان‌های بافت همبند را سارکوما (Sarcoma) می‌نامیم.

اما اکثر سرطان‌ها در بدن ما کارسینوم (Carcinoma) یا سرطان اپیتلیال هستند و بهتر است که سرطان در همین بافت اپیتلیالی باشد چرا که رگ خونی ندارد.

95% سرطان‌های بدن از بافت پوششی مشتق می‌شوند:

1. Squamous Cell Carcinoma => بافت پوششی سنگ‌فرشی

2. Adenocarcinoma => بافت پوششی غددی
آدنوکارسینوما در معده و روده بزرگ و ریه یا مجاری => بافت پوششی غددی

این به خودی خود یک امتیاز محسوب می‌شود چرا که بافت اپیتلیال فاقد رگ خونی بوده و امکان مهاجرت سلول‌ها کم می‌شود. سرطان‌های دیگر مثل سرطان‌های بافت همبند از آنجایی که قدرت دست اندازی سلول‌ها بیشتر است خطرناک‌تر هستند مثل سرطان Sarcoma.





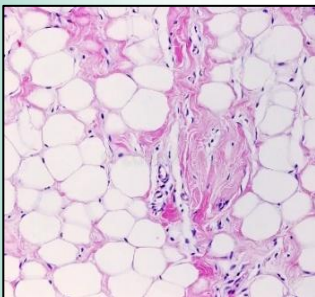
نکته: اگر در هنگام سرطان در بافت، سلول‌ها به غشای پایه بچسبند و به بافت‌های دیگر مهاجرت نکنند سرطان خوش خیم است.
غشای پایه در بافت‌هایی که ضخیم می‌شود را با میتوان با رنگ آمیزی مشاهده کرد مانند Trachea و قرنیه.

نکته: در جوانان در استخوان‌های دراز بیماری‌ای است به نام Osteosarcoma (که مثلا در حین شکستن پا در بازی فوتبال رخ می‌دهد و معمولا در استخوان‌های دراز شروع می‌شود).

4. آدیپوسایت: دو نوع چربی وجود دارد: سفید و قهوه‌ای ویژگی‌های عمومی:

- 1- فضای بین ارگان‌ها را پر می‌کند و به ارگان‌ها شکل می‌دهد.
- 2- در کف پا و دست پدهای محافظت‌کننده تشکیل می‌دهد.
- 3- همچنین چربی هورمون لپتین را ترشح می‌کند که در هیپوتالاموس روی مرکز اشتها اثر می‌گذارد. (هرچه فرد چاق‌تر اشتها بیشتر!)

- **چربی سفید:** سلول چربی تک قطره یا Unilocular یا تک حفره‌ای، از سلول مزانشیمی مشتق شده و در این سلول هسته بر اثر فشار ماده چربی به گوشه رفته است و حالت انگشتی پیدا می‌کند. در حین آبیگری چون چربی حل شده و از دست می‌رود سلول‌ها به صورت تو خالی دیده شده که اگر چند تا از این سلول‌ها پیش هم باشند منظره‌ی لانه زنبوری تشکیل می‌دهند (Honeycomb). چربی سفید 15 تا 20 درصد وزن مردها و 20 تا 25 درصد وزن زنان را تشکیل می‌دهد.

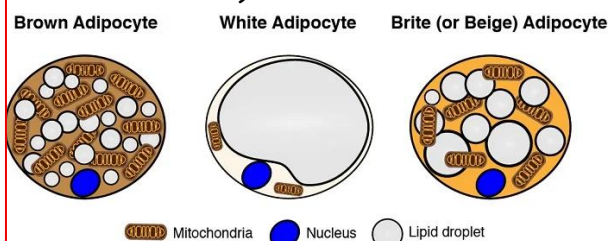


شکل 13- بافت چربی قهوه‌ای

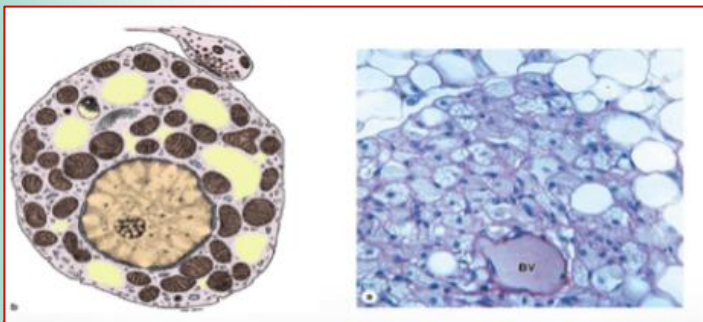
چربی قهوه‌ای: بافت چربی در انسان به بافت چربی سفید خلاصه نمی‌شود. در نوزاد انسان و حیواناتی که به خواب زمستانی می‌روند، نوع دیگری از بافت چربی موجود است که به جای یک قطره، چند قطره دارد، به آن Multilocular می‌گویند که هم سلولش کوچک‌تر است و هم میتوکندری خیلی زیادتری دارد. در میتوکندری آن پروتئینی به نام ترموژنین (حرارت زا) موجود است که می‌تواند حرارت زیادی تولید کند (heat production) (شکل 13)

سوال: آیا انسان بالغ چربی قهوه‌ای ندارد؟؟ مختصر در انسان بالغ در بالای کلیه‌ها و غدد فوق کلیه، کنار آئورت و Mediastinum (جایگاه تیموس) چربی قهوه‌ای می‌تواند مشاهده شود.
چربی سفید می‌تواند تبدیل به چربی قهوه‌ای شود. در چه کسانی؟ در افرادی که به بیماری‌های مزمن ناتوان‌کننده مثل سل مبتلا هستند (به منظور ایجاد مقاومت بیشتر) (شکل 14-15)

○ Liquid droplet غشاء ندارد.



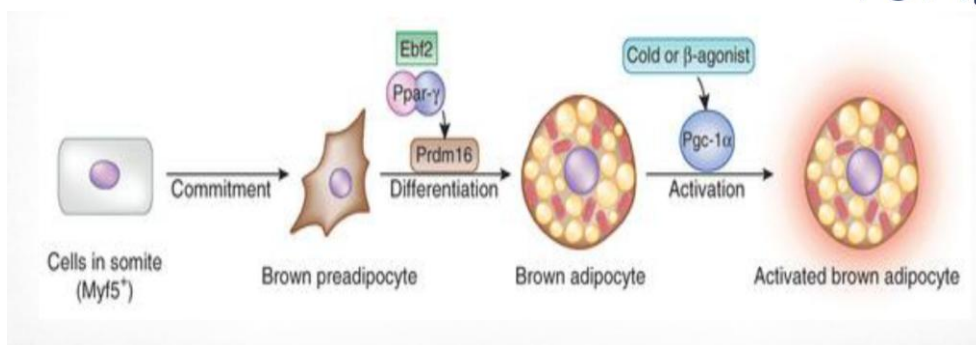
شکل 14- بافت چربی سفید و قهوه



شکل 15- بافت چربی قهوه



بافت چربی قهوه‌ای (BAT)
نیز مانند چربی سفید از
سلول‌های مزانشیمی جنینی
مشتق می‌شود. دلیل
قهوه‌ای بودن بافت چربی
قهوه‌ای، رگ خونی و



شکل 16 و 17- تشکیل بافت چربی
میتوکندری زیاد است.

Macrophage cell

- An irregular surface with pleats, protrusions, and indentations
- A morphologic expression of their active pinocytotic and phagocytic activities
- They generally have a well-developed Golgi apparatus, many lysosomes, and RER

Macrophage cell(Histiocyte)

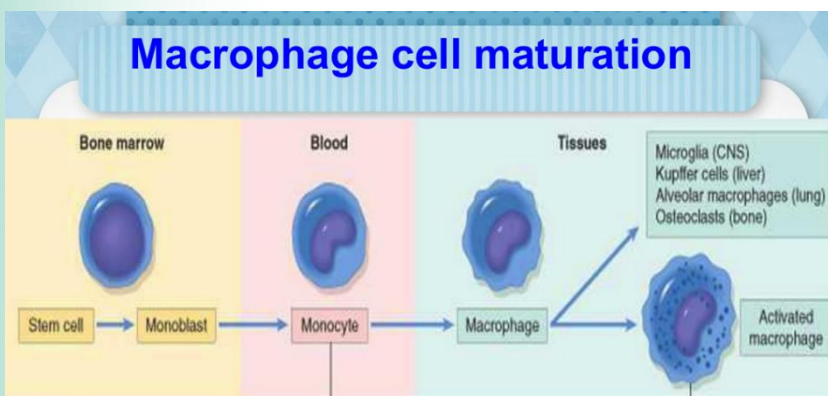
- Taken from Greek Words (Greek: big eaters)
- Human macrophages are about 10-30 μm
- Destroy bacteria ,Activate immune function, Phagocytose apoptotic cells

شکل 18 و 19- ماکروفاژ

5. ماکروفاژها: در بافت همبند بسیار دارای اهمیت هستند. (شکل 18 و 19)

مونوسیت تک‌هسته‌ای و دارای هسته‌ای لوبیایی شکل می‌باشد که از دسته گلبول‌های سفید خون است؛ به وسیله دیپدز (با اندازه ۲۰ میکرونی) از خون به بافت رفته و تبدیل به ماکروفاژ می‌شود. (شکل 20)

Macrophage cell از واژه آلمانی به معنی خورنده بزرگ گرفته شده است. اندازه آن 10 تا 30 میکرون می‌باشد. تخریب باکتری‌ها و فعالسازی سیستم ایمنی از فعالیت‌های آن می‌باشد. با فعالیت antigen presenting cell سیستم ایمنی را فعال می‌کند.



شکل 20- ایجاد ماکروفاژ

سطح نامنظمی شامل دندان‌هایی دارد. ماکروفاژها مجموعاً جزء یک فامیلی از خانواده‌های ایمنی می‌شوند که mononuclearphagocyte system نام دارد.

● ماکروفاژها علاوه بر فاگوسیتوز در ترشح اینترلوکین ۱ (فاکتور تب زا) نقش دارند (اینترلوکین 2 از سلول T helper ترشح می‌شود).

● انواع ماکروفاژها در سلول‌ها می‌توانند به عنوان مارکر تشخیصی استفاده شوند.





انواع ماکروفاژ

مثال‌ها: کویفر در کبد، استئوکلاست در استخوان، میکروگلیا در دستگاه عصبی مرکزی، داست سل در ریه، لانگرهانس در پوست

Cell Type	Location	Main Function
Monocyte	Blood	Precursor of macrophages
Macrophage	Connective tissue, lymphoid organs, lungs, bone marrow	Production of cytokines, chemotactic factors, and several other molecules that participate in inflammation (defense), antigen processing and presentation
Kupffer cell	Liver	Same as macrophages
Microglia cell	Nerve tissue of the central nervous system	Same as macrophages
Langerhans cell	Skin	Antigen processing and presentation
Dendritic cell	Lymph nodes	Antigen processing and presentation
Osteoclast	Bone (fusion of several macrophages)	Digestion of bone
Multinuclear giant cell	Connective tissue (fusion of several macrophages)	Segregation and digestion of foreign bodies

Multinuclear giant cell معمولا در بیماری‌ها می‌توانند کیت تشخیصی باشند:

giant cell (دیو سلول) به سلولی که سیتوپلاسم وسیع و بیش از یک هسته داشته باشد، گفته می‌شود. مانند osteoclast در استخوان، مگاکاریوسیت در bone marrow.

سلول‌های لنفاوی که میتوز غیرطبیعی داشته و سرطان خون ایجاد می‌کنند مگاکاریوسیت را جزء اولین سلول‌ها تخریب می‌کنند (ابتدا توده در مغز استخوان ایجاد می‌شود و سپس سلول‌های غیر طبیعی وارد خون می‌شوند؛ در حقیقت بیماری متعلق به مغز استخوان است). بنابراین بیماری با کم‌خونی اندک که از دردهای استخوانی، خستگی، تب در شب‌ها و بی‌حالی رنج می‌برد، اگر پس از آزمایش خون فرد دچار ترومبوسیتوپنی (Thrombocytopenia) (کاهش پلاکت‌های خون) باشد، باید به مراکز تخصصی‌تر برای بررسی بیشتر ارجاع داده شود.

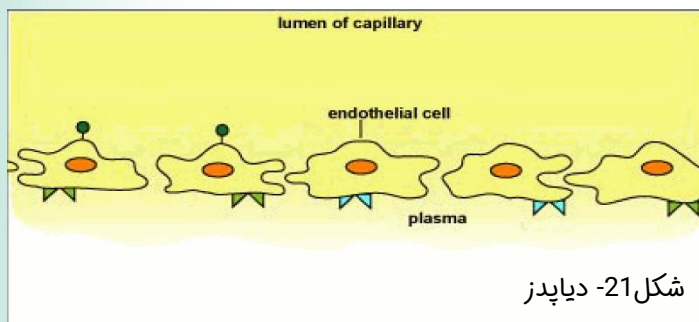
○ برای نشان دادن سرطان خون در فیلم‌ها از خون دماغ شدن استفاده می‌کنند (خونریزی خود به خودی مانند افزایش طول مدت پریودی یا لکه‌های ریز خونی زیر پوست).

○ سرطان خونی که دچار ترومبوسیتوپنی باشد نسبت به درمان جواب کمتری می‌دهد.

پیام بازگانی - دیپدز (نیازی به حفظ کردن این بخش نیست، صرفا عکس موجود، در پاور استاد آمده است)



دیپدز فرآیندی است که طی آن گلبول‌های سفید خون از دیواره عروق خونی عبور می‌کنند. در این فرآیند،



شکل 21- دیپدز

گیرنده‌های اندوتلیال مانند سیلکتین‌ها و اینترگرین‌ها با گلبول‌های سفید ارتباط برقرار کرده، و آن‌ها را به دیواره رگ می‌چسبانند. پس از اتصال، گلبول سفید می‌تواند از میان سلول‌های اندوتلیال عبور کرده و وارد بافت‌های آسیب‌دیده یا ملتهب شود. (شکل 21)

6. پلاسماسل‌ها:

سلول بزرگ و بیضی شکل با سیتوپلاسم بازوفیلیک، به مقدار بسیار زیاد دارای رتیکولوم خشن است؛

دستگاه گلژی و کروماتین داخل هسته نیز دارد. پلاسماسل (سلول پادتن‌ساز) هسته گرد و خارج مرکزی دارد. نیمه عمر پلاسماسل حدود ۱۰-۲۰ روز است. (شکل 22 و 23 و 24)

از لوکوسیت‌ها به وجود آمده‌اند؛ لوکوسیت سازنده آنها لنفوسیت می‌باشد.

دو نوع لنفوسیت در خون داریم؛ لنفوسیت T (به واسطه عمر طولانی به مقدار زیادی در خون است) و لنفوسیت B که در مغز استخوان تمایز پیدا می‌کند و بعد از فعال شدن تبدیل به پلاسماسل می‌شود.

○ **نکته:** نمی‌توانیم با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی T و B بودن لنفوسیت را تشخیص دهیم (فقط از طریق مطالعات ایمنوهایستوشیمیایی می‌توان تشخیص داد). لنفوسیت B تبدیل به سلولی به نام پلاسماسل می‌شود که وظیفه ترشح آنتی‌بادی را دارد

○ **نکته:** هتروکروماتین تیره با نقاط روشن‌تر یوکروماتین ویژگی به نام چرخ درشکه یا صفحه ساعت برای پلاسماسل به وجود می‌آورد.

تجمع رتیکولوم خشن و ریبوزوم (در حال تولید آنتی‌بادی) در سیتوپلاسم پلاسماسل منظره‌ای به نام russel body (اجسام راسل) به وجود می‌آورد.

Plasma Cell

- Plasma cells are large, ovoid cells
- Basophilic cytoplasm
 - Richness in rough ER.
 - The juxtanuclear Golgi apparatus
 - The centrioles occupy a region that appears pale
 - Round and eccentric nucleus

Plasma Cell

- Heterochromatin with lighter areas of Euchromatin in a characteristic cartwheel or clock face arrangement

Plasma Cell

Their cytoplasm also contains a pale zone that on electron microscopy contains an extensive synthesis of immunoglobulin; the Russell body is characteristic of the distended endoplasmic reticulum

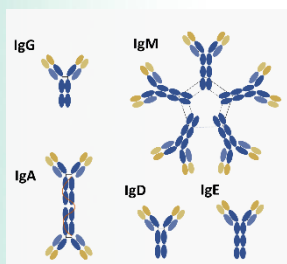




برخی از انواع آنتی بادی (شکل 25)

IgG: فراوان ترین؛ تنها ایمونوگلوبینی است که از بدن مادر وارد بدن جنین می شود و 24 - پلاسماسل ها

IgA: ایمونوگلوبین ترشحات بدن است؛ در بزاق، مایع منی، اشک و... یافت می شود.



IgM: وظیفه چسباندن آنتی ژن ها به هم (در سطح لنفوسیت ها) را داشته و ساختار پنتامر دارد.

IgE: ایمونوگلوبین حساسیت است.

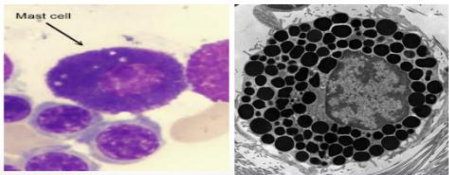
شکل 25- انواع آنتی بادی

1. ماست سل ها:

سلولی چاق و فربه است که در واکنش های آلرژیک نقش دارد. آنتی بادی IGE به آن متصل شده و باعث ترشح هیستامین و هیپارین از سلول می شود. اندازه آن 20 تا 30 میکرون می باشد (در جان کوپیرا اندازه ماست سل ۷-۲۰ میکرون است). سیتوپلاسم غنی از گرانول دارد. حاوی موادی مانند هیستامین، هیپارین، سرین پروتئازها، ECF، slow-reacting substance of anaphylaxis (SRS-A) و lecoutrines می باشد. (شکل 26 و 27)

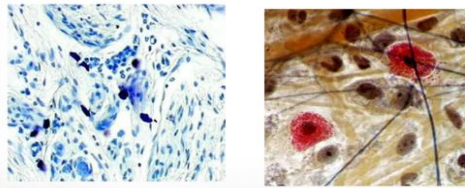
Mast Cell

- Derived from bone marrow
- Large cell (20-30 μm) with numerous cytoplasmic granules (0.3-2 μm), which contain: histamine, heparin, Serine protease, Eosinophil and neutrophil chemotactic factors (ECF), slow-reacting substance of anaphylaxis (SRS-A), lecoutrines
- Granule release (degranulation) - triggered by antigens



Mast Cell

Metachromasia, described as a color change exhibited by certain basic aniline dyes in aqueous medium because of **Sulphated GAG**. Referring either to a change in the color of the dye itself or to the cells and tissues that are stained in this manner.



شکل 26 و 27- ماست سل ها

neutrophil chemotactic factors: سایر سلول ها را به محل مورد نظر برای کمک فرا می خواند.

slow-reacting substance of anaphylaxis: فعالیت آن مشابه هیستامین اما کندتر از آن می باشد.

در رنگ آمیزی با رنگ هایی مثل آنیلین از خود خاصیت metachromasia (توانایی تغییر تعدادی از رنگ های بازی به رنگ متفاوت) نشان می دهد، یعنی به دلیل وجود گلیکوزآمینوگلیکان های سولفات ه رنگ های ارغوانی از خود نشان می دهند.

(ب) ماتریکس خارج سلولی ECM

1. رشته ها (fiber) های پروتئینی 2. ماده زمینه ای

Matrix fibers: 1. کلاژن 2. رشته های الاستیک 3. فیبرهای رتیکولار

کلاژن: وقتی صحبت از رشته پروتئینی بافت همبند می شود، منظور کلاژن است. فیبرهای بزرگی هستند. فراوان ترین رشته ها بوده و دارای قابلیت انعطاف (flexibility) (برعکس رشته های الاستیک که پس از کشیده شدن دوباره به حالت اولیه برمی گردند) می باشند.

روند سنتز کلاژن:





فیبروبلاست‌ها تروپوکلاژن را می‌سازند و تروپوکلاژن بعد از پلیمریزه شدن به بیرون می‌آید و به انواع کلاژن‌ها تبدیل می‌شود. وقتی در بافت همبند صحبت از کلاژن می‌شود، منظور کلاژن نوع 1 است.

انواع کلاژن (شکل 28)

کلاژن نوع 1: باندل‌های کلاژن - صورتی در رنگ‌آمیزی هماتوکسین ائوزین - موج دار

استخوان / پوست / تاندون

90 درصد کلاژن بدن

کلاژن نوع 2: کلاژن نوع 2 فیبریل‌های ظریف کلاژنی است (با میکروسکوپ نوری قابل رویت نیست) که در غضروف شفاف یا هیالین (فراوان‌ترین غضروف موجود در بدن انسان) است، دیده می‌شود. ماده زمینه‌ای غضروف را تغییر رنگ می‌دهد و به صورت رشته‌ای دیده نمی‌شود.

کلاژن نوع 3: فیبرهای نازک را داریم که کلاژن نوع 3 (رشته‌های رتیکولار) هستند و مربوط به سیستم

ایمنی و جریان لنفی بدن می‌باشند. لنفوسیت‌ها تمایل زیادی به لانه‌گزینی در رشته‌های رتیکولار دارند؛

بنابراین در عقده‌های لنفی فراوان هستند.

رنگ‌آمیزی اختصاصی نقره دارند، به همین دلیل به آنها آرژوفیلیک یا نقره‌دوست می‌گوییم.

کلاژن نوع 4: در اپیتلیوم در غشای پایه

کلاژن نوع 5: در پرده‌های جنینی

کلاژن نوع 7: یک فیبریل بوده و به آن anchoring fibrils گفته می‌شود. وظیفه آن اتصال غشای پایه به

بافت همبند زیرینش است.

کلاژن نوع 9: در غضروف‌ها

کلاژن نوع 10: در

استخوان‌های در حال

شکل‌گیری

Collagen Types

Type	Form	Tissue	Synthesizing Cells
I	fibril, large banded fiber	bone, skin, tendons, ligaments, cornea, internal organs (~90% of body collagen)	fibroblast, osteoblast
II	fibril, small banded fiber	cartilage (hyaline and elastic)	chondroblast
III	fibril, small banded fiber	internal organs (e.g., reticular fibers in lymph nodes, spleen, liver, blood vessels, skin)	fibroblast, reticular cell, smooth muscle cell, hepatocyte
IV	network, sheetlike	basal lamina (lamina densa)	epithelial cell, muscle cell, Schwann cell
V	fibril, thin fibril	same as type I (polymerizes with type I fibril to regulate properties)	fibroblast
VII	network	beneath epithelia (anchoring fibrils)	epidermal cells
IX	fibril-associated	cartilage (lateral association with type II)	chondroblast
X	network	forming bone (hypertrophic zone of growth plate)	chondrocytes
XI	fibril, thin fibril	same as type II (polymerizes with type II fibril to regulate size)	chondroblast

شکل 28- انواع کلاژن

رشته‌های الاستیک:

از پروتئین‌های الاستین و فیبریلین تشکیل شده‌اند. اسیدهای آمینه desmosin و isodesmosin (در

اسلایدها به آمینواسیدهای پرولین و گلیسین هم اشاره شده است) به فراوانی در آن موجودند. Large

blood vessels بهترین محل برای مثال رشته‌های

الاستیک می‌باشد؛ مثل آئورت. (شکل 29)

کسانی که پروتئین فیبریلین در آن‌ها نقص پیدا می‌کند،

دچار سندروم مارفان می‌شوند. در معرض خطر پارگی

آئورت هستند.

• به الاستیک نابالغ اکسی‌تالان گفته می‌شود که

در پالپ دندان جوان وجود دارد.

Elastic fibers

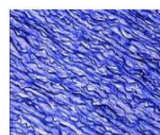
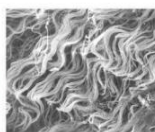
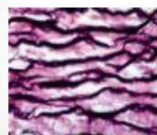
Composed of **elastin** (resemble coiled springs) and **fibrillin** proteins. Returns to its original shape after stretching or compression. Fibers are thinner than collagen fibers

➤ Perfect for lungs, large blood vessels

➤ Glysin, Prolin ↑

➤ Desmosin, Isodesmosin

➤ Marfan syndrome



شکل 29 - رشته الاستیک

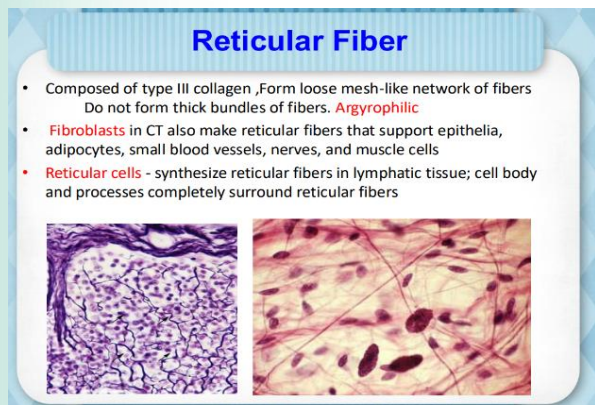




به الاستیک حد واسط الونینگ گفته می‌شود که در مجاری غدد عرق وجود دارد.
الاستیک بالغ هم همان الاستیک معمولی است.

Reticular fibers

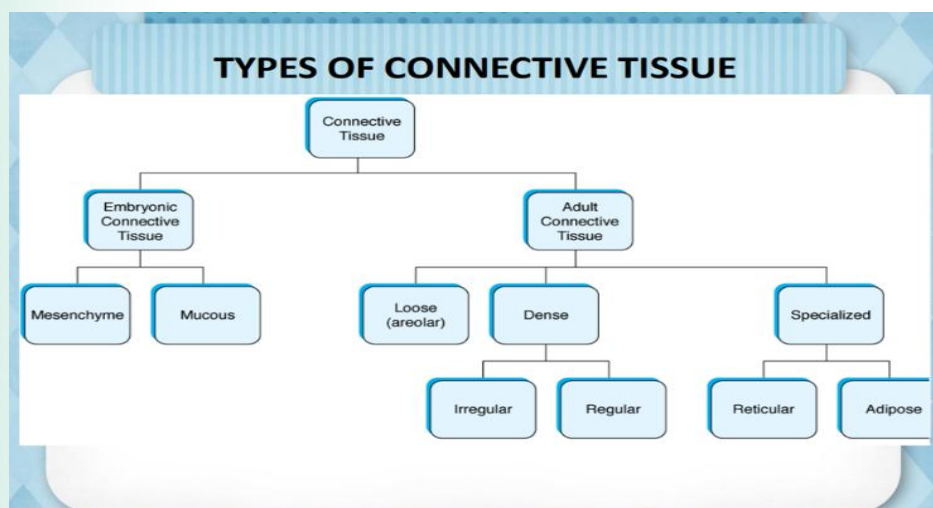
نازک‌تر از کلاژن - کلاژن نوع 3 (دارای ترکیب شیمیایی یکسان با کلاژن) - در ارگان‌های لنفاوی و غده لنفاوی حضور دارند و وظیفه آن‌ها تصفیه لنف می‌باشد. (شکل 30)



شکل 30- رشته های رتیلولار

غده‌های لنفاوی در حالت عادی قابل لمس نیستند؛ اولین معبر عبور سلول‌های سرطانی (متاستاز) بوده و حائز اهمیت می‌باشند. درجه سرطان مربوط به درگیری یا عدم درگیری غدد لنفاوی می‌باشد. به سرطان غده‌های لنفاوی، لنفوم گفته می‌شود. حالتی توری به وجود می‌آورند و باندل تشکیل نمی‌دهند.

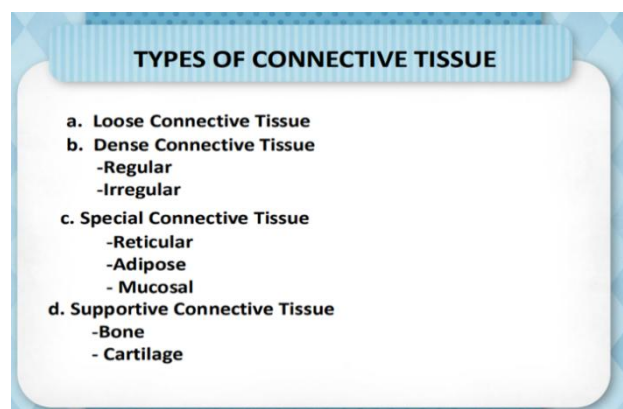
رنگ‌آمیزی اختصاصی آن‌ها نقره می‌باشد؛ به آن‌ها رشته نقره دوست می‌گویند.



شکل 31 و 32- انواع بافت همبند

بافت همبند جنینی و بالغ

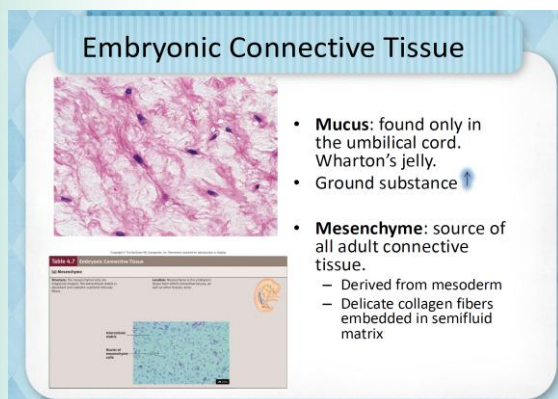
بافت همبند (Connective Tissue) به‌طور کلی به دو دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شود: بافت همبند جنینی و بافت همبند بالغ. (شکل 31 و 32)





1. بافت همبند جنینی (Embryonic Connective Tissue) این نوع بافت همبند از

سلول‌های مزانشیمی منشأ می‌گیرد که خود از مزودرم جنینی حاصل می‌شوند. سلول‌های مزانشیمی توانایی تمایز به انواع سلول‌های بافت همبند بالغ را دارند و می‌توانند در تشکیل ساختارهایی مانند رباط‌ها، تاندون‌ها و سایر بافت‌های پشتیبان نقش داشته باشند.



شکل 33- انواع بافت همبند جنینی

بافت همبند جنینی به دو نوع اصلی تقسیم می‌شود (شکل 33)

• الف) مزانشیم (Mesenchyme)

بافتی با سلول‌های دوکی‌شکل، هسته‌های بیضی و ماتریکس خارج‌سلولی نسبتاً فاقد فیبرهای ضخیم. این بافت در اوایل تکامل جنینی یافت می‌شود و منبع اصلی تمایز به سایر بافت‌های همبند است.

• ب) موکوز (Mucous Connective Tissue)

این نوع بیشتر در بند ناف یافت می‌شود و به‌ویژه در ناحیه موسوم به ژله وارتون (Wharton's jelly) حضور دارد. ژله وارتون حاوی مقادیر زیاد اسید هیالورونیک و نیز سلول‌های بنیادی مزانشیمی است. همچنین نوعی بافت موکوزی در پالپ دندان‌های شیری یا جوان نیز دیده می‌شود.

2. بافت‌های همبندی بالغ

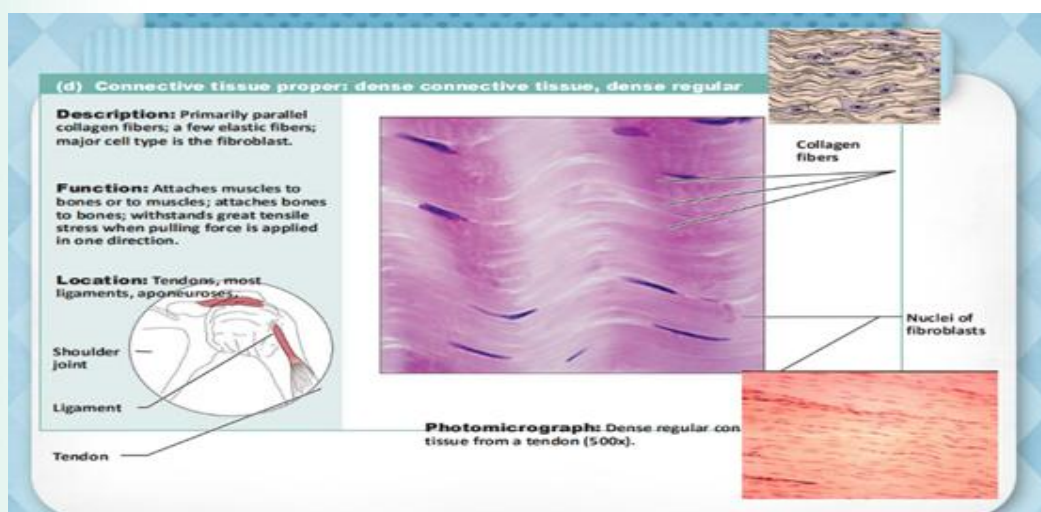
بافت همبند سست آرئولار: (Areolar/Loose Connective Tissue)

شایع‌ترین و فراوان‌ترین نوع: زیرجلد، درمیس سطحی، غشای مخاطی، اطراف اعصاب، رگ‌ها و اندام‌ها **فیبرها:** کلاژن (استحکام)، الاستیک (انعطاف)، رتیکولار (پشتیبان) - هر 3 نوع رشته بیشتر کلاژن موجود در آن است.

سلول‌ها: فیبروبلاست (فراوان‌ترین)، آدیپوسیت، ماست سل، ماکروفاژ، پلاسماسل، لکوسیت؛ همگی در زمینه نیمه‌مایع.

کارکرد: حمایت از اپی‌تل

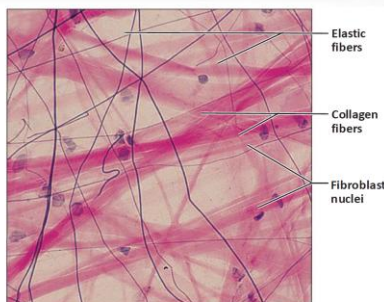
یوم، عبور عروق و اعصاب، دفاع موضعی، انعطاف و تغذیه بافت‌ها. (شکل 34-35-36)



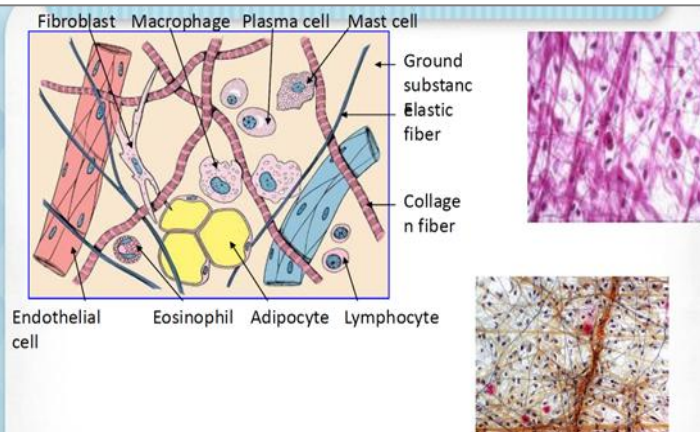
شکل 34-35-36- بافت آرئولار



- The **most abundant type**
- In the subcutaneous layer deep to skin, superficial part of dermis, mucus membranes, around blood vessels, nerves and body organs
- All three fibers (collagen, elastin and reticular)
- Several kinds of cells, including fibroblasts, adipocytes and cells of the immune system, are embedded in a semifluid ground substance

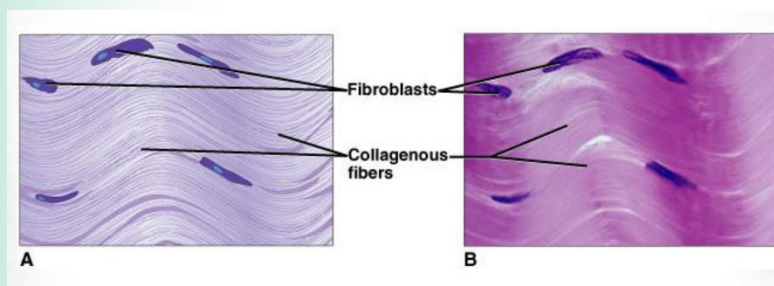


▪Function: supports glandular epithelium and mesothelial layers of mesentery, supports immune cells



1. بافت همبند متراکم منظم (Dense Regular Connective Tissue) (شکل 37 و 38)

- رشته‌ها: عمدتاً کلاژن نوع I به صورت موازی و مرتب.
- سلول اصلی: فیبروبلاست‌ها (بین رشته‌ها قرار دارند).
- ویژگی: مقاومت کششی بالا در یک جهت.
- محل‌ها:
 - تاندون‌ها (عضله به استخوان)
 - لیگامان‌ها (استخوان به استخوان)

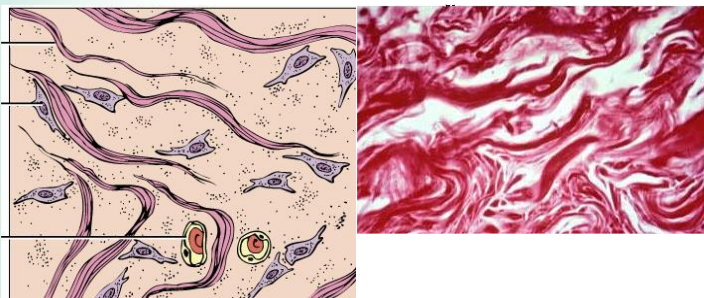


شکل 37 و 38- بافت همبند متراکم منظم

شکل 37 و 38- بافت همبند متراکم منظم

2. بافت همبند متراکم نامنظم (Dense Irregular Connective Tissue) (شکل 39 و 40)

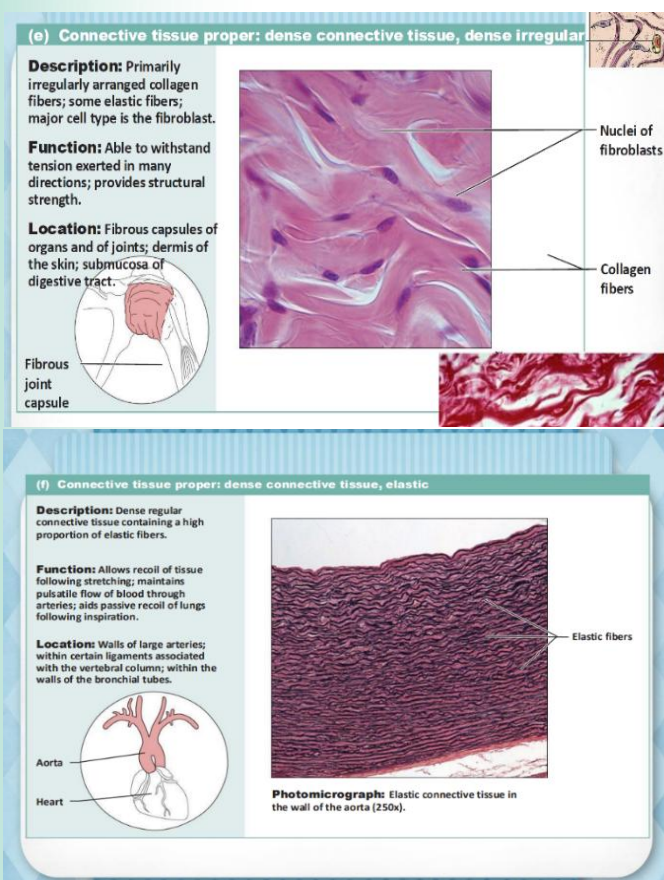
- رشته‌ها: کلاژن فراوان به صورت نامنظم و در جهات مختلف.
- ویژگی: تحمل فشار و کشش از جهات مختلف.



- لایهٔ درم پوست (لایه ضخیم زیر اپیدرم)
- کپسول اطراف اندامها (مثل کلیه، طحال)
- زیرمخاط دستگاه گوارش (submucosa)

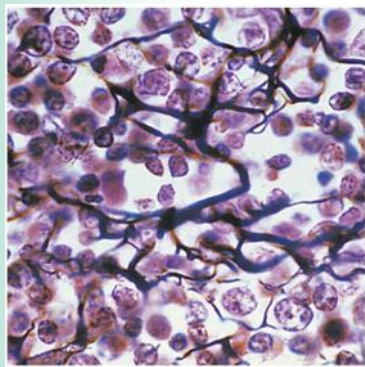
نوع سومی در طبقه‌بندی‌ها وجود دارد. برخی آن را جزء Dense regular می‌گیرند، اما از آنجا که ماهیت رشته‌ها متفاوت است و در اینجا وظیفه بافت ایجاد کشش می‌باشد، می‌توان آن را در نظر گرفت. (در پاورپوینت استاد نیز اسلاید جداگانه آورده شده است).

3. بافت همبند متراکم الاستیک (Dense Elastic Connective Tissue) (شکل 41 و 42)



- نوع رشته‌ها: دارای درصد بالایی از رشته‌های الاستیک است.
- وظیفه:
 - اجازه بازگشت بافت به حالت اولیه پس از کشیده شدن.
 - حفظ جریان ضربانی خون در سرخرگ‌ها.
 - کمک به برگشت غیرفعال ریه‌ها پس از دم (بازدم خودکار)
- محل‌های یافت‌شدن:
 - دیواره سرخرگ‌های بزرگ مانند آئورت.
 - رباط‌هایی که به ستون فقرات متصل‌اند.
 - دیواره‌های نایژه‌ها (برونش‌ها).

شکل 41 و 42- بافت همبند متراکم الاستیک



شکل 43_ بافت همبند رتیکولار

4. بافت همبند رتیکولار (Reticular Connective Tissue)

(شکل 42)

- ♦ فیبر غالب: رتیکولار (کلاژن نوع ۳)
- ♦ سلول: رتیکولوسیت = فیبروبلاست‌هایی با تولید بالای فیبر رتیکولار
- ♦ زمینه: نیمه مایع
- ♦ محل: گره‌های لنفی، مغز استخوان، طحال، کبد و اندام‌های بدون عضله
- ♦ کارکرد: چارچوب نگهدارنده برای ماکروفاژها، سلول‌های ایمنی، فیلتراسیون لنف و خون

نمونه سوالات

- 1- گیرنده IG E در کدام سلول است ؟
- 1- ماکروفاژ 2- فیبروسیت 3- ماست سل 4- فیبروبلاست
- 2- منظره صفحه ساعت یا چرخ درشکه در کروماتین هسته کدام سلول دیده می شود ؟
- 1- ماکروفاژ 2- ماست سل 3- پلازما سل 4- فیبروبلاست
- 3- کدام یک از رشته‌های بافت همبند نقره دوست است ؟
- 1- کلاژن 2 - الاستیک 3- رتیکولار 4- اکسی تالان
- 4- تاندون از کدام یک از بافت های همبند میباشد ؟
- 1- هم بند متراکم منظم 2- متراکم نامنظم 3- سست 4- غربالی
- 5- در کدام یک از موارد زیر در ساختار بافت‌شناسی آن کلاژن نوع دوم وجود دارد؟
- 1- داربست 2- بافت غضروفی فیبری 3- بافت غضروف الاستیک 4- بافت غضروف شفاف
- 6- ایمونوگلوبینی که از مادر به جنین منتقل می شود کدام است ؟
- A.4 E.3 G.2 D.1
- 7- پروتئین خلال غشایی ترموزنین در کدام سلول دیده می‌شود ؟
- 1- آدیپوسیت سفید 2- ماستوسیت 3- چربی قهوه ای 4- ماکروفاژ





۸- ساختار پروتئین کلاژن در کدام یک از بافت های زیر به صورت فیبریل است ؟

- ۱- غده لنفاوی ۲- درم پوست ۳- تاندون ۴- غضروف شفاف

۹- سلول هدف هورمون لپتین در کجا دیده می شود ؟

- ۱- بافت های هم بند ۲- چربی سفید ۳- هیپوتالاموس ۴- چربی قهوه ای

۱۰- کدام نوع لکوسیت بعد از انجام دیپدز مجددا از بافت ها به خون برمی گردد؟

- ۱- مونوسیت ۲- لنفوسیت ۳- بازوفیل ۴- نوتروفیل

۱۱- رنگ آمیزی ارسئین برای کدام رشته بافت همبند اختصاصی می باشد؟

- ۱- کلاژن نوع ۱ ۲- کلاژن نوع ۲ ۳- رشته الاستیک ۴- رشته رتیکولار

۱۲- پروتئین ترموژنین در سلول قهوه ای در کجا قرار دارد؟

- ۱- داخل کمپلکس گلژی

- ۲- داخل هسته

- ۳- داخل میتوکندری

- ۴- داخل شبکه اندو پلاسمی

۱۳- لپتین از کدام سلول ترشح شده و اندام هدف آن کدام است؟

- ۱- هیپوفیز- تمام اندام ها

- ۲- سلول چربی- هیپوفیز

- ۳- سلول چربی- هیپوتالاموس

- ۴- هیپوتالاموس- تمام اندام ها

۱۴- در کدام یک از موارد زیر کلاژن نوع II مشاهده می شود؟

- ۱- بافت غضروف الاستیک

- ۲- بافت غضروف فیبرو

- ۳- بافت غضروف لاله گوش

- ۴- بافت غضروف شفاف

سوال	پاسخ
1	3
2	3
3	3
4	1
5	4
6	2
7	3
8	3
9	3
10	2
11	3
12	3
13	3
14	4

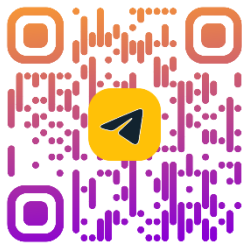




جلسه سوم:

غضروف و استخوان (1)

- بافت غضروف و استخوان
- لاکونا
- استخوان
- بخش‌های مختلف بافت استخوان
- سیستم هاورس
- استخوان در بدن انسان
- نمونه سوالات



ویدیو کلاس

1403
TUMS

تأیید:

محمد رضا حاصلی

امیر عباس بابایی

محمد انارکی

مهدی بستانی

ویراست علمی:

محمد انارکی

مبین شیخ جباری

ویراست ادبی:

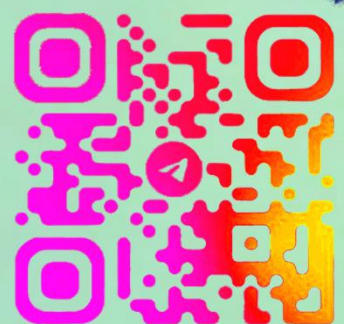
بنیامین خیامی

نمونه سوالات:

امیروالا کریم پور

تدوین:

عرفان کریمیان





بافت غضروف و استخوان

مقدمه:

در بدن انسان همان طور که اسکلت سلولی (به خصوص میکروتوبول ها) باعث قرارگیری ارگانل ها در جای خود می شود؛ بافت استخوانی نیز باعث قرارگیری اندام های مختلف نسبت به هم در جای مناسب خود می شود. شناخت انواع غضروف ها در روش های مختلف درمانی کاربرد دارد. به عنوان مثال با نگهداری بندناف در بانک، در زمان نیاز، سلول ناف را برداشته و تمایز داده و رشد داده و تولید بافت هدف را انجام می دهند این استخوان ها توسط غضروف به هم متصل می شوند. در واقع غضروف ها دو نقش در بدن دارند:

(1) اتصال استخوان ها به یکدیگر

(2) ایجاد فضاهایی جهت انتقال ترشحات مواد مختلف در بدن

مثال: مجرای گوش خارجی جهت انتقال ترشحات گوش

ترتیب سختی بافت های موجود در بدن: مینای دندان < عاج دندان < سیمنت یا همان سمتموم دندان < استخوان < غضروف < لیگامنت (مانند کلاژن)

🌟 یادآوری: در بدن انسان ۵ نوع کلاژن وجود دارند که نوع ۱ و ۳ پروتئین فیبری (رشته ای) و نوع ۴ و ۵ پروتئین کروی هستند. کلاژن نوع ۲ فیبریل است یعنی رشته ای بسیار نازک.

🔴 نکته: بافت غضروفی عصب ندارد. (حس ندارد).

🔴 نکته مهم: هر کجای بدن که رگ خونی وارد نشود، عصب هم وارد نمی شود؛ اما هر کجای بدن که عصب وارد شود ممکن است رگ خونی نداشته باشد؛ مانند قرنیه چشم.

غضروف نوع خاصی از بافت همبند است؛ بنابراین دارای ویژگی های بافت همبند یعنی:

(1) سلول ها (Cells): کندروسیت - کندروبلاست - کندروکلاست

نوع سلول	ویژگی	نقش در بافت غضروف
کندروبلاست	نابالغ، فعال، دارای هسته بازوفیل شفاف و گرد و مرکزی	تولید ماتریکس سلولی و رشته های کلاژن ۱ و ۲ و الاستیک
کندروسیت	بالغ، غیرفعال، دارای هسته بازوفیل تیره و نیمه مرکزی	حفظ ساختار و ترکیب ماتریکس غضروفی
کندروبلاست (ماکروفاژ)	هسته گرد و مرکزی، بازوفیل شفاف	فاگوسیتوز و حذف سلول های آسیب دیده در زمان آسیب ماکروفاژ (در شرایط طبیعی دیده نمی شود و فقط زمان آسیب قابل مشاهده است)

🔴 نکته: کندروسیت و کندروبلاست توانایی تبدیل به یکدیگر را دارند.

(1) فیبر (Fiber): کلاژن ۱ و ۲ و الاستیک

(2) ماتریکس (Matrix): ترکیب آب + نوعی گلیکوزآمینوگلیکان (GAG)

(3) این GAG می تواند ۳ نوع داشته باشد یعنی: Chondroitin Sulfate A, B, C



انواع غضروف

○ نکته: مبنای طبقه‌بندی انواع بافت‌های غضروفی نوع رشته‌های آنهاست. (شکل ۱)

نوع غضروف	رشته‌های آن	خصوصیات ساختاری	موقعیت یا کاربرد
فیبروکارتیلاژ (Fibrocartilage)	کلاژن نوع ۱	رشته‌های کلاژن ضخیم و مشهود؛ در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده	دیسک بین مهره‌ای
هیالین یا شفاف (Hyaline)	کلاژن نوع ۲	رشته‌های کلاژن نازک؛ زیر میکروسکوپ دیده نمی‌شود	در محل اتصال استخوان‌ها به یکدیگر در مفاصل ساینوویال وجود دارد
الاستیک کارتیلایژ (Elastic cartilage)	کلاژن نوع ۳	دارای رشته‌های الاستیک؛ ساختاری ارتجاعی؛	قابلیت بالا/پایین کردن تن صدا به دلیل انعطاف‌پذیری. در لاله گوش (که غضروف ارتجاعی محسوب می‌شود)، خلف دهان و ناحیه حنجره وجود دارد

○ نکته: در مشاهده الاستیک کارتیلایژ، رشته‌های الاستیک و در فیبروکارتیلایژ، رشته‌های کلاژن منظم دیده می‌شوند

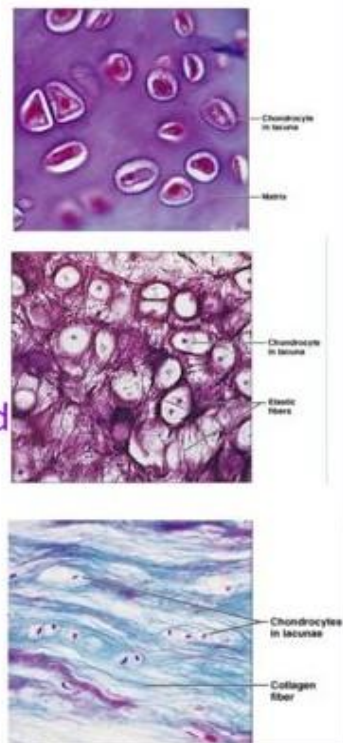
○ نکته: وقتی به نوع کلاژن اشاره نمی‌شود، همان کلاژن نوع ۱ مدنظر است.

راه‌های تشخیص بافت غضروف شفاف (هیالین):

عدم وجود رشته در ماتریکس خارج سلولی ساختار متقارن آن (symmetrical structure)

Types of cartilage: 3

- Hyaline cartilage: flexible and resilient**
 - Chondrocytes appear spherical
 - Lacuna – cavity in matrix holding chondrocyte
 - Collagen the only fiber
- Elastic cartilage: highly bendable**
 - Matrix with elastic as well as collagen fibers
 - Epiglottis, larynx and outer ear
- Fibrocartilage: resists compression and tension**
 - Rows of thick collagen fibers alternating with rows of chondrocytes (in matrix)
 - Knee menisci and annulus fibrosis of intervertebral discs



شکل شماره ۱- انواع غضروف



در مورفولوژی در نگاه اول با لنز ۴ نگاه می‌کنیم. نوع رنگ آمیزی H&E است. رنگی که بیشتر می‌بینیم بازوفیل است. اگر بافتی را رنگ کردیم و دیدیم اکثریت آن صورتی (رنگ اسیدوفیل) است، یعنی از زمانی که بافت شروع به مردن کرده است مدت زیادی می‌گذرد؛ ولی اگر بافت بیشتر به رنگ آبی (رنگ بازوفیل) دیده شود، یعنی بافت نمونه نزدیک به زنده است.

این غضروف در تصویر ساختار متقارن (symmetrical structure) است. از بالا تا پایین قرینه است. یک پرده از بالا و پایین به رنگ صورتی دیده می‌شود که غضروف را در وسط خود دربر گرفته که به آن پری کندریوم (perichondrium) گفته می‌شود. پری یعنی "پیش". این بخش، بافت همبند متراکم منظم (Regular dense connected tissue (RDCT) است.

بافت همبند متراکم دودسته است، منظم (RDCT) یا نامنظم (IRDCT) که مورد مذکور از نوع منظم یا همان رگولار است. منظم یعنی دسته‌های (bundle) رشته‌های کلاژنی منظم قرار گرفته‌اند. علت استفاده از واژه "دسته" آن است که مورفولوژی (شکل‌شناسی) کلاژن هیچ‌وقت به صورت تکی (fiber form) نیست و همیشه دسته‌ای (bundle form) است. پس می‌گوییم:

Bundle Form Regular Dense Connected Tissue

ویژگی‌های پری کندریوم:

اولین ویژگی در تصویر، باندل‌های صورتی است که در آنها هسته‌های دوکی‌شکل (Spindle form) نیز مشاهده می‌شوند. دومین ویژگی، هسته بازوفیل پررنگ است. سومین ویژگی، وجود این هسته‌ها از سطح تا عمق پری کندریوم است (عمق پری کندریوم در مجاورت غضروف احاطه شده در نظر گرفته می‌شود). سلول‌های پری کندریوم بر اساس فاصله از غضروف احاطه شده از دورترین به نزدیک‌ترین به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: Surface Nuclear Cell ; Middle Nuclear Cell; Deep Nuclear Cell

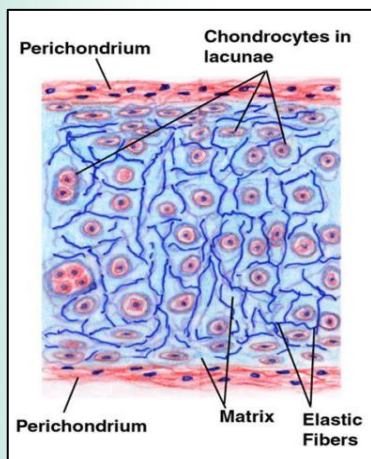
نام دیگر آنها به ترتیب: fibroblast like cells; Mesenchymal like cells; chondroblast like cells

○ نکته: سلول‌های شبه‌مزانشیمی حالت ستاره‌ای شکل دارند.

لاکونا

عناصر ساختاری	ویژگی	نقاط تشخیص
لاکونا (Lacuna) یا اتاقک	فضاهایی که به دلیل فرایند پاساژ بافتی (آبگیری) شکل می‌گیرند؛ سلول‌های غضروف (کندروسیت‌ها) به همراه هسته‌شان در این فضا قابل مشاهده‌اند.	نشان‌دهنده حضور کندروسیت‌ها به صورت چروکیده به دلیل فاصله‌گیری از ماتریس؛ نمایانگر تغییرات ناشی از فرایند پاساژ بافتی
منطقه سرحدی (Territorial Matrix)	ناحیه اطراف لاکونا که نسبت به ماتریس بینابینی، رنگ بیشتری جذب می‌کند؛ به دلیل جوان‌تر بودن بافت در این ناحیه.	جذب رنگ بیشتر این ناحیه، باعث تمایز آن از بقیه ماتریس خارج سلولی می‌شود؛ نشانه رشد تازه‌تر بافت.





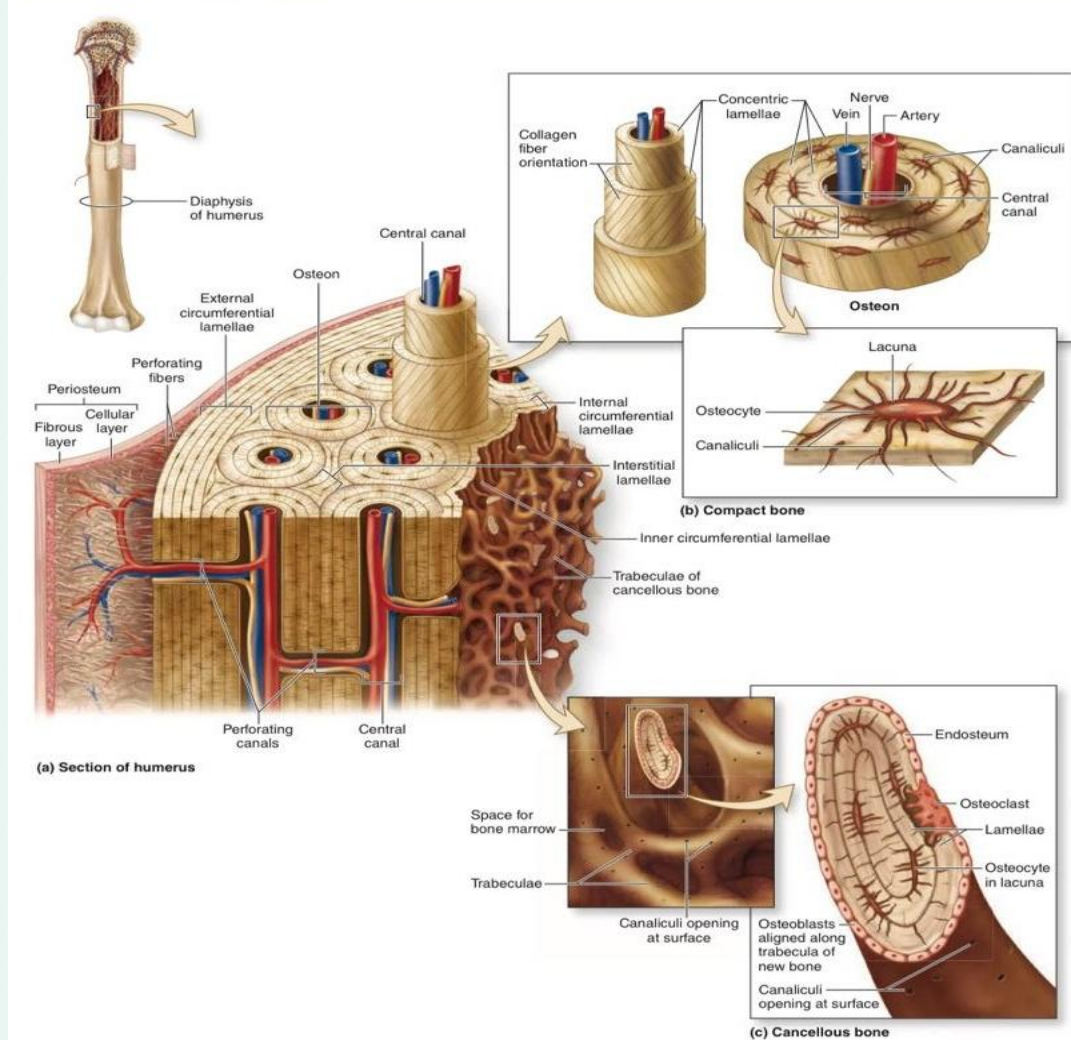
نکته: در زیر پری کندریوم غضروف وجود دارد؛ اما دقت کنید در حالت پیش فرض بافت غضروف؛ لاکونا ندارد.

نکته: تمام انواع بافت‌های غضروفی توسط پری کندریوم ساپورت می‌شوند و هنگام مشاهده میکروسکوپی، تمام آنها به دلیل آگیری طی پاساژ بافتی لاکوناهایی دارند که در آنها سلول‌های کندروسیت دیده می‌شود.

استخوان

- ذخیره‌کننده املاح مورد نیاز بدن - پرعروق‌ترین و عصبی‌ترین (پررشته‌ترین) اندام بدن استخوان است.

FIGURE 8-1 Components of bone.



شکل 2- بخش‌های مختلف استخوان



بخش‌های مختلف بافت استخوان: (شکل ۲)

سلول‌ها (Cells):

نوع سلول	عملکرد	محل قرارگیری
استئوژنیک	تبدیل به اُستئوبلاست (osteoblast)	لایه‌های عمقی periosteum و مغز استخوان
اُستئوبلاست (osteoblast)	تشکیل استخوان	قسمت‌های در حال رشد استخوان شامل Periosteum و endosteum
اُستئوسیت (osteocyte)	حفظ غلظت مواد معدنی ماتریکس	گیر افتاده در ماتریکس
اُستئوکلاست (osteoclast)	بازجذب استخوان	سطح استخوان و نواحی آسیب‌دیده، قدیمی یا غیرضروری

ساختار پریوستئوم (periosteum) / پوشش استخوان:

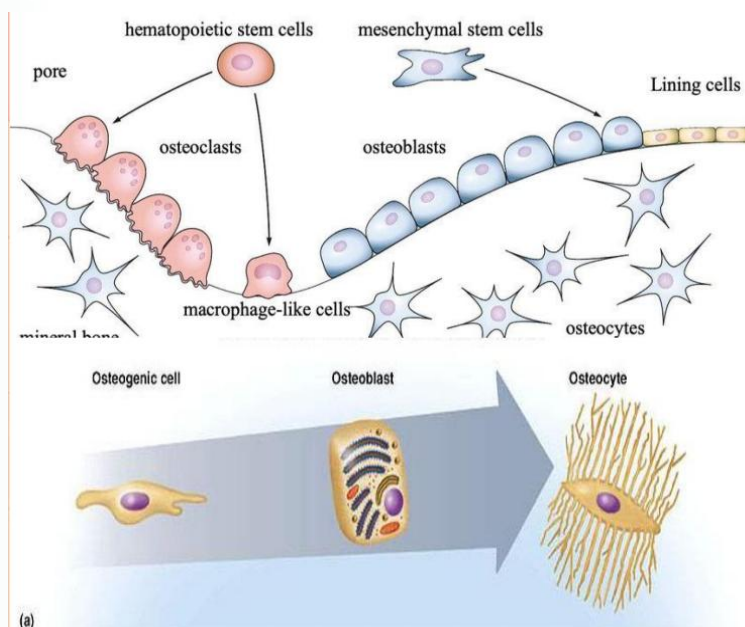
پرده خارجی (Fibrous layer): لایه‌ای که رشته از سلول بیشتر است (این اساس نام‌گذاری است؛ ولی هیچ سلولی این لایه را ندارد) - نوع بافت آن همبند متراکم منظم است (RDCT).

پرده داخلی (Cellular layer): لایه‌ای که سلول از رشته بیشتر است - دارای سلول‌های osteogenic

اندوستئوم (Endosteum):

یک لایه نازک سلولی که سطح داخلی استخوان را پوشانده (اعم از مجاری هاورس و کانالیکولی و دور مغز استخوان) و بافت همبند متراکم منظم است (RDCT) - حاوی سلول‌های:

- osteogenic-1
- osteoblast-2
- osteoclast-3



شکل 4- استخوان سازی





Cell type	Function	Location
Osteogenic cells	Develop in osteoblast	Deep layers of the periosteum and the marrow
Osteoblast	Bone formation	Growing portions of bone, including periosteum and endosteum
Osteocytes	Maintain mineral concentration of matrix	Entrapped in matrix
Osteoclasts	Bone resorption	Bone surfaces and at sites of old, injured, or unneeded bone

شکل 3- انواع سلول های استخوانی

ماتریکس استخوان:

ماتریکس استخوان از دو بخش تشکیل شده است:

ترکیبات آلی: از ترکیب های ماتریکس، هیدروکسی آپاتیت استئوکلستین ها و bone forming proteins (BFPs) را می توان نام برد. این رشته های پروتئینی با کلسیم اتصال دارند. BFP ها توسط هر سه نوع سلول استخوانی osteoblast/cyte/clast ساخته شده و ساخته شدن و شکل استخوان ها را تنظیم می کند.

مواد معدنی: یون های معدنی در استخوان به صورت بلور دیده می شوند. از این یون ها می توان به Na, K, Ca و ... اشاره کرد.



اجزای سیستم هاورس:

بخش	ویژگی و توضیحات	نکات مهم
ساختار کلی سیستم هاورس	سلول‌ها + فیبر + ماتریکس که به صورت ستون‌های استوانه‌ای منظم از بیرون به داخل کاهش قطر دارند.	مشابه آنتن‌های تلفن یا بی‌سیم، در لایه‌های متحدالمرکز استخوان یافت می‌شود.
لاملا (Lamellae)	توسط کلاژن ساخته می‌شوند	ایجادکننده نظم سلولی در استخوان
استئوبلاست‌ها و استئوسیت‌ها	استئوبلاست‌ها در مرکز و استئوسیت‌ها در حاشیه سیستم‌ها هاورس قرار دارند، حلقه‌های خارجی‌تر پیرتر و قدیمی‌تر هستند	استئوبلاست‌ها استخوان‌ساز و فعال‌تر هستند، استئوسیت‌ها نقش نگهداری دارند.
کانالیکولی‌ها - (canaliculi) \cytoplasmic processes-	زوائد استخوانی (مجاری بسیار ریز) که باعث ارتباط سلول‌های استخوانی با یکدیگر می‌شوند	انتقال درد از ناحیه موضعی یک استخوان به دیگر استخوان‌ها که باعث کاهش درد حس شده توسط شخص می‌شود
مجرای مرکزی (Central Canal)	محل عبور رگ‌های خونی و مواد غذایی، تأمین‌کننده نیاز سلول‌های استخوانی داخلی‌تر و خارجی‌تر	سیستم تغذیه سلول‌های استخوانی از داخل‌ترین سلول‌ها به خارجی‌ترین سلول‌ها
کانال وولکمن (Volkman's Canal)	کانال‌های کوچکی که باعث ارتباط عرضی و مایل سیستم‌های هاورس و ارتباط آنها با یکدیگر، سطح استخوان و مغز استخوان می‌شوند	مسیر عبور اعصاب و رگ‌های خونی برای ارتباط بین سیستم‌های هاورس.
هیدروکسی آپاتیت	ماده معدنی اصلی که باعث سختی و استحکام بافت استخوانی می‌شود	عامل آهکی‌شدن استخوان و ایجاد ساختار محکم.

● **نکته:** در بافت استخوان سلول‌های با فعالیت ترشحی بیشتر، دارای سیستم گلژی و شبکه آندوپلاسمی خشن (RER) گسترده‌تر هستند.

● **نکته:** اتصالات سلول‌های استخوانی بین کانالیکولی‌ها از نوع (اتصالات سوراخ‌دار) Gap Junctions است که در صورت قطع شدن باعث ایجاد سرطان در این بافت نیز می‌شود.

● **نکته:** در لاملاهای دور از مجرای مرکزی osteocyte ها فعال هستند و در لاملاهای نزدیک مجرای مرکزی osteoblast ها فعال هستند



استخوان در بدن انسان:

(1) بالغ (mature)

(2) نابالغ (unmature)

استخوان نابالغ:

سیستم هاورس ندارد. کلاژن و ماده زمینه آهکی و سلول‌های استخوان‌ساز دارد.

سه مثال از استخوان نابالغ در بدن: Skull Sutures (سوچرهای جمجمه‌ای) - استخوان نابالغ متصل به دندان‌ها و از طرفی دیگر متصل به استخوان فک (Alveolar bone) - انتهای تاندون در اتصال به استخوان

استخوان بالغ:

اگر از سیستم هاورس منظم ساخته شده باشد: compact bone (استخوان فشرده)

اگر از سیستم هاورس نامنظم ساخته شده باشد: Spongy bone (استخوان اسفنجی)

نام‌های دیگر استفاده شده برای استخوان فشرده Cortical و برای استخوان اسفنجی Cancellus است. کل استخوان‌های بدن در محیط فشرده و در مرکز اسفنجی هستند.

در جمجمه ضخامت ناحیه متراکم از اسفنجی بیشتر است؛ ولی در لگن ناحیه اسفنجی بیشتر.

استحکام استخوان به بخش متراکم آن بستگی دارد. در همه استخوان‌ها ناحیه متراکم در حاشیه و ناحیه اسفنجی در مرکز قرار دارد.

مغز استخوان یک جوان، پُرتر از یک بالغ (که سن بیشتری دارد) است.

هر چقدر لومل (سوراخ مجرای مرکز هاورس) گشادتر باشد پیرتر است. هرچقدر این فضا تنگ‌تر باشد آن سیستم هاورس جوان‌تر است. این نوع تشخیص فقط برای قسمت متراکم کاربرد دارد و نه اسفنجی.





نمونه سوالات

1- کدام یک از موارد زیر در ساختار بافت شناسی استخوان مشاهده می‌شود؟

- ۱ (کندرونکتین)
- ۲ (رشته‌های الاستیک)
- ۳ (پری‌کندریوم)
- ۴ (سیستم هاورس)

2- در کدام قسمت از ساختار بافت شناسی استخوان استئوکلاست مشاهده می‌شود؟

- الف. اندوست
- ب. ماده زمینه‌ای
- ج. پری‌کندریوم
- د. پرویست

3- کدام یک از انواع بافت استخوان، سیستم هاورس منظم مشاهده می‌شود؟

- الف. نابالغ
- ب. فشرده
- ج. بالغ
- د. اسفنجی

4- در کدامیک از انواع رشد بافت استخوان، سیستم‌های هاورس از داخل تخریب و از بیرون ساخته می‌شود؟

- الف. طولی
- ب. بینابینی
- ج. عرضی
- د. هیچکدام



5- در کدامیک از موارد زیر در ساختار بافت‌شناسی آن، سلول‌های شبیه کندروبلاست مشاهده می‌شود؟

الف. پری‌کندریوم

ب. اندوستئوم

ج. ماده زمینه‌ای

د. پریوستئوم

6- در کدامیک از موارد زیر در ساختار بافت‌شناسی آن، پرده سینویال مشاهده می‌شود؟

الف. مفصل ثابت فیروز

ب. مفصل ثابت استخوانی

ج. مفصل متحرک

د. مفصل غضروفی

7- در کدام قسمت از ساختار بافت‌شناسی بافت استخوان لایه رشته‌ای مشاهده می‌شود؟

الف. پریستئوم

ب. هاورس میانی

ج. مجرای ولکمن

د. هاورس مرکزی

8- در ساختار بافت‌شناسی کدامیک از انواع بافت استخوان سیستم هاورس مشاهده نمی‌شود؟

الف. نابالغ

ب. بالغ

ج. اسفنجی

د. متراکم





9- در کدامیک از موارد زیر در ساختار بافت شناسی آن، پرده سینویال مشاهده می‌شود؟

- الف. مفصل ثابت فیبرو
- ب. مفصل ثابت استخوانی
- ج. بافت غضروفی فیبرو
- د. مفصل متحرک

10- در ساختار میکروسکوپی کدام قسمت از بافت مفصل سلول F مشاهده می‌شود؟

- الف. پرده سینوویال
- ب. غضروفی مفصلی
- ج. مایع مفصلی
- د. فضای مفصلی

11- در ساختار میکروسکوپی صفحه رشد استخوان دراز کدامیک از سلول‌های زیر مشاهده می‌شود؟

- الف. کندرو بلاست
- ب. کندرو کلاست
- ج. استئوکلاست
- د. شبه کندرو بلاست

12- در ساختار میکروسکوپی کدام یک از موارد دستگاه هورس نامنظم مشاهده می‌شود؟

- الف. استخوان متراکم
- ب. استخوان اسفنجی
- ج. غضروف مفصلی
- د. استخوان الوئلا





١) ٤

٢) الف

٣) ب

٤) ج

٥) الف

٦) ج

٧) الف

٨) ج

٩) د

١٠) الف

١١) د

١٢) ب





جلسه چهارم

بافت غضروفی و

استخوانی (2)

• استخوان سازی یا Ossification

• صفحه رشد استخوان

• رشد طولی استخوان

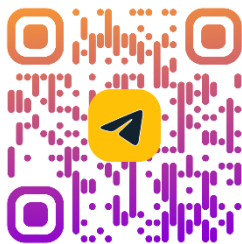
• رشد عرضی استخوان

• سیستم هاورس

• مفصل

• مفاصل متحرک

• نمونه سوالات



ویدیو کلاس



1403
TUMS

تایپ

آرشم عسکری (سرگروه)

ملینا علیزاده

زهرا عزیزپور

امیرپارسا کلانتری

ویراستاران علمی

مهرسا لاوری (سر ویراستار)

آروین غلام زاده

امیر حسین محمد علیزاده

فاطمه هدهدی

ویراست ادبی

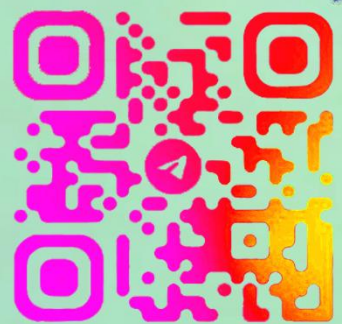
محمد علی افسرده

نمونه سوالات

امیروالا کریم پور

تدوینگر

آروین غلام زاده



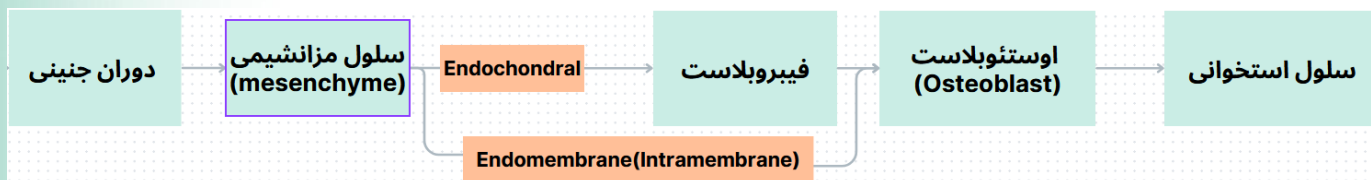


استخوان سازی یا Ossification

استخوان سازی در دو دوران مختلف صورت می گیرد: 1- دوران جنینی 2- دوران پسا جنینی

1- استخوان سازی در دوران جنینی

در این دوران استخوان سازی به دو روش انجام می شود:



الف) درون غضروفی یا Endochondral

در این نوع از استخوان سازی سلول مزانشیمی ابتدا غضروف را می سازد و سپس به هنگام تولد، به تدریج سلول های غضروفی استخوانی می شوند.

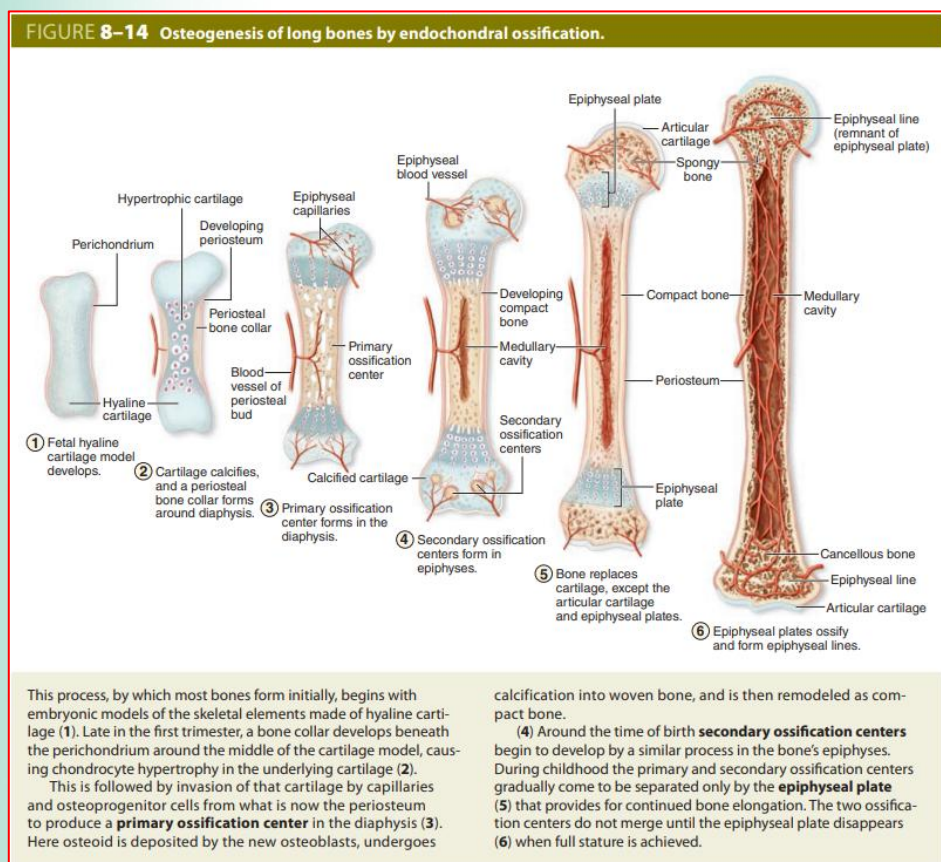
یادآوری: سلول های مزانشیمی سلول هایی ستاره ای شکل بودند که توسط زوائد سیتوپلاسمی به هم اتصال داشتند و همچنین دارای هسته ای گرد و بزرگ اند که $3/4$ سیتوپلاسم را شامل می شود. (شکل 1)

❖ مسیر استخوان سازی در این نوع از استخوان سازی به شرح زیر است:
سلول مزانشیمی ⇨ سلول فیبروبلاست (سلول و هسته دوکی شکل) ⇨ سلول اوستئوبلاست

⇨ سلول
اوستئوسیت
سلول
استخوانی

🔴 نکته: پروتئین های WMT^2 و $NOTCH^2$ ، وظیفه سیگنال دهی و راهنمایی در مسیر بالا را بر عهده دارند.

💎 جان کوئیرا: پس از تولد هم برخی استخوان ها نظیر بیشتر استخوان های جمجمه، فک، اسکاپولا و کلاویکل نیز به این صورت به رشد خود ادامه می دهند.



شکل 1- استخوان سازی درون غضروفی

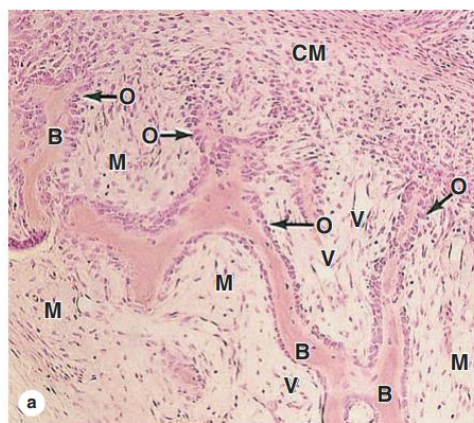
است که در مسیر سیگنال دهی سلول ها فعالیت میکند. NOTCH به احتمال زیاد منظور استاد پروتئین ²



ب) درون‌غشایی یا Endomembrane

این مسیر مشابه مسیر استخوان‌سازی درون‌غضروفی است با این تفاوت که در اینجا سلول مزانشیمی مستقیماً به سلول اوستئوبلاست تبدیل می‌شود بنابراین فیبروبلاست نداریم. (شکل 2)

FIGURE 8-13 Intramembranous ossification.



(a) برش مقطعی از کالبد جنین خوک که در حال استخوان‌سازی درون‌غضروفی است. نواحی (M) سلول‌های مزانشیمی عادی و نواحی (CM) سلول‌های مزانشیمی فشرده‌اند که در نزدیکی لایه‌های جدید استئوبلاست‌ها (O) هستند. برخی از استئوبلاست‌ها ماتریکس بین‌سلولی استخوان (B) را ترشح کرده. در میان نواحی تازک استخوان سازی شده چندین میتون رگ‌های کوچک (V) را مشاهده کرد. (بزرگ‌نمایی 40× رنگ آمیزی =)

جان کوئیرا

این نوع از استخوان‌سازی در جنین‌شناسی به طور مفصل شرح داده خواهد شد.

بعد از تولد، همچنان پروتئین‌های مختلفی وظیفه هدایت فرآیندهای بدن برای رشد دادن اعضا را بر عهده دارند؛ با شناسایی این پروتئین‌ها محققان توانسته‌اند در محیط کشت، ترمیم و بازسازی اندام‌هایی مانند انگشتان را انجام دهند. مثلاً در هنگام قطع انگشت و نیاز به بازسازی، انگشت بیمار را طی جراحی در پرده صفاق وی قرار داده تا تغذیه شود؛ سپس بعد از بازسازی، استخوان آن را خارج کرده و پیوند می‌زنند. (فاقد اهمیت امتحانی)

سلول‌های مهم دخیل در فرآیند استخوان‌سازی عبارتند از:

1- سلول اوستئوژنیک

دارای ژن‌های فعالی هست که در ساخت استخوان نقش دارند. در لایه داخلی پریوستئوم و اندوستئوم حضور دارد.

2- سلول اوستئوبلاست

از تمایز سلول‌های اوستئوژنیک حاصل می‌شوند و در اندوستئوم و کانال مرکزی استخوان حضور دارند.

3- سلول اوستئوکلاست

این سلول‌ها از ادغام چند مونوسیت خون ایجاد شده‌اند. دائماً سلول‌های استخوانی را تخریب کرده و آن‌ها را با سلول‌های جدید جایگزین می‌کند. (Remodeling)

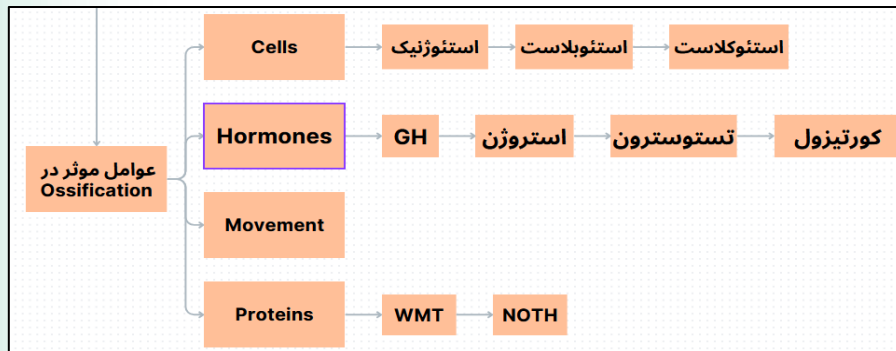
○ نکته: سلول‌های اوستئوژنیک و اوستئوبلاست توسط پروتئین‌های WMT و NOTH، اما سلول‌های اوستئوکلاست توسط هورمون‌های GH یا رشد در هردو جنس، استروژن در خانم‌ها، و تستوسترون در آقایان هدایت می‌شوند.





سلول اوستئوکلاست همچنین به واسطه تأثیر هورمون‌های نام برده شده باعث تراش استخوان و ایجاد شکل معمول در آنها می‌شود.

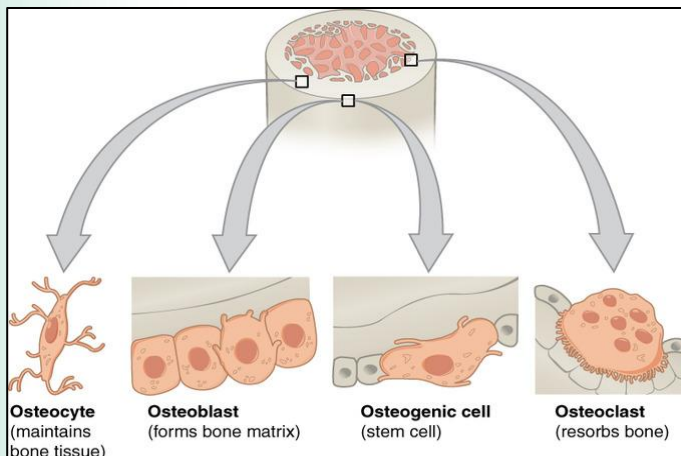
نکته: در هنگام استرس با ترشح کورتیزول از غده آدرنال، سلول‌های اوستئوکلاست دچار تشدید فعالیت شده و استخوان‌ها را بیشتر از حد معمول تخریب می‌کنند که در نهایت به پوکی استخوان منجر خواهد شد.



با نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود استخوان‌سازی با حضور عواملی از جمله سلول‌های دخیل، پروتئین‌های هدایت‌گر،

شکل 3- عوامل موثر بر استخوان‌سازی

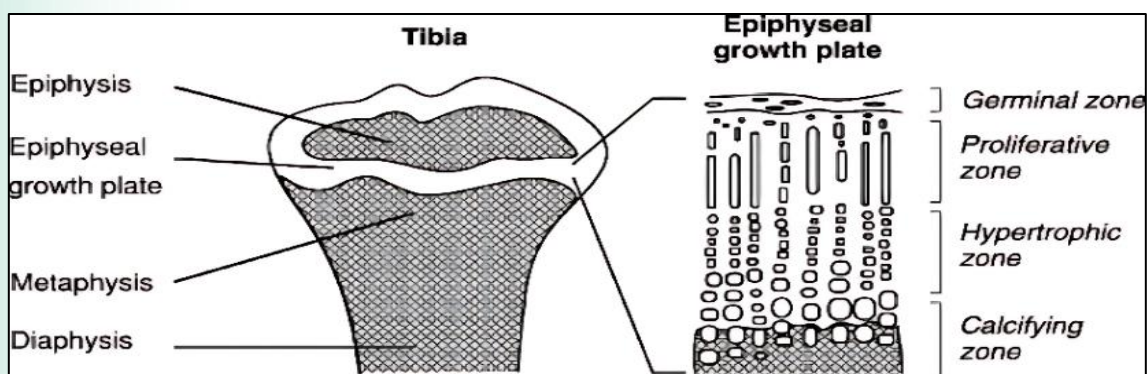
هورمون‌ها و حرکت اتفاق می‌افتد. (شکل 3)



جان کوئیرا: در رفرنس به طور کلی استخوان را شامل ماتریکس بین سلولی کلسیمی شده و 3 نوع سلول اصلی این بافت میدانند که شامل سلول‌های روبرو هستند: Osteocytes/Osteoblasts/Osteoclasts

صفحه رشد استخوان

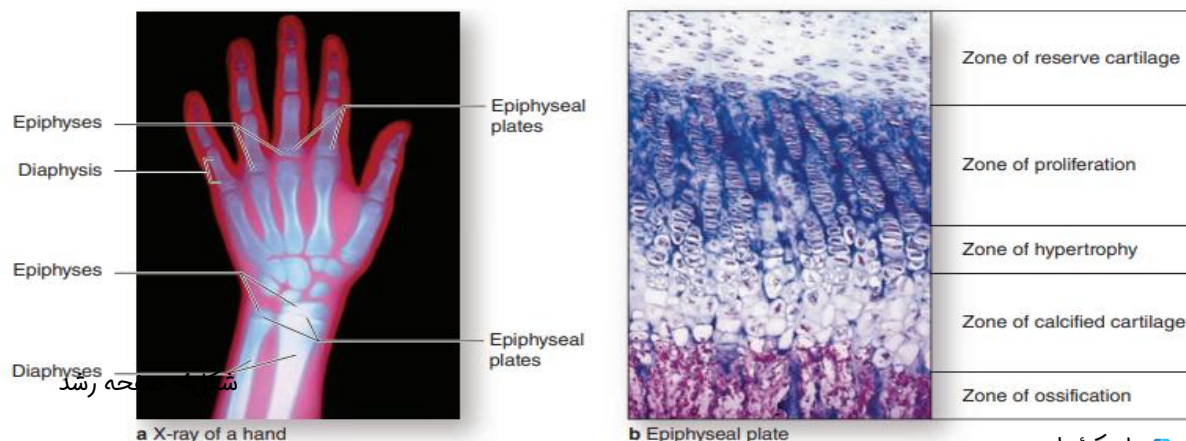
این صفحه در ناحیه متافیزی استخوان‌های دراز قرار دارد و به آن صفحه متافیزی یا صفحه رشد استخوانی می‌گویند که به حالت جنینی باقی است؛ زیرا در مرحله غضروفی بودن، باقی مانده و به استخوان تبدیل نمی‌شود. صفحه رشد در واقع لایه‌ای سلولی است که از سلول‌های در حال استراحت (Resting Cell) تشکیل شده است. (شکل 4 و 5)





نکته: این سلول‌ها، نوعی سلول بنیادی (Stem Cell)، و یا سلول‌های دارای استعداد جهت تمایز به سلول‌های مختلف (Multi-Potential Cell) نیز هستند.

FIGURE 8-16 Epiphyseal growth plate: Locations and zones of activity.



جان کوئیرا

مرکز استخوان سازی اولیه (بزرگ و در حال رشد) در استخوان های دراز و مرکز استخوان سازی اولیه ثانویه در اپی فیز توسط صفحه ای غضروفی به نام صفحه اپی فیز در تمام استخوان های در حال رشد جدا میشوند. (a) صفحات اپی فیز میتواند توسط تصویر برداری ایکس-ری از دست یک کودک، به صورت مناطق مرکزی کمتر متراکم از مناطق استخوان سازی متراکم شناسایی شود. شکل-5 صفحه رشد

(b) از اپی فیز تا دیافیز 5 منطقه کلی حاوی سلول های تخصص یافته از بالا به پایین بدین صورت میباشد:
1- محدوده ای حاوی غضروف هیالین به صورت ذخیره 2- غضروف حاوی کندرو بلاست های در حال گسترش که به صورت خطی و متراکم در حفرات غضروفی قرار دارند 3- غضروف که شامل سلول های هم تراز در حال افزایش اندازه و ماتریکس متراکم است 4- منطقه ای که کندروسیت ها در حال ناپدید شدن و ماتریکس در حال کلسیفی شدن است 5- منطقه ای تحت عنوان استخوان سازی که رگ های خونی و استئوبلاست ها به حفرات غضروفی قدیمی هجوم میبرند و حفرات مرکزی و استخوان مانند برای استخوان جدید فراهم میکنند. (بزرگ نمایی *100- رنگ آمیزی H&E)

رشد طولی استخوان

سلول‌های رستینگ در ابتدا با اثر هورمون رشد و سپس پروتئین NOTH (سیگنال دهنده)، به طور کنترل شده سبب رشد استخوان در جهت خاصی می‌شوند. پروتئین NOTH به عنوان پیامبر سبب افزایش تعداد (Proliferation) سلول‌های رستینگ می‌شوند؛ در اثر این افزایش تعداد، منطقه‌ای در زیر لایه‌ی ابتدایی به عنوان Proliferation Zone به وجود می‌آید. سلول‌های ناحیه جدید با دریافت مواد غذایی زیاد، بزرگ‌تر شده و Hypertrophy Zone (منطقه حاوی سلول‌های چاق) به وجود می‌آید. این چاق شدن سلول سبب جذب بیشتر املاحی مثل یون کلسیم می‌شود؛ یون کلسیم نیز با حضور خود، pH سلول‌ها را تغییر داده و سبب مرگ سلول‌ها (Debris of cell) می‌شود.

جان کوئیرا: استخوان سازی ابتدا درون یک یقه استخوانی انجام می‌شود. یقه استخوانی توسط استئوبلاست‌ها تشکیل می‌شوند، که این استئوبلاست‌ها درون پری کندریوم تبدیل به پریوستئوم می‌شوند و اطراف مدل دیافیزی غضروف تمایز می‌یابند. یقه استخوانی با ممانعت از انتشار اکسیژن و مواد غذایی به غضروف زیرین باعث می‌شود تا غضروف‌های موضعی متورم شوند؛ به این حالت هایپر تروفی گفته می‌شود.

مرگ سلول‌ها باعث فعال شدن اوستئوبلاست‌ها در اندوستئوم استخوان شده و این سلول‌ها از مرکز شروع به استخوان‌سازی می‌کنند و سامانه‌های هاورس را می‌سازند؛ این امر سبب افزایش طول استخوان می‌شود.

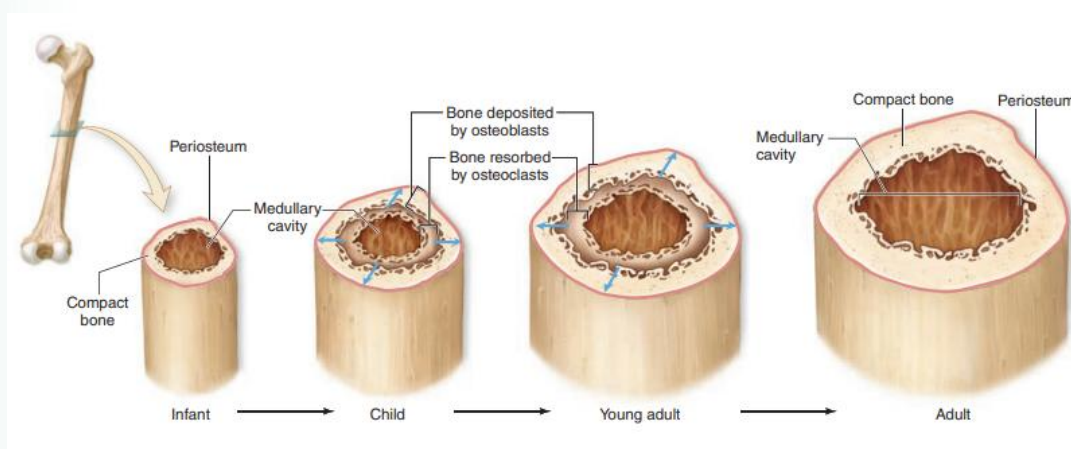


نکته: سلول‌های اوستئوکلاست با فعالیت خودشان باعث تراش استخوان و ممانعت از کج رشد کردن آن می‌گردند.

نکته: به عنوان نتیجه‌گیری مهم یادمان باشد که افزایش طول استخوان از طریق ساخت هاورس‌ها از مرکز استخوان صورت می‌گیرد.

رشد عرضی استخوان

رشد عرضی از اواخر دوران جوانی تا میانسالی در جریان است. هورمون GH و پروتئین سیگنال بر روی سلول‌های اوستئوژنیک در پریوستئوم استخوان اثر می‌گذارند؛ زیرا این سلول دارای رسپتور مخصوص آنهاست. با دریافت پیام، سلول اوستئوژنیک به سلول اوستئوبلاست تبدیل شده و این سلول سامانه‌های هاورس جدیدی می‌سازد. هاورس‌های ساخته شده به صورت محیطی دور استخوان قرار می‌گیرند و سبب افزایش قطر استخوان می‌شوند. (شکل 6)



شکل 6- رشد عرضی استخوان

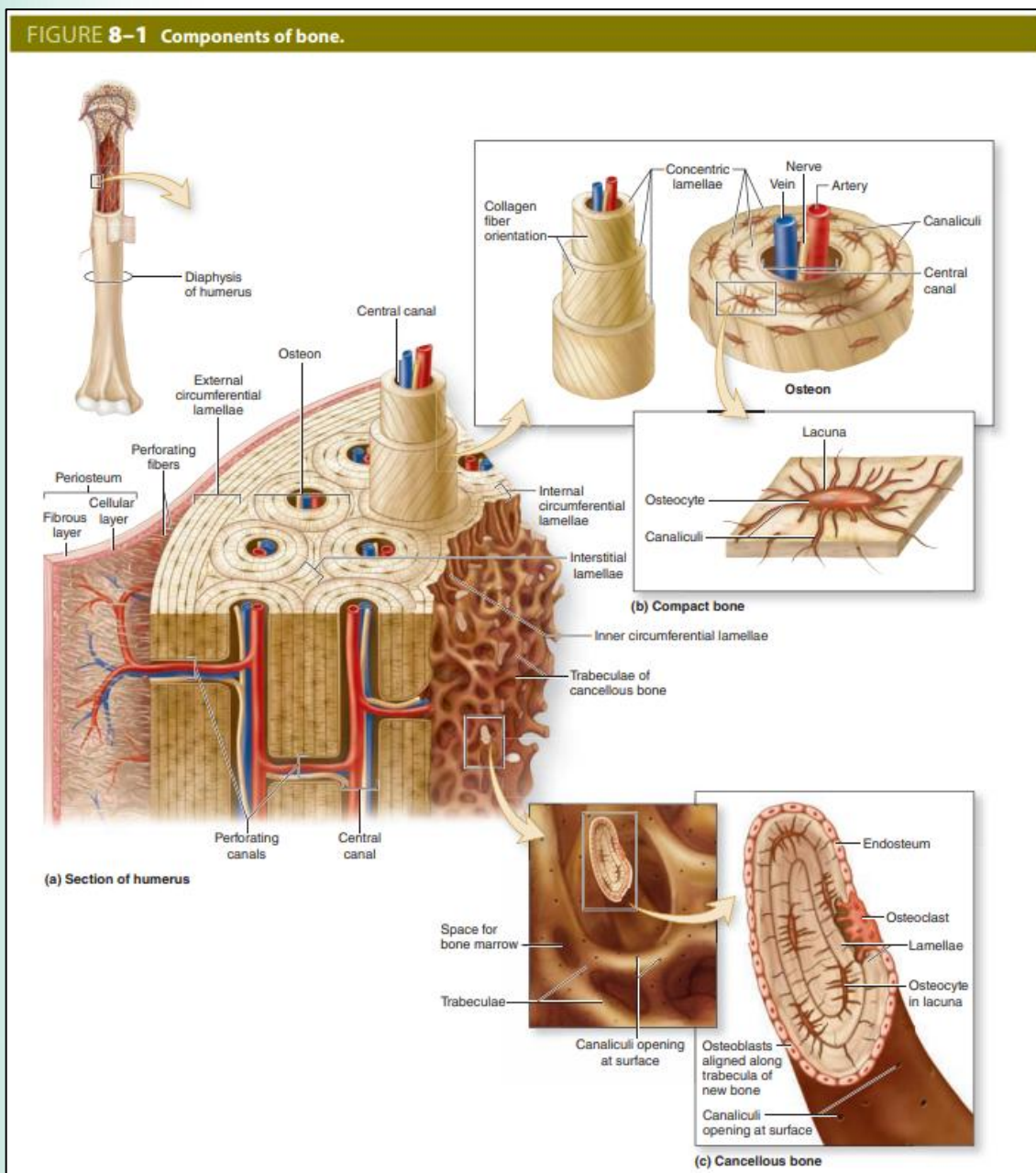
استئوبلاست استخوان سازی می‌کند و سیستم‌های هاورس را در کنار یکدیگر می‌سازد. یعنی بر قطر استخوان افزوده می‌شود نه بر طول آن.

با افزایش سن دیواره استخوان نازک می‌شود و لومن داخلی استخوان افزایش قطر پیدا می‌کند و مغز استخوان از قرمز به زرد تبدیل می‌شود. پس به طور طبیعی باید با افزایش سن شاهد کاهش وزن باشیم.

در دوران کودکی نوجوانی و جوانی با افزایش طول استخوان (Remodeling استخوان) و در دوره میانسالی و پیری با پهن شدن استخوان (تخریب) مواجه هستیم. پس انسان در تمام عمرش دچار تغییر در استخوان است.

افرادی که دچار کمبود ویتامین دی هستند علاوه بر پوکی استخوان، در معرض ابتلاء به افسردگی نیز می‌باشند.

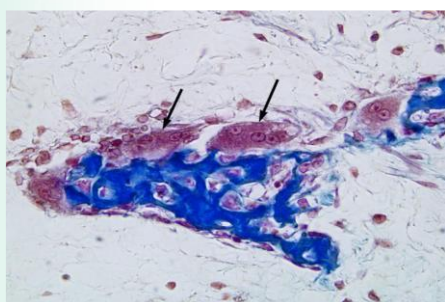
سیستم هاورس (شکل 7)



شکل 7- سیستم هاورس

سیستم‌های هاورس از بالا به صورت دوایر متحد المركز و از کنار مثل آنتن‌های رادیو است.

فرق سیستم هاورس جدید و قدیم در چیست؟



شکل 8- تفاوت بافت قدیمی و جدید در رنگ آمیزی H&E

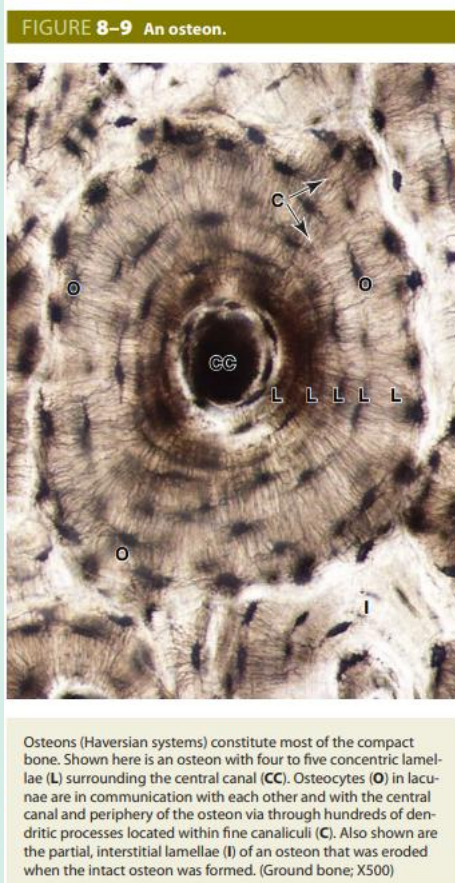
یادآوری: رنگ آمیزی H&E نشان داد که هر کجا زمینه پروئینی باشد که تازه شکل گرفته، بنفش رنگ و هر کجا زمینه‌ای باشد که پروتئین‌ها در قدیم ساخته شده باشند و ماندگاری بافت داریم، صورتی رنگ می‌شود.



ریر میکروسکوپ با مشاهده ی کم رنگ یا پر رنگ بودن بافت استخوان عمر قسمت استخوانی را تشخیص می‌دهیم. مثلاً اگر جدید باشد بازوفیل مایل به بنفش اگر قدیم باشد صورتی و اگر بسیار قدیمی باشد صورتی متمایل به قرمز است. (شکل 8)

در مرکز کانال مرکزی هاورس پرده نازکی به نام اندوستئوم وجود دارد که در آن سلول‌های

استئوژنیک قرار گرفته‌اند و سیستم هاورس جدید می‌سازند. در حالت جوانی لومن تنگ است به این دلیل که استخوان سازی از مرکز رخ می‌دهد.



شکل 9- فضای لاکونا

برعکس آن در دوران پیری در ناحیه محیطی سلول‌های استئوبلاست شروع به استخوان سازی می‌کنند و در اثر فعالیت استئوکلاست‌های اندوستئوم لومن استخوان گشاد شده و ضخامت دیواره استخوان کاهش می‌یابد. در نتیجه مقاومت آن نسبت به فشار کاهش می‌یابد.

وقتی سن بالا می‌رود جذب مواد غذایی کاهش یافته و ماده معدنی استخوان نیز کم می‌شود؛ بنابراین سامانه‌های هاورسی که قدیمی‌تر هستند، در محیط قرار گرفته‌اند و ماده معدنی و پروتئین بیشتری داشته و مقاوم‌تر هستند.

در جوانی رنگ صورتی از مرکز به محیط افزایش پیدا می‌کند و در پیری بر عکس این موضوع است. اگر پروتئین به سمت تخریب برود اسیدوفیل می‌شود.

در استخوان‌های پهن، سلول‌های مزانشیمی که ستاره‌ای شکل هستند، تبدیل به استئوبلاست می‌شوند و استخوان سازی صورت می‌گیرد.

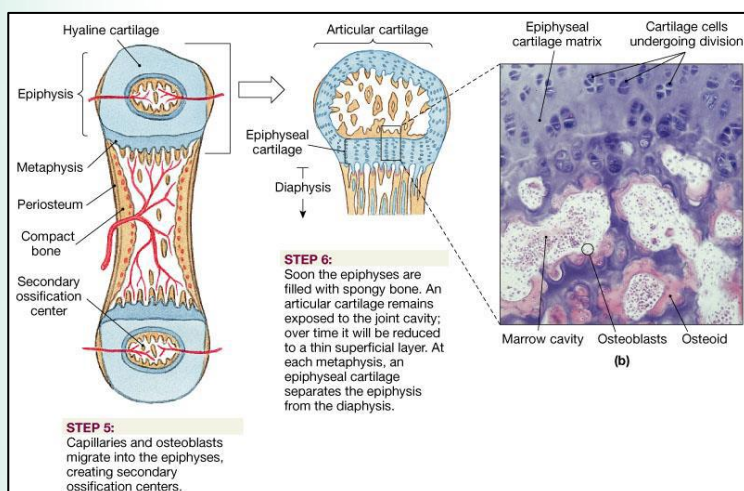
در حالت عادی در استخوان لاکونا وجود ندارد ولی علت دیده شدن آن عمل آبدیاری است که باعث می‌شود بین سلول و ماده مترشح از سلول، فضایی به وجود آید که لاکونا نامیده می‌شود. (شکل 9)

○ نکته: به طور طبیعی در زمانی که سلول‌های هایپر تروفی شده از بین می‌روند نیز شاهد وجود لاکوناها خواهیم بود.

شیر مادر را می‌گیریم و مقداری حرارت می‌دهیم، شیر را با کمی روغن سالم مخلوط می‌کنیم و دیواره‌های لیگامان‌های اندام فوقانی کودک را ماساژ می‌دهیم و یک نایلون هم روی آن قرار می‌دهیم تا گرم بماند. دلیل اینکه از روغن استفاده کردیم این است که بعد از آب، بیشترین ماده‌ای که یک سلول را تشکیل می‌دهد، چربی است. دلیل استفاده از شیر هم وجود املاح معدنی و پروتئین (که جزو سیگنال‌های ایجاد کننده مسیر هستند) است که باعث ترمیم لیگامان‌ها می‌شوند.



در یقه استخوانی (Bone Collar) یک رگ خونی وارد استخوان می‌شود که جوانه‌های عروقی را ایجاد می‌کند و این جوانه‌های عروقی دارای سلول‌های اندوتلیال (Endothelial) هستند. این

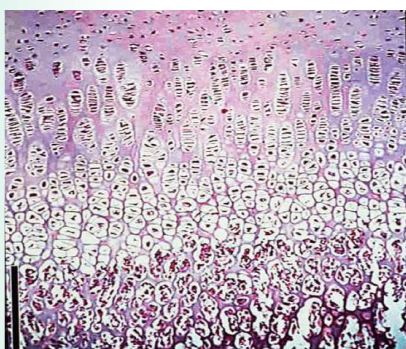


شکل 10- صفحه رشد و ورود رگ خونی

سلول‌های اندوتلیالی و سلول‌های محاط کننده که Undifferentiated هستند، Differentiated Cell می‌شوند و تبدیل به سلول‌های استخوانی می‌شوند و از قسمت دیافیز یا مرکز استخوان، بر اساس ماکت سلولی ساخته می‌شوند. کل غضروف نیز به تدریج هضم شده و استخوان شکل می‌گیرد. (شکل 10)

● نکته: استخوان‌ها به تدریج استخوانی می‌شوند؛ لذا تا زمانی که استخوان‌های کودک غضروفی هستند، فشاری به آن نمی‌آوریم و اجازه نمی‌دهیم زیاد راه برود یا بنشیند.

● نکته: کودکی که از نظر اسکلتال خوب باشد، هم کمتر مریض می‌شود و هم طول عمری توام با سلامت دارد.



شکل 11- سلول‌های صفحه متافیز

صفحه متافیز از بالا به پایین به ترتیب دارای نواحی Resting، Proliferation، Hypertrophy است و در پایین حالت ریزش و توام با مرگ به آن دست می‌دهد. در قسمت Endosteum، سلول‌های Osteoblast تمایز می‌یابند و به طول استخوان افزوده می‌شود.

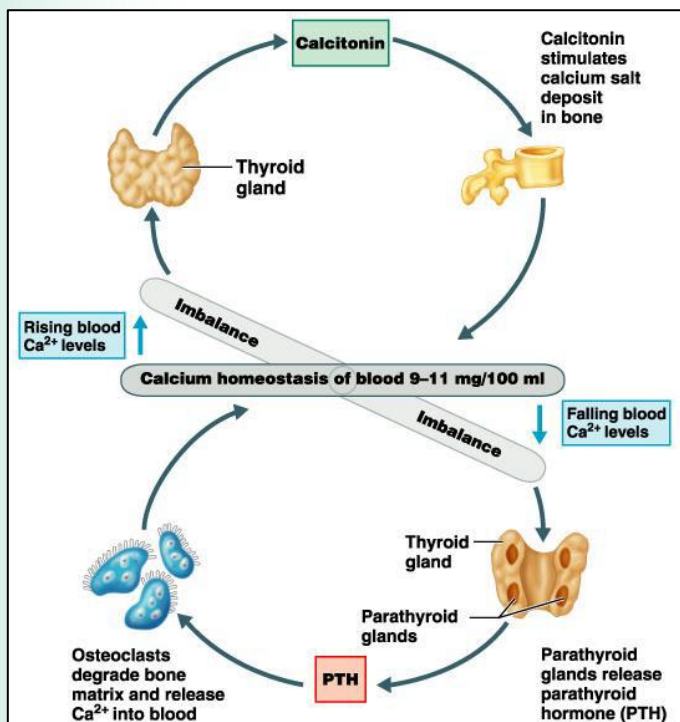
دائم سیستم‌های هاورس (Haversian Systems) افزایش طول پیدا می‌کنند.³ (شکل 11)

³ البته در سنین بالا در حالت rest هستند.





نکته: لومن که گشاد می‌شود، قطر دیواره کاهش می‌یابد؛ پس استحکام استخوان کاهش می‌یابد و نمی‌تواند وزن بالای بدن را تحمل کند.



شکل 12- اثر کورتیزول بر فعالیت استئوکلاست ها

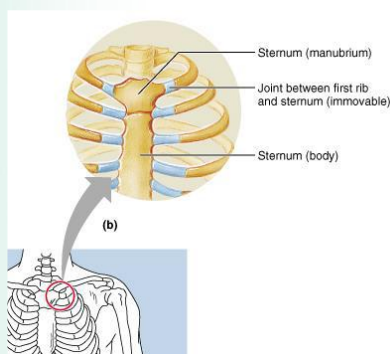
می‌شود تا از افزایش بیش از حد کلسیم خون جلوگیری شود.

نکته: افزایش ترشح کورتیزول نیز باعث فعالیت بیشتر استئوکلاست ها می‌شود. (شکل 12)

مفصل

مفصل‌های بدن دو نوع هستند:

1. Synarthrosis یا ثابت
2. Diarthrosis یا متحرک



شکل 13- مفصل ثابت غضروفی

انواع مفاصل ثابت یا Synarthrosis:

1. مفصل ثابت غضروفی:

به دلیل اینکه بین دو انتهای استخوان، غضروف شفاف وجود دارد، به آن مفصل ثابت غضروفی می‌گویند.

مانند مفصل بین دنده‌ها و جناغ (شکل 13)



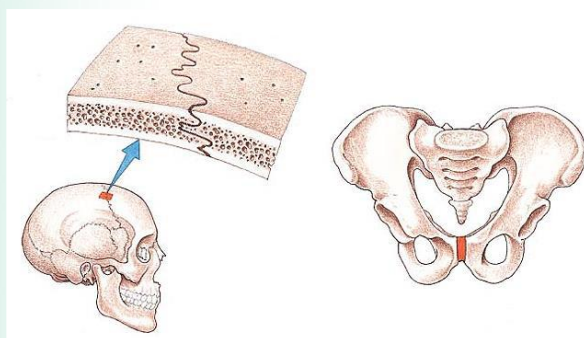


2. مفصل ثابت همبندی:

نام دیگر بافت همبند، بافت دسموزیس (Desmosis) است. به مفصل ثابت همبندی نیز Syndesmosis می‌گویند.

مانند مفصل ثابت همبندی در جمجمه نوزادان و رباط مفصلی بین تیبيوفیولار تحتانی اشاره کرد.

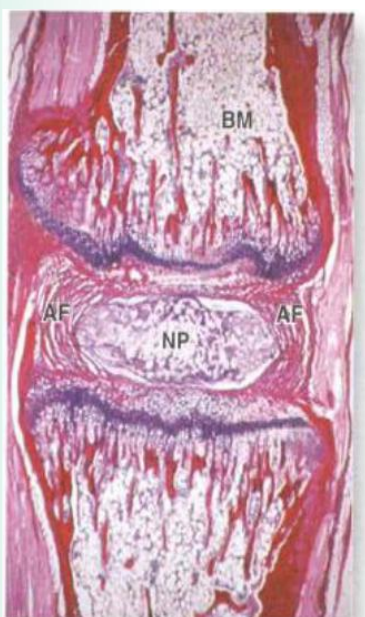
در محل چسبندگی قطعات استخوانی جمجمه⁴، بافت همبند قرار دارد. با افزایش سن، همه این Suture ها از بافت همبندی به استخوانی تبدیل می‌شوند. (تبدیل مفصل ثابت همبندی به استخوانی)



شکل 14- مفصل ثابت استخوانی

3. مفصل ثابت استخوانی:

در این نوع مفصل استخوان‌ها فقط توسط بافت استخوانی به هم متصل می‌شوند و هیچ حرکتی رخ نمی‌دهد. (شکل 14)
مانند جمجمه در افراد بالغ مسن‌تر.



شکل 15- دیسک بین مهره‌ای

دیسک بین مهره‌ای ثابت نیست؛ بلکه آن را متحرک می‌دانیم؛ اما متحرک کامل نه!

ناحیه محیطی در دیسک بین مهره‌ای، بافت فیبروز همبندی است؛ اما در مرکز، ماتریکس و سلول‌های بنیادی قرار گرفته‌اند که می‌توان از آن به عنوان بانک سلول‌های بنیادی استفاده کرد. این بخش همچنین یک هسته ژلاتینی است که به صورت جاذب ضربه عمل می‌کند. (شکل 15)

مفاصل متحرک

اجزای تشکیل دهنده مفصل متحرک (شکل 16)

- 1- Fibrous capsule
- 2- Synovial membrane
- 3- Synovial fluid
- 4- Articular cartilage
- 5- Synovial cavity

⁴ Suture



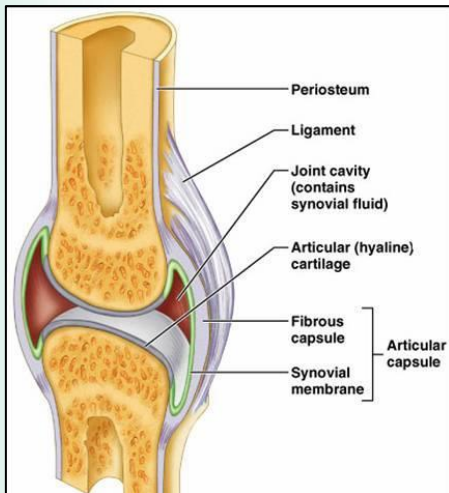


به صفحه انتهایی استخوان، Endplate Bone می‌گویند. صفحات انتهایی استخوان، چون در ناحیه محیطی قرار دارند، ما Compact Bone داریم.

○ نکته: در اپی‌فیز استخوان‌های دراز، بافت استخوانی بیشتر به صورت اسفنجی است و کمتر متراکم است؛ به همین دلیل استحکام آن نسبت به دیافیز کمتر است.

دو انتهای استخوان توسط بافت همبند متراکمی به نام "کپسول" به یکدیگر متصل می‌شوند.

جنس کپسول Dense Connective Tissue است و از نوع Regular Dense Connective Tissue است.



این کپسول دو قسمت دارد:

1. ناحیه بیرونی (ضخیم) از جنس Dense connective tissue
2. ناحیه درونی (نازک) از جنس Loose connective tissue

○ نکته: کلیه اعضای بدن، توسط بافت همبند ساپورت⁵ می‌شوند.

شکل 16- اجزای مفصل متحرک

هرچه از بیرون به سمت داخل برویم، بافت همبند نازک‌تر می‌شود.

بافت همبند داربست اعضای بدن را تشکیل می‌دهد زیرا باعث می‌شود عروق و اعصاب وارد بافت‌های مستحکم مانند استخوان شوند.

وقتی کپسول (Loose areolar connective tissue) به بین دو انتهای استخوان می‌رسد، پرده synovial membrane را می‌سازد.

این پرده یک بافت پوششی است که دارای cell coat، اتصالات سلولی از رأس به قاعده، غشای پایه و Lamina propria می‌باشد.

سلول‌های بافت پوششی این پرده دو نوع هستند:

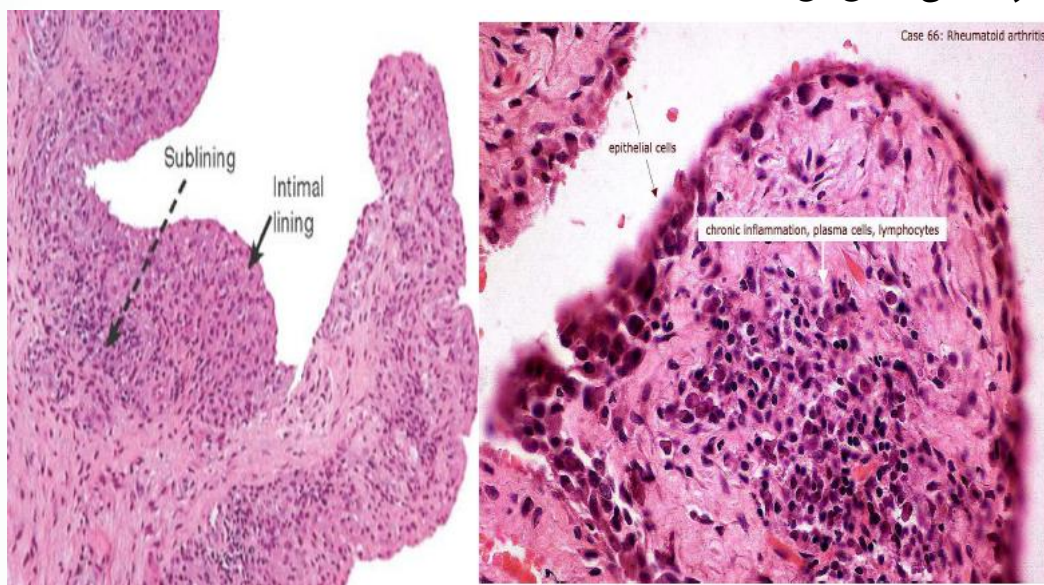
1. فایبروبلاست: پروتئین‌های مایع مفصلی را می‌سازد.

2. ماکروفاژ: این سلول‌ها از مونوسیت‌های خون مشتق شده و بقایای فرسوده شده و سایش یافته مانند پروتئین‌های دناتوره شده را از مایع سینوویال بر می‌دارند.

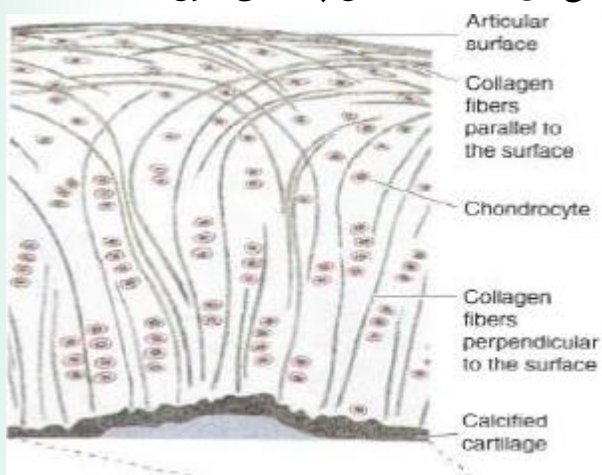
⁵ تغذیه، دفاع در برابر عوامل آزار رسان، ترمیم و...



همان Lamina propria loose areolar connective tissue است که پر از مویرگ‌های خونی و رشته‌های عصبی می‌باشد.



پرده سینوویال مایعی به نام synovial fluid ترشح می‌کند که منشأ آن پلاسمای خون است.



شکل 17- رشته‌های بافت غضروف

اگر غلظت خون افزایش یابد، پلاسمایی که این مایع از آن منشأ می‌گیرد چسبنده می‌شود و بنابراین حرکت استخوان‌ها دچار اختلال می‌گردد.

این مایع دائم جذب و ترشح⁶ می‌شود.

بر روی سر استخوان پرده‌ای غضروفی به نام Articular cartilage قرار دارد که با حرکت مفصل ساییده می‌شود و در دراز مدت این ساییدگی باعث آرتروز مفصلی می‌شود.

در سلول‌های غضروف از پایین به بالا، زاویه رشته‌ها، شکل و مورفولوژی هسته‌ها تغییر می‌کند. (شکل 17)

هرچه به سمت بالا می‌رویم هسته‌ها گردتر و هرچه به سمت ناحیه endplate رویم، هسته‌ها پهن می‌شوند.





نمونه سوالات

1-در کدامیک از موارد زیر در ساختار بافت شناسی غضروف، منطقه سرحدی مشاهده می‌شود؟
(1401 بهمن)

الف) پری کندریوم

ب) اندوستئوم

ج) ماده زمینه‌ای

د) پریوستئوم

2-در ساختار بافت شناسی کدامیک از موارد زیر، رشته های کلاژن نوع دوم مشاهده می‌شود؟
(1401 بهمن)

الف) داربست

ب) بافت غضروف الاستیک

ج) بافت غضروف فیبرو

د) بافت غضروف هیالین

3-در ساختار میکروسکوپی بافت غضروف، مناطق سرحدی در کدام یک از موارد زیر مشاهده می‌شود؟ (بهمن 1402)

الف) (اطاقک ها) لاکونا

ب) کوندرو بلاست

ج) هوشیپ

د) پری کندریوم

4-در ساختار میکروسکوپی کدامیک از موارد زیر استئوکلست مشاهده می‌گردد؟ (بهمن 1402)

الف) پری کندریوم

ب) اندوست

ج) استئوید

د) پوست





5- در ساختار میکروسکوپی کدام قسمت از بافت مفصل سلول F مشاهده می گردد؟ (بهمن 1402)

الف پرده سینوویال

ب غضروف مفصلی

ج مایع مفصلی

د فضای مفصلی

6- در ساختار بافت شناسی از موارد زیر در کدام یک سلول های شبیه کندروبلاست مشاهده می شود ؟
(1401 مهر)

الف (پری کندریم

ب) اندوستئوم

ج) ماده زمینه ای

د) پرئستئوم

7- در ساختار بافت شناسی ماده زمینه ای کدام یک از موارد زیر کانونیتین سولفات مشاهده می شود ؟
(1400 مهر)

الف) بافت سینوویال

ب) بافت غضروف

ج) استخوان

د) پری کندریم

8- در ساختار بافت شناسی کدام یک از نوع غضروف ها اتاقک های منظم همراه با کندروست دیده می شود ؟ (1400 مهر)

الف (الاستیک

ب) پری کندریم

ج) فیبرو

د) هیالین



9- ساختمان پروتئین کلاژن در کدام یک از بافت های زیر به صورت فیبریل است ؟ (1400 مهر)

الف) تاندون

ب) عقده لنفاوی

ج) درم پوست

د) غضروف شفاف

10- در کدام یک از موارد زیربافت غضروف فاقد پری کندریم است ؟ (1399 مهر)

الف) غضروف

ب) غضروف شیار جمجمه

ج) غضروف مفصلی

د) غضروف لاله گوش

11- کدام یک از رشته های زیر در پری کندریم غضروف ارتجاعی بیشتر است ؟ (1399 مهر)

الف) الاستیک

ب) کلاژن

ج) رتیکولار

د) اکسی تالان

کلید سوالات:

سوال 1: گزینه الف

سوال 2: گزینه د

سوال 3: گزینه د

سوال 4: گزینه الف

سوال 5: گزینه الف

سوال 6: گزینه الف

سوال 7: گزینه ب

سوال 8: گزینه ج

سوال 9: گزینه د

سوال 10: گزینه ج

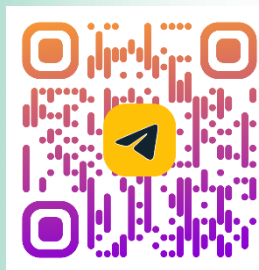
سوال 11: گزینه ب





بافت خون

- خون
- اجزای خون
- پروتئین های پلاسما
- مطالعات بافت شناسی در خون
- انواع انمی
- Leukocytes ها یا گلبول های سفید
- انواع سرطان خون
- Erythrocyte (RBC, Red blood cell)
- ناهنجاری های گلبول قرمز
- انواع گروه های خونی
- انواع هموگلوبین
- لوکوسیت ها (WBC, White blood cells, Leukocytes)
- انواع گرانول ها
- نوتروفیل ها (Neutrophils)
- ائوزینوفیل ها
- بازوفیل ها
- اگرانولوسیت ها
- پلاکت ها
- ناحیه هیالومر
- ناحیه گرانولومر
- خون سازی (Hematopoiesis)
- اریتروپونیز (Erythropoiesis)
- تخعیرات هسته در فرایند Hematopoiesis
- Granulopoiesis
- نمونه سوالات



ویدیو کلاس



۱۴۳۳ TUMS

تایپیسست ها

ارشام عسگری (سرگروه)

زهرا عزیز پور

ملینا علیزاده

امیرحسین نجفی

سرویراستار علمی

مهریه لاوری

ویراستاران علمی

مریم ملکا

نگین حسینی

ویراستار ادبی

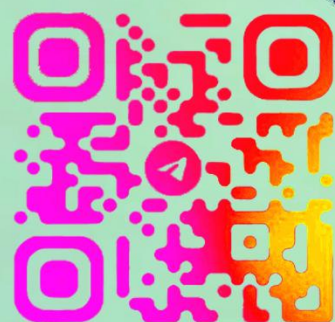
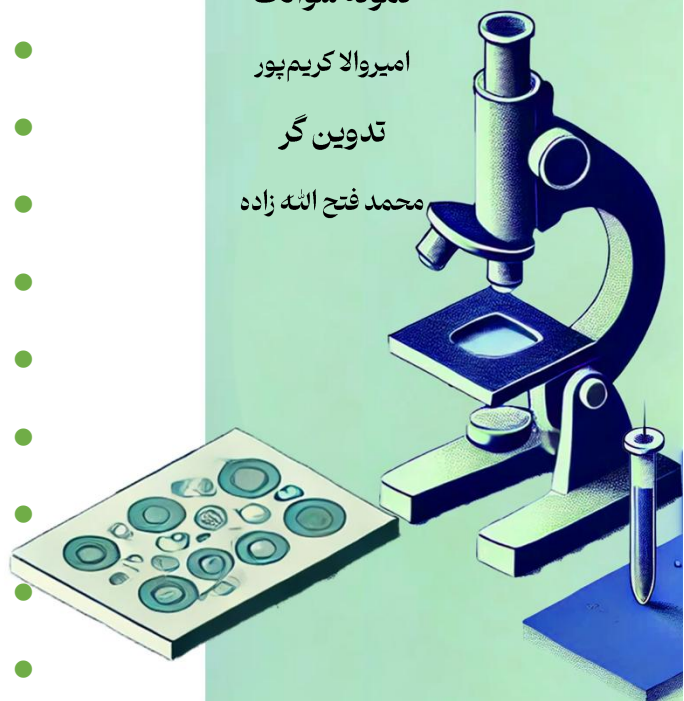
کالین نجاتی

نمونه سوالات

امیروالا کریم پور

تدوین گر

محمد فتح الله زاده





خون

خون نوعی بافت همبند اختصاصی است. تفاوت آن این است که در سیستمی بسته از لوله‌های بدن به نام Circulatory system گردش دارد. خون در رگ‌های خونی حرکت می‌کند. وقتی خون به موینه‌ها می‌رسد به دلیل نازک بودن دیواره و سرعت کم مویرگ، تبادل بین بافت‌ها و خون امکان‌پذیر می‌شود. به این نوع مویرگ، مویرگ مبادله‌ای می‌گویند.

در خون، در حالت عادی رشته نداریم و زمانی که اندوتلیوم جداره مویرگ آسیب ببیند و فرآیند لخته‌شدن شکل بگیرد، فیبرینوژن در پلاسما تحت تاثیر آنزیم‌ها به فیبرین تبدیل می‌شود و در خون، رشته دیده می‌شود.

اجزای خون: (شکل 1)

1) سلول خونی

الف) اریتروسیت

ب) لوکوسیت

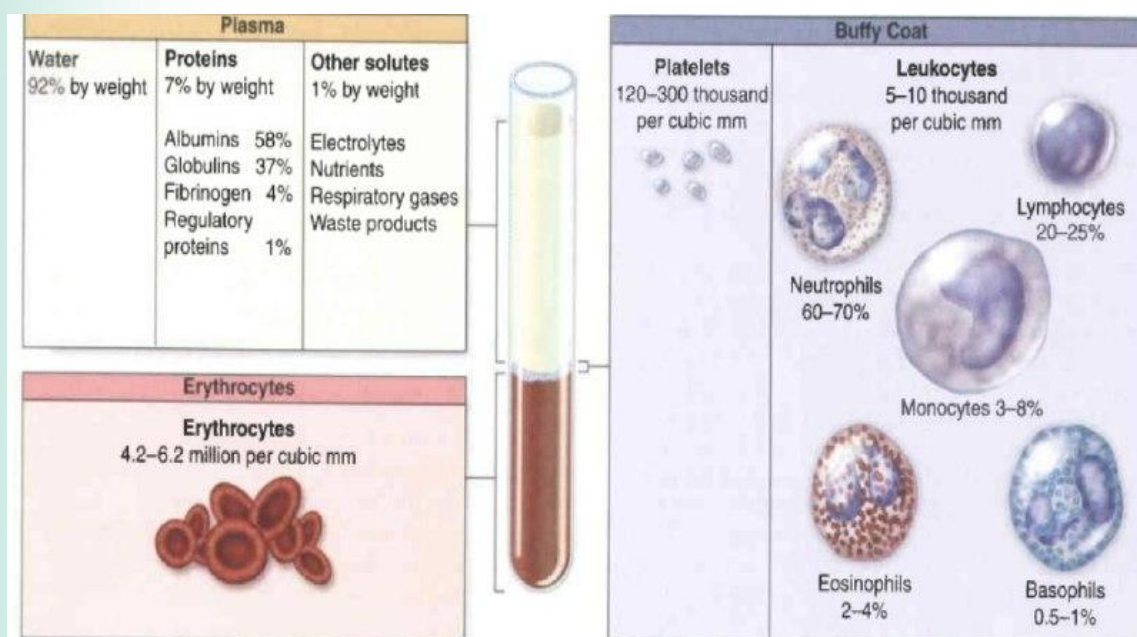
پ) پلاکت‌ها

2) پلاسما

الف) انواع پروتئین

ب) آب

پ) الکترولیت و مواد مغذی و دفعی پلاسما محلولی آبی با $\text{pH} = 7.4$ است که 92% آن آب و 7% آن پروتئین و 1% از آن سایر املاح (مواد مغذی / گازهای تنفسی / الکترولیت‌ها / مواد دفعی) است.



شکل 1- اجزای خون





پروتئین‌های پلاسما: (شکل 2)

- آلبومین: فراوان‌ترین و کوچک‌ترین پروتئین پلاسما است که حفظ فشار را انجام می‌دهد.
- گلوبولین آلفا و بتا: توسط کبد و سایر سلول‌ها تولید می‌شوند و شامل ترانسفرین، انتقال یون‌های فلزی، فیبرونکتین، پروترومبین، پروتئین‌ها، لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی می‌باشند.
- گاما گلوبولین فراوان‌ترین ایمونوگلوبین سرم است. تنها ایمونوگلوبینی است که در زمان جنینی از طریق جفت از مادر به جنین منتقل می‌شود. به همین خاطر نوزاد متولد شده در ماه‌های اول تولدش بسیاری از بیماری‌های عفونی را نمی‌گیرد. در گذشته آمپول گاما گلوبولین در داروخانه بود و برای ایجاد مقاومت در بدن افراد در برابر بیماری‌های ویروسی مثل آبله مرغان استفاده می‌شد (جریان رحمی جفتی - Placenta uterus).
- وظیفه تخریب میکروارگانیسم‌ها و سیستم دفاعی در التهاب را بر عهده دارد. complement protein
- در تشکیل لخته شرکت می‌کند (فیبرینوژن).
- پلاسما لیپوپروتئین‌ها در نقل و انتقال تری‌گلیسریدها و کلسترول نقش دارند.

Protein	Function
Albumin	Maintain colloid osmotic pressure , transport insoluble metabolites
Globulins α and β	Transferrin, Transport metal ions, Fibronectin, Protrombin, protein-bound , lipids, lipid-soluble vitamins
Globulin γ	Antibodies for host defense
Complement proteins	Destruction of microorganisms
Fibrinogen (Clotting factors)	Formation of blood clots
Plasma lipoproteins	Transport of triglycerides and cholesterol to/from liver

شکل 2- پروتئین‌های پلاسما

مطالعات بافت‌شناسی در خون

3 دسته سلول در خون داریم که 2 دسته از آنها (اریتروسیت‌ها و پلاکت‌ها) در خون دائمی هستند، یعنی خون را ترک نمی‌کنند. WBCها عمرشان محدود است و از فواصل سلول‌های پوششی رگ عبور می‌کنند (دیپدز) و وارد بافت همبند می‌شوند. برخورد سلول‌های ایمنی و آنتی‌ژن‌ها و... باید در بافت همبند صورت بگیرد.





Erythrocytes یا گلبول قرمز (RBC): 4.2 تا 6.2 ملیون در میلی‌متر مکعب. نورموبلاست آخرین

رده سلول RBC که در مغز استخوان است و هسته دارد که هسته آن فیکتوزه، جمع و به بیرون پرتاب می‌شود و RBC بالغ در خون را می‌سازد که هسته و ارگانل ندارد. (به علت نبود میتوکندری، گلبول‌های قرمز از طریق گلیکولیز بی‌هوازی، حداقل انرژی موردنیاز خود را تامین می‌کنند.) عمر RBC بالغ محدود است (120 روز) و وقتی پیر شد، الیگوساکاریدهای غشای آن تغییر می‌کنند و توسط ماکروفاژهای طحال و کبد از بین می‌رود.

در تصادفات، چون طحال (در شکم) عضو پر خونی می‌باشد، اولین بخشی است که در معرض خطر قرار می‌گیرد. اگر طحال را بردارند، فرد نمی‌میرد؛ زیرا کبد جایگزین آن می‌شود. ولی سیستم دفاعی بدن تضعیف می‌گردد. طحال مقدار زیادی پلاسماسل دارد که آنتی‌ژن می‌سازند.

آنمی: در فردی که تعداد RBC پایین بیاید و در طبع آن کاهش هموگلوبین اتفاق بیفتد، آنمی رخ می‌دهد. آنمی بیماری نیست و در واقع علامت بیماری است.

انواع آنمی

انواع آنمی را از روی شکل گلبول قرمز باقی‌مانده، از هم تفکیک می‌کنند.

- در فردی که بیماری مزمن کبدی دارد و در طبع آن آنمی پیدا کرده، گلبول‌های قرمز باقی‌مانده او اندازه و رنگ طبیعی دارند و آنمی، نورموسیت (اندازه طبیعی) و نورموکروم (رنگ طبیعی) است.
- با کمبود اسید فولیک و B12، RBC بزرگ‌تر می‌شود و آنمی مگالوبلاستیک را می‌سازد.
- آنمی فقر آهن، هاپوکروم (کم رنگ) و میکروسیت (گلبول قرمز کوچک‌تر) تولید می‌کند.
- آنمی می‌تواند ناشی از لوکمی (سرطان خون) باشد. 4 نوع لوکمی داریم که یا ناشی از سلول‌های لنفوسیتی (لینفوبلاستیک) که دو نوع مزمن یا اکیوت دارد، می‌باشد و یا از رده میلوپیدی به وجود می‌آید.

سرطان خون لینفوبلاستیک شایع‌ترین سرطان خون در کودکان است که امروزه به کمک شیمی درمانی‌های بسیار زیادی که انجام می‌شود، کودک مبتلا، بهبود پیدا می‌کند؛ ولی مغز استخوان از کار می‌افتد. بنابراین، این کودک کاندید خوبی برای پیوند مغز استخوان است که بهترین درمان بعد از شیمی درمانی به حساب می‌آید.

در حقیقت، سرطان خون سرطان مغز استخوان است. یعنی سلول‌های خونی که در مغز استخوان اند، میتوزهای غیرطبیعی انجام داده و توده‌های سرطانی را ایجاد می‌کنند. وقتی توده خیلی بزرگ می‌شود، به ناچار وارد خون می‌گردد. در آزمایش خون فرد طبیعی، اصلاً نباید بلاست وجود داشته باشد؛ زیرا در خون، همه سلول‌ها بالغ اند.

مگاکاریوسیت، مادر پلاکت‌هاست که جاینت سل (giant cell) می‌باشد. سلول بسیار حساسی است، یعنی وقتی تخریب بافت مغز استخوان در اثر ایجاد سلول سرطانی رخ می‌دهد، اولین سلولی که تخریب می‌شود، مگاکاریوسیت است که به طبع آن مقدار پلاکت در خون نیز کم می‌شود. پس باید در آزمایش خون به کاهش تعداد پلاکت‌ها توجه ویژه‌ای داشته باشیم، چون می‌تواند اولین علامت سرطان خون باشد. به این حالت (کاهش پلاکت‌ها) ترومبوسایتوپنیا می‌گویند.





البته به دلایل دیگر هم می‌توان کاهش تعداد پلاکت را مشاهده کرد؛ مثلاً حساسیت. ولی یکی از علائم بارز ایجاد سرطان خون، Thrombocytopenia است.

لفظ پنی‌ا در آخر رده، یعنی کاهش و لفظ سیتوایزیس یعنی افزایش آن رده.

وقتی مغز استخوان دچار آنمی a شود (که به آن آنمی اپولاستیک می‌گویند)، به دلیلی از کار افتاده و دیگر سلول نمی‌سازد. در نتیجه در این کم‌خونی میزان کل سلول‌های خونی پایین می‌آید.

در انسان بالغ، مغز استخوانی که خون می‌سازد، فقط در استخوان‌های پهن وجود دارد. راه اصلی تشخیص سرطان خون، بیوپسی مغز استخوان است؛ یعنی نمونه‌برداری از مغز استخوان که باید از استخوان‌های پهن بگیریم. در واقع عمل خون‌سازی در Red bonemarrow صورت می‌گیرد. در دوران جنینی، تمام مغز استخوان‌ها قرمز هستند.

اعداد مربوط به تعداد اجزای خون اعدادی تقریبی هستند. مثلاً خانمی که 3 میلیون گلبول قرمز دارد، کم‌خون حساب نمی‌شود؛ چون خانم‌ها طی فرآیند قاعدگی مقداری خون از دست می‌دهند و به طور فیزیولوژیک کم‌خون‌تر از آقایان هستند، ولی آقایانی با تعداد گلبول قرمز 3 میلیون، حتماً دچار کم‌خونی است.

کم‌خونی علت‌های بسیار زیادی می‌تواند داشته باشد: اختلال در G6PD غشای گلبول قرمز، باعث ایجاد بیماری فاویسم می‌شود. در این بیماری، پسرانی که بوی باقالی به مشامشان می‌رسد، دچار همولیز (پاره شدن غشای گلبول قرمز) می‌شوند که منجر به آنمی همولیتیک می‌شود. تالاسمی یا داسی شکل شدن نیز یکی دیگر از انواع آنمی‌هاست که می‌تواند باعث ایجاد همولیز شود.

کاهش تعداد پلاکت‌ها: اگر کمتر از 50 هزار تا باشد، بیمار در وضعیت خطرناکی قرار دارد و باید به وی پلاکت تزریق کرد؛ چون پلاکت زیر 10 هزار کشنده است (فرد ممکن است ناگهان دچار خونریزی شود و بمیرد).





Leukocytes یا گلبول‌های سفید:

دو دسته هستند.

1. یک دسته تک هسته‌ای اند و در سیتوپلاسم آنها گرانول اختصاصی وجود ندارد (agranulocyte یا mononuclear) که شامل لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها می‌شوند.
 - کوچک‌ترین گلبول‌های سفید در خون، لنفوسیت‌ها با هسته گرد هتروکروماتینی پررنگ با حاشیه نازک سیتوپلاسمی می‌باشند.
 - بزرگ‌ترین گلبول‌های سفید، مونوسیت‌ها با هسته لوبیایی‌شکل یا قلوه‌ای‌شکل هستند. سیتوپلاسم در مونوسیت وسیع‌تر و خاکستری-آبی کمرنگ می‌باشد و هسته مونوسیت نسبت به هسته لنفوسیت، هتروکروماتین کمتری دارد؛ بنابراین در تصاویر میکروسکوپی خون، مونوسیت‌ها را کمرنگ‌تر از لنفوسیت‌ها می‌بینیم و می‌توان آنها را از هم تفکیک کرد (در سیتوپلاسم خود گرانول دارند؛ ولی گرانول اختصاصی ندارند).
- لیزوزوم‌ها، گرانول‌هایی هستند که فقط با رنگ‌های آزور رنگ می‌گیرند؛ به آنها گرانول‌های آزوروفیلک می‌گویند که در تمام گلبول‌های سفید وجود دارند.
2. دسته بعدی، گلبول‌های سفیدی می‌باشند که دارای هسته چندقسمتی هستند (polymorphonuclear).
 - قطعات هسته آنها توسط خطوط ظریف کروماتینی به هم وصل هستند.
 - نوتروفیل، فراوان‌ترین گلبول سفید است که معمولا هسته 3 تا 5 قسمتی دارد. 67 درصد گلبول‌های سفید خون ما، نوتروفیل‌ها هستند.
 - ائوزینوفیل، مختصرا بزرگ‌تر از نوتروفیل می‌باشد و سیتوپلاسم آن پر از گرانول‌هایی است که با رنگ اختصاصی ائوزین رنگ می‌گیرند. گرانول‌های قرمز درشتی دارند و هسته آنها معمولا دو قسمتی است. ائوزینوفیل‌ها 2 تا 4 درصد گلبول‌های سفید را تشکیل می‌دهند.
 - بازوفیل 0.5 تا 1 درصد گلبول‌های سفید را تشکیل می‌دهد و هسته آن معمولا دو قسمتی است؛ ولی این هسته دوقسمتی غالبا تشخیص داده نمی‌شود، چون گرانول‌های آن هم بازوفیلک هستند و محتوی موادی مثل هیپارین، هیستامین، فاکتور کموتاکتیک ائوزینوفیل (leukotrienes)، انافیلاکسی می‌باشد که بازوفیل اند، هسته نیز بازوفیل است و این مواد روی هسته را می‌پوشانند و هسته را زیر خود پنهان می‌کنند (به اصطلاح آبسکیوب می‌کنند).

از لحاظ فراوانی: نوتروفیل (60 - 64 %)، لنفوسیت (20 - 25 %)، مونوسیت (5%)، ائوزینوفیل (2 - 4%)، بازوفیل (0.5 - 1%)

از لحاظ اندازه: مونوسیت (20 میکرون) < ائوزینوفیل (15 - 12 میکرون)، نوتروفیل (15-12 میکرون) کمی کوچک‌تر از ائوزینوفیل، بازوفیل (15-12 میکرون) کمی کوچک‌تر از نوتروفیل، لنفوسیت هم‌اندازه با گلبول قرمز (7 میکرون)

Medium and large size lymphocyte در گره‌ها و اندام‌های لنفاوی برخلاف خون وجود دارد.





📌 بیشتر بدانید: برای اندازه‌گیری تعداد انواع سلول‌های خونی، مقاطع تهیه شده باید به صورت serial section باشد. برش‌های پشت سر هم از یک نمونه گرفته شده و بعد سلول‌ها را به روش استریولوژی یا استریومتری اندازه می‌گیرند.

انواع سرطان خون

سرطان به طور کلی دو نوع است:

- Myeloblastic
- Lymphoblastic

که هر کدام از این دو نوع می‌توانند از نوع acute یا chronic باشند.

بدترین نوع acute myeloblastic leukemia می‌باشد. این بیماران اکثراً در رده سنی 20 تا 40 سال هستند. البته به دلیل آلودگی هوا و مواد شیمیایی موجود در غذاها و استفاده بی رویه از درمان‌های رادیو اکتیو در بیماری‌ها، میزان سرطان خون لنفوبلاستیک در بزرگسالان (به خصوص در افراد بالای 50 سال و آقایان) هم شایع شده است. پروگنوز بیماری برای درمان و شیمی درمانی به اندازه ALL خوب نیست و بیماران معمولاً حتی به مرحله پیوند نمی‌رسند. انتخاب درمانی ALL برخلاف آن، پیوند مغز استخوان است که آن هم اکثراً برای کودکان برخلاف افراد مسن و بالای 60 سال انجام می‌شود؛ ولی آقایان و افراد بالای 50 سال کیس پیوند نیستند و فقط شیمی درمانی کرده و مغز استخوان را تخریب می‌کنند و اگر عود کرد، دوباره تکرار می‌کنند؛ چون پیوند در آنها معمولاً جواب نمی‌دهد و ریسک پیوند بالاست. پیوند مغز استخوان زمانی انجام می‌شود که مغز استخوان بیمار کاملاً تخریب شده و سیستم ایمنی کاملاً از بین می‌رود. به همین علت آنها را در قرنطینه نگه می‌دارند. این بیماران، به صورت روزانه پیوند کورتون با دوز بالا دریافت می‌کنند تا سیستم ایمنی ضعیف بماند و پیوند را پس نزنند.

از داروی Imatinib برای درمان همه انواع سرطان خون استفاده می‌شود که کروموزوم غیرطبیعی فیلادلفیا (تغییر یافتن یکی از بازوهای کروموزوم 22) را از بین می‌برد. بسیاری از افراد مبتلا به سرطان خون، این کروموزوم را دارند. بنابراین ارثی است و دارویی از آن کشف شده که حتی جایگزین شیمی درمانی می‌شود، عوارض زیادی مثل مشکلات گوارشی دارد و باید در مکان‌های تاریک نگهداری شود. این دارو می‌تواند باعث ترومبوسیتوپنی شدید شود.

این کروموزوم را ابتدا در بیماران chrono myeloblastic کشف کردند و سپس فهمیدند که بین بیماران مبتلا به ALL، کسانی که تست فیلادلفیای مثبت دارند، بهتر به درمان جواب می‌دهند.

یک روش تهیه بافت موجود است که با روش‌های همیشگی رنگ‌آمیزی و آماده‌سازی بافت (استفاده از الکل و گزیلول و...) تفاوت دارد. از آن نه تنها برای خون، بلکه حتی در مطب نیز برای بسیاری از کیس‌ها می‌شود استفاده کرد. برای مثال تیروئید در دسترس است. لازم نیست اگر غده‌ای در آن مشاهده شد، سریع تیروئید را خارج کنیم! پزشک سوزنی را وارد تیروئید کرده و چند سلول از آن برمی‌دارد و می‌بیند که تومور خوش‌خیم (کیست تیروئید) یا بدخیم (سرطان) است. در توده‌های پستانی هم از همین روش استفاده می‌شود.

در مورد خانم‌هایی که رابطه جنسی دارند از این روش در تست پاپ‌اسمیر استفاده می‌شود. هر ۶ ماه یا یک سال یکبار باید به پزشک مراجعه کنند و پزشک برای تست سلامت از دهانه رحم آنها نمونه‌گیری انجام دهد. یکی از



خطرناک‌ترین و بدخیم‌ترین سرطان‌ها برای خانم‌ها مخصوصاً خانم‌های جوان، سرطان دهانه رحم است که اثبات شده به علت رابطه جنسی ایجاد می‌شود (بیماری آمیزشی است). این سرطان به راحتی متاستاز کرده و به شدت کشنده است. به علت زگیل تناسلی (HPV) می‌تواند ایجاد شود. این ویروس توانایی انتقال به وسیله آب استخر را ندارد.

این روش تهیه بافت برای خون خیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. انگشت را با سوزن سوراخ کرده و قطره خون را روی لام می‌گذاریم و با لامل ابتدا آن را نازک می‌کنیم تا سلول‌ها قابل مشاهده شوند، سپس لامل را روی آن قرار می‌دهیم. در این حالت دو دسته گلبول سفید مشاهده می‌شود. یک دسته گرانول اختصاصی دارند (granulocytes) و دسته دیگر گرانول اختصاصی ندارند (agranulocytes).

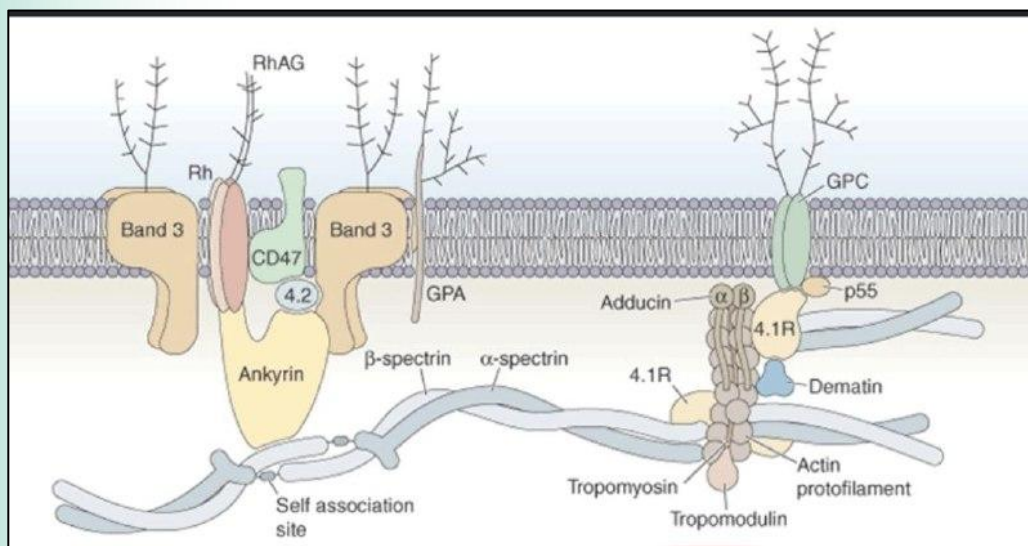
Erythrocyte (Red blood cell, RBC)

1- **شکل و اندازه:** یک دیسک که دو طرف آن مقعر است و در مرکز آن نازک‌تر به نظر می‌رسد. ضخیم‌ترین قسمت آن ۲ تا ۳ میکرون و نازک‌ترین قسمت آن یک میکرومتر است.

دو دسته پروتئین در غشای سلول وجود دارد: سرتاسری و محیطی (Integral and prepheral). سردسته این پروتئین‌های محیطی پروتئینی به نام spectrin است، که در زیر غشای گلبول قرمز توری ایجاد کرده که سبب می‌شود گلبول قرمز بالغ، سلول قابل انعطاف (flexible) باشد. (شکل 3)

به چه درد می‌خورد؟ : وقتی گلبول‌های قرمز به موینه‌ها می‌رسند، باید یکی یکی حرکت کنند. در قسمت‌هایی از بدن قطر موینه‌ها به اندازه قطر RBC می‌شوند و RBC‌ها برای رد شدن از آن باید flexible باشند؛ وگرنه RBC‌ها پاره شده و هموگلوبین آنها به بیرون می‌ریزد و همولیز (Hemolysis) انجام می‌شود.

- بیمارانی که به صورت مادرزادی spectrin ندارند (بیماری spherocytosis)، گلبول‌های قرمزشان گرد و کروی می‌شوند.



شکل 3- پروتئین اسپکترین

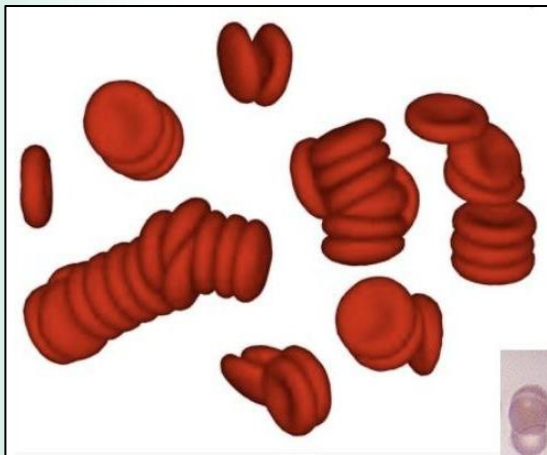


1- گلبول‌های قرمز در لایت میکروسکوپ صورتی هستند و مرکز آن به دلیل عدم وجود هسته در مرکز خود، روشن‌تر است.

- البته تعدادی گلبول قرمز در مغز استخوان داریم که هنوز RNAهایی در سیتوپلاسم آنها باقی مانده که به آنها Reticulocytes می‌گویند. مقدار آنها در خون حدود یک درصد است و اگر بیشتر باشد، بیماری به حساب می‌آید و نشان می‌دهد که فرد همولیز می‌کند.

2- گلبول‌های قرمز در تصاویر میکروسکوپ الکترونی به دلیل وجود غلظت بالای هموگلوبین در آنها، خاکستری‌رنگ هستند.

قرارگیری گلبول‌های قرمز مانند سکه روی هم را Rouleaux می‌نامند. این حالت بیماریست اما در حالت‌های طبیعی هم ممکن است دیده شود. در بعضی از بیماری‌های خونی هم زیاد دیده می‌شود. (شکل 4)

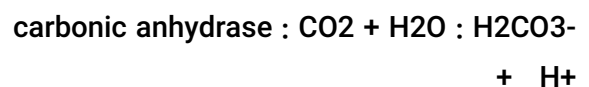


شکل 4- Rouleaux

2- **عملکرد** : 1- انتقال اکسیژن و کربن دی اکسید.

bound شدن اکسیژن و کربن دی اکسید به هموگلوبین به صورت اکسی هموگلوبین (oxyhemoglobin) و کربوکسی هموگلوبین (carboxihemoglobin).

البته بیشتر CO₂ از طریق یون بی‌کربنات (HCO₃⁻) منتقل می‌شود:



پروتئین بند سه، یون بی‌کربنات داخل سلول را با یون کلر خارج سلول مبادله می‌کند.

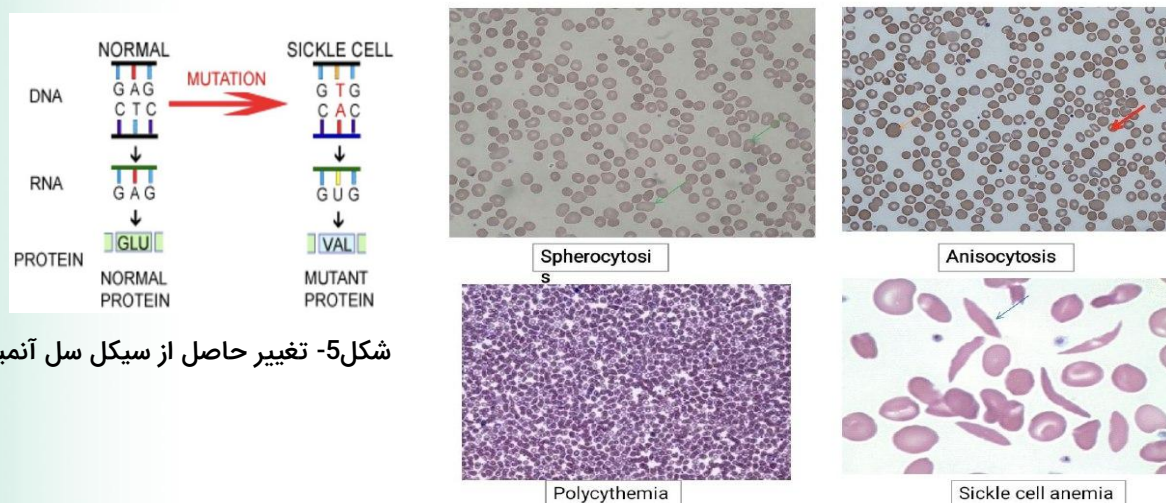
2- همئوستاز PH (PH Homeostasis).

ناهنجاری‌های گلبول قرمز: (شکل 6)

- پیدایش گلبول قرمز با اندازه‌های مختلف در لام خون محیطی را Anisocytosis می‌گویند.
- پیدایش گلبول‌های قرمز با اشکال مختلف در لام خون محیطی را Poikilocytosis می‌گویند. این‌ها نشان دهنده بیماری در فرد می‌باشند.
- افزایش تعداد گلبول قرمز را Polycythemia می‌گویند که می‌تواند به طور طبیعی باشد، یعنی فرد به طور طبیعی تعداد گلبول قرمزش بالاتر از حد طبیعی است؛ مثل فردی که در ارتفاعات زندگی می‌کند (به علت نیاز به اکسیژن بیشتر) و یا فردی که سیگار می‌کشد نیز Polycythemia پیدا می‌کند که باعث افزایش غلظت خون و فشار بر قلب می‌شود. اگر این حالت شدید باشد می‌تواند گردش خون از طریق مویرگ‌ها را مختل کند.



- به بیماری گلبول قرمز داسی شکل sickle cell anemia می‌گویند. این بیماری یک بیماری هموگلوبینوپاتی (Hemoglobinopathy) است. هموگلوبینوپاتی یعنی هر بیماری که در اثر جهش در ژن‌های زنجیره‌های گلوبین هموگلوبین ایجاد می‌شود. جابه‌جایی اسید آمینه والین به جای گلوتامیک اسید در زنجیره بتا که در جایگاه اسید آمینه ۶ این اتفاق می‌افتد. (شکل 5)



- شکل 6- تصویر میکروسکوپی ناهنجاری های گلبول قرمز

انواع گروه‌های خونی

انواع گروه‌های خونی از طریق آنتی ژن‌های روی گلبول‌های قرمز تقسیم‌بندی می‌شوند. گروه‌های خونی A, B, AB و O (دهنده‌ی همگانی) را داریم که هر کدام از این گروه‌های خونی به ترتیب آنتی ژن‌های A, B, AB و O را روی خود دارند. (شکل 7)

The ABO Blood System				
Blood Type (genotype)	Type A (AA, AO)	Type B (BB, BO)	Type AB (AB)	Type O (OO)
Red Blood Cell Surface Proteins (phenotype)	A agglutinogens only	B agglutinogens only	A and B agglutinogens	No agglutinogens
Plasma Antibodies (phenotype)	b agglutinin only	a agglutinin only	NONE. No agglutinin	a and b agglutinin

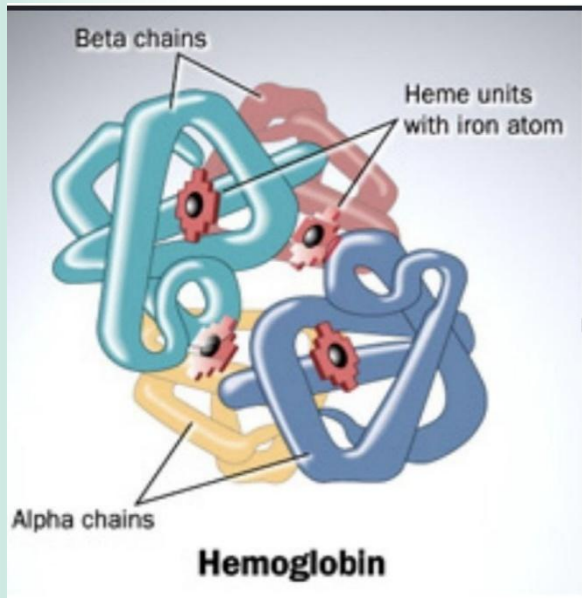
شکل 7- انواع گروه‌های خونی





انواع هموگلوبین (شکل 8)

1. هموگلوبین A بیشترین هموگلوبین موجود در افراد بالغ است که حدود ۹۶ درصد می‌باشد. به صورت آلفا ۲ بتا ۲ است. یعنی دو زنجیره آلفا دارد و دو زنجیره بتا.
2. هموگلوبین A2 هم بین یک و نیم تا ۳ درصد هموگلوبین‌ها را در افراد بزرگسال تشکیل می‌دهد که به صورت آلفا دو سیگما ۲ است.
3. در جنین هموگلوبین از نوع F است. در بالغین این هموگلوبین حدود یک درصد است که آلفا ۲ گاما ۲ است.



شکل 8- زنجیره‌های هموگلوبین

- اگر هموگلوبین جنینی بعد از تولد بالا باقی بماند، بیماری تالاسمی ایجاد می‌کند. دو نوع تالاسمی داریم؛ ماژور و مینور. نوع ماژور کشنده است، به همین دلیل است که ازدواج‌های فامیلی توصیه نمی‌شود. تالاسمی نوع مینور را قبل از ازدواج تشخیص می‌دهند. اگر هر دو فرد برای ازدواج تالاسمی مینور داشته باشند، ۲۵ درصد احتمال دارد که بچه تالاسمی ماژور داشته باشد و به این افراد اجازه ازدواج داده نمی‌شود.

لوکوسیت‌ها (Leukocytes, white blood cells, WBC)

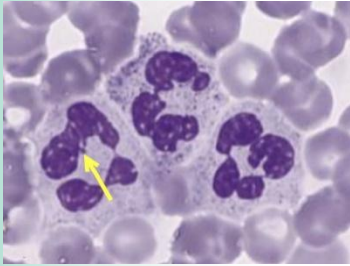
- گرانولوسیت‌ها (granulocytes) شامل: Neutrophil، Eosinophil و Basophil است.
- آگرانولوسیت‌ها (Agranulocytes) شامل: Lymphocyte و Monocyte است.

انواع گرانول‌ها

- 1) گرانول‌های اختصاصی (specific granules) تنها در granulocytes یافت می‌شوند که عملکرد اختصاصی دارند.
 - 2) گرانول‌های آزرروفیلیک (Azurophilic granules)، لیزوزوم‌های تخصصی شده هستند. در آنها آنزیم‌های ضد میکروبی قوی مانند مایلو پراکسیداز (Myeloperoxidase)، دیفنسین‌ها (Defensins) که دیواره سلول را سوراخ می‌کنند و لیزوسیم‌ها (Lysosomes) که دیواره سلول را حل می‌کنند وجود دارد.
- گرانول‌های آزرروفیلیک در تمام WBC ها یافت می‌شوند؛ اما گرانول‌های اختصاصی فقط در گرانولوسیت‌ها یافت می‌شوند.



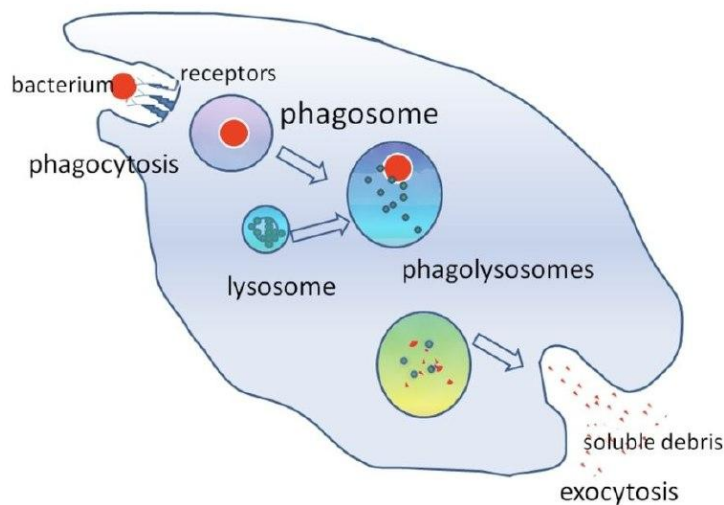
نوتروفیل‌ها (Neutrophils)



شکل 9- هسته چند قسمتی نوتروفیل

حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد از گلبول‌های سفید را تشکیل می‌دهند. بین ۱۲ تا ۱۵ میکرومتر هستند. هسته آنها ۲ تا ۵ قسمتی است. اگر تعداد قطعات هسته نوتروفیل بیشتر باشد، می‌گوییم نوتروفیل Hypersegmented (شش قسمت یا بیشتر از آن!) است که یعنی نوتروفیل پیر شده است. (شکل ۹)

عملکرد نوتروفیل فاگوسیتوز است. فرق آن با ماکروفاژها این است که ذرات کوچک‌تر را می‌بلعد، به همین دلیل به آن میکروفاژ می‌گویند. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰- عملکرد فاگوسیتوزی نوتروفیل

در خانم‌ها ۲ X وجود دارد؛ یکی از این Xها در سه درصد از نوتروفیل‌هایشان، به صورت چسبیده به یکی از این قطعات هسته دیده می‌شود که به آن Drumstick گفته می‌شود. در آزمایش خون فرد برای تشخیص ناهنجاری‌های کروموزومی از آن استفاده می‌شود. اگر فرد Drumstick نداشته باشد، می‌تواند سندروم ترنر (Turner syndrome) داشته باشد. اگر یک آقا Drumstick داشته باشد، می‌تواند سندروم کلاین فیلتر (Klinefelter) داشته باشد.

Alkaline phosphatase: یک تومور مارکر است و بالا رفتن میزان آن در خون نشانه سرطان می‌باشد.

ائوزینوفیل



شکل ۱۱- ائوزینوفیل

- فراوانی ائوزینوفیل ۲ تا ۴ درصد است و هسته دوقسمتی دارد. گرانول‌های صورتی و قرمز رنگ (اسیدوفیل) دارد و گرانول‌های سیتوپلاسم آن نسبت به سایر گرانولوسیت‌ها درشت‌تر و واضح‌تر است (گرانول‌های prominent (برجسته) دارد). (شکل ۱۱)



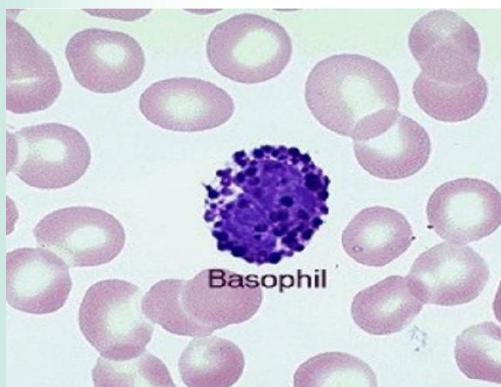
- محتوی Major Basic Protein (MBP) یا پروتئین بازی اصلی هستند. (یک فاکتور غنی از آرژنین که مسئول اسیدوفیل بودن گرانول‌ها است و تا 50٪ از کل پروتئین گرانول را تشکیل می‌دهد)
- همچنین anti-parasitic substance یا همان مواد ضد انگلی دارد که برای کشتن و مهار انگل‌ها ضروری است.
- ائوزینوفیل‌ها کمپلکس آنتی‌ژن-آنتی‌بادی را از مابیع میان بافتی فاگوسیتوز می‌کنند.

○ **نکته:** بنابراین در عفونت‌های حاد، تعداد نوتروفیل‌های خون و در عفونت‌های انگلی، تعداد ائوزینوفیل‌های خون افزایش پیدا می‌کنند، همچنین در حساسیت‌ها بازوفیل‌ها افزایش پیدا می‌کنند. در عفونت‌های مزمن تعداد مونو نوکلئورها مثل مونوسیت و لنفوسیت افزایش پیدا می‌کنند.

بازوفیل

فراوانی آن 1 درصد و قطر آن 12-15 میکرون است.

گرانول‌های آن نسبت به گرانول‌های سایر گرانولوسیت‌ها بزرگ‌تر بوده و بنفش-آبی تیره‌رنگ (بازوفیل) هستند. هسته دو قسمتی داشته اما هسته آن توسط گرانول‌های سیتوپلاسم پوشیده شده است (هسته واضح نیست). (شکل 12)

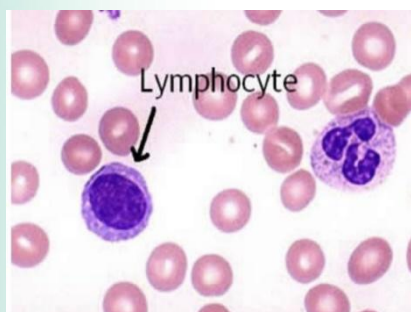


گرانول‌های آن حاوی مواد ضدحساسیت هیستامین و هیپارین است و همچنین دارای Eosinophil chemotatic factor هستند و دارای گرانول‌های غیر اختصاصی نیز مثل لیزوزوم‌ها و... می‌باشند. Chemotactic factorها مواد را به سمت ناحیه مورد نظر فرا می‌خوانند.

شکل 12 هسته نامشخص بازوفیل

آگرانولوسیت‌ها

شامل مونوسیت‌ها (بزرگ‌ترین) و لنفوسیت‌ها (کوچک‌ترین) سلول‌های گلبول سفید هستند.



1- لنفوسیت‌ها:

دارای سائزهای small 6-8 - medium 10-12 و large 18-20 میکرومتر هستند. (شکل 13)

3 نوع دارند:

- T lymphocytes: دارای عمر طولانی که در تیموس بالغ می‌شوند.
- B lymphocytes: تبدیل به plasma cell می‌شود و در بافت همبند آنتی بادی می‌سازد.
- natural killer cell (NK): سلول کشنده طبیعی که در کشتن سلول‌های ویروسی و سرطانی در ایمنی ذاتی نقش دارد.

شکل 13- لنفوسیت





○ نکته مهم: بعد از دیپدز تنها لوکوسیتی که می‌تواند به خون برگردد، لنفوسیت است.

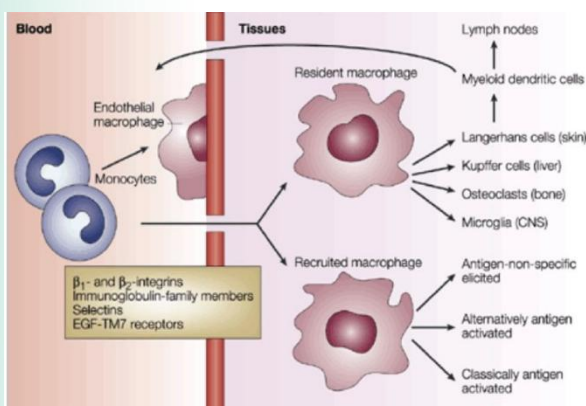
2- مونوسیت‌ها:

دارای سایز 12-20 large میکرومتر است.

هسته لوبیایی شکل دارد که مرکزی نیست و در گوشه و حاشیه واقع شده است.

کروماتین آن تراکم کمتری نسبت به لنفوسیت‌ها دارد و در نتیجه دارای هسته کم‌رنگ‌تری می‌باشد.

دارای سیتوپلاسم بازوفیلیک است و در سیتوپلاسم آن گرانول‌های خیلی ریز azurophilic (آزوروفیلیک) وجود دارند.



مونوسیت‌ها بعد دیپدز دریافت همبند تبدیل به انواع ماکروفاژ مثل سلول کوپفر Kupffer در کبد - استئوکلاست osteoclasts در استخوان و میکروگلیا microglia در دستگاه عصبی مرکزی و antigen presenting cells می‌شوند. (شکل 14)

شکل 14- تبدیل مونوسیت به ماکروفاژ

پلاکت‌ها

در خون بدون هسته بوده اما ارگانل دارد. پلاکت‌ها از جدا شدن از انتهای زوائد سیتوپلاسمی که از سلول‌های غول‌پیکر پلی‌پلوئیدی مغز استخوان به نام مگاکاریوسیت‌ها امتداد می‌یابند، منشأ می‌گیرند.

در زیر میکروسکوپ الکترونی یک ناحیه حاشیه‌ای کم‌رنگ به نام هیالومر Hyalomre و یک ناحیه مرکزی پررنگ پر از گرانول به نام گرانولومر Granulomere دارند. (شکل 15)

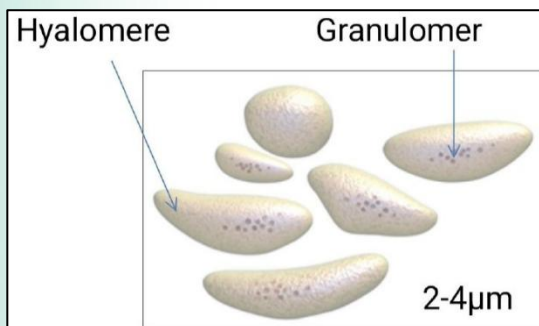
ناحیه هیالومر

در ناحیه هیالومر peripheral microtubule‌ها را داریم که شکل مولکول پلاکت را حفظ می‌کنند.

ناحیه گرانولومر

در اینجا 3 نوع گرانول داریم:

- alpha granule: مهم‌ترین بوده که شامل PDGF (فاکتور رشد مشتق از پلاکت)، PD4 platelet factor و Fibrinogen هستند.



شکل 15- ناحیه هیالومر و گرانولومر

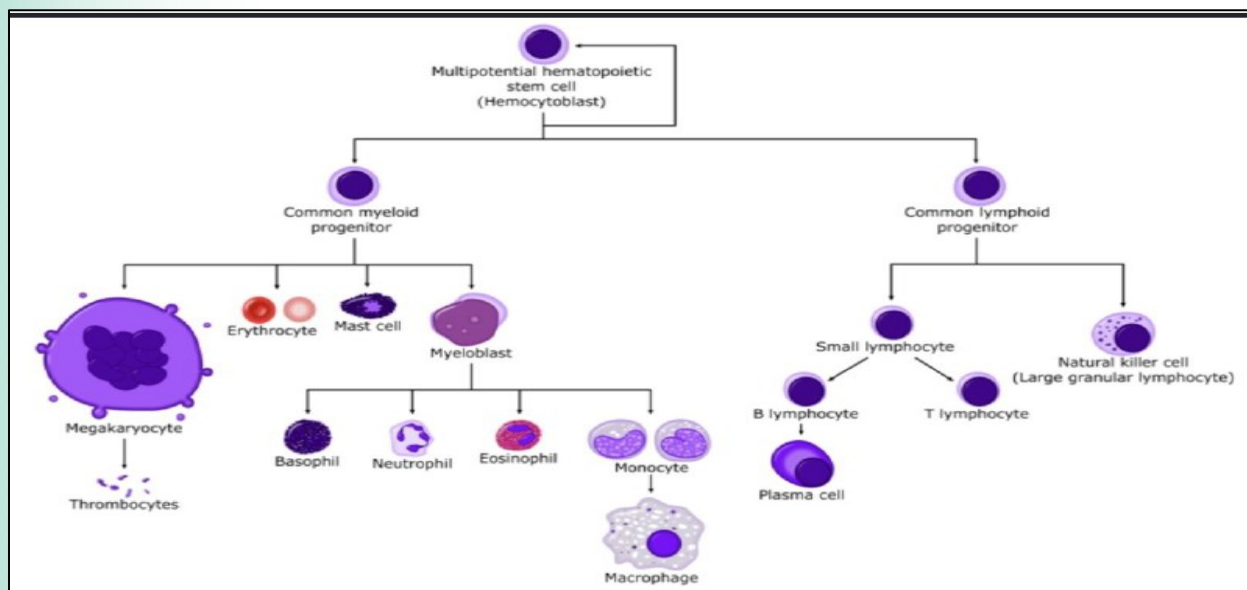
• **delta granules:** شامل مواد تجمع‌دهنده پلاکتی هستند؛ مثل ATP، ADP و serotonin

• **alpha granules:** محتوی آنزیم‌های لیزوزومی هستند.

خون‌سازی (hematopoiesis)

در مغز استخوان سلولی به نام hematopoietic stem cell داریم که دو رده تکاملی ایجاد می‌کند. (شکل 16)

- رده لنفوئیدی: یک دسته از آن سول‌های لنفوئیدی مثل T و B لنفوسیت و همچنین سلول کشنده طبیعی که در کشتن سلول‌های ویروسی و سرطانی در ایمنی ذاتی نقش دارد را می‌سازند.
- رده میلوئیدی: بقیه سلول‌ها را می‌سازد؛ مثل مگاکاریوسیت (مادر پلاکت‌ها)، مونوسیت‌ها و اریتروسیت‌ها و میلو بلاست که مادر بازوفیل و ائوزینوفیل‌هاست.

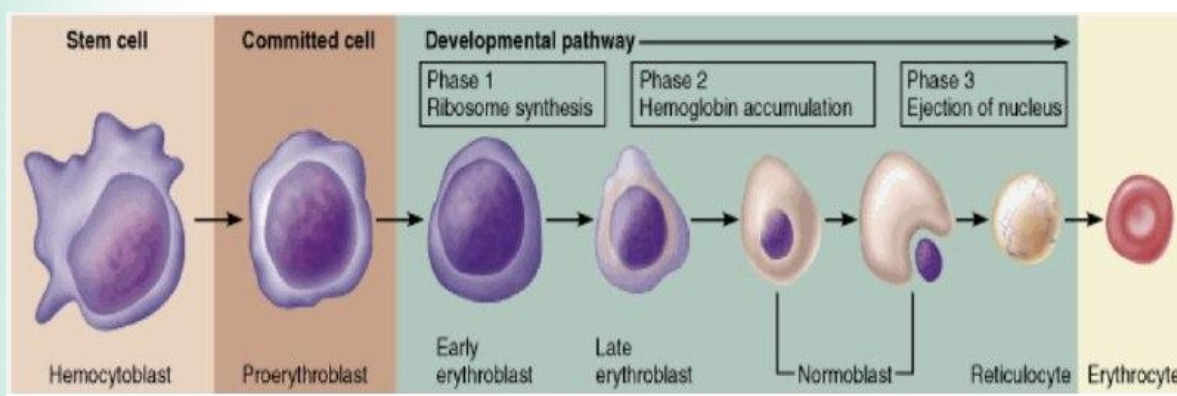


شکل 16- روند تشکیل سلول‌های خونی

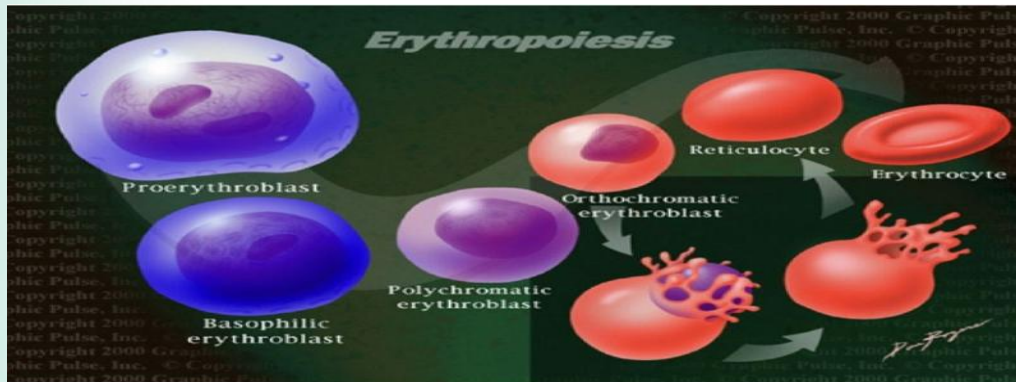


اریتروپوئیز (erythropoiesis)

سلول‌های هماتوپوئیتیک سلول‌های پیش‌ساز میلوئیدی را می‌سازند از این سلول‌ها، سلول‌های Proerythroblast (پرواریترو بلاست) و سپس Basophilic Erythroblast ساخته می‌شوند. تا اینجا سیتوپلاسم همه سلول‌ها به دلیل وجود ریبوزوم و پروتئین‌سازی رنگ بازوفیلی داشته‌اند؛ سپس سلول‌های Polychromatic Erythroblast یا چند رنگ به وجود می‌آیند (شروع تغییر رنگ سیتوپلاسم به سمت اسیدی صورتی رنگ) سپس سلول Orthochromatic Erythroblast (نام دیگر آن normoblast است) که هسته خود را از دست می‌دهد و سلول Reticulocytes را به وجود می‌آورد. این سلول‌ها هنوز RNA دارند. هنگامی که RNA خود را از دست بدهند، سلول گلبول قرمز بالغ یا همان Erythrocyte تشکیل می‌شود. (شکل‌های 17 و 18)



شکل 17- روند تشکیل گلبول قرمز بالغ



شکل 18

تغییرات هسته در فرایند hematopoiesis

هسته در ابتدا بزرگ بوده، سپس در ادامه مراحل کوچک‌تر و در آخر خارج (غایب) شده است.

تغییرات سیتوپلاسم در این فرایند

سیتوپلاسم در ابتدا بازوفیلیک و دارای RER فراوان است. سپس چند رنگ (هم بازوفیلیک و هم اسیدوفیلیک شده) و دارای RER فراوان و هموگلوبین نیز می‌گردد و در آخر فقط هموگلوبین و سیتوپلاسم اسیدوفیلیک صورتی و قرمز رنگ خواهد داشت.



Granulopoiesis

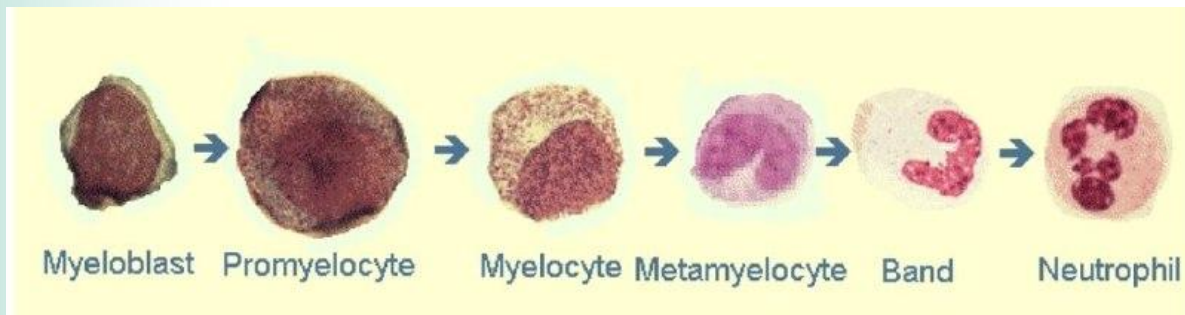
ساخت نوتروفیل:

سلول‌های مهم این فرایند (در تشکیل نوتروفیل) به ترتیب: Hematopoietic Stem Cell-1

Myelocyte -5 Promyelocyte-4 Myeloblast-3 Common Myeloid Progenitor-2

Band cell-7 Metamyelocyte-6 (نوتروفیل نابالغی که هنوز هسته آن چند قسمتی نشده است)

Mature Neutrophil-8 (نوتروفیل بالغ) (شکل 20)



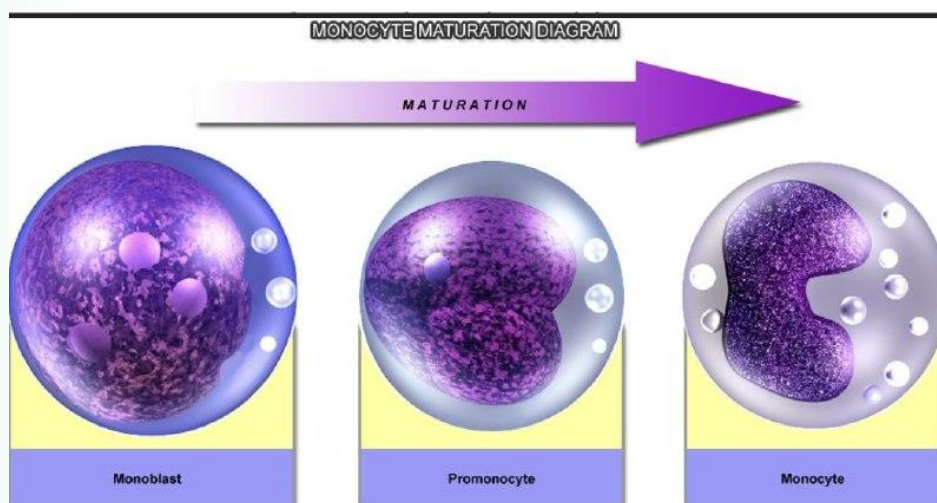
شکل 20- تشکیل نوتروفیل

نکته: band cell:ها که هسته یوشکل دارند؛ به طور معمول در خون دیده نمی‌شوند. فقط هنگام عفونت احتمال دیدن آنها در خون وجود دارد.

تشکیل مونوسیت:

سلول‌های مهم در فرآیند به ترتیب تا سلول‌های مشترک پیش‌ساز میلوئیدی با بقیه سلول‌های میلوئیدی مشترک است. از آنجا به بعد 1- Monoblast (هسته گرد) 2- Promonocyte (هسته نامنظم) 3- Mature Monocyte (مونوسیت بالغ دارای هسته لوبیایی شکل) ساخته می‌شود. (شکل 21)

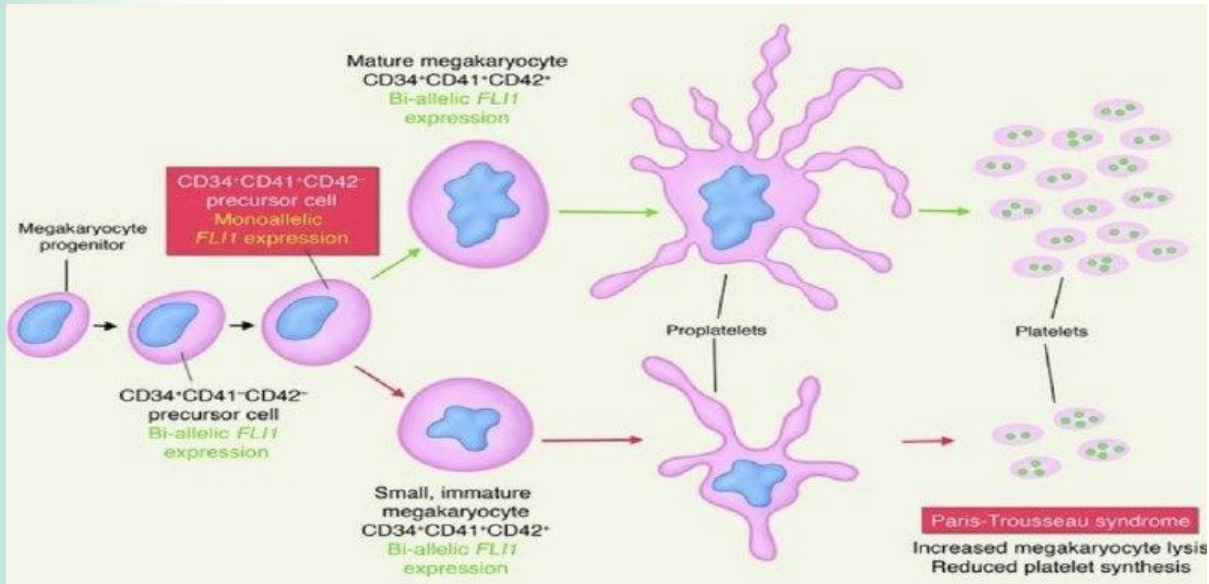
در طی این فرایند، سیتوپلاسم بازوفیلیک، به خاکستری تغییر رنگ می‌دهد.



شکل 21- تشکیل مونوسیت

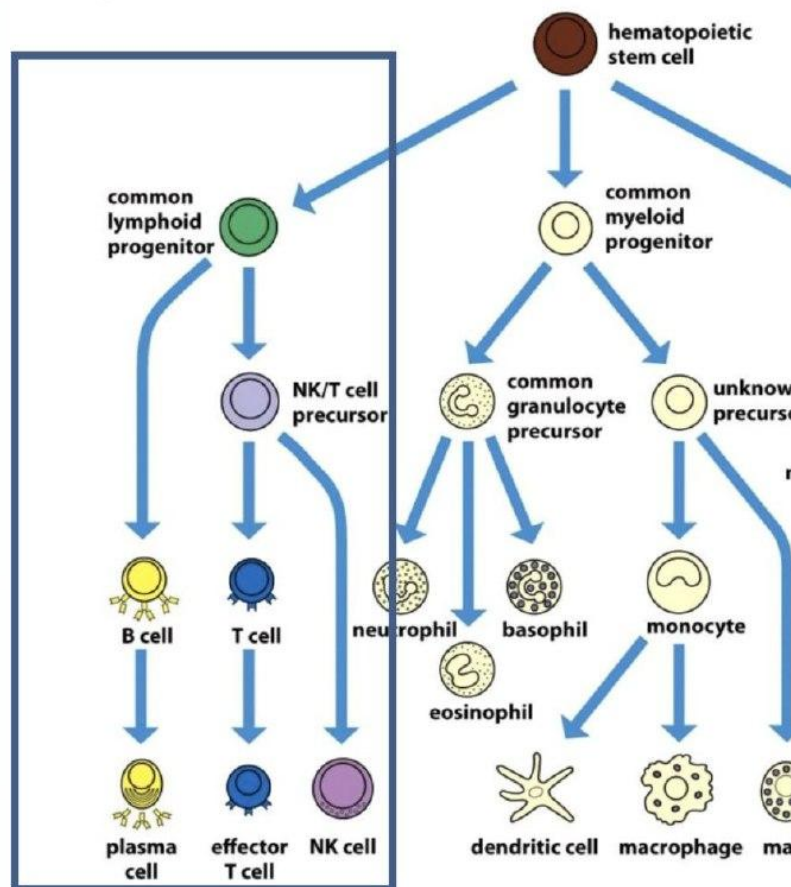
ساخته شدن پلاکت‌ها:

مادر پلاکت‌ها دیو سلولی به نام مگاکاریوسیت است که پلاکت‌ها از شکسته شدن انتهای سیتوپلاسمی آن به وجود می‌آیند. (شکل 22)



شکل 22- تشکیل پلاکت

تمایز لنفوسیت‌ها (شکل 23):



شکل 23- تمایز لنفوسیت‌ها



نمونه سوالات

1- کمبود اسید فولیک و ویتامین B12 باعث ایجاد کم‌خونی یا آنمی _____ میشود. (بهمن 1401)

الف) مگالوبلاستیک

ب) میکروسیتیک هایپوکروم

ج) میکروسیتیک هیپرکروم

د) ماکروبللاستیک

2- آخرین رده گلبول قرمز هسته‌دار در مغز استخوان چه نام دارد؟ (بهمن 1401)

الف) نرموپلاست

ب) ارتروپلاست

ج) رتیلولوسیت

د) ارتروپلاست پلی‌کروماتوفیل

3- تعداد کدام یک از انواع گلبول‌های سفید در بیماری‌های انگلی افزایش می‌یابد؟ (بهمن 1401)

الف) لنفوسیت

ب) مونوسیت

ج) ائوزینوفیل

د) نوتروفیل

4- کروماتین هسته در کدام سلول منظره‌ی صفحه ساعت یا چرخ‌دنده‌گونه دارد؟ (بهمن 1401)

الف) ماست سل

ب) ماکروفاژ

ج) پلازما سل

د) آدیپو سل

5- کدام یک از بافت‌های بالغ همچنان هماتوپوئتیک باقی‌مانده؟

الف) تیموس

ب) کلیه

ج) طحال

د) مغز استخوان





6- کمترین تعداد گلبول سفید در لام خون طبیعی کدام سلول می‌باشد؟ (مهر 1401)

الف) لنفوسیت

ب) مونوسیت

ج) نوتروفیل

د) بازوفیل

7- مگاکاریوسیت‌ها مادر کدام سلول‌های خونی هستند؟ (مهر 1401)

الف) نوتروفیل

ب) مونوسیت

ج) ترومبوسیت

د) ائوزینوفیل

8- فاکتور رشد پلاکتی و فیبرونکتین در کدام یک از گرانول‌های پلاکتی یافت می‌شود؟ (مهر 1401)

الف) بتا

ب) آلفا

ج) گاما

د) دلتا

9- کدام دسته از سلول‌های زیر به ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین لکوسیت‌های خون هستند؟ (بهمن 1402)

الف) نوتروفیل - نوتروفیل

ب) ائوزینوفیل - بازوفیل

ج) ائوزینوفیل - لنفوسیت

د) مونوسیت - لنفوسیت





10- گیرنده ایمونوگلوبین E کدام سلول است؟ (بهمن 1402)

الف) ماکروفاژ

ب) فیبروسیت

ج) فیبروبلاست

د) ماست سل

11- خاصیت انعطاف پذیری جدار RBC به کدام پروتئین مربوط است؟ (99)

الف) پروتئین محیطی تی تین

ب) پروتئین محیطی اسپکترین

ج) پروتئین سراسری اسپکترین

د) پروتئین سراسری تی تین

12- کدام نوع از لکوسیت پس از دیپدز می تواند به مجددا از بافت ها به خون بازگردد ؟ (99)

الف) مونوسیت

ب) لنفوسیت

ج) بازوفیل

د) نوتروفیل

13- خاصیت متاکرومازی در کدام سلول دیده می شود ؟ (1400)

الف) فیبروسیت

ب) ماکروگلی

ج) ماست سل

د) پلاسما سل

14- کدام یک از سلول های زیر حاوی گرانول های آبی رنگ بزرگ است که روی هسته را می پوشاند ؟ علوم پایه (1400)

الف) نوتروفیل

ب) لنفوسیت

ج) مونوسیت

د) بازوفیل





کلید پاسخ‌ها:

ج-1

ب-2

ج-3

الف-4

د-5

د-6

ج-7

ب-8

ج-9

د-10

ب-11

ب-12

ج-13

د-14

1- کدام یک از سلول‌های خونی زیر بیشترین درصد در خون محیطی را دارد؟

الف) نوتروفیل

ب) ائوزینوفیل

ج) مونوسیت

د) بازوفیل

2- کدام ساختار در گلبول قرمز باعث افزایش سطح نسبت به حجم و تسهیل تبادل گازها می‌شود؟

الف) هسته مرکزی

ب) شکل دوطرف مقعر

ج) وجود گرانول

د) میتوکندری





3- منشأ پلاکت‌ها در خون چیست؟

الف) مونوسیت‌ها

ب) سلول‌های بنیادی

ج) مگاکاریوسیت‌ها

د) اریتروبلست‌ها

4- نقش اصلی ائوزینوفیل‌ها در ایمنی چیست؟

الف) فاگوسیتوز باکتری‌ها

ب) آزادسازی هیستامین

ج) شرکت در پاسخ‌های ضدانگلی

د) تولید آنتی‌بادی

5- کدام یک از ویژگی‌های زیر مختص لنفوسیت‌ها است؟

الف) هسته لوبوله

ب) سیتوپلاسم پر از گرانول

ج) هسته گرد و تیره با حاشیه نازک سیتوپلاسم

د) قطر بالای ۲۰ میکرومتر

6- نوتروفیل‌ها چند لوب هسته‌ای دارند؟

الف) یک لوب

ب) دو لوب

ج) سه تا پنج لوب

د) بیش از پنج لوب

7- کدام یک از اجزای گرانول‌های اختصاصی نوتروفیل نقش کلیدی در نابودی قارچ دارد؟

الف) هیستامین

ب) میلوپراکسیداز

ج) هیپارین

د) اینترفرون





8- کدام ویژگی گلبول‌های قرمز در بیماری اسفروسیتوز ارثی دیده می‌شود؟

الف) شکل بی‌قاعده با افزایش انعطاف‌پذیری

ب) افزایش عمر سلول‌ها

ج) از بین رفتن دو طرف مقعر بودن و کاهش انعطاف

د) افزایش میزان هموگلوبین

9- منشأ تمام سلول‌های خونی در مغز استخوان چیست؟

الف) سلول‌های مزانشیمی

ب) سلول‌های استرومایی

ج) سلول بنیادی هماتوپوئیتیک

د) پیش‌ساز لنفوئیدی

10- پلاکت‌ها در هماتوپوئیز از چه سلولی مشتق می‌شوند؟

الف) پرومگاکاریوسیت

ب) مگاکاریوسیت

ج) مگاکاریوبلاست

د) میلوبلاست

11- در کدام مرحله از اریتروپوئیز هسته سلول از بین می‌رود؟

الف) پرواریتروبلاست

ب) اریتروبلاست

ج) نورموبلاست

د) رتیکولوسیت





12- نقص در تشکیل غشاء اسکلتی گلبول قرمز در کدام بیماری مشاهده می‌شود؟

الف) تالاسمی

ب) آنمی داسی‌شکل

ج) اسفروسیتوز ارثی

د) هموکروماتوز

13- در خون محیطی، رتیکولوسیت‌ها دارای کدام ویژگی می‌باشند؟

الف) حاوی هسته هستند

ب) فاقد RNA هستند

ج) دارای بقایای RNA ریوزومی هستند

د) فاقد هموگلوبین هستند

14- کدام فاز از هماتوپوئز در هفته‌های ابتدایی جنینی غالب است؟

الف) کبدی

ب) مغز استخوانی

ج) کیسه زرده

د) طحالی

15- کدام بیماری منجر به تولید بیش از حد گلبول قرمز می‌گردد و یک اختلال نئوپلاستیک محسوب می‌شود؟

الف) آنمی مگالوبلاستیک

ب) پلی‌سایتمی ورا

ج) هموفیلی A

د) پورپورای ترومبوسیتوپنیک

پاسخ سوالات:

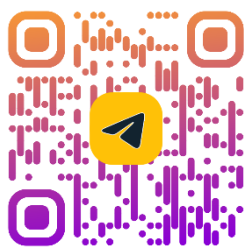
1-A 2-B 3-C 4-C 5-C 6-C 7-B 8-C 9-C 10-B 11-C 12-C 13-C 14-C 15-B



جلسه ششم:

بافت عضلانی

- مقدمه
- بافت اسکلتی
- ویژگی‌های سیتوپلاسم بافت مخطط
- سارکومر
- فیلامان‌های ضخیم میوزین
- Transverse tubule
- بافت همبند در عضلات
- عضله قلبی
- دیسک‌های بینابینی
- سلول‌های هدایتی
- عضله صاف



ویدیو کلاس



۱۴۰۳
TUMS

تایپيست‌ها:

سرگروه:

عرفان کریمیان

اعضای گروه:

پانیز محمدی نسب

نادیا ده حق

ابوالفضل صبوری فرد

محمد فتح‌الله زاده

سرپرستار علمی:

مهرسا لاوری

ویراستار علمی:

نازنین زمانی

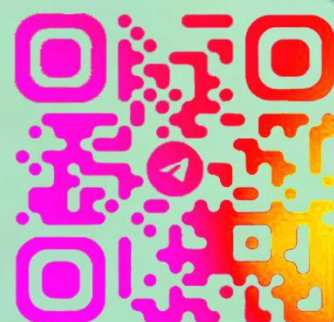
امیرمهدی معظمی

ویراستار ادبی:

محمد رضا شکوری

تدوین گر:

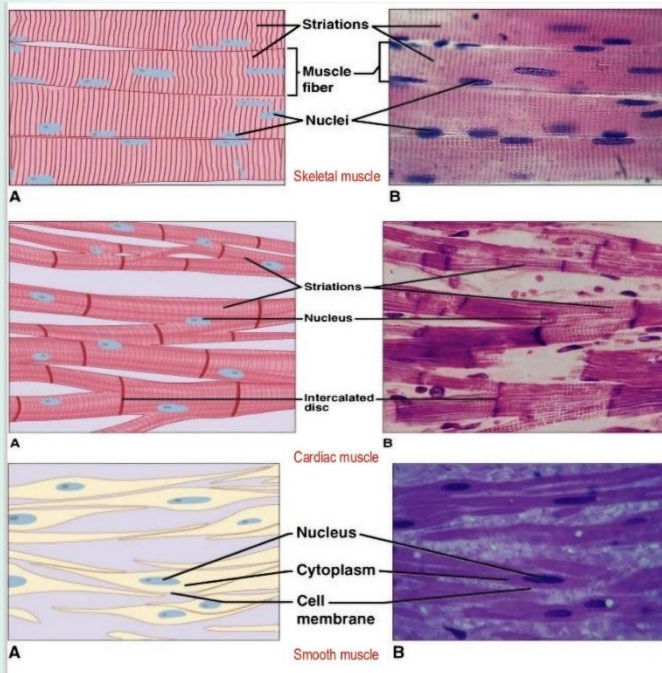
علیرضا عبادی





بافت عضلانی (muscle tissue) یکی از انواع بافت‌های اصلی بدن است که می‌توان گفت بیشترین حجم بدن را به خود اختصاص می‌دهد.

در آناتومی میکروسکوپی (بافت شناسی) معمولا عضلات را به دو دسته مخطط و صاف دسته بندی می‌کنند. عضلات اسکلتی و قلبی در دسته عضلات مخطط (striated muscle) قرار می‌گیرند؛ چون زیر میکروسکوپ دارای خطوط عرضی تیره و روشن‌اند.



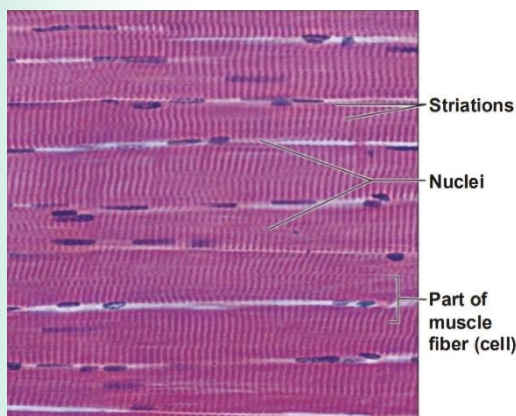
شکل ۱

علت نامگذاری عضلات صاف: به دلیل فقدان خطوط عرضی تیره و روشن، عضلات صاف (smooth muscle) نام گرفته که در جدار ارگان‌های داخلی بدن قابل مشاهده‌اند (شکل ۱).

بافت اسکلتی

عضلاتی که در اندام‌های فوقانی و تحتانی در ناحیه تنه در قسمت قدامی و خلفی هستند همه از نوع عضله اسکلتی‌اند. (شکل ۲) علت نام‌گذاری: به دلیل اینکه بیشتر آن‌ها به استخوان‌ها متصل می‌شوند، در آناتومی ماکروسکوپی به آنها عضله اسکلتی می‌گویند. عملکرد

عملکرد اصلی:



شکل ۲

۴ - به دلیل گلیکوژن بالای موجود در آن‌ها، می‌توانند به تولید انرژی کمک کنند و محل ذخیره این مواد هستند.

۵ - در تنفس نقش دارند.

۶ - انقباض ماهیچه‌ها موجب تولید گرما برای حفظ دمای طبیعی بدن می‌شود.

۷ - در حفاظت نقش دارند.

بیشتر عضلات اسکلتی به استخوان‌ها متصل می‌شوند (بیش از ۹۵٪).



موارد استثنا:

1- عضلات حالت‌دهنده صورت (expression muscle) ممکن است تنها یک سر آن‌ها به استخوان متصل باشد یا هر دو سر به فاشیای سطحی متصل باشند.

2- در مری و کانال آنال (در قسمت انتهایی دستگاه گوارش)، عضلات مخطی داریم که هیچ اتصال استخوانی ندارند.

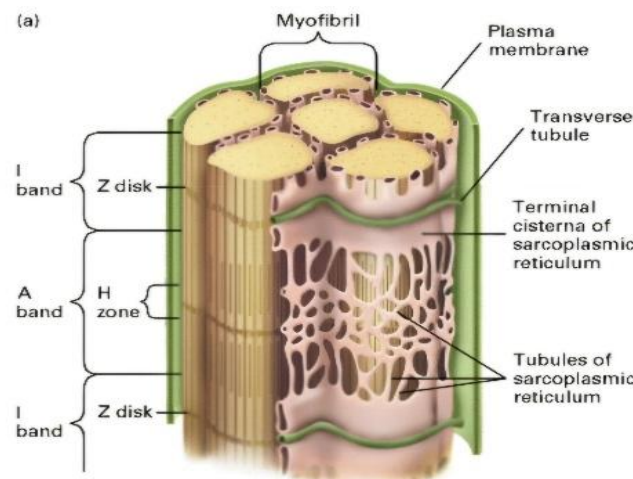
در این عضله خطوط تیره و روشن داریم. ویژگی متمایزکننده سلول‌های عضلانی در دوران جنینی نسبت به سلول‌های بافت‌های دیگر، مقداری کشیده شدن است. این کشیدگی در عضله مخطی خیلی بیشتر است و سلول‌های بسیار طویلی هستند. به همین دلیل به آنها سلول‌های فایبر نیز می‌گویند؛ چون شبیه رشته هستند.

در عضله مخطی:

نام غشا به سارکولما و نام سیتوپلاسم به سارکوپلاسم تغییر پیدا می‌کند.

همچنین اصطلاح سارکو (sarco) و مایو (myo) معادل عضله محسوب می‌شوند.

○ **نکته:** در اصطلاحات پزشکی به بیماری‌های عضلانی سارکوپاتی یا مایوپاتی گفته می‌شود.



شکل ۳

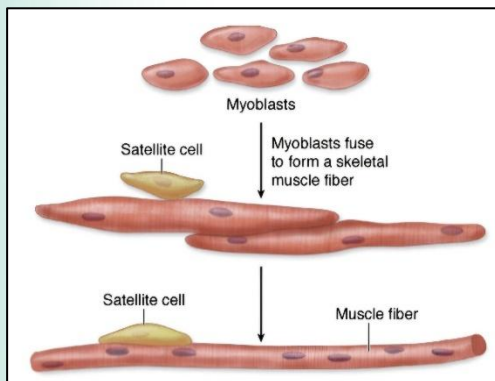
ویژگی‌های سیتوپلاسم عضله مخطی نسبت به سلول‌های دیگر بافت‌ها

- 1- گلیکوژن فراوانی در سیتوپلاسم ذخیره می‌کنند که در شرایط کمبود ATP می‌توانند از آنها برای تولید ATP استفاده کنند.
 - 2- پروتئین میوگلوبین در سیتوپلاسم آن‌ها وجود داشته و توانایی جذب اکسیژن دارد. گلوبین پروتئینی است که سبب ایجاد رنگ قرمز می‌شود که در خون (هموگلوبین) و عضلات (میوگلوبین) یافت می‌شود.
 - 3- شبکه آندوپلاسمی صاف آنها بسیار گسترده (well-developed) هستند و علاوه بر تولید لیپید، در ذخیره کلسیم نقش دارد که اصطلاحاً به آن شبکه سارکوپلاسمی می‌گوییم. برای دسترسی آسان و سریع به کلسیم، شبکه آندوپلاسمی صاف در مجاورت میکروفیلانمت‌ها گسترده و پخش شده‌اند.
- **نکته:** کلسیم برای عملکرد عضلات لازم و ضروری است.

سطوح تشکیل عضله:

- ۱- میوفیبریل که به صورت رشته‌هایی درون سلول عضلانی قرار گرفته است.
- ۲- فیبر عضلانی (پوشیده‌شده با پریمیوم)
- ۳- fascicle که شامل چند فیبر عضلانی است که با اندومیوم احاطه شده‌اند.
- ۴- عضله که با اپی‌میوم پوشیده شده است.

سلول‌های عضله مخطط، علاوه بر کشیده بودن، چند هسته‌ای نیز هستند و به آنها سلول‌های مولتی نوکلئیت (multinucleate) گفته می‌شود. در این سلول‌ها معمولاً هسته‌ها در زیر غشای سلول (سارکولما) قرار می‌گیرند و شکل سلول‌ها معمولاً صاف (flat) است.



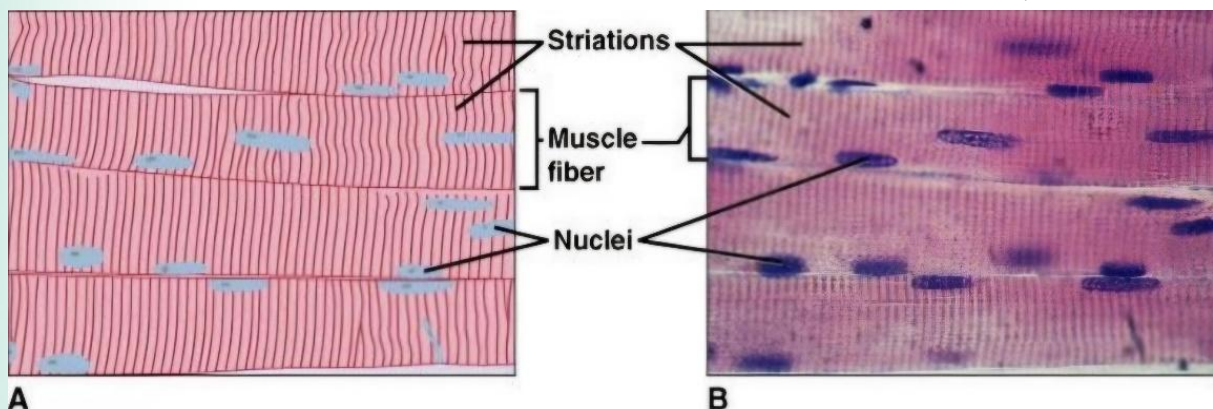
شکل ۴

سلول قمری / ماهواره‌ای (satellite cell):

سلول‌هایی هستند که از میوبلاست‌ها مشتق می‌شوند؛ اما در عضلات به صورت تمایز نیافته باقی می‌مانند. در صورت آسیب به عضله یا نیاز به ترمیم (repair) یا نوسازی (renew)، به وسیلهٔ ورود القاگرها، می‌توانند به سلول‌های عضلانی تمایز پیدا کنند. (شکل ۴)

چند هسته‌ای شدن (fusion):

در دوران جنینی، زمان شکل‌گیری عضلات، به سلول‌های پیش‌ساز عضلات، سلول‌هایی تحت عنوان میوبلاست یا سلول‌های سازنده عضله گفته می‌شود که خودشان از لایه مزودرم جنین مشتق می‌شوند. بلاست‌ها سلول‌هایی هستند که در روند سنتز پروتئین فعال هستند. سلول‌های میوبلاست پروتئین‌هایی که در انقباض نقش دارند را سنتز می‌کنند که به آنها پروتئین‌های انقباضی گفته می‌شود. هم‌زمان با این اتفاق، غشای بین‌سلولی از بین می‌رود و سلول‌ها یکی می‌شوند و فیوژن سلولی اتفاق می‌افتد. در اثر فیوژن، سلول‌ها چند هسته‌ای و بسیار طویل می‌شوند. معمولاً این سلول‌ها بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ هسته ممکن است داشته باشند. در ادامه پروتئین‌های انقباضی آرایش خاصی پیدا می‌کنند. این پروتئین‌ها شامل اکتین و میوزین هستند که در داخل سیتوپلاسم به صورت خطوط عرضی قرار می‌گیرند. به دلیل متفاوت بودن نوع این مولکول‌ها، هنگام تابش نور به آنها، می‌توانیم آنها را به صورت خطوط تیره و روشن در زیر میکروسکوپ ببینیم. به همین دلیل به آنها مخطط (striated) می‌گویند. (شکل ۵)



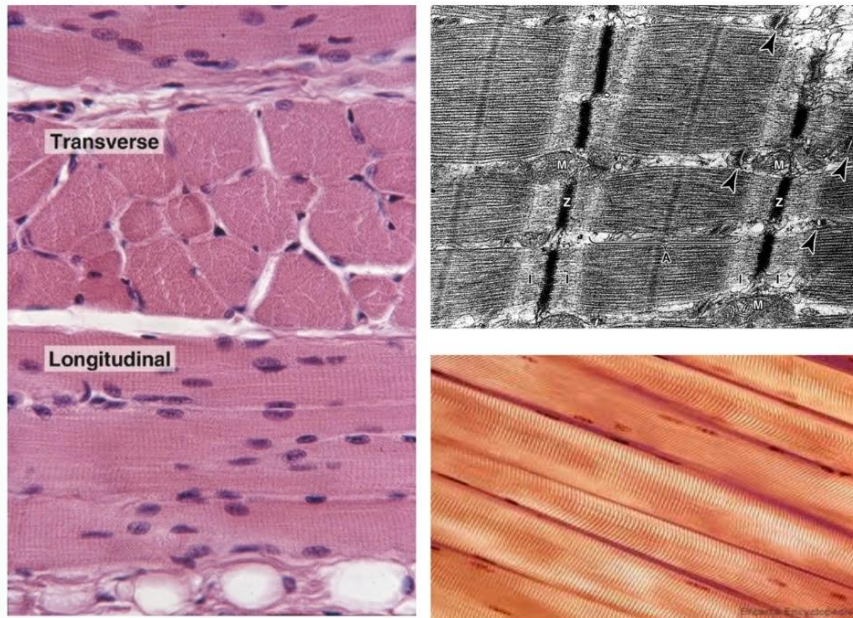
شکل ۵

سارکومر

در سلول عضله مخطط کوچکترین واحد عملکردی سلول، سارکومر (Sarcomere) نامیده می‌شود. سارکومر ساختاری است که بین دو خط یا صفحه Z قرار می‌گیرد. در داخل هر سارکومر فیلامان‌های ضخیم و فیلامان‌های نازک آرایش خاصی را دارا هستند و باعث به وجود آمدن خطوط عرضی تیره و روشن می‌شوند.

نکته: در مکان‌هایی که فیلامان‌های ضخیم میوزین (Myosin) را می‌بینیم، خطوط تیره مشاهده می‌شوند چون خاصیتشان نسبت به نور، آنیزوتروپیک (Anisotropic) است. همچنین به آن‌ها A-band هم می‌گوییم که بیشتر در فیزیولوژی از اصطلاح A band و I band استفاده می‌کنند. در مکان‌هایی که فیلامان‌های نازک اک틴 (Actin) را می‌بینیم، خطوط روشن مشاهده می‌شوند، به آن‌ها «I-band» هم گفته می‌شود زیرا خاصیتشان مقابل نور به صورت ایزوتروپیک (isotropic) است.

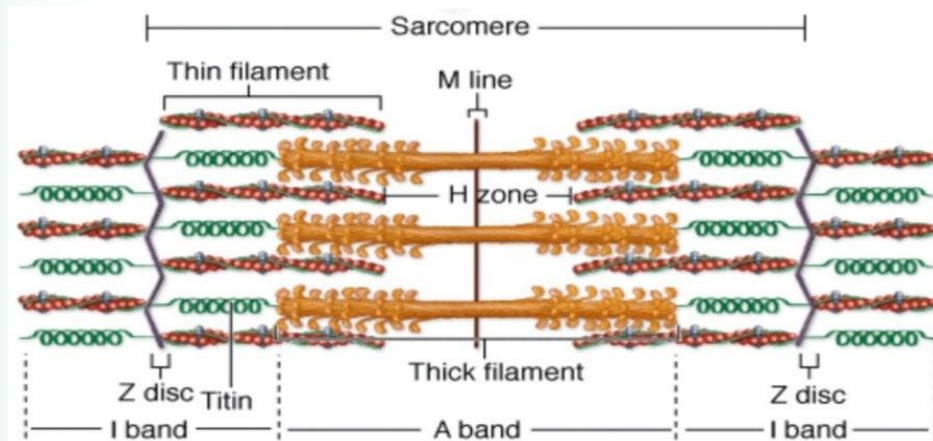
Skeletal Muscle



شکل ۶

فیلامان‌های ضخیم میوزین

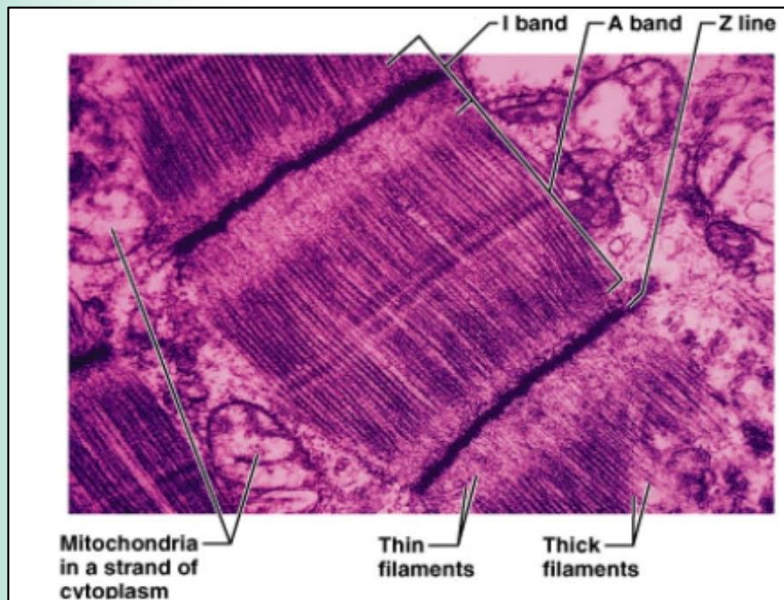
فیلامان‌های ضخیم میوزین معمولاً در قسمت وسط سارکومر قرار می‌گیرند. در هر میوفیلامنت (Myofilament) حدود 100 تا 120 مولکول میوزین در کنار همدیگر قرار می‌گیرند. مولکول‌های میوزین یک سر و یک دم دارند که از طریق دم‌هایشان دور همدیگر می‌پیچند و در کنار هم قرار می‌گیرند. (شکل ۷)



شکل ۷

میوزین‌ها از ناحیه دم به خطی متصل می‌شوند که چون در وسط سارکومر است به آن خط M (Mid Line) می‌گوییم.

دم‌های میوزین به وسیله یک پروتئین ساختاری به نام مایومزین (Myomesin) به خط M متصل می‌شوند.



شکل ۱۰

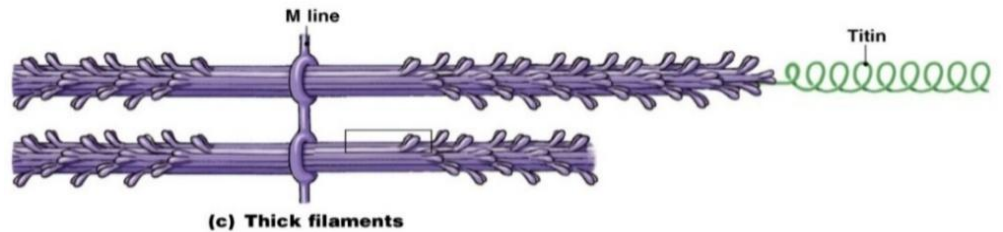
فیلامان‌های ضخیم و نازک در سارکومر به صورت آزاد نیستند و به وسیله یک سری پروتئین‌های ساختاری به طور منظم و دقیق در موقعیت خاص خود نگه داشته می‌شوند.

سرهای میوزین‌ها در جایی قرار می‌گیرد که فیلامان‌های نازک وجود دارند و با یکدیگر هم پوشانی دارند. سر و دم به وسیله یک لولا به همدیگر متصل می‌شوند که این لولا حاوی یک سری پروتئین‌هایی است که این ناحیه را قابل حرکت می‌کند که در مکانیسم انقباض می‌تواند کمک‌کننده باشد. (شکل ۱۰)

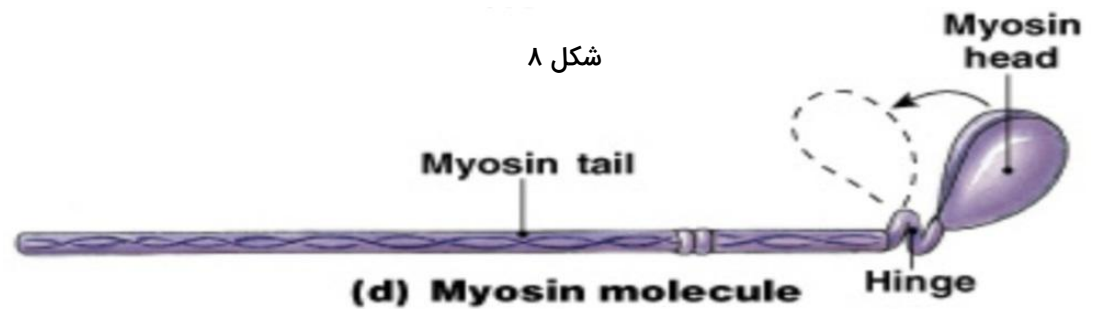
پروتئین ساختاری: به طور مستقیم در انقباض نقشی ندارد ولی برای انجام صحیح انقباض وجود آن لازم است.



دم‌های فیلامان‌های ضخیم میوزین در قسمت وسط سارکومر است و سرهایشان به سمت دو طرف سارکومر می‌رود و به وسیله یک پروتئین فنر مانند به نام تیتین (Titin) به خط Z متصل می‌شوند که در دو طرف سارکومر وجود دارد (شکل ۸). این ناحیه که حاوی فیلامان‌های ضخیم میوزین است، نوار A یا انیزوتروپیک نامیده می‌شود.



شکل ۸

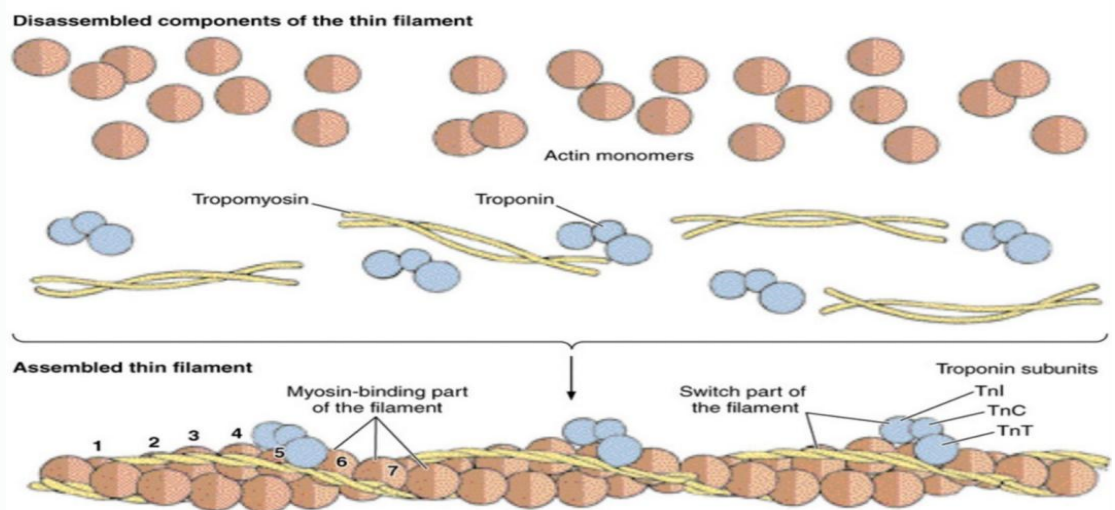


شکل ۹

ناحیه‌ای که فقط حاوی فیلامان‌های نازک است را ناحیه I می‌نامیم. این ناحیه بین دو سارکومری که در کنار هم هستند مشترک است و به وسیله خط Z نصف می‌شود. فیلامان‌های نازک در دو طرف سارکومر قرار می‌گیرند که حاوی سه بخشند: (شکل ۱۱)

۱. اکتین (فیلامان انقباضی)
۲. تروپونین (ساختاری)
۳. تروپومیوزین (ساختاری)

Thin Myofilaments



شکل ۱۱



یادآوری: اکتین در همه سلول‌ها وجود دارد و در همه سلول‌ها به زیر غشای سلول می‌رود و یک شیت (Sheet) ایجاد می‌کند که به آن شبکه انتهایی (Terminal Web) گفته می‌شود.

مکانیزم تبدیل مولکول اکتین به رشته اکتین:

در سلول‌های عضلانی وقتی که فیلامان‌های اکتین در سیتوپلاسم هستند و در فرآیند انقباض نقشی ندارند و به اصطلاح در حالت استراحت به سر می‌برند، این اکتین‌ها به صورت مونومر یا گلوبولار (Globular) هستند (G-اکتین یا اکتین‌های مونومری که مثل توپ‌های پینگ پنگ تکی هستند). اما وقتی که اکتین بخواهد در ساختار سارکومر قرار بگیرد و بتواند با میوزین واکنش و تعامل نشان دهد حتماً تبدیل به رشته بشود و تبدیل به F-اکتین یا فایبروز اکتین (Fibrous actin) بشود. بنابراین پروتئینی به نام تروپومیوزین (Tropomyosin) که یک پیپتید دو زنجیره‌ای است و روی مونومرهای اکتین جایگاه اتصال دارد به مونومرهای اکتین وصل می‌شود و آنها را به هم وصل می‌کند و نقش نخ تسبیح را بازی می‌کند.

خلاصه عملکرد تروپومیوزین: نوعی پروتئین ساختاری که سبب تبدیل G اکتین به F اکتین می‌شود.

تروپونین (Troponin): نوعی پروتئین ساختاری دیگر که از 3 زیرواحد کروی شکل تشکیل می‌شود.

- زیر واحد (Tn-A) یا (Tn-I) Inhibitor: به اکتین وصل می‌شود و مانع از اتصال اکتین به میوزین هنگام توقف انقباض می‌شود.

- زیرواحد (Tn-T): به تروپومیوزین وصل می‌شود.

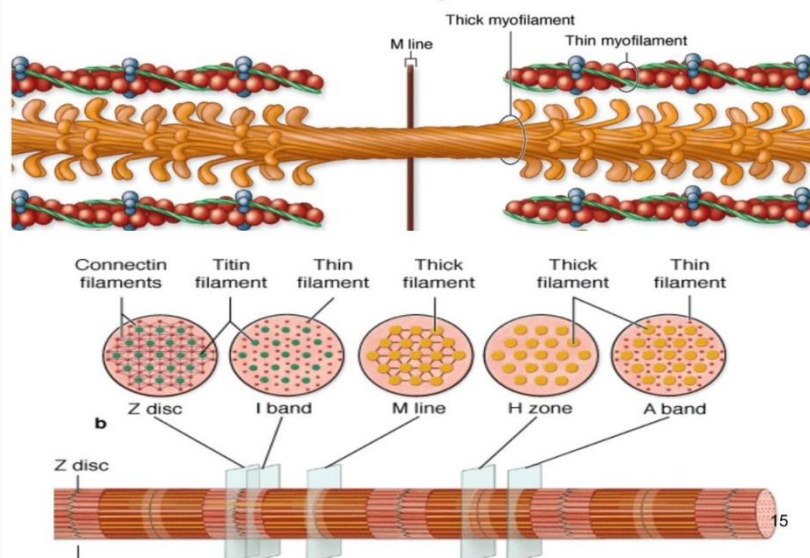
- زیر واحد (Tn-C): به یون کلسیم وصل می‌شود.

فیلامان‌های نازک اکتین به وسیله یک پروتئین به نام آلفا اکتینین (Alpha-actinin) به خط Z متصل می‌شوند. پروتئین دیگری به نام نبولین (Nebulin) وجود دارد که سبب اتصال و حفظ طول فیلامان‌های نازک می‌شود.

نکته: آلفا اکتینین جزو پروتئین‌هایی است که همیشه همراه اکتین است.

در انواع عضلات حدود 14 نوع پروتئین ساختاری داریم که به نحوه قرارگیری فیلامان‌های اکتین و میوزین، حفظ جایگاه و حفظ شدن طول آنها حین انقباض کمک می‌کند.

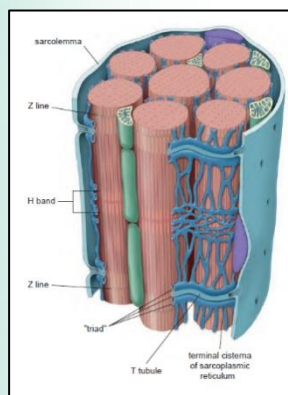
Thick & Thin Myofilaments





Transverse tubule

ساختار دیگری است که در سلول‌های عضلانی دیده می‌شود. تورفتگی‌هایی از غشای سلول هستند که چون در محور عرضی سلول قرار می‌گیرند transverse و چون لوله‌ای شکل هستند tubule نامیده می‌شوند. مکان: آنها در مجاورت cisternaهای SER دیده می‌شوند.



شکل ۱۳

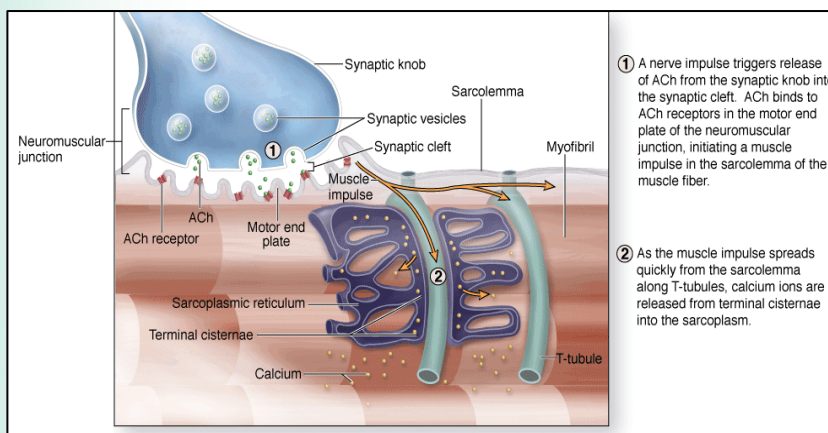
یادآوری: سیستم‌های شبکه آندوپلاسمی صاف معمولاً لوله‌ای شکل هستند و برخلاف RER، کیسه‌ای نمی‌باشند.

SER شبکه‌ای از لوله‌ها را اطراف میوفیل‌ها تشکیل می‌دهد. در جایی که در مجاورت T-tubule قرار می‌گیرند، پهن‌تر شده و ساختار کیسه‌ای پیدا می‌کند که سیستم انتهایی نامیده می‌شود. در دو طرف T-tubule آنها مشاهده می‌شوند. ساختار سه‌تایی ایجاد شده را تریاد (Triad) می‌نامیم. تریاد شامل SER2 و T-tubule1 است. (شکل ۱۳)

نکته: ساختار تریاد مخصوص عضله مخطط است. محل قرارگیری آن بین نوار A و I می‌باشد؛ یعنی جایی که فیلامنت‌های ضخیم (میوزین) و فیلامنت‌های نازک (اکتین) را داریم.

چرا لوله عرضی تشکیل می‌شود؟

در شکل‌های زیر لوله‌های عرضی و سیستم‌ها انتهایی را مشاهده می‌کنید. عصب وارد عضله شده و انتهای آکسونی را می‌بینیم که انتقال دهنده‌های عصبی که در عضله مخطط استیل کولین است آزاد می‌گردد. چندین



شکل ۱۴

آکسون بخش‌های مختلف یک

عضله را عصب‌دهی می‌کنند.

نوروترانسمیترها آزاد شده و

تحریک عصبی باعث آزادسازی

یون کلسیم از SER شده و

ایمپالس الکتریکی انتقال داده

می‌شود. (شکل ۱۴)

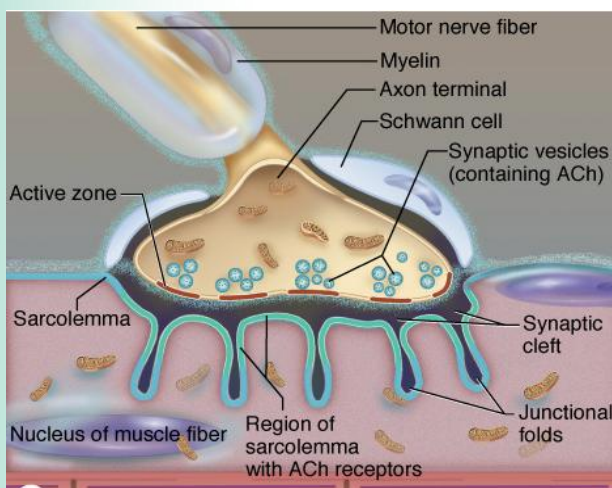
علت ایجاد T-tubule ها: تا

پالس ایجاد شده در سیناپس

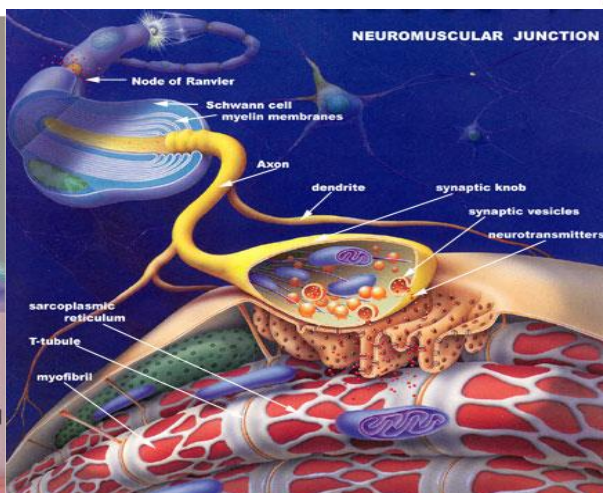
به طور یکنواخت در داخل

سلول ماهیچه‌ای منتشر شود و به بقیه قسمت‌های سلول که مستقیماً عصب‌دهی نمی‌شوند برسد.

نکته: جایی که انتهای آکسونی به سلول عضلانی می‌رسد را Neuromuscular junction می‌گوییم. جایی است که عصب‌دهی به عضله اتفاق می‌افتد که یک نوع سیناپس شیمیایی است. در فیزیولوژی motor end plate نامیده می‌شود. (شکل ۱۵ و ۱۶)



شکل ۱۶



شکل ۱۵

بافت همبند در عضلات

در عضله مخطط بافت‌های همبند وجود دارند که عضلات را در برمی‌گیرند و کمپارتمان‌بندی می‌کنند. همانطور که در اطراف گوشت پرده سفید نازک مشاهده می‌کنیم. پرده سفید نازک نشان‌دهنده وجود رشته‌های کلاژن است.

نقش بافت همبند در عضله مخطط:

1. عروق و اعصاب به قسمت‌های عمقی عضله نفوذ می‌کنند.
2. عضلات را کمپارتمان‌بندی می‌کنند.
3. انقباضی که ایجاد می‌شود به صورت یکنواخت در سراسر عضله پخش شود.
4. در دوران جنینی اگر بافت همبند وجود نداشته باشد، Development عضلات دچار مشکل می‌شود.

انواع بافت همبند در عضله مخطط:

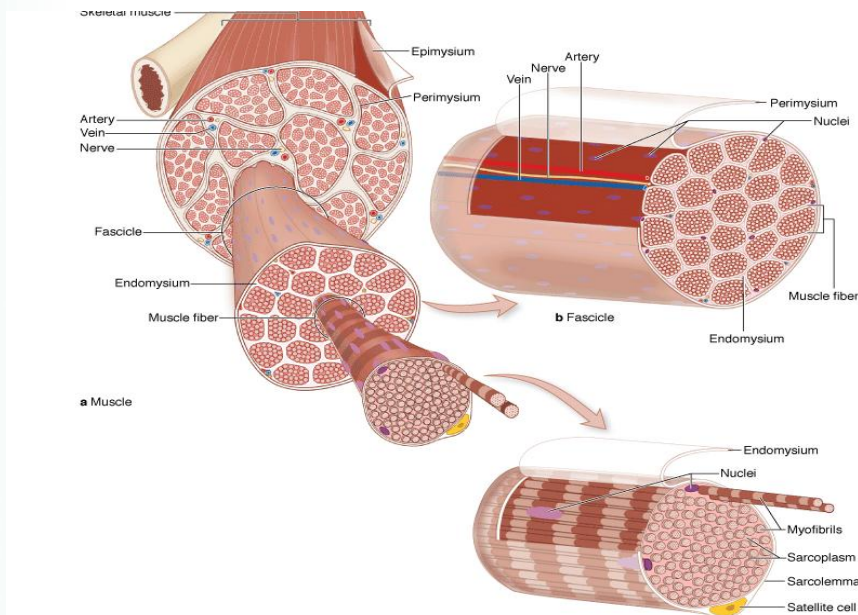
بافت همبند متراکم سفیدرنگ (به دلیل کلاژن زیاد) و مانند یک پرده، کل عضله را در بر می‌گیرد.	اپی‌میزیوم (Epimysium)
از غلاف پیچیده دور عضله (اپی‌میزیوم) ایجاد شده است و سبب عبور عروق و اعصاب به بخش‌های عمقی عضله و کمپارتمان‌بندی عضله می‌شود. طناب‌های عضلانی (fascicle) را در بر می‌گیرد.	پری‌میزیوم (perimysium)
از پری‌میزیوم منشا می‌گیرد و دور یک سلول ماهیچه‌ای را در بر می‌گیرد. کلاژن آن نسبت به پری‌میزیوم و اپی‌میزیوم کمتر است و لایه نازکی از بافت پیوندی سست است.	اندومیزیوم (Endomysium)

○ نکته: براساس میزان کلاژن: اپی‌میزیوم < پری‌میزیوم < اندومیزیوم

○ نکته: این پرده‌های پیوندی در عضله مخطط وضوح بیشتری دارند.



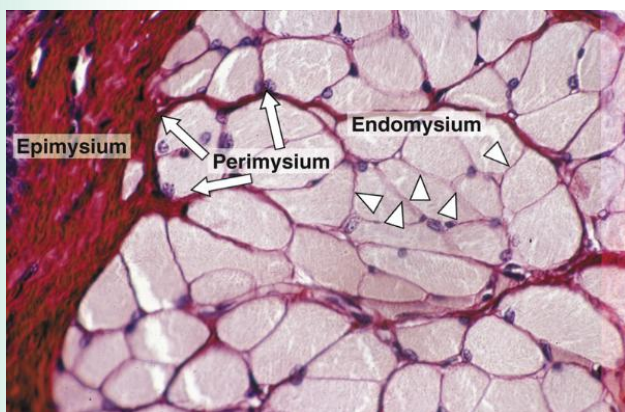
نکته: طناب عضلانی مجموعه‌ای از فیبرهای عضلانی است که کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.



شکل ۱۷

عضله قلبی (Cardiac muscle)

در کلینیک و بالین به جای قلب از اصطلاح کاردیو (Cardio) بسیار استفاده می‌شود. این عضله فقط در دیواره بطن‌ها و دهلیزهای قلبی دیده می‌شود. از لحاظ میکروسکوپی بسیار به عضله مخطط شباهت دارد. وجود سارکومر، نحوه قرارگیری پروتئین‌های انقباضی، ساختاری و ... در مورد عضله قلبی نیز صدق می‌کند. اما تفاوت‌هایی نیز وجود دارد که در اینجا به آنها می‌پردازیم:

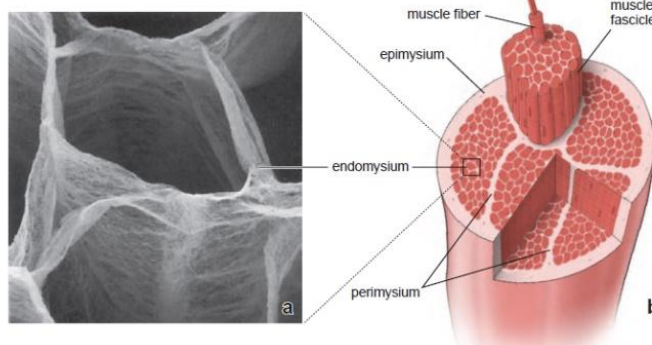


Cardiac muscle

- Striated, one or two nuclei per cell
- Nucleus located in the center of cell
- Intercalated discs



شکل ۱۸



(114)

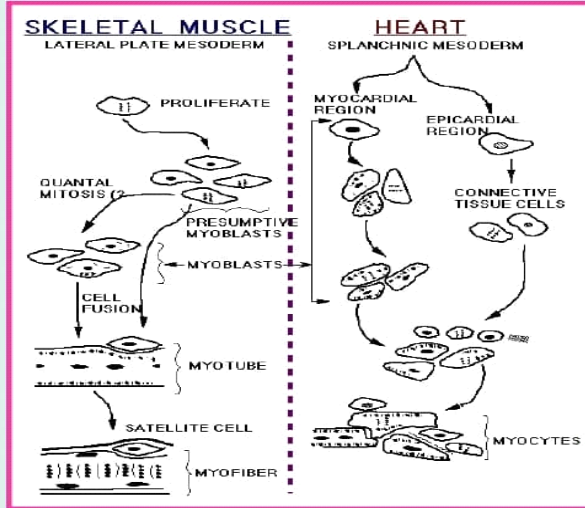
شکل ۱۹



ویژگی‌های سلول‌های عضله قلبی:

(1) تک‌هسته‌ای بودن سلول‌ها:

سلول‌های عضله قلب، اغلب تک‌هسته‌ای هستند (برخی دو هسته‌ای). این سلول‌ها در دوران جنینی از لایه‌ای از مزودرم - که به آن مزودرم احشایی گفته می‌شود - منشأ می‌گیرند. در محلی که قلب در حال شکل‌گیری است،



سلول‌های میوبلاست از این لایه جدا می‌شوند و به صورت منفرد (سینگل) تمایز پیدا می‌کنند و به سلول‌های عضله قلبی تبدیل می‌شوند. (شکل ۲۱) علت تک هسته‌ای بودن: برخلاف سلول‌های عضلات اسکلتی که طی فرآیند فیوژن (ادغام) چندین میوبلاست با یکدیگر ترکیب می‌شدند، سلول‌های عضله قلبی چنین فرآیندی را طی نمی‌کنند. هرچند در مواردی نادر ممکن است دو هسته‌ای نیز باشند.

هسته این سلول‌ها بزرگ، بیضی‌شکل و در مرکز سلول قرار دارد.

(2) کشیدگی و شکل منشعب سلول‌ها:

سلول‌های عضله قلبی در جنین کمی کشیدگی پیدا می‌کنند. این کشیدگی در مقایسه با سلول‌های سایر بافت‌ها قابل توجه است. از سویی دیگر، سلول‌های قلبی دارای زوایید سیتوپلاسمی متعددی هستند که به آن‌ها انشعابات سلولی گفته می‌شود.

برای درک بهتر، سلول را می‌توان به کف دست تشبیه کرد و انشعابات سلولی را به انگشتان دست که از آن خارج شده‌اند. به همین دلیل این سلول‌ها را سلول‌های منشعب نیز می‌گویند.

● نکته: به سلول‌های منشعب Branching cells نیز می‌گویند.

(3) نوارهای عرضی و ساختار سارکومری:

همانند ماهیچه اسکلتی در ماهیچه قلب نیز فیلامنت‌های ضخیم و نازک در سلول‌های عضله قلبی وجود دارد. این آرایش مشابه ساختار موجود در سلول‌های عضلات اسکلتی است به همین دلیل سلول‌های عضله قلبی نیز ظاهر راه‌راه دارند. (شباهت)

هرچند که سلول‌های قلبی تحت کنترل دستگاه عصبی خودمختار کار می‌کنند و برخلاف عضله اسکلتی که ارادی است، عملکرد آن‌ها غیرارادی است. (تفاوت)

(Intercalated Discs) دیسک‌های بینابینی (4)

(4) دیسک‌های بینابینی (Intercalated Discs):

ویژگی بسیار مهم سلول‌های عضله قلبی، وجود دیسک‌های بینابینی است. این دیسک‌ها به صورت خطوط کم‌رنگ و عرضی بین دو سلول مجاور دیده می‌شوند. این ساختار، محل اتصال انشعابات سیتوپلاسمی دو سلول قلبی مجاور است.



دیسک‌های بینابینی به اتصال محکم و هماهنگ سلول‌ها کمک می‌کنند و نقش اساسی در عملکرد سلول‌های قلبی ایفا می‌کنند. این ساختارها باعث می‌شوند که سلول‌های قلبی به خوبی به یکدیگر متصل شده و عملکرد مشترک داشته باشند.

خلاصه ساختاری و عملکردی:

سلول‌های قلبی معمولاً تک‌هسته‌ای هستند؛ اما در موارد نادر به صورت دو هسته‌ای نیز مشاهده می‌شوند. این سلول‌ها کشیده و منشعب بوده و دارای زواید سیتوپلاسمی متعددی هستند. وجود نوارهای عرضی (استریاسون) به علت ساختارهای سارکومری (مشابه عضله اسکلتی) است. دیسک‌های بینابینی بین سلول‌ها ارتباط مکانیکی محکم و الکتریکی مؤثر برقرار می‌کنند. انتقال پالس‌های قلبی از گره سینوسی-دهلیزی به تمام سلول‌ها توسط ارتباطات سلولی هماهنگ انجام می‌گیرد.

دیسک‌های بینابینی

نقش دیسک‌های بینابینی در انتقال پالس‌های قلبی:

وجود دیسک‌های بینابینی این امکان را به سلول‌های قلبی می‌دهد که علاوه بر اتصال مکانیکی محکم، ارتباطات الکتریکی مؤثری نیز با یکدیگر برقرار کنند. این موضوع یکی از ویژگی‌های کلیدی سلول‌های قلبی است، چرا که پالس‌هایی که در گره سینوسی دهلیزی (SA node) تولید می‌شوند باید به تمام سلول‌ها منتقل شوند تا ضربان قلب منظم و هماهنگ باشد. این ویژگی برای عملکرد دقیق قلب ضروری است، چرا که باعث انقباض هماهنگ حفرات قلب شده و خون را به درستی در بدن پمپاژ می‌کند.

ساختارهای موجود در دیسک‌های بینابینی:

در ساختار (Intercalated discs) مجموعه‌ای از اتصال‌های بین سلولی وجود دارد که نقش مهمی در هماهنگی فعالیت فعالیت سلول‌های قلبی ایفا می‌کنند. یکی از این اتصال‌ها، گپ‌جانکشن‌ها هستند که امکان انتقال تحریک الکتریکی از یک سلول به سلول دیگر را فراهم می‌کنند. این ویژگی باعث می‌شود که پالس‌های الکتریکی سریعاً در کل عضله قلبی منتشر شوند، ضربان قلب هماهنگ انجام شود و حفرات قلب بتوانند به صورت مؤثر منقبض شوند.

سیستم هدایتی قلب و اهمیت ارتباط سلولی

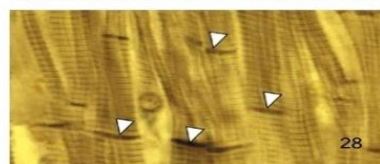
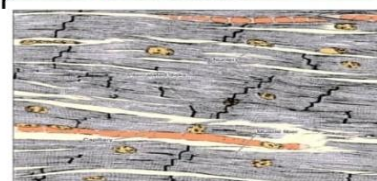
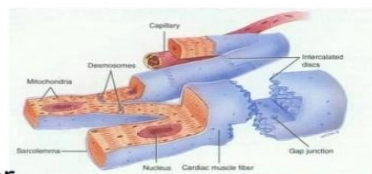
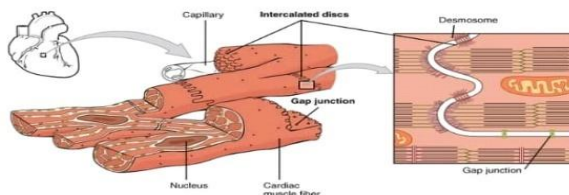
قلب انسان دارای یک سیستم هدایتی است که مسئول تنظیم فعالیت هماهنگ سلول‌های قلبی است. این ارتباط بین سلول‌ها به کمک ساختارهای موجود دیسک‌های بینابینی برقرار می‌شود. قلب در هر دقیقه به طور متوسط ۷۰ بار منقبض می‌شود و طی هر انقباض، خون به تمامی نقاط بدن پمپاژ می‌شود. از آنجا که ضربان قلب با قدرت بالایی انجام می‌شود، سلول‌های عضله قلب باید به یکدیگر محکم متصل باشند تا هنگام فعالیت شدید، از یکدیگر جدا نشوند. اگر این اتصال‌ها به اندازه کافی قوی نباشند، سلول‌ها از هم جدا شده و عملکرد قلب مختل می‌شود؛ حتی ممکن است قلب دچار پارگی شود. برای جلوگیری از این مشکل، اتصالات خاصی در دیسک‌های بینابینی وجود دارد که استحکام سلول‌ها را تضمین می‌کند. در دیسک‌های بینابینی چند نوع اتصال بین سلولی وجود دارد (شکل ۲۲):

• اتصالات چسبندگی: (Adherens Junctions)

این نوع اتصالات، سلول‌های مجاور را به هم متصل می‌کند و از نوع کمربند اتصالی هستند. مولکول‌هایی مانند کاده‌رین‌ها که مشابه اتصالات موجود در بافت‌های پوششی هستند، در این روند نقش دارند.

Intercalated discs

- Zonula adherens (fascia adherentes)
- Desmosomes
 - to prevent their pulling apart under constant contractile activity
- Gap junctions
 - Allow excitation in one fiber to spread quickly to adjoining fibers



شکل ۲۲

• دسموزوم‌ها (Desmosomes):

دسموزوم‌ها به عنوان نقطه‌ای از اتصال مکانیکی عمل می‌کنند و استحکام بیشتری به سلول‌ها می‌بخشند. این اتصالات دارای عملکردی مشابه کمربند اتصالی هستند، اما گسترده‌تر شده‌اند و ساختاری به نام فاسیا چسبنده (Fascia Adherents) ایجاد می‌کنند. فاسیا چسبنده، مشابه یک کمربند عادی است که به جای ۳ سانتی‌متر، به اندازه بزرگ‌تر (حدود ۱۰ سانتی‌متر) گسترده‌تر شده است. این ویژگی باعث افزایش سطح اتصال و استحکام بین سلول‌ها می‌شود و از پارگی قلب جلوگیری می‌کند.

• Gap junction

سلول‌های قلبی نیاز دارند که ارتباط بسیار زیادی با یکدیگر داشته باشند تا تحریک الکتریکی و شیمیایی به راحتی منتقل شود. بنابراین، حضور اتصالاتی مانند گپ‌جانکشن‌ها که امکان تبادل اطلاعات و تحریک بین سلول‌ها را فراهم می‌کنند، بسیار ضروری است.

عدم حضور اتصالات محکم (Tight Junctions)

در دیسک‌های بینابینی، این نوع جانکشن وجود ندارند. دلیل این موضوع آن است که اتصالات محکم، برای جلوگیری از عبور مواد بین سلولی طراحی شده‌اند.

○ **نکته:** فاسیا چسبنده نوعی اتصال چسبندگی ویژه در سلول‌های قلبی است. شباهت زیادی به کمربند اتصالی دارد اما پهن‌تر و مقاوم‌تر است و در دیسک‌های بینابینی نقش اساسی در حفظ استحکام و هماهنگی عملکرد سلول‌های قلبی دارد.

ویژگی‌های سلول‌های عضله قلبی و ساختارهای مرتبط در زیر میکروسکوپ:

در زیر میکروسکوپ نوری با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین، دیسک‌های بینابینی به صورت خطوط عرضی روشن بین سلول‌های عضله قلبی دیده می‌شوند. این خطوط به دلیل خاصیت نورگریزی به خوبی قابل تشخیص هستند.

سلول‌های عضله قلبی شکلی منشعب دارند و هر سلول توسط لایه‌ای از بافت همبند به نام اندومیزیوم احاطه شده است. پریمیزیوم را در بافت قلبی می‌بینیم. در زیر میکروسکوپ، فضاهای سفید رنگ اطراف سلول‌ها نشان‌دهنده ماده زمینه‌ای هستند که به دلیل وجود آب، رنگ‌آمیزی ضعیفی دارند و نمای روشنی ایجاد می‌کنند.

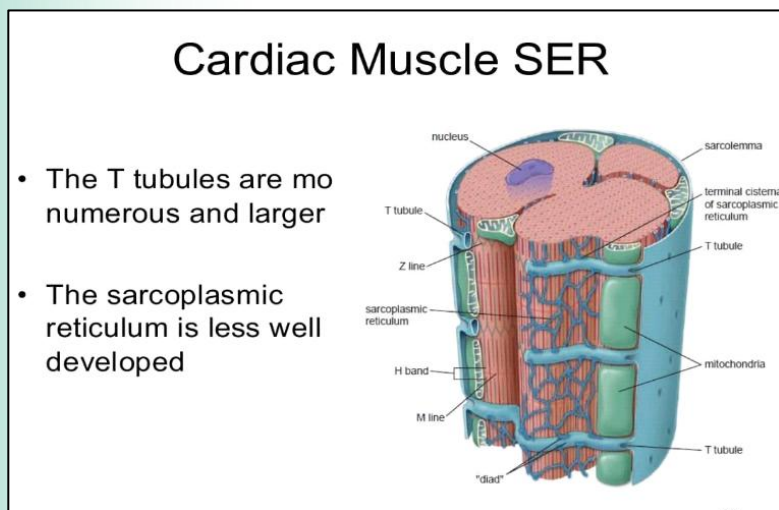
بررسی ساختار سلول عضله قلبی در میکروسکوپ‌های مختلف:

1) میکروسکوپ نوری پلاریزه:

با استفاده از میکروسکوپ پلاریزه، خطوط تیره و روشن سلول‌های عضله قلبی به همراه ساختار دیسک‌های بینابینی به وضوح نمایش داده می‌شود. این ابزار به شناسایی بهتر این دیسک‌ها کمک می‌کند.

2) ساختار تی‌توبول‌ها (T-Tubules):

در سلول‌های قلبی، تی‌توبول‌ها باریک‌تر از تی‌توبول‌های موجود در عضلات اسکلتی هستند و ضخامت آن‌ها نیز کمتر است. این تفاوت باعث محدود شدن انقباض شبکه آندوپلاسمی صاف در عضله قلبی می‌شود. به همین



شکل ۲۳

دلیل، به جای ساختار سه‌تایی که در عضلات اسکلتی مشاهده می‌شود، در عضلات قلبی ساختاری به نام دیاد (دوتایی) شکل می‌گیرد (شکل 23).

دیاد از یک تی‌توبول به همراه یک بخش کمتر گسترده از شبکه آندوپلاسمی صاف تشکیل شده است و معمولاً در نزدیکی خط زد (که در سارکومر عضلات قلبی قابل مشاهده است) قرار دارد. (شکل 23)

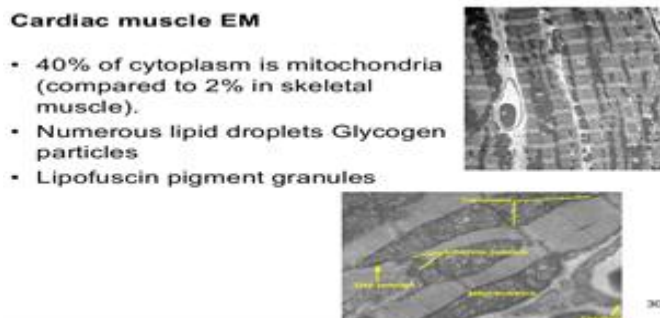
نکته: حدود ۴۰ درصد سیتوپلاسم

سلول ماهیچه‌ای قلب را میتوکندری اشغال می‌کند (برای ماهیچه‌ای اسکلتی این عدد ۲ درصد می‌باشد!)



(3) میکروسکوپ الکترونی:

با میکروسکوپ الکترونی، ساختارهای خاصی در سلول‌های قلبی مانند دیاد، میتوکندری، شبکه آندوپلاسمی صاف (SER)، و ذرات داخل سلولی مانند گلیکوژن قابل مشاهده هستند. علاوه بر این، گرانول‌های لیپوفوشین در سیتوپلاسم سلول‌های قلبی نیز شناسایی می‌شوند. (شکل 24)



شکل ۲۴

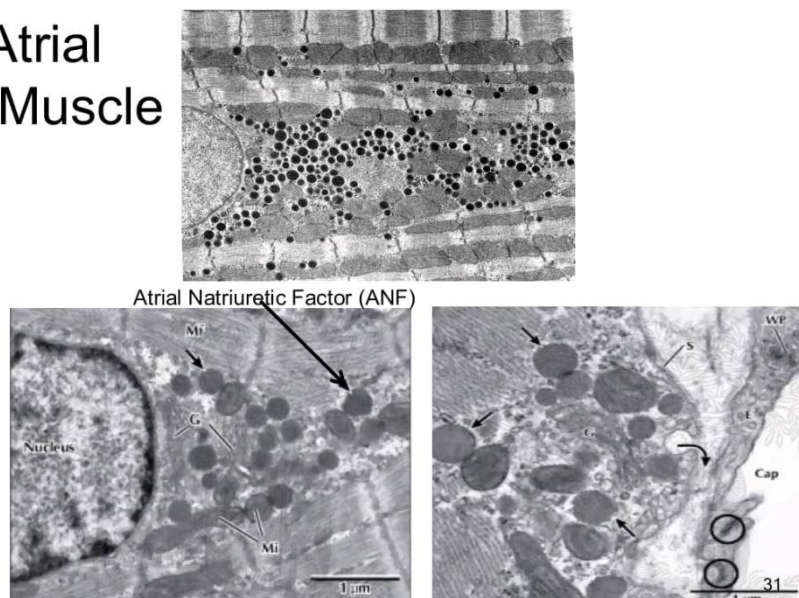
گرانول‌های لیپوفوشین و اهمیت آنها:

گرانول‌های لیپوفوشین که به عنوان رنگدانه‌های پیری شناخته می‌شوند، در سلول‌های عضله قلبی مانند سلول‌های عصبی تجمع پیدا می‌کنند. دلیل این تجمع طول عمر بالای این سلول‌ها بوده و این گرانول‌ها، زباله‌های سلولی داخلی هستند که در طی زمان در سیتوپلاسم ذخیره می‌شوند. در فرآیند رنگ‌آمیزی، این گرانول‌ها به خوبی قابل مشاهده بوده و از خصوصیات بارز سلول‌های قلبی هستند.

سلول‌های میوسیت دهلیزی و عملکرد هورمونی آنها:

عضلات دهلیزها که حفره‌های فوقانی قلب را تشکیل می‌دهند، ویژگی‌های منحصر به فردی دارند. دهلیزها در سیتوپلاسم سلولی خود حاوی گرانول‌های الکترون دنس هستند که حاوی هورمونی به نام Atrial Natriuretic Factor یا ANF هستند. (شکل 25)

Atrial Muscle



(119)





این هورمون در سلول‌های عضلانی قلبی دهلیز، هنگام افزایش فشار خون، سدیم خون، میزان آب بدن و یا حجم خون ترشح می‌شود. گیرنده‌های موجود در این ناحیه وجود این شرایط را شناسایی کرده و ترشح هورمون را تحریک می‌کنند. پس از آزاد شدن، این هورمون وارد خون شده و عملکرد زیر را انجام می‌دهد:

- دفع بیشتر ادرار از طریق کلیه‌ها

- همراه با دفع آب، سدیم نیز از بدن دفع می‌شود.

- کاهش فشار خون، میزان آب بدن، و حجم خون و بازگرداندن این عوامل به وضعیت تعادل (بالانس).

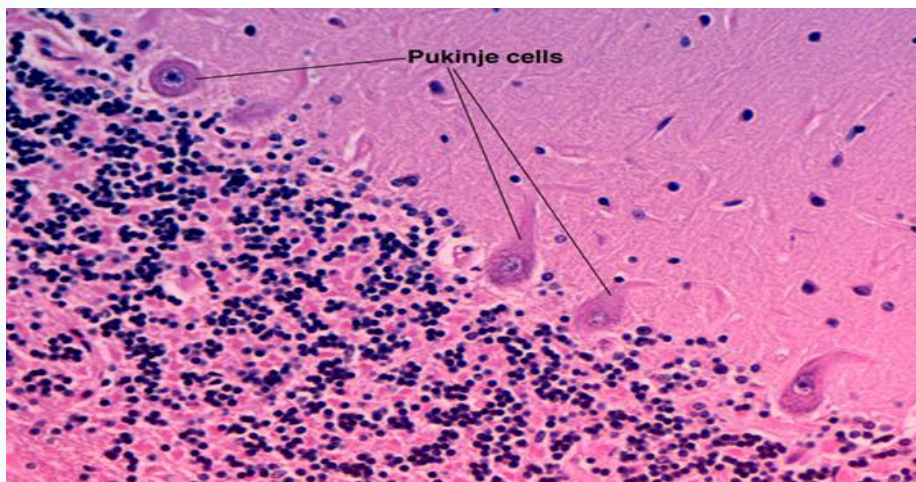
سلول‌های میوسیت جزو سلول‌های اندوکرینی پراکنده محسوب می‌شوند که هورمون‌ها را سلول‌های ترشح‌کننده ANF مستقیم وارد خون می‌کنند. این سلول‌ها در ارگان‌های دیگر نیز دیده می‌شوند.

سلول‌های هدایتی یا Purkinje

این سلول‌ها در لابه‌لای سلول‌های عضلانی و در زیرنواحی بافت همبند قرار گرفته‌اند. این سلول‌ها معمولاً به صورت گروهی مشاهده می‌شوند و برخلاف سلول‌های عضله قلبی، کشیده نبوده بلکه شکلی گرد با سیتوپلاسم روشن هستند.

ویژگی بارز دیگر این سلول‌ها، سیتوپلاسم روشن آن‌هاست که نسبت به سیتوپلاسم اسیدوفیل سلول‌های عضله قلبی کم‌رنگ‌تر است. دلیل این تفاوت، وجود مقادیر زیادی گلیکوژن در سیتوپلاسم آن‌ها و نبود میوگلوبین است. این سلول‌ها تحت عنوان «فیبرهای پورکینز» شناخته می‌شوند که درواقع همان اجزای «سیستم هدایتی قلب» هستند.

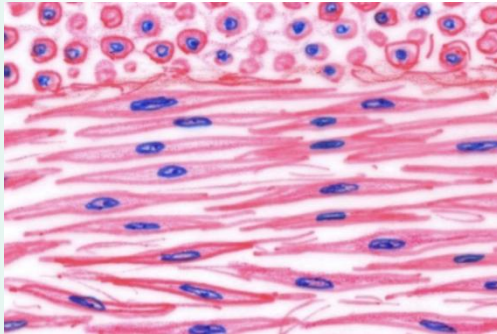
سلول‌های پورکینز از میوبلاست‌ها منشأ می‌گیرند؛ یعنی در اصل همان سلول‌های عضلانی هستند که به جای تمایز به سلول‌های انقباضی عضله قلب، به سلول‌های هدایتی تبدیل شده‌اند. آن‌ها فاقد توانایی انقباض هستند و عملکرد اصلی‌شان هدایت ایмпالس‌های الکتریکی است. این ویژگی مختص بافت قلبی است و در سایر انواع عضله دیده نمی‌شود.



شکل ۲۶

عضله صاف

این نوع عضله در دیواره اندام‌های داخلی مانند دستگاه گوارش، بخش‌هایی از دستگاه تنفس، گردش خون (و حتی بخش‌هایی از دستگاه تولیدمثلی) مشاهده می‌شود. این عضلات، برخلاف عضله‌های اسکلتی و قلبی، فاقد خطوط تیره و روشن هستند. علت این موضوع نبود ساختار سارکومر در آن‌هاست. البته این بدان معنا نیست که پروتئین‌های انقباضی هستند؛ عضلات صاف نیز دارای اکتین و میوزین هستند، ولی نحوه‌ی آرایش این پروتئین‌ها متفاوت است و به همین دلیل، خطوط مشخصی مانند عضلات مخطط در آن‌ها دیده نمی‌شود.



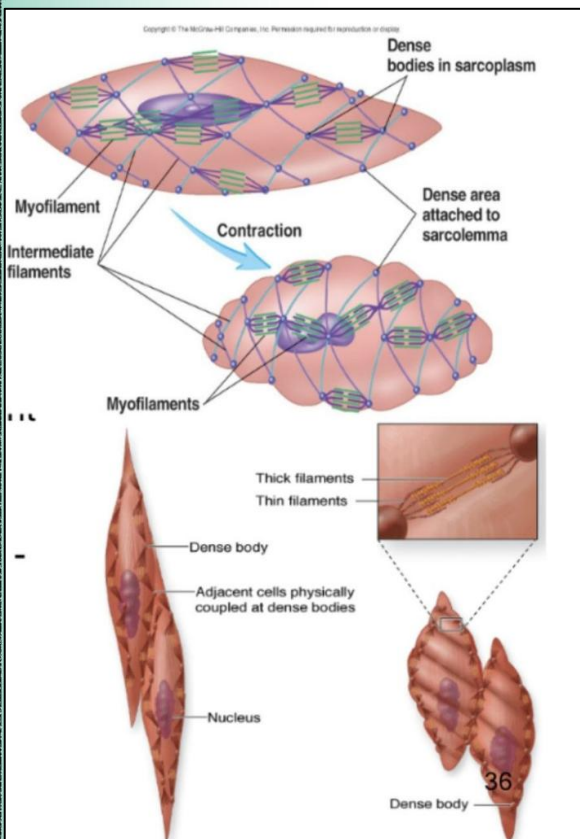
شکل 27

سلول‌های عضله صاف دوکی‌شکل هستند؛ یعنی در قسمت مرکزی پهن و در دو انتها باریک می‌شوند. این سلول‌ها تک‌هسته‌ای هستند و هسته در قسمت پهن سلول قرار دارد. در برش طولی، هسته ظاهری کشیده یا بیضوی دارد و

در برش عرضی، بسته به اینکه از ناحیه‌ی دارای هسته یا بدون هسته عبور کرده باشد، ممکن است هسته دیده نشود یا به صورت گرد مشاهده شود. سلول‌های عضله صاف نسبت به عضله اسکلتی کوتاه‌تر است. (شکل 27)

نکته: تکامل یافتگی SER در عضلات صاف نسبت به عضلات اسکلتی و قلبی کمتر است زیرا عضلات صاف مقداری از کلسیم را از خارج سلول از طریق غشا دریافت می‌کنند.

اگرچه این سلول‌ها فاقد ساختار سارکومر هستند، اما همچنان از فرایند سر خوردن فیلامان‌ها (Sliding Filament) برای انقباض استفاده می‌کنند. نسبت اکتین به میوزین در عضله صاف بیشتر است. برای ثابت کردن اکتین و میوزین مولکول‌هایی در غشا سلول هستند که در آنجا ماکرومولکول‌ها به صورت متراکم‌تر قرار می‌گیرند و نقاطی را به نام (dense body) یا اجسام متراکم ایجاد می‌کنند که به وسیله‌ی دو فیلامان بینابینی به نام‌های (desmin) دسمین و (vimentin) ویمنتین (که نقش ساختاری دارند) به اکتین و میوزین متصل می‌شوند. (شکل 28)

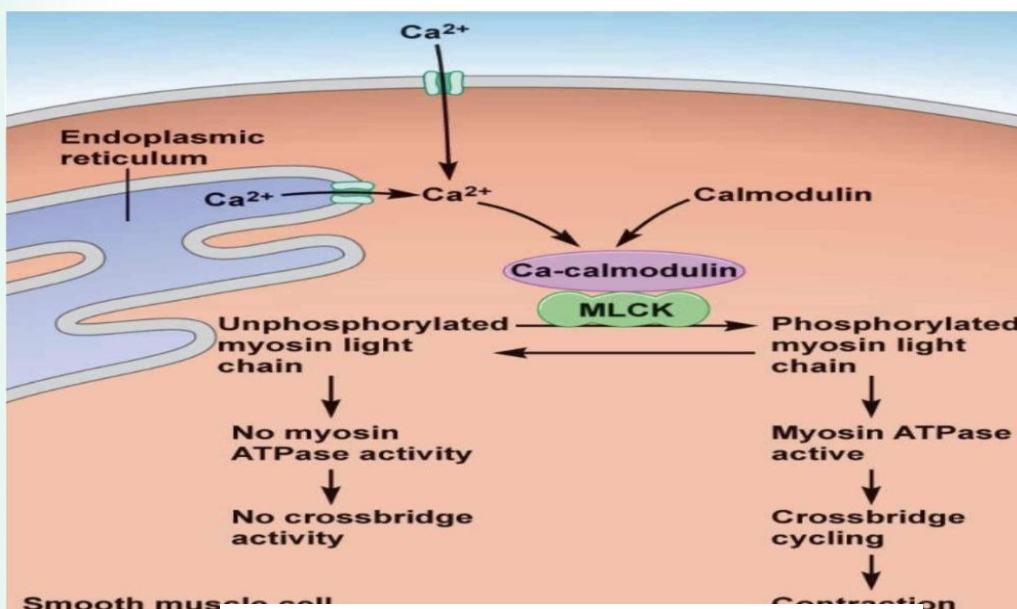


شکل 28

اگرچه این سلول‌ها فاقد ساختار سارکومر هستند، اما همچنان از فرایند سر خوردن فیلامان‌ها (Sliding Filament) برای انقباض استفاده می‌کنند. نسبت اکتین به میوزین در عضله صاف بیشتر است. برای ثابت کردن اکتین و میوزین مولکول‌هایی در غشا سلول هستند که در آنجا ماکرومولکول‌ها به صورت متراکم‌تر قرار می‌گیرند و نقاطی را به نام (dense body) یا اجسام متراکم ایجاد می‌کنند که به وسیله‌ی دو فیلامان بینابینی به نام‌های (desmin) دسمین و (vimentin) ویمنتین (که نقش ساختاری دارند) به اکتین و میوزین متصل می‌شوند. (شکل 28)

○ **نکته:** دسمین در تمامی عضلات صاف وجود دارد، اما ویمنتین فقط در عضلات صاف عروقی دیده می‌شود.

○ **نکته:** این اجسام در عضله صاف، در ورود کلسیم از خارج سلول نقش مهمی دارند. برخلاف عضله قلبی و اسکلتی که کلسیم به پروتئین تروپونین متصل می‌شود، در عضله صاف کلسیم به پروتئینی به نام کالمودولین متصل می‌شود. (شکل 29)



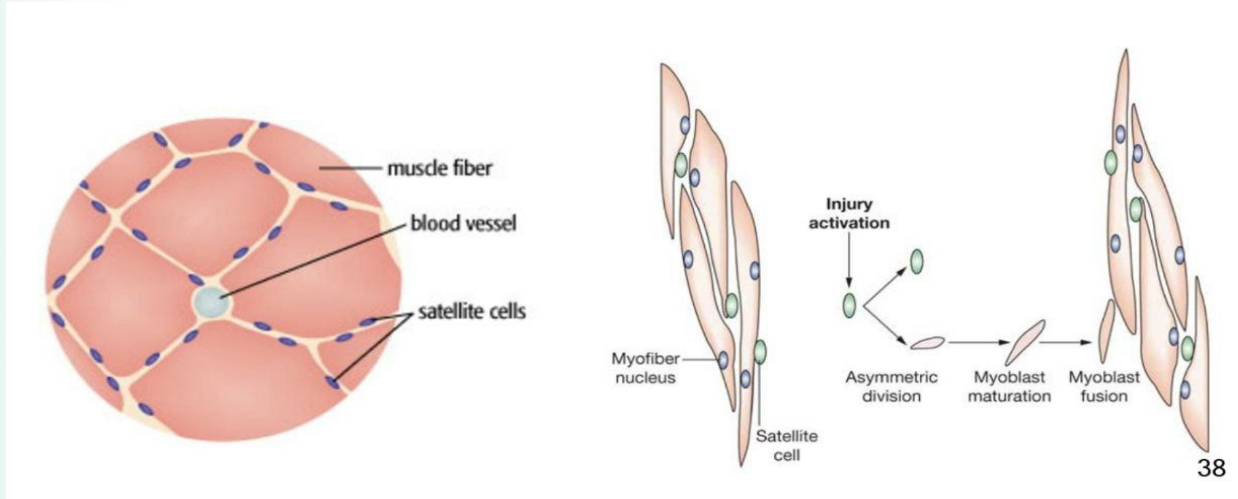
شکل 29

ترمیم و بازسازی در عضلات اسکلتی، صاف و قلبی

- در عضله اسکلتی، اگرچه سلول‌های ماهواره‌ای وجود دارند، اما ظرفیت بازسازی بستگی به شدت آسیب دارد. در موارد خفیف، امکان ترمیم وجود دارد، ولی در آسیب‌های شدید مانند ضربه و له‌شدگی وسیع، فرایند بازسازی محدود می‌شود. (شکل 30)
- در مقابل، عضله صاف دارای قابلیت بالای ترمیم و نوسازی است. این ویژگی به دلیل حضور گسترده سلول‌های پیش‌ساز در بافت آن است که امکان بازسازی ارگان‌های داخلی را فراهم می‌آورد.



- به دلیل اینکه سلول‌های ماهوارهای در عضله قلبی وجود ندارند؛ به همین دلیل، آسیب به بافت قلبی مانند سکته یا ایسکمی منجر به از بین رفتن دائمی سلول‌ها در آن ناحیه می‌شود.



شکل 30

نمونه سوالات

- ۱- سارکولما چیست؟
 - الف) واحد انقباضی عضله
 - ب) سیتوپلاسم سلول عضلانی
 - ج) غشای پلاسمایی سلول عضله
 - د) شبکه آندوپلاسمی صاف عضله
- ۲- کدام یک از گزینه‌های زیر مشخصه‌ی عضله قلبی است؟
 - الف) چند هسته‌ای بودن و قرارگیری مرکزی هسته
 - ب) دیسک بینابینی (intercalated disc)
 - ج) وجود سلول‌های ماهوارهای
 - د) هسته‌های محیطی
- ۳- در کدام ناحیه از سارکومر فقط میوفیلانمنت نازک وجود دارد؟
 - الف) نواری A
 - ب) نواری H
 - ج) خط M
 - د) نواری I



۴- تفاوت اصلی بین دیسک بینابینی عضله قلبی و اتصالات عضله اسکلتی چیست؟

- الف) وجود همزمان دسموزوم، فاسیای آدهرنس و گپ جانکشن
- ب) عدم وجود اسکلت سلولی
- ج) جایگاه یون کلسیم
- د) ساختار غیرهمسان سارکومر

۵- در عضله صاف، کدام ساختار عملکردی مشابه خط Z در عضله اسکلتی دارد؟

- الف) GAGs)
- ب) dense body)
- ج) calmodulin)
- د) هیچ کدام

۶- نقش یون کلسیم در تنظیم انقباض عضله صاف چیست؟

- الف) اتصال مستقیم به تروپونین C
- ب) فعال سازی تروپومیوزین
- ج) فعال سازی کالمودولین
- د) فسفوریلاسیون تروپونین A

۷- ناحیه H در سارکومر شامل چه چیزی است؟

- الف) فقط فیلامنت نازک
- ج) فقط فیلامنت ضخیم
- ب) هم فیلامنت نازک و هم ضخیم
- د) خط Z

۸- کدام ساختار مسئول هدایت پتانسیل عمل به عمق سلول عضله اسکلتی است؟

- الف) سارکولما
- ب) لوله T
- ج) شبکه سارکوپلاسمی
- د) میوفیلامنت



۹- در عضله قلبی، دیسک بینابینی از چه نوع اتصالاتی تشکیل شده است؟

الف) فقط گپ جانکشن

ب) فقط دسموزوم

ج) گپ جانکشن و دسموزوم و فاسیای آدهرنس

د) تایت جانکشن و دسموزوم

۱۰- چرا عضله قلبی توانایی رژنراسیون (بازسازی) ندارد؟

الف) فقدان سلول‌های بنیادی فعال (قمری)

ج) وجود خط Z

ب) تقسیم بیش از حد سلول‌ها

د) ساختار سارکومر غیرقابل بازسازی

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
الف	ج	ب	ج	ج	ب	الف	د	ب	ج

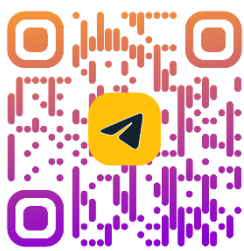




جلسه هفتم:

بافت عصبی

- عملکرد دستگاه عصبی
- تکامل سیستم عصبی
- CSF
- ساختار نورون
- انواع نورون
- جسم سلولی
- مفاهیم ساختاری
- دندریت و خار دندریتی
- نوروپلاستیسیته یا انطباق پذیری عصبی
- آکسون
- انواع سلول پشتیبان در CNS و PNS
- فسیکل
- اندونوریوم، پری نوریوم، اپی نوریوم
- سد خونی عصبی
- ساختار میکروسکوپی اجزای بافت عصبی
- ساختار و ترمیم بافت عصبی



ویدیو کلاس

1403
TUMS
تاب:

محمد امین محمدی نژاد

ملینا علیزاده

امیرحسین محمد علیزاده

رضا سعیدی پور

فاطمه تاجیک

محمد فتح الله زاده

پانیز محمدی نسب

نادیا ده حقی

عرفان کریمیان

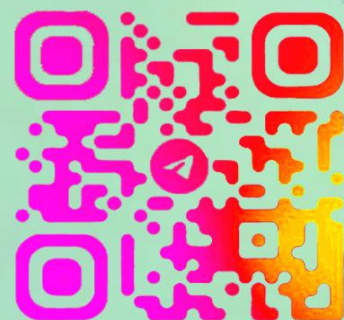
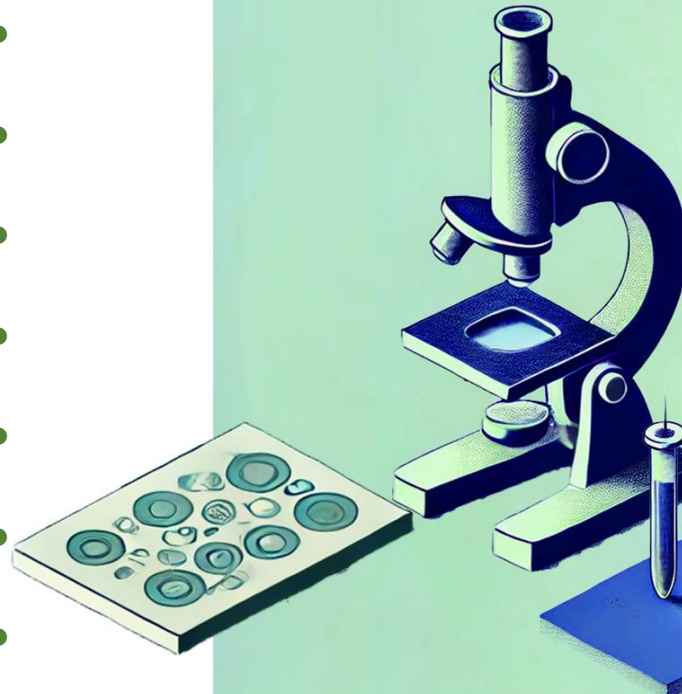
ویراست علمی:

مهرسا لوری (سر ویراستار)

تینا گوگوچانی

تدوین و ویراست ادبی:

محمد رضا شکوری





عملکرد دستگاه عصبی

سیستم عصبی انسان، پیچیده‌ترین سیستم بدن، دارای دو بخش مرکزی و محیطی⁷ است و هر پیام ورودی و خروجی در بدن توسط این سیستم تحلیل می‌شود.

سیستم عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است و هر عصبی که خارج از جمجمه و کانال نخاعی است متعلق به سیستم عصبی محیطی است.

نکته: دستگاه عصبی دارای میلیون‌ها نورون و سلول‌های حمایتی گلیال است. به‌ازای هر یک سلول عصبی ده سلول پشتیبان نیاز است.

کار این دستگاه دریافت محرک یا پیام از محیط، انتقال پیام به دستگاه عصبی مرکزی، تحلیل پیام و پاسخ به محرک است.

نکته: اعصاب مغزی و نخاعی همگی عضو سیستم عصبی مرکزی هستند؛ اما ادامه این اعصاب که از مغز یا نخاع خارج شود، سیستم عصبی محیطی است؛ بنابراین اعصابی مانند سیاتیک (بزرگ‌ترین عصب بدن)، اعصاب نخاعی و... در ساختار خود هم بخش مرکزی هم بخش محیطی دارند. (به‌عنوان مثال عصب سیاتیک تا قبل از خروج از ستون فقرات متعلق به سیستم مرکزی و بعد از آن متعلق به سیستم محیطی است)

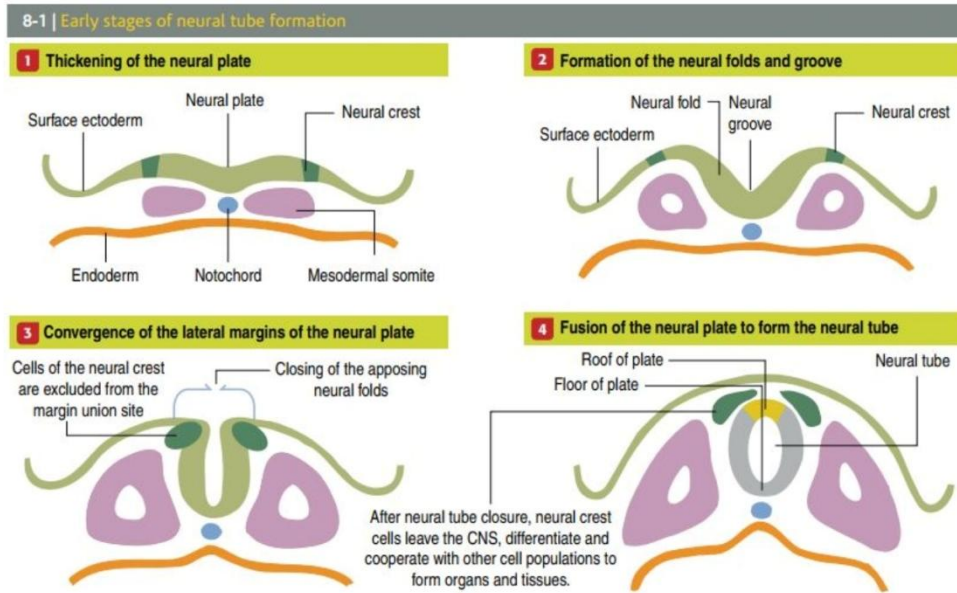
تکامل سیستم عصبی

در هفته دوم تا سوم که دیسک سه لایه زایا تشکیل می‌شود، رشد اکتودرم سطحی تحت‌تأثیر نوتوکورد زیرین و فاکتورهای رشد آن، افزایش می‌یابد. در این فرایند سلول‌های نزدیک نوتوکورد فاکتور بیشتری دریافت می‌کنند و سلول‌های دورتر فاکتور کمتر، در نتیجه رشد سلول‌های نزدیک‌تر بیشتر خواهد بود.

وقتی که این اتفاق می‌افتد صفحه عصبی⁸ هم تغییر کرده و چین می‌خورد و یک شکاف در وسط آن ایجاد می‌شود. این چین‌خوردگی به افزایش وسعت سیستم عصبی کمک می‌کند؛ به همین دلیل قشر مخ دارای چین‌خوردگی است و باعث افزایش حجم سلول‌ها می‌شود.

¹ CNS=central nervous system PNS=peripheral nervous system

⁸ Neural plate



شکاف نورال پلیت بیشتر شده و تبدیل به ناودان می‌شود. با افزایش بیشتر شکاف دو طرف ناودان به هم می‌رسند. کمترین تأثیر فاکتورهای رشد بر روی دو لبه ناودان بوده؛ بنابراین خاصیت این دو لبه از بقیه متفاوت است. در این مرحله باتوجه به این نکته باید سلول‌های لبه برداشته شود تا اجازه دهد بقیه سلول‌ها به هم بچسبند و نورال تیوب⁹ را ایجاد کنند. به سلول‌های لبه ناودان نورال کرس¹⁰ می‌گویند.

نورال تیوب دارای یک انتهای سر (Cranial end) و یک انتهای دمی (Caudal end) است با خواص متفاوت. انتهای سری پنج حباب تشکیل می‌دهد و انتهای دمی نخاع را تشکیل داده و امتداد پیدا می‌کند.

○ **نکته:** همه بیماری‌های مربوط به دستگاه عصبی به این قسمت تشکیل این دستگاه مربوط است.

اگر سرعت رشد سلول‌ها مختل شود، تعداد حباب‌ها یا سلول‌هایی که قرار است تشکیل شوند کمتر یا بیشتر باشند، اختلال خواهیم داشت.

○ **نکته:** سلول‌هایی که در مرکز بوده و نورال تیوب را تشکیل داده‌اند سیستم عصبی مرکزی را تشکیل داده و سلول‌های نورال کرس¹⁰ بعد از جدا شدن از لبه وارد مزانشیم محیطی شده و از آن به کل بدن پخش می‌شوند و تمام سیستم عصبی محیطی را تشکیل می‌دهند.

⁹ Neural tube

¹⁰ Neural crest

♦ **جان کوئیرا:** نورال تیوب همه سلول‌های سیستم عصبی مرکزی شامل نورون‌ها و بیشتر سلول‌های گلیال را به وجود می‌آورند.

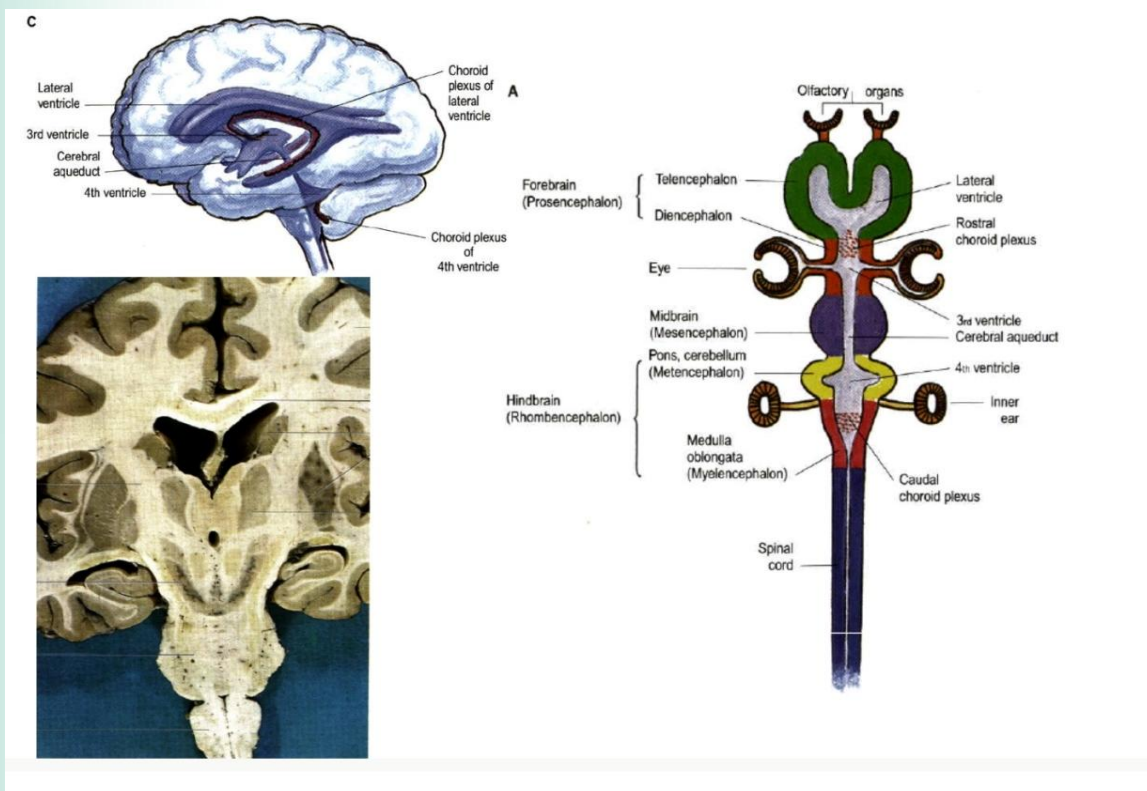
○ **نکته:** سلول‌های نورال کمرست علاوه بر سیستم عصبی محیطی در تشکیل نقاط مهم بدن مثل دریچه‌های قلبی نیز نقش دارند.

○ **نکته:** نقص در مهاجرت نورال کمرست می‌تواند باعث عدم وجود سیستم عصبی در نقاطی از بدن بشود.

حباب‌های مغزی

دو حباب اول نیمکره‌های مغزی را درست می‌کنند. سپس حباب بعدی مغزمیانی، حباب دیگر مخچه و در انتها هم ساقه مغز از حباب آخر در امتداد نخاع شکل می‌گیرد.

سطح خارجی این حباب‌ها قشر مخ یا مخچه را تشکیل می‌دهند و سطح داخلی توسط سلول‌های اپاندیم پوشیده می‌شود.



CSF

در مغز یک فرد بالغ مطابق شکل فضاهای خالی وجود دارد که توسط مایع پر می‌شود. این مایع هم سطح داخل هم سطح بیرون را می‌پوشاند. این پوشش باعث می‌شود که مغز در جمجمه شناور باشد که نکات زیر را در پی دارد:

1- وزن مغز را کم می‌کند.



2- نقش بالشتک و ضربه‌گیری برای مغز ایفا می‌کند.

3- مغز را تغذیه می‌کند.

4- مغز و نخاع را خنک می‌کند.

5- نقش لنف را برای مغز ایفا می‌کند.

و...

این مایع که درباره آن صحبت شد همان مایع مغزی نخاعی¹¹ است که از سیستم بطن‌های مغزی ترشح می‌شود. بعد از ترشح از طریق کانال‌ها بخشی از آن به فضای ساب آراکنوئید می‌رسد و بخشی در امتداد نخاع به سمت پایین می‌آید. این بخش از طریق خاصیت موئینگی به سمت بالا دوباره بازمی‌گردد و مجدداً در پرزهای آراکنوئید در سلول‌های مغزی بازجذب می‌شود.

○ **نکته:** جنس مایع مغزی-نخاعی پلاسمای خون است و فاقد سلول خونی است.

ساختار نورون

همان‌طور که می‌دانید ساختار نورون شامل جسم سلولی، آکسون و دندریت است.

○ **نکته بالینی** (استخراج مایع مغزی نخاعی از نخاع فرد):

در یک فرد بالغ نخاع در سطح L1 تمام می‌شود (در واقع جایی که آرنج در آناتومیکال پوزیشن به بدن می‌چسبد) الباقی، رشته‌های امتداد یافته از نخاع هستند. در واقع نخاع تا L1 به صورت اجتماع رشته‌ای است و با رسیدن به L1 این رشته‌ها به صورت منفرد امتداد می‌یابند. عملاً این ساختار رشته‌ای در انتهای نخاع تعبیه شده تا ما بتوانیم سوزن وارد کنیم و از بین رشته‌ها مایع CSF را بکشیم بدون آنکه به این رشته‌های عصبی آسیب بزنیم.

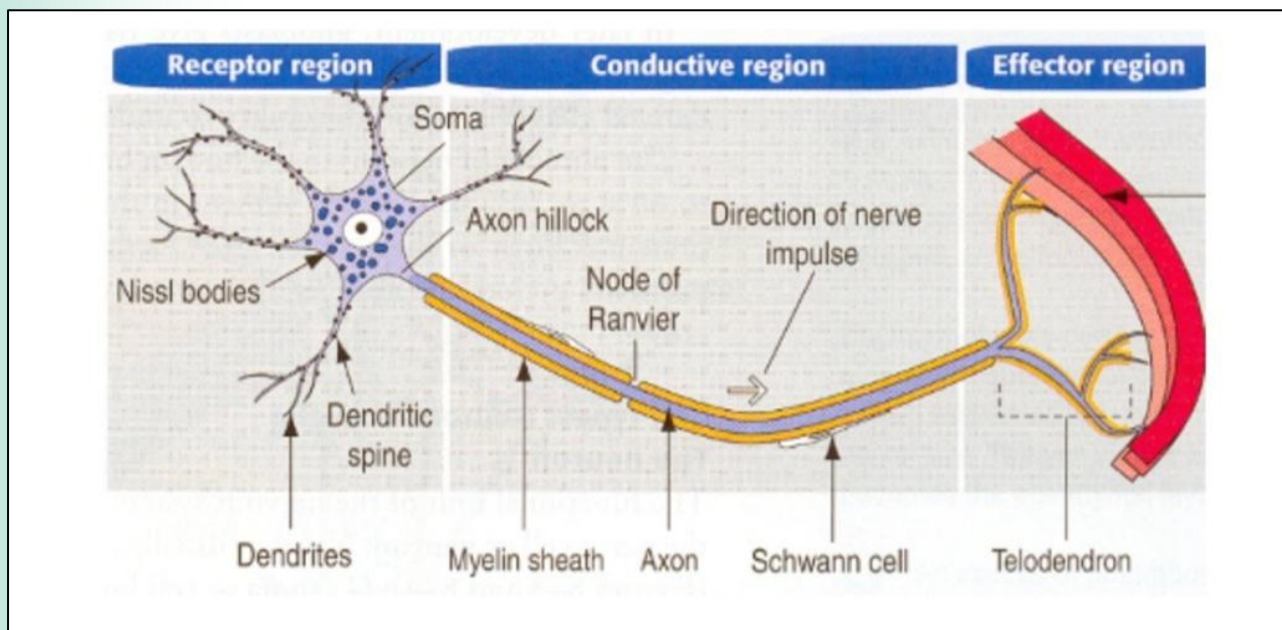
قطر جسم سلولی (cell body) بین ۵ تا ۱۵۰ میکرومتر می‌تواند باشد. (حتی در برخی از لام‌ها با چشم غیرمسلح دیده می‌شود.)

آکسون زائده‌ای بلند و منفرد است که به جسم سلولی چسبیده و طول آن می‌تواند تا ۱۰۰ سانتی‌متر باشد؛ مانند سیاتیک.

¹¹ CSF: cerebrospinal fluid



دندریت‌ها برای دریافت تعبیه شده‌اند.



انواع نورون:

نورون‌ها بر اساس اینکه چه کاری انجام می‌دهند، در کجا قرار گرفته‌اند، شکل و زوایای خودشان به چه صورتی باشند و طولشان چقدر باشد تقسیم‌بندی‌های مختلفی دارند.

تقسیم‌بندی نورون‌ها بر اساس شکل:

1. multipolar

2. bipolar

3. unipolar

در شکل زیر در سمت چپ یک جسم سلولی مدور و بیضی‌شکل با هسته‌ای مدور و بازوفیل در قسمت مرکز می‌بینیم. دور تا دور آن یک زائده بلند و غیرمنشعب را متصل به جسم سلولی نورون می‌بینیم. این نوع نورون فقط دارای آکسون است و دندریت ندارد. به این نورون‌ها، نورون‌های یونی‌پولار (Unipolar) یا تک‌قطبی می‌گوییم.

همین نورون اگر به جای یک زائده، دو زائده داشته باشد نورون بای‌پولار (Bipolar) یا دوقطبی نامیده می‌شود. گاهی نورون‌های دوقطبی ای وجود دارند که زوایای دور خودشان چرخیده‌اند و انگار فقط یک زائده منفرد به سلول متصل شده است در صورتی که دو زائده دارد. به این نورون، تک‌قطبی کاذب (neurons Pseudounipolar) گفته می‌شود. در شکل نورون تک‌قطبی کاذب اگر استتاله (زائده‌ای که به جسم سلولی متصل است) به بالای نورون وصل نشده بود این سلول‌ها نمی‌توانستند در امتداد همدیگر قرار بگیرند؛ بنابراین باید ارتباط بین نورون‌ها از طریق استتاله وجود داشته باشد تا استتاله زنده بماند و بتواند کارش را به درستی انجام بدهد. در همین نورون، برای انتقال پیام، یک طرف سنسوری رسپتور (Sensory receptor) است که دریافت پیام را بر



عده دارد و در طرف دیگر آن موتور قرار دارد و آکسون نورون محسوب می‌شود و پیام را از جسم سلولی دور می‌کند.

براساس تعداد زوائد سلولی، اگر تعداد زوائد بیشتر از دو عدد بود به آن مالتی پولار (Multipolar) یا چندقطبی می‌گویند. در مالتی پولار جسم سلولی هرمی یا کروی یا ستاره‌ای است و تعداد استتاله‌ها بیش از دو عدد است. برخی از این استتاله‌ها کوتاه و منشعب هستند و یک استتاله آن بلند و غیرمنشعب است.

○ **نکته:** جسم سلولی مالتی‌پولارها در قشر کورتکس (Cortex) هرمی و در پورکنژ (Purkinje) های سلول‌های مخچه کروی هستند.

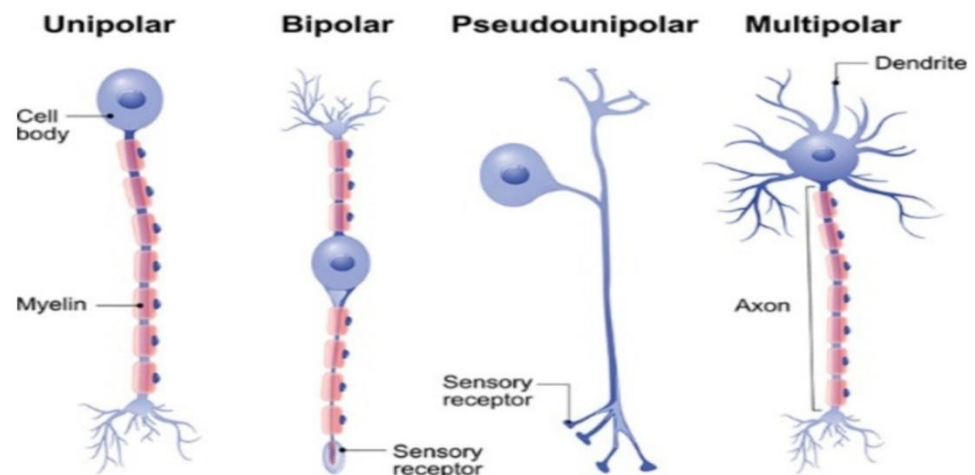
بای‌پولارها در مکان‌هایی که ما با محیط ارتباط برقرار می‌کنیم مثل بینایی، بویایی، شنوایی و همچنین سیستم تعادلی قرار دارند.

یونی‌پولارها در گانگلیون (Ganglion) ریشه خلفی هستند و سدی یونی‌پولارهای آن‌ها در DRG یافت می‌شوند.

تقسیم‌بندی نورون‌های multipolar بر اساس طول آکسون و دندریت‌ها:

به دو دسته گلزی نوع یک و گلزی نوع دو تقسیم‌بندی می‌شوند.

- A. **Golgi type I** neurons, when the axon extends beyond the limits of the dendritic tree.
 - B. **Golgi type II** neurons, when an axon terminates in the immediate area of the cell body and does not extend beyond the limits c
- Small stellate cells of the cerebral cortex are Golgi ty
Anaxonic(most of intermediate neurons)



Anaxonic neur اگر طول آکسون بلندتر از دندریت‌ها بود ما می‌توانیم آکسون را تشخیص دهیم؛ ولی وقتی که طول آکسون بلندتر از دندریت‌ها نباشد به شکل بالا دیده می‌شود و قابل تشخیص



نیست. عملاً این نورون‌ها که ما نمی‌توانیم آکسونشان را تشخیص بدهیم به نورون‌های اناکسونیک (neuron Anaxonic) می‌شناسیم، نورون‌هایی که آکسونشان بسیار کوتاه است، طولشان با دندریت‌ها یکی است، در کنار هم قرار گرفته‌اند، قطرشان زیاد نیست و اغلب بدون میلین هستند.

تقسیم‌بندی نورون‌ها بر اساس فعالیت:

1. motor
2. Sensory
3. interneurons

موتورها نورون‌هایی هستند که پالس عصبی را به اندام هدف می‌رسانند که این اندام هدف می‌تواند نورون بعدی یا یک غده ترشحی و یا یک عضله باشد که باعث انقباض آن شود. این نورون‌ها از بالا به سمت پایین هستند و پیام حرکتی را از مغز به سمت محیط می‌آورند و به آنها وایران گفته می‌شود.

برعکس اگر سنس و حسی باشد به سمت مرکز می‌آورد که به آن آوران می‌گوییم.

اینترنورون‌ها در مداری بین نورون‌ها قرار گرفته‌اند. اغلب نقش مهاری دارند، مثلاً پیام درد را تا جایی که بتوانند کنترل و مهار می‌کنند و اجازه نمی‌دهند پیام منتقل شود

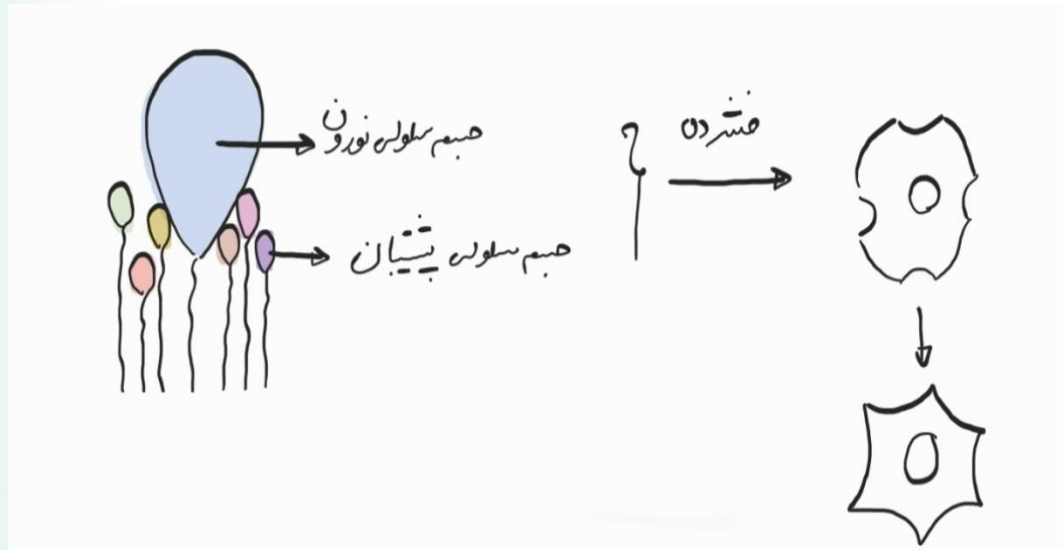
○ نکته: اغلب اینترنورون‌ها (Interneurons) نورون‌های انکسونیک هستند.

سنسوری‌ها چون برای دریافت حس تخصصی شده‌اند، حس را از محیط می‌گیرند و به سمت سیستم عصبی مرکزی می‌آورند. سپس پیام‌ها را در ادامه مسیر اینترنورون‌ها انتقال می‌دهند. اینترنورون‌ها در داخل مدارهای محیطی قرار دارند.

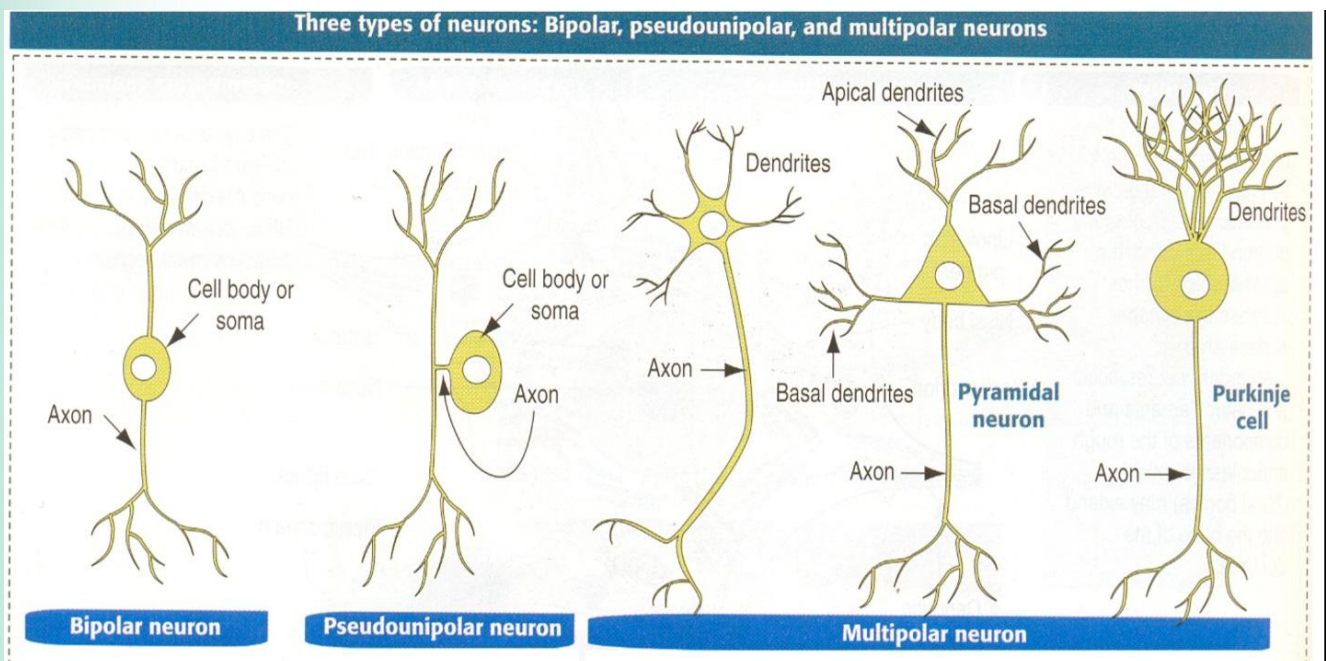
جسم سلولی یا perikaron (cell body or soma)

جسم سلولی مدور است. حال فرض کنید تعدادی بادکنک داریم که یکی از آن‌ها بزرگ و بعضی از آن‌ها کوچک هستند. در اطراف آن بادکنک بزرگ تعدادی بادکنک کوچک قرار دارد. فرض می‌کنیم که بادکنک بزرگ همان جسم سلولی است و بادکنک‌های کوچک ده‌ها جسم سلولی از سلول‌های پشتیبان نورون هستند. اگر همه این بادکنک‌ها وارد یک جعبه شوند و در جعبه بسته شود و آن‌ها را فشرده کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ به شکل مکعب در می‌آیند. سطح بیرونی‌شان مکعبی می‌شود و سطح داخلی‌شان حالت تورفته می‌گیرد. این تورفتگی به خاطر فشار نوروگلیا (Neuroglia) است. دلیل اینکه جسم سلولی چندوجهی می‌شود فشار از طرف سلول‌های اطرافش است. هر سلولی را اگر از محیطش خارج کنیم و به طور مثال در محیط کشت قرار بدهیم مثل اپیتلیال و عصبی (به جز عضله که سلولش به شکل نواری است) جسم سلولی آن سلول به شکل مدور در می‌آید؛ چون فشار دورش برداشته می‌شود و برای آنکه بیشترین ارتباط را با محیط اطراف داشته باشد شکل

مدورش را حفظ می‌کند و دیگر چندوجهی نخواهد بود.



جسم سلولی نورون می‌تواند مثلثی شکل هم باشد، یعنی بر اساس فشاری که از اطراف به آن وارد می‌شود، یک سلول پیرامیدال می‌تواند شکل مثلث هم داشته باشد. یعنی مدور، مثلثی یا پلی‌گونال (Polygonal) یا چندوجهی باشد که هیچ تفاوتی برای آن ندارد.



جسم سلولی هسته بزرگ با هستک مشخص دارد که معمولاً در مرکز دیده می‌شود. یوکروماتین است و در نتیجه از نظر پروتئین‌سازی فعال است.

جسم سلولی سرشار از SER است. گلژی و میتوکندری دارد. سانتریول هم دارد؛ اما این سانتریول‌ها برای تقسیم سلولی نیستند (نورون تقسیم نمی‌شود) و صرفاً یک مرکز سازمان‌دهی میکروتوبول‌ها هستند.



neuropile

فضایی که بین سلول‌های عصبی و سلول‌های پشتیبان و زوائد سلول‌های عصبی و سلول‌های پشتیبان قرار دارد نوروپیل نامیده می‌شود.

سلولی به نام موتایل (Motile) می‌تواند فضای نوروپیل را اسکن کند. کامل از مغز شروع به اسکن می‌کند و تا انتهای نخاع می‌رود و دوباره می‌تواند برگردد. اگر عفونتی باشد و یا سلولی مشکلی داشته باشد آن را حذف می‌کند و از بین می‌برد.

هسته

به تجمع جسم سلولی نورون‌ها در داخل سیستم عصبی مرکزی (CNS) هسته می‌گوییم. نوکلئوس (Nucleus)، هسته منفرد و نوکلئای (Nuclei) به جمع آن گفته می‌شود. به عنوان مثال هسته جفت در داخل سیستم عصبی مرکزی تالاموس و هیپوتالاموس است. جسم سلولی نورون‌ها در یکجا جمع شده‌اند و با هم کاری مشترک را انجام می‌دهند. آکسون آن‌ها به طور مثال به هسته سمت مقابلشان کشیده شده و به عنوان رابط دو نیمکره عمل می‌کنند؛ مثل کارپوس کالوزوم (Corpus Callosum). حتی می‌تواند در نخاع، بصل‌النخاع، مخ، ساقه مغز و مخچه هم باشد.

ماده سفید و خاکستری

ماده خاکستری عمدتاً از اجسام سلولی نورون‌ها و ماده سفید از رشته‌های عصبی میلین‌دار تشکیل شده است.

در قشر مغز ماده خاکستری داریم و در مرکز آن ماده سفید داریم و در نخاع برعکس این موضوع وجود دارد و این ماده خاکستری که در مرکز نخاع قرار دارد اگر به همین صورت به مغز برود مشکل ایجاد می‌شود؛ چراکه ماده خاکستری در قشر مغز قرار دارد پس اینها باید در جایی جابه‌جا شوند که این مکان همان ساقه مغز است. در ساقه مغز تمام ماده خاکستری به هسته‌ها در ساقه مغز می‌آیند و از هسته‌ها در ساقه مغز به قشر می‌روند، برعکس اگر از قشر می‌خواهد به سمت پایین برود، ماده سفید به ساقه مغز می‌آید و به قسمت حاشیه می‌رود. در قسمتی این دو با همدیگر میکس می‌شوند و ما نمی‌توانیم ترکیبشان را تعیین کنیم که این اتفاق در ساقه مغز می‌افتد. به تجمع جسم سلولی‌ها در بخشی از بخش پروانه‌ای (بخش H شکل) نخاع هم هسته می‌گوییم؛ چون فرقی با بقیه نقاط ندارد و جزو CNS است.

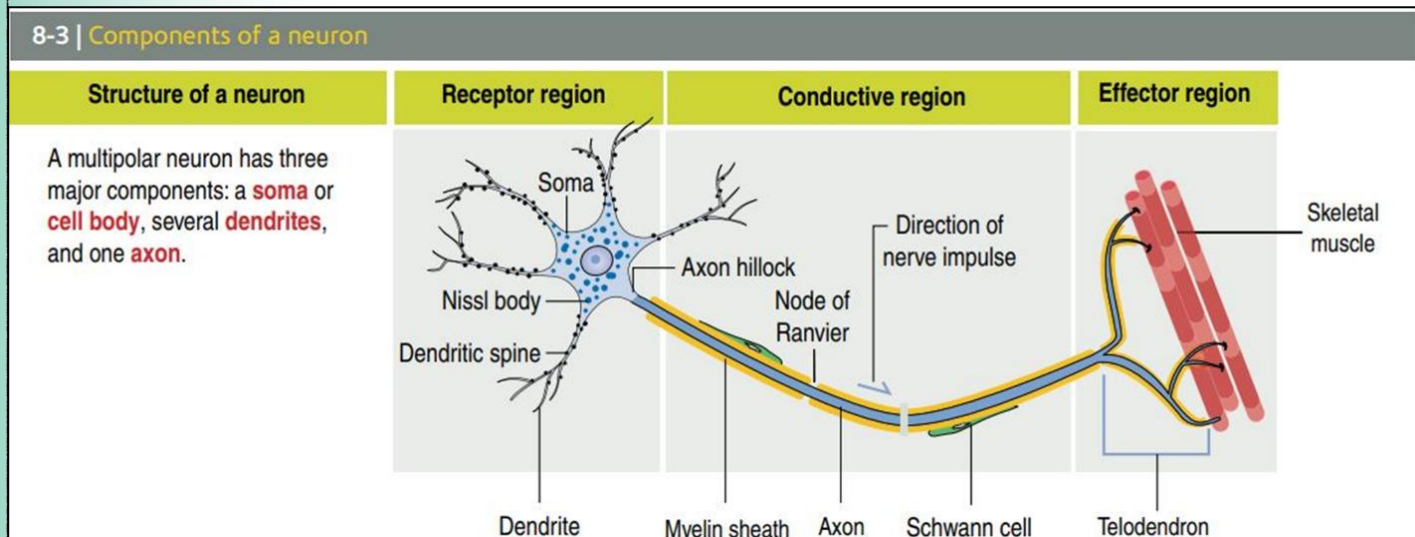
گانگلیون

به تجمع جسم سلولی خارج از CNS، گانگلیون گفته می‌شود. درواقع اعصاب از نخاع و سپس از سوراخ بین مهره‌ای خارج شده و کنار نخاع، یک تجمع جسم سلولی به نام گانگلیون تشکیل می‌دهند.



نیسل‌بادی (Nissl bodies):

نیسل‌بادی یا ماده کروماتوفیلیک تجمعی از شبکه‌های آندوپلاسمی زبر و ریبوزوم‌های آزاد است که به صورت لکه‌های آبی‌رنگ در جسم سلولی و دندریت دیده می‌شود. این تجمع‌ها به صورت لکه‌های بازوفیل شدید دیده می‌شوند که به آنها Nissl bodies یا ماده کروماتوفیلیک (chromatophilic substance) یا Tigroid bodies هم گفته می‌شود که به صورت زیر دیده می‌شود:



لندمارک آکسون همین نیسل‌بادی‌هاست. از شروع آکسون دیگر نیسل‌بادی دیده نشده و در جسم سلولی هرچه به سمت اکسون برویم تراکم نیسل‌بادی‌ها کمتر می‌شوند.

Inclusions

یک‌سری اجسام دیگر هم در جسم سلولی دیده می‌شوند که به آنها Inclusions می‌گویند. مثل دانه‌های melanin، رنگ‌دانه lipofuscin و قطرات چربی.

Lipofuscin

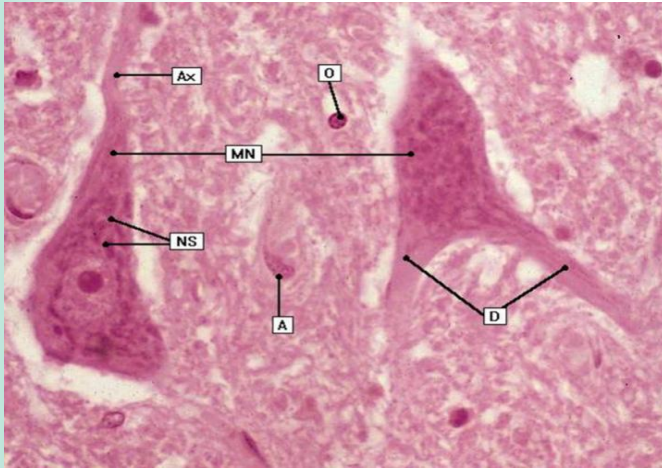
هر چقدر که سن سلول بالا می‌رود، اجسامی که باید دفع شوند زیاد شده و در سلول در جایی (به اصطلاح انباری!) ذخیره می‌شوند که به آنها lipofuscin می‌گویند. هر چه سن سلول بیشتر، تعداد آن‌ها هم بیشتر می‌شود.

به جز نوروں در سلول‌های قلبی هم lipofuscin زیاد است؛ چون ماندگارند، طول عمر بالا دارند و تقسیم نمی‌شوند. در نتیجه مواد خود را به سلول دختری نداده و آن مواد حذف نمی‌شوند و در خود سلول ذخیره می‌شوند.



Neurofilament

Cytoskeleton جسم سلولی مانند بقیه سلولهاست و میکروتوبولهایی دارد که ۲۴ نانومتر هستند و این میکروتوبولها به سیستم نقل و انتقال داخل سلولی کمک می‌کنند.



و همین‌طور یک‌سری Neurofilament‌های اختصاصی دارند که ۱۰ نانومتر هستند که از نوع Intermediatfilament شناخته می‌شوند.

در این شکل، جسم سلولی را مشاهده می‌کنیم که دارای لکه‌های کم‌رنگ و پررنگ است. لکه‌های پررنگ Nisslbodies هستند که وقتی به ابتدای آکسون می‌رسیم، دیگر آن‌ها را نمی‌بینیم.

هسته و هستک مشخص و در قسمت مرکزی سلول دیده می‌شود.

با مشاهده جسم سلولی، به دلیل فشاری که از اطراف وارد شده، تشخیص می‌دهیم که سلول‌های پشتیبان در اطراف آن قرار دارند. اما چون سیتوپلاسم سلول‌های پشتیبان صورتی‌رنگ است، با محیط اطراف اشتباه گرفته می‌شود و از طریق دیدن هسته آن‌ها به وجود آن‌ها پی می‌بریم. اگر هسته را هم ندیدیم، از طریق فشاری که به اجسام سلولی وارد است، وجود سلول‌های پشتیبان در اطراف آن‌ها را تشخیص می‌دهیم.

اگر هسته ندیدیم، یعنی در این برش وجود ندارد. نه اینکه سلول در حال مرگ باشد و آپوپتوز شروع کرده باشد. در نوروں سمت راست هسته را نمی‌بینیم؛ چون در این برش وجود ندارد.

فضاهای سفید هم Neuropil هستند که قابلیت تغییر دارند و در جایی که نیاز باشد می‌توانند به وجود بیایند یا گسترش یابند.

○ نکته: ECM در سیستم عصبی مرکزی وجود ندارد؛ اما در محیطی وجود دارد. مغز توسط بافت همبند پرده‌های مغزی محافظت می‌شود پس در قسمتی از مغز که با بافت همبند در تماس است ECM تعریف می‌شود

دندريت

- 1- دندريت‌ها می‌توانند دارای شاخه‌های فراوانی باشند.
- 2- دندريت‌ها سطوح دریافتی برای سیناپس‌ها هستند.
- 3- در سطح دندريت‌های بزرگ می‌توان تا ۱۰ هزار سیناپس مشاهده کرد.
- 4- خار دندريتي می‌تواند در سطح برخی دندريت‌ها مشاهده شود.



5- دارای انطباق‌پذیری عصبی (Neuronal Plasticity)

6- خارهای دندریتی در اثر بالارفتن سن و تغذیه نامناسب از بین می‌روند.

Dendritic spines

روی دندریت‌ها مناطق خاصی به نام خارهای دندریتیک وجود دارد که این خارها برای ما اهمیت زیادی دارند. در انطباق با محیط، یادگیری و حافظه نقش ایفا می‌کنند.

دندریت به شدت منشعب است و برای دریافت پیام اختصاصی شده است. روی هر دندریت می‌تواند حدود ۱۰ هزار سیناپس ایجاد شود.

فیلامنت‌های اکتین در تشکیل این خارهای دندریتی نقش مهمی دارند. اگر ساختار این فیلامنت‌ها تغییر کند، هم تعدادشان و هم شکل فضایی این خارها تغییر می‌کنند. با تغییر فیلامنت‌های اکتین عملاً سیناپس‌هایی که قرار بود اینجا داشته باشیم تغییر می‌کنند و دچار اختلال می‌شوند.

در اکثر افراد بازنشسته، کم‌شدن درآمد موجب کاهش کیفیت تغذیه و افزایش سن موجب از بین رفتن خارهای دندریتی می‌شود و خلق‌وخوی وی و تطبیق‌پذیری وی با محیط تغییر می‌کند.

مثال‌هایی از انطباق با محیط

برای مثال از ایران به کانادا رفته و راحت در دمای بسیار پایین زندگی می‌کنیم! شاید ۵-۶ ماه اول برایمان سخت باشد. اما بعد عادت می‌کنیم و دیگر سرمایش برایمان آزاردهنده نیست!

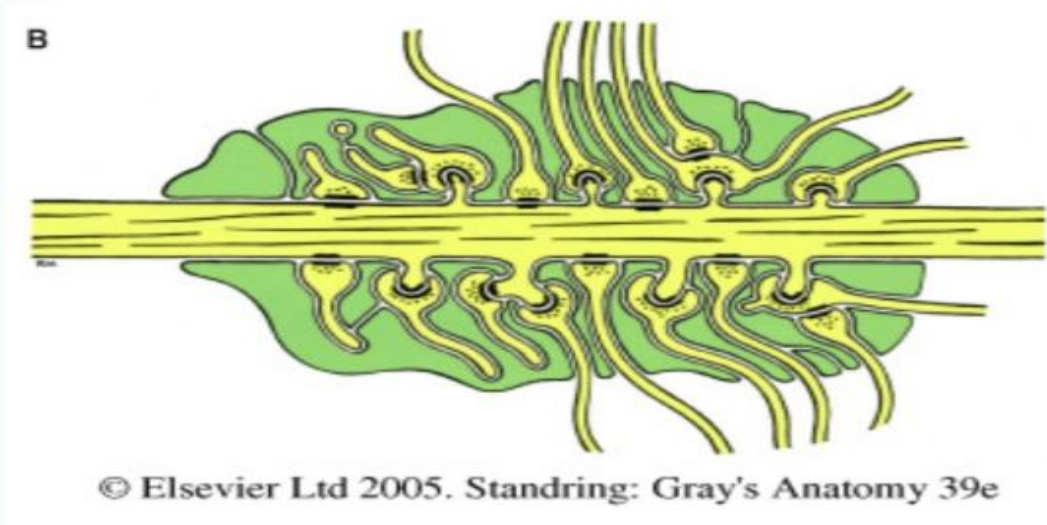
یا مثلاً چرا وقتی به استوا می‌رویم ریه‌هایمان نمی‌سوزند؟

به دو دلیل:

۱- سیستم سینوس‌ها که می‌تواند هوا را هم گرم و هم سرد بکند و این جزو سیستم انطباق بدن است.



۲- کارکرد غدد عرق. دو، سه روز اول شاید خیلی عرق کنیم؛ اما بعد از آن خیر. زیرا سیستم عصبی مرکزی این فرایند را کنترل می‌کند. (هیپوتالاموس سیستم تعریق ما را تحت کنترل دارد.)



© Elsevier Ltd 2005. Standing: Gray's Anatomy 39e

:Neuronal plasticity

نوروپلاستیسیته (Neuroplasticity) به معنای انطباق‌پذیری یا انعطاف‌پذیری عصبی است که توسط خارهای دندریتیک کنترل می‌شوند. در این فرایند مغز می‌تواند در شرایط متفاوت ساختار خود را تغییر دهد.

مثال ۱) فرد ۴۰-۵۰ ساله‌ای زندگی عادی خود را داشته و به طور ناگهانی بر اثر حادثه‌ای نابینا می‌شود. در این حالت قشر occipital که مخصوص تحلیل، حافظه و یادگیری است، از تحلیل و شناخت چهره اشخاص به تحلیل و شناخت صدای افراد یا لامسه اختصاص می‌یابد به همین دلیل بر قدرتش در شناسایی صدا یا لامسه هم افزوده می‌شود!

مثال ۲) آیا می‌توان یک فرد ۳۰ ساله را به رتبه برتر کنکور تبدیل کرد؟

پاسخ: این کار بسیار سخت است.

علت این است که فرد برای اینکه بتواند عملکردی در حد یک رتبه کنکور داشته باشد می‌بایست از زمانی بسیار قبل‌تر (نه یک سال کنکور!) برای مطالعه شروع کرده باشد و فردی که در ۱۸ سالگی رتبه خوبی در کنکور کسب کرده به علت پیشینه و استمرار وی بوده که توانسته عملکرد مناسبی نشان دهد.

تعداد خارهای دندریتی روی هر دندریت این افراد را شمارش می‌کنیم. مثلاً برای رتبه برتر تعداد این خارها ۱ میلیون عدد و برای آن فرد ۳۰ ساله حدود ۱۰۰ هزار عدد است. حال سؤال دیگر این است که می‌توان این تعداد را بیشتر کرد یا نه؟



پاسخ به این سؤال بله است؛ اما به سختی. برای این کار می‌بایست دیتا و داده ورودی به مغز و نورون‌ها افزایش پیدا کند. زمانی که داده افزایش پیدا می‌کند تمامی خارهای دندریتی نورون افزایش داده پیدا کرده و باعث تحریک نورون می‌شود تا خارهای دندریتی بیشتر ساخته شوند. در همین حال علاوه بر افزایش تعداد خارها، وسعت سیناپس‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند. اما این کار زمان زیادی می‌طلبد و دقیقاً زمانی که فردی به طور مثال از ۳۰ سالگی شروع به مطالعه برای کنکور می‌کند ممکن است ۱۰ سال طول بکشد تا به رتبه برتر تبدیل شود، زیرا فرایند ساخت خارهای دندریتی طولانی و بسیار زمان‌بر است. (زمان‌های گفته شده رو فرضی و برای مثال در نظر بگیرید)

ارتباطات و مذاکراتی که با محیط اطراف خود از کودکی تا انتهای عمر انجام می‌دهیم (به‌خصوص در کودکی) موجب اثر بر بهره هوشی ما می‌شود. علت این موضوع این است که بر فرض ما در ابتدای زندگی خود ۱ میلیون عدد نورون داریم. حال ما به یک کودک به اندازه کافی دیتا نمی‌دهیم و بالعکس به کودک دیگر دیتا حتی بیشتر از حد نیاز وارد مغز او می‌کنیم. نتیجه؟ کودکی که دیتای کمتری دریافت می‌کند، مغزش به علت نیازنداشتن به این تعداد نورون، برای همیشه مقداری از نورون‌ها را به مرور زمان حذف می‌کند. دقیقاً برعکس این موضوع در کودکی که دیتای زیادی دریافت کرده می‌بینیم که کودکی ۷ ساله در مصر در این سن ۵ زبان زنده دنیا را به‌صورت مسلط صحبت می‌کند.

در کانادا تحقیقاتی انجام شده بروی کودکان ایرانی که مجبور بودند در محیط آموزشی به زبان فرانسوی، در محیط اجتماع به زبان انگلیسی و در محیط خانه به زبان فارسی مکالمه کنند. مشاهده شده که این کودکان توانسته‌اند هر ۳ زبان را یاد بگیرند؛ اما دیرتر زبان‌باز کرده و شروع به صحبت می‌کنند؛ چون هنوز مغز آن‌ها نتوانسته میان هر ۳ زبان تمایز قائل شود. اما می‌بینیم که مثلاً در ۵ سالگی شروع به صحبت کرده و هر ۳ زبان را به راحتی و با تسلط صحبت می‌کنند.

می‌بینیم که مغز برای یادگیری به زمان نیاز دارد. راه حل این موضوع که کودک زودتر زبان‌باز کند این است که ابتدا به آن فرانسوی آموزش داده، سپس انگلیسی و بعد از آن‌ها فارسی تا مغز بتواند فرصت یادگیری و رشد داشته باشد و کودک هم زودتر زبان‌باز کرده و هم هر ۳ زبان را یاد می‌گیرد.

مغز کودک تا حدود سن ۷ سالگی در فاز مموری (حفظ داده‌ها) قرار دارد و بعد از سن ۷ سالگی وارد فاز تحلیلی (آنالیتیکال) می‌شود.

مثلاً در فاز تحلیلی نمی‌توان به کودک تحلیل این موضوع که مثلاً جمله حال کامل چگونه شکل می‌گیرد را یاد داد؛ بلکه موضوعی کاملاً حفظی است.

آکسون

1- آکسون‌ها می‌توانند تا ۱۰۰ سانتی‌متر طول داشته باشند.

2- زائده‌ای بلند دارد.



- 3- بخش ابتدایی آکسون که به جسم سلولی متصل است را تپه آکسونی (Axon hillock) می‌نامند و بسیار اهمیت دارد.
 - 4- تپه آکسونی حفاصل جسم سلولی تا جایی از آکسون است که شروع به میلینه شدن می‌کند.
 - 5- میان تپه آکسونی و مکانی که آکسون شروع به میلینه شدن می‌کند، Initial Segment قرار می‌گیرد.
 - 6- روی تپه آکسونی و Initial Segment کانال‌های یونی را داریم که جمع جبری پیام‌های تحریکی و مهاري را انجام می‌دهند و نتیجه آن را به ادامه آکسون منتقل می‌کند. مثلاً اگر ۲ پیام تحریکی و ۳ پیام مهاري به آن رسیده باشد، آن قسمت پیام مهاري را منتقل می‌کند. این کار توسط Initial Segment انجام می‌شود.
 - 7- آکسون می‌تواند میلین‌دار یا بدون میلین باشد. سلول‌های سازنده میلین اگر در سیستم عصبی باشند، الیگودندریت و اگر در سیستم عصبی محیطی باشند شوان نامیده می‌شوند و با ساخت میلین به تغییر سرعت پیام کمک می‌کنند. در واقع به‌جای اینکه پلاریزاسیون و دپلاریزاسیون غشا به‌صورت پله‌پله را داشته باشیم انتقال جهشی را خواهیم داشت.
 - 8- ویژگی دیگر آکسون‌ها انتقال مواد ساخته شده در جسم سلولی به انتهای آن توسط میکروتوبول‌های ساخته شده در جسم سلولی است. این میکروتوبول‌ها، هم به‌صورت از مرکز به محیط (Anterograde) و هم از محیط به مرکز (Retrograde) این کار را انجام می‌دهند. این انتقال می‌تواند با سرعت آهسته، متوسط و سریع رخ بدهد.
- این کار توسط موتور پروتئین‌هایی مانند کاینزین (کینزین) انجام می‌شود. کاینزین به طور مثال نوروترانسمیترها و مواد دیگر را از جسم سلولی به پایانه آکسون منتقل می‌کند و آن‌ها بعد از ترشح شدن و تغییر ساختار پروتئینی (change of shape conformation) خود می‌بایست برای بازسازی به جسم سلولی برگردند تا پروتئین‌های قطعه‌قطعه‌کننده (chaperone protein) آن را تکه‌تکه کنند و مجدد قابل‌استفاده شوند. این عمل بازگشت به جسم سلولی توسط موتور پروتئین دیگری به نام دینئین (داینئین) با صرف انرژی پروتئین انجام می‌شود.

انواع سلول پشتیبان در PNS و CNS

سیستم عصبی مرکزی و محیطی یک سلول مشترک به نام نورون دارند. سلول‌هایی که در آن متفاوت‌اند سلول‌های پشتیبان است. به دلیل اینکه کارهایشان متفاوت است، منشأشان نیز متفاوت است.

در CNS چهار سلول پشتیبان با نام‌های آستروسیت الیگودندروسیت میکروگلی و اپنڈیمال داریم و در سیستم عصب مرکزی سلول‌ها را پشتیبانی می‌کنند. در PNS هم دو نوع سلول شوان و سلول‌های ماهواره‌ای را داریم که در سیستم عصبی محیطی کار چهارسلول سیستم عصبی مرکزی را انجام می‌دهند.





Non-neural supporting cells of several types:

CNS:

Astroglia
Oligodendroglia
Microglia
Ependyma

PNS:

Schwann cell
Satellite cell

آستروسیت:

بزرگ‌ترین سلول‌ها هستند. هسته‌شان می‌تواند کروی یا بیضی‌شکل باشند. فیلامان‌های حد واسط GFAP یا glial fibrillar acidic protein نام دارند. متابولیک نورون را تحت کنترل دارد. دو نوع fibrous و protoplasmic دارد که نوع فایبروز، سلول‌های با زوائد بلند و غیرمنشعب هستند و نوع پروتوپلاسمیک، سلول‌های با زوائد کوتاه و منشعب هستند. فیبروزها در ماده سفید غالب و پروتوپلاست‌ها در ماده خاکستری غالب هستند؛ ولی انتهای هر دو foot plate دارند. این foot

plate ها به عروق می‌رسند و اینها کنار همدیگر قرار می‌گیرند و با ارتباط‌ها و اتصالات محکمی که با هم دارند (و نیز اتصالات محکم سلول‌های اندوتلیال عروق)، سد خونی مغزی را شکل می‌دهند. این سلول‌ها توانایی این را دارند که سریعاً تکثیر شوند که اگر صدمه‌ای در بافت مغز ایجاد شد، آنجا را پر می‌کنند یا تحریک سلول‌های بنیادی که در مغز هستند، زودتر سلول‌های استروسیت را شکل دهند. به محض اینکه صدمه‌ای در مغز رخ دهد مثل از بین رفتن یک نورون، فضای خالی ایجاد می‌شود؛ سلول‌های استروسیت این فضا را پر می‌کنند، در حقیقت در همان حین در آنجا یک glial scar رخ می‌دهد.

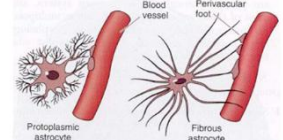
Glial scar:

ساختاری در محل آسیب بافتی در CNS که با تکثیر استروسیت‌ها پر شده است.

فرض کنید نخاع یک نفر در اثر تصادف صدمه دیده است. به محض صدمه، سلول‌های استروسیت آنجا را پر می‌کنند. به محض پر شدن gap ایجاد شده، مسیر نخاع قطع می‌شود. گلیال اسکار علامت خوبی نیست اما استروسیت‌ها این فضا را پر می‌کنند که آن ناحیه دفرمه نشود و در نواحی بالاتر و پایین‌تر تحلیل نداشته باشیم.

Astrocytes

- The Largest cell among neuroglia
- Spherical/oval *
- Intermediate filament : glial fibrillar acidic protein
- Provide structural and metabolic support to neurons
- Tow type:
 - Fibrous type
 - Protoplasmic type

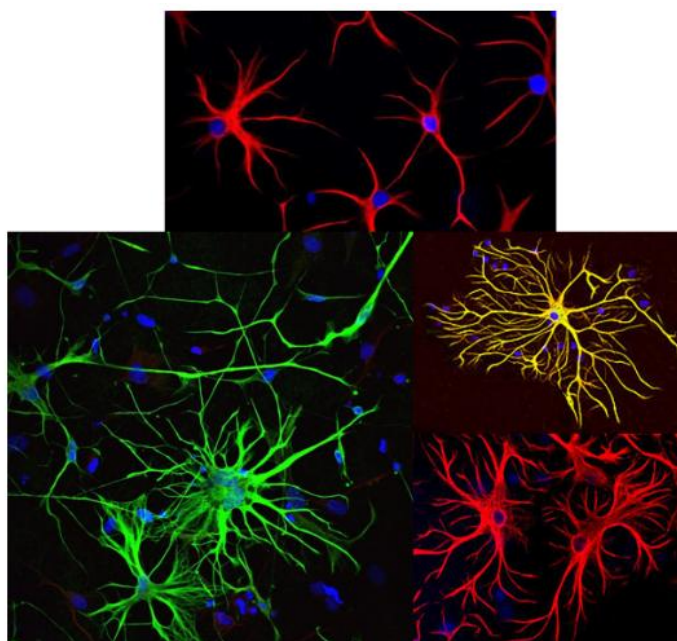


- Processes end as pedicels that surround vessels and form a layer at CNS surface (pia-glial membrane)
- Produce glial scar at injury
- Activity to maintain homeostasis
- May assist in maintaining Blood-Brain Barrier



:GFAP

از فیلامان‌های حد خاص ۱۰ نانومتری هستند. می‌توان این فیلامان‌ها را رنگ‌آمیزی کرد و با میکروسکوپ فلورسنت بررسی کرد و دید که در این ناحیه این پروتئین‌ها وجود دارند یا خیر. این فیلامان‌ها در زمینه تشخیص منشأ سرطان کاربرد دارند. مثلاً یک تومور در مغز است و می‌خواهند ببینند که منشأ آن از بافت سلول‌های پشتیبان است یا خیر. با یک رنگ‌آمیزی ساده می‌توان فهمید که اگر در نمونه تومور GFAP مثبت بود پس منشأ سلول‌های نوروگلیا (مثلاً استروسیت) را دارد که با شناخت صحیح می‌توان داروی مورد استفاده و مقداری از تومور که باید خارج شود را تشخیص داد. GFAP فقط در استروسیت رویت می‌شود.



○ **نکته:** هرچقدر که این فیلامنت‌ها به بادی نزدیک‌تر باشند در رنگ‌آمیزی بهتر دیده می‌شوند و ضخامتشان بیشتر است و هرچقدر از این بادی دور شود دیگر نمی‌توان آن را دید. دلایل:

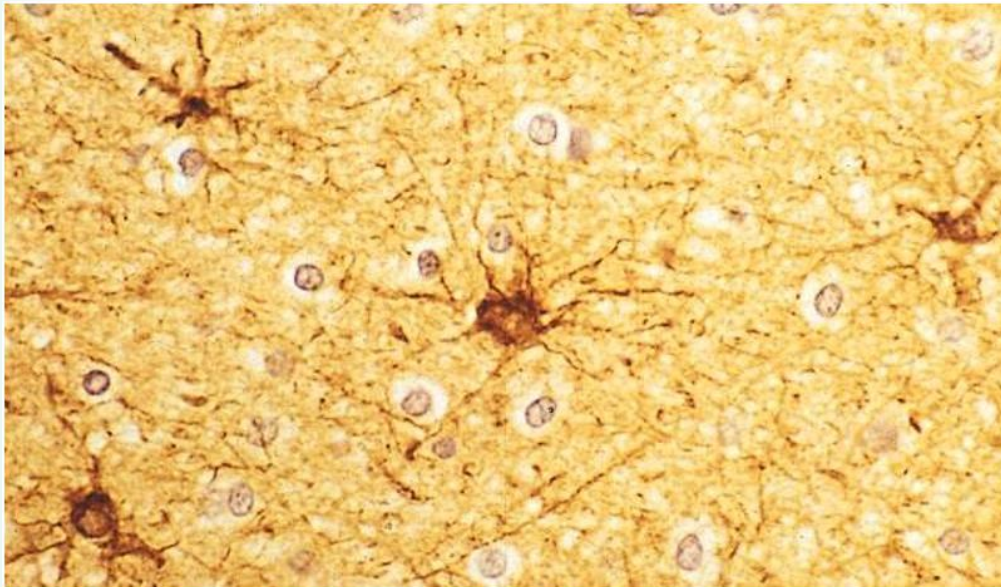
۱: می‌تواند خود GFAP کم شده باشد.

۲: ضریب خطای چشم ما باشد یا ضریب خطای سیستمی باشد که نتوانسته آن را شناسایی کند.

قبل از اختراع میکروسکوپ فلورسنت هم می‌توانستند آن را تشخیص دهند. به‌جای اینکه از آنتی‌بادی‌های فلورسنت استفاده کنند از رنگ‌هایی استفاده می‌کردند که رسوب دهد. ماده‌ای

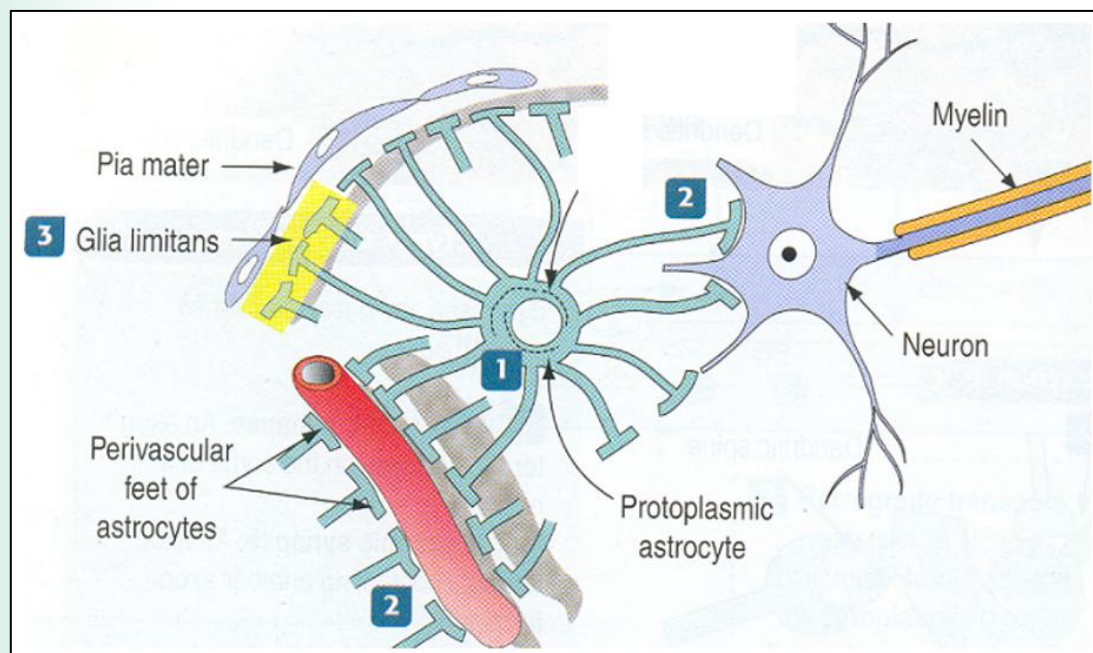


وجود دارد به نام DAB (دی آمینو بنزیداز) که وقتی آن را روی این قسمت می‌ریختند، واکنش می‌داد و یک رسوب قهوه‌ای رنگ اطراف سلول و روی زائده ایجاد می‌کرد.



(اکنون از روش ایمونوفلوئورسنت استفاده می‌شود و چندین سال قبل از تکنیک ایمونوهیستوشیمی یا ایمونوسایتوشیمی استفاده می‌شد. هیستوشیمی یعنی بافت‌شناسی بر اساس شیمی، و سیتوشیمی یعنی شیمی سلول. مثال: سلولی که اسیدی است توسط رنگ بازی که اسید را خنثی می‌کرد رنگ می‌گرفت.)

امروزه از رنگ‌های الکترواستاتیکی نیز استفاده می‌شود. برای اینکه رنگ‌های پودری یا الکترواستاتیکی روی نمونه بنشینند، بار + را به رنگ داده و بار - را به بدنه داده و وقتی با هم می‌نشینند دیگر جدا نمی‌شوند.





○ نکات شکل بالا: PROTOPLASMIC نشان‌دهنده این است که ماده خاکستری است. ASTROCYTE PROTOPLASMIC که در این شکل می‌بینید از جدار رگ مواد را گرفته وارد زائده یا استتاله می‌کند و بعد از استتاله وارد جسم سلولی می‌شود سپس از زائده مقابل به جسم سلولی نوروں می‌رسد و پسماند نوروں را می‌گیرد و یک ورید (یا عروق خونی در ارتباط است) برمی‌گرداند. پس وقتی این اتفاق می‌افتد عملاً هیچ ماده‌ای از عروق خارج نمی‌شود و اصطلاحاً EXTRAVASATION (=خروج از عروق) نداریم.

اگر مواد غذایی یا خون در این محیط خارج شوند، همانند زمانی که روی کلافی از سیم آب ریخته و اتصالی می‌دهد، مشابه همین اتفاق در مغز می‌افتد.

دلیل وجود میلین: برای ایمپالس عایق باشد تا راحت منتقل شود. همانند روکش سیم عمل می‌کند تا تبادلی با سلول‌های کناری برقرار نکند و اختلالی در انتقال ایمپالس رخ ندهد.

حال تصور کنید اگر آب در این فضا باشد به محض اینکه حادثه عروقی رخ دهد Cva (Cerebrovascular accident) مثل زمانی که فشار بالا رفته و مویرگ‌ها پاره شده‌اند، خون به این فضا آمده و لخته ایجاد می‌شود یا اتفاق دیگری مثل ضربه به سر رخ داده و در اثر آن اتصالی که بین عروق و زوائد بوده تا حدودی جدا شده، خون از عروق خارج و وارد این فضا می‌شود و مغز دچار ادم می‌شود. به محض اینکه یک طرف مغز دچار ادم شود، متورم شده و سمت مقابل مغز را به دیواره فشار می‌دهد. ادم در یک سمت رخ داده ولی فعالیت سمت دیگر نیز مختل می‌شود؛ چون تحت فشار قرار می‌گیرد پس قرینگی در مغز بسیار مهم است و اگر یک طرف دچار خونریزی یا ادم شود باید مراقب باشیم که طرف دیگر مغز را صدمه نزنند.

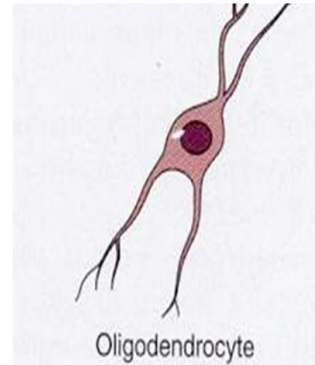
سندروم شیک: زمانی که بچه‌های کوچک توسط بزرگ‌ترها رو به آسمان به چپ و راست تکان می‌خورند مغز هم مدام در داخل کاسه سر به جلو و عقب می‌رود و هنگامی که شدت زیاد می‌شود و به جلو جمجمه برخورد می‌کند طبق قانون نیوتن دوباره به عقب بر می‌گردد و به دیواره برخورد می‌کند. حتی ممکن است قشر مغزش له شود و صدمه ببیند. متأسفانه این سندروم بسیار شایع است. (با بچه‌ها مهربان باشید!)



اولیگو دندروسیت

Oligodendrocytes

- ^ Smaller than astrocytes; darker, round nucleus, abundant RER, well developed golgi apparatus,
- ^ forming myelin of axon in CNS
- ^ Damaged in multiple sclerosis



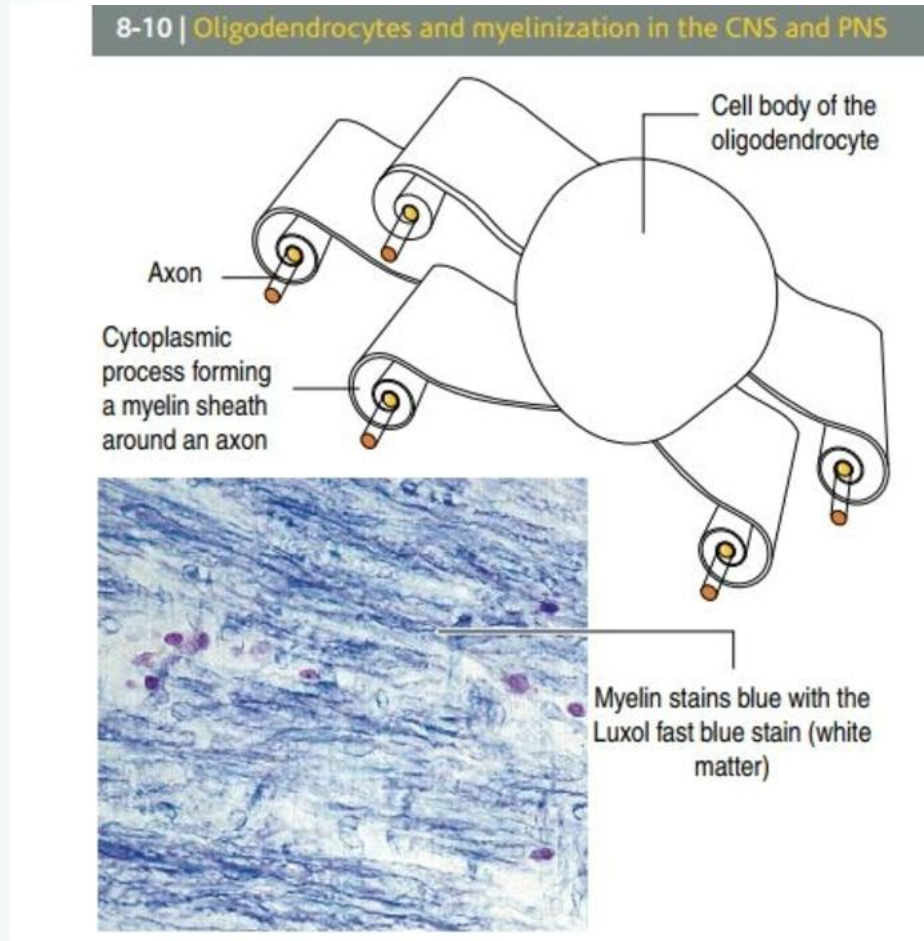
1. میلین سازی می کند.
 2. نسبت به استروسایت کوچک تر است.
 3. هسته ای تیره و گرد دارد.
 4. گلژی پیشرفته ای دارد و سرشار از شبکه آندوپلاسمی خشن است.
 5. صدمه به آن می تواند باعث بیماری ام اس (multiple sclerosis) شود.
- (چه این سلول ها صدمه ببینند چه میلین ساخته شود و توسط سلول های دستگاه ایمنی حذف شوند هر دو باعث ام اس می شوند.)
- طبق شکل از طرفین جسم سلولی استتاله ها تا اطراف کشیده می شوند و پهن می شوند و وقتی به محیط رسید به صورت برگی شکل شروع می کند به دور این الگو چرخیدن ولی هنوز میلین را شکل نداده است. زمانی میلین را شکل می دهد که متراکم شود و هیچ فضایی هم بین لایه ها دیده نشود.

گره رانویه

فضایی بین دو سلول که پیچ خورده ایجاد می شود که در فضای عصبی محیطی به آن گره رانویه گفته می شود.

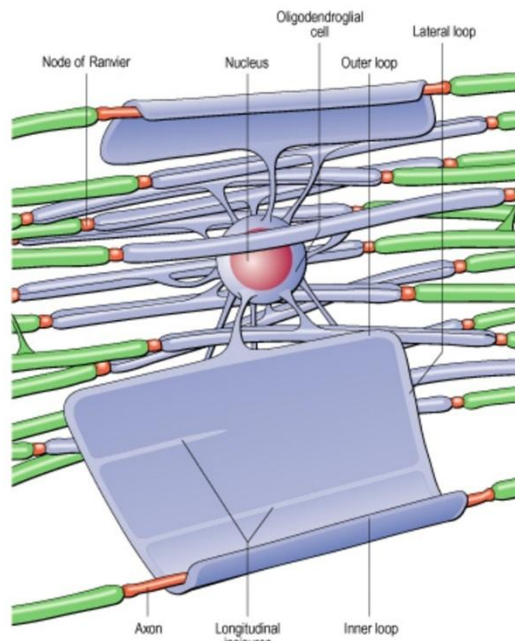
این سلول زمانی میلین را شکل می دهد که متراکم (Condense) شود. زمانی که کامل چرخید و متراکم شد هیچ فضایی بین لایه ها وجود ندارد و همه آن ها به همدیگر چسبیده اند، این الگو ایجاد می شود. لایه بعدی جلوتر از این الگو قرار می گیرد و فضایی بین این دو تشکیل می شود که همان گره رانویه است. الگوی شکل گیری در سیستم عصبی مرکزی و محیطی متفاوت است.

میلین از غشای سلول تشکیل می‌شود. غشا شامل فسفولیپید و پروتئین است که به‌دور هم می‌پیچند. وقتی که لایه‌ها متراکم شدند، ارتباطات (Junction) ویژه‌ای بین لایه‌های داخلی و خارجی پروتئین‌ها شکل می‌گیرد که سبب استیل شدن (Stable) غشا می‌شود.

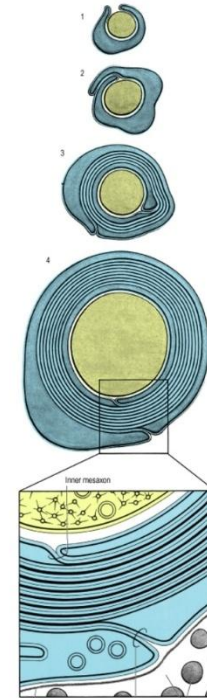


ساخت میلین

الگوی استتاله پهن می‌شود و این پهن‌شدگی دور اکسون لخت (B Axon) قرار می‌گیرد و شروع به پیچیدن دور آن می‌کند و سپس متراکم می‌شود و یک مزاکسون (Mesaxon) را شکل می‌دهد که اهمیت چندانی ندارد. پروتئین‌هایی که در اینجا قرار دارند کمک می‌کنند تا این آکسون در این قسمت به طور کامل کاور شود و این پوششی که دور آن پیچیده است تقریباً استیل و یکپارچه شود. در تصویر یک‌سری خطوط تیره و روشن و یک فضای آبی‌رنگ بین آن‌ها دیده می‌شود. این فضای آبی‌رنگ که در اینجا دیده می‌شود همان الگویی است که شامل یک غشای داخلی و یک غشای خارجی است و داخل آن هم سیتوپلاسم قرار دارد. در نتیجه ارتباط بین سطح و عمق برقرار می‌ماند. جلوتر خواهیم دید که این ارتباط توسط یک‌سری شکاف به نام شکاف‌های اش‌میت-لانترمن (schmidt_lanterman clefts) برقرار می‌شود.

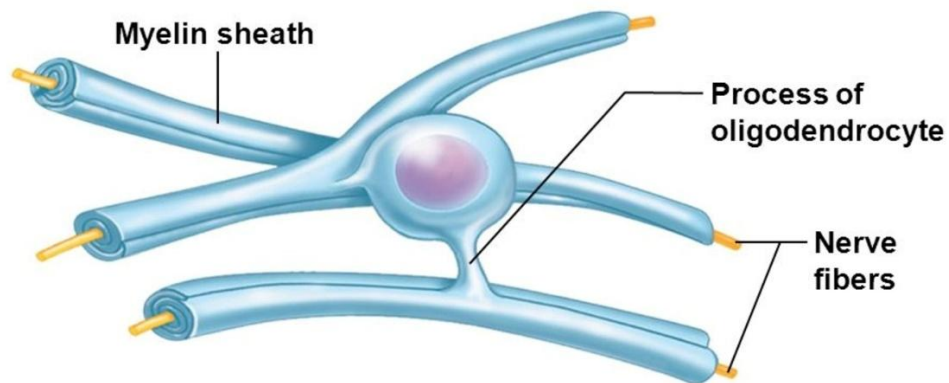


© Elsevier Ltd 2005. Standing: Gray's Anatomy 39e



© Elsevier Ltd 2005. Standing: Gray's Anatomy 39e

○ نکته: یک سلول الیگودندروسیت می‌تواند هم‌زمان تا ۱۵ تکه و آکسون مختلف را کاور کند.



(d) Oligodendrocytes have processes that form myelin sheaths around CNS nerve fibers.



میکروگلیا

میکروگلیاها کوچک‌ترین سلول‌ها هستند، هتروکروماتین (Heterochromatin) و دارای زوائد کوتاهی هستند و مهم‌تر از همه کار اصلی‌شان فاگوسیتوز است. سلول مرده، خونریزی (سلول‌های خونی) و هرگونه اکستراوژیشن (Extravasation) داشته باشیم، توسط میکروگلیاها فاگوسیتوز می‌شوند

میکروگلیا می‌تواند از فرق سر تا انتهای نخاع از مسیر نوروپیل عبور کنند. وقتی فعال شود سلولی است که به‌عنوان APP Cell عمل می‌کند و Antigen presenting cell می‌شود. یعنی وقتی سلول بیگانه و

Microglial Cells

- The Smallest neuroglia cell, contains heterochromatin nucleus and short processes
- phagocytosis, remove debris and damaged structures in the CNS
- When activated, It acts as an antigen presenting cell
- Originated from mesenchyme (monocytes)

خارجی دید سریعاً آن را بررسی و تحلیل می‌کند و سیستم ایمنی اطلاع می‌دهد تا سیستم ایمنی بر علیه آن آنتی‌بادی ترشح کند. APP cell ها با سیستم ایمنی در ارتباط هستند و به سلول‌های گلبول سفیدی که در مایع مغزی-نخاعی (CSF) هستند این اطلاع‌رسانی را انجام می‌دهند. این سلول‌ها در گردش هستند و به سیستم کلی لنفی نیز اطلاع می‌دهند

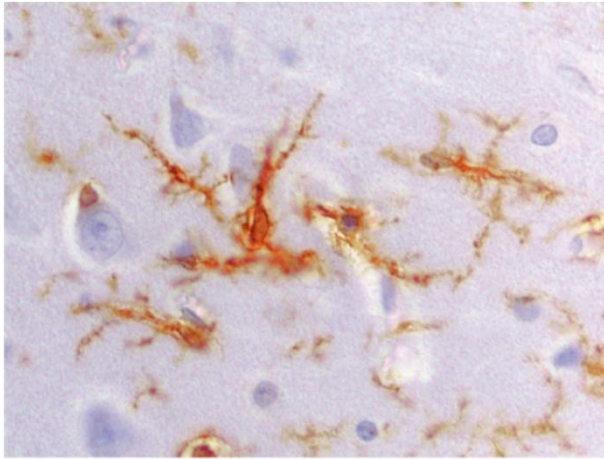
باتوجه به اینکه سد خونی-مغزی بسته است میکروگلیاها از کجا وارد می‌شوند؟

تمام میکروگلیاها مونوسیت‌هایی هستند که در دوران جنینی به سیستم عصبی مهاجرت کرده‌اند و در آنجا باقی‌مانده‌اند.

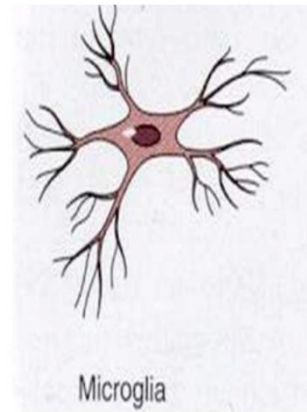
نمی‌توان گفت تعدادشان ثابت مانده؛ چون در طی زمان کاهش پیدا می‌کنند.

در کل امکان افزایش تعداد هم ندارند اما می‌توانند در یک نقطه جمع شوند و به این صورت افزایش در یک نقطه رخ می‌دهد چراکه در حالت کلی پراکنده هستند.

به محض اینکه فعال شوند می‌توانیم با ایمونوهیستوشیمی تشخیصشان دهیم، کل استتاله‌هایشان را ببینیم و زمانی که بیگانه‌خواری انجام می‌دهند حرکات آمیبی شکل که با پاهای آمیبی انجام می‌شوند را ببینیم.



© Elsevier Ltd 2005. Standing: Gray's Anatomy 39e



Microglia

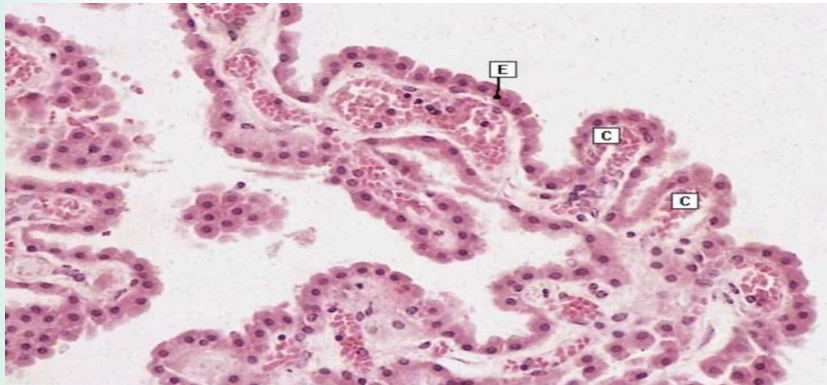
Activated microglial cells in the central nervous system (1)

Bera area

مناطق در مغز هست که خون به راحتی در آنجا با CSF در ارتباط است و سلول های عصبی می توانند خون را تحلیل کنند. به این مناطق Bare area گفته می شود. مثلاً مرکز تهوع در مغز جایی است که می تواند کاهش میزان اکسیژن را تشخیص دهد. در این مناطق و در شبکه کرویئید گاهی اوقات این سلول ها می توانند جایگزین شوند. همین طور در CSF دیدن ۳ تا ۵ سلول در هر ml طبیعی است؛ اما اگر این تعداد بیشتر شود، غیرطبیعی می شود. عملاً سد خونی-مغزی را شل کرده و سیستم ایمنی گلبول های سفید را به CSF می فرستد و تعداد گلبول های سفید در CSF زیاد

می شود که نشانه عفونت پرده های مغز و مننژیت (Meningitis) است.

شکل شبکه کرویئید:





اپاندیم

Ependymal Cells

- Line ventricles of CNS and central canal of spinal cord
- Cuboidal or low columnar shape
- Some are ciliated, facilitate movement of CSF
- Participate in formation of Choroid plexus

سطح داخلی بطن‌های مغزی و کانال نخاع را مفروش می‌کنند، مکعبی تا استوانه‌ای کوتاه هستند و قسمت رأسی آنها می‌تواند دارای مژه باشد که حرکت CSF با زنش این مژک‌ها تسهیل می‌شود. همچنین در تشکیل شبکه کوروئید (Choroid plexus) و ترشح این شبکه (ترشح CSF) نقش دارد. شبکه کوروئید در سقف و کف بطن‌های مغزی و دیواره فوقانی و تحتانی بطن ۴ است. سطح داخلی آن‌ها توسط سلول‌های اپاندیم مفروش می‌شود. بین CSF و بافت مغز این سلول‌ها در کنار هم قرار گرفته‌اند که وظیفه ضدآب کردن این محل با این سلول‌ها است.



○ **نکته:** این سلول‌ها یک ویژگی خاص هم دارند که با هم با یک اتصال محکم متصل هستند. با یک سطح آزاد هم در ارتباط‌اند ولی اپیتلیال نیستند. قانون اپیتلیال بودن این است که:

1. روی غشای پایه باشند.

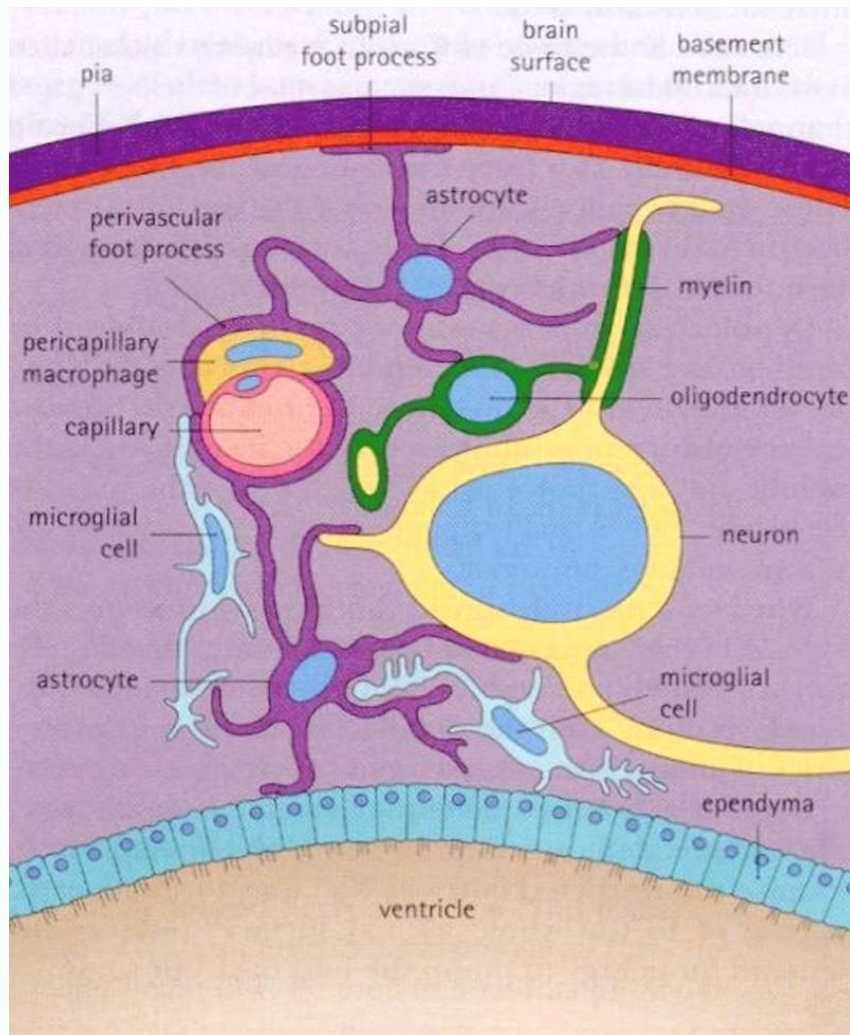
2. سلول‌ها کنار هم و یا روی همدیگر باشند و ارتباط بین سلولی داشته باشند.



3. با یک سطح آزاد در ارتباط باشند، حال درون این سطح آزاد می‌تواند خون یا مواد فیکال (Fecal) دفعی باشد یا هوا باشد.

مثلاً پوست به‌عنوان یک اپیتلیوم در ارتباط با هوا است. نکته این است که سلول‌های اپاندیم چون روی غشای پایه نیستند اپیتلیوئید (Epithelioid cells) نامیده می‌شوند و شبیه به اپیتلیوم‌اند.

در شکل زیر می‌بینیم که قسمت رأسی دارای مژک است، در کنار همدیگر قرار گرفته‌اند، هسته مدور است و تقریباً در نیمه پایینی سلولشان قرار دارد. علی‌رغم اتصالشان به یکدیگر در اینجا هیچ غشای پایه‌ای وجود ندارد؛ چون سلولی که از بافت همبند باشد و غشای پایه را برای ما ترشح کند و بسازد را نداریم.





شوآن

Schwann cells

- ✓ Schwann cells form both myelinated and nonmyelinated covering over axons of the PNS
- ✓ nodes of Ranvier
- ✓ This cell has basal lamina
- ✓ Schmidt-Lanterman clefts
- ✓ A Schwann cell can myelinate just one internode of a single axon
- ✓ The length of an internodal segment is 200 to 1000 micrometer

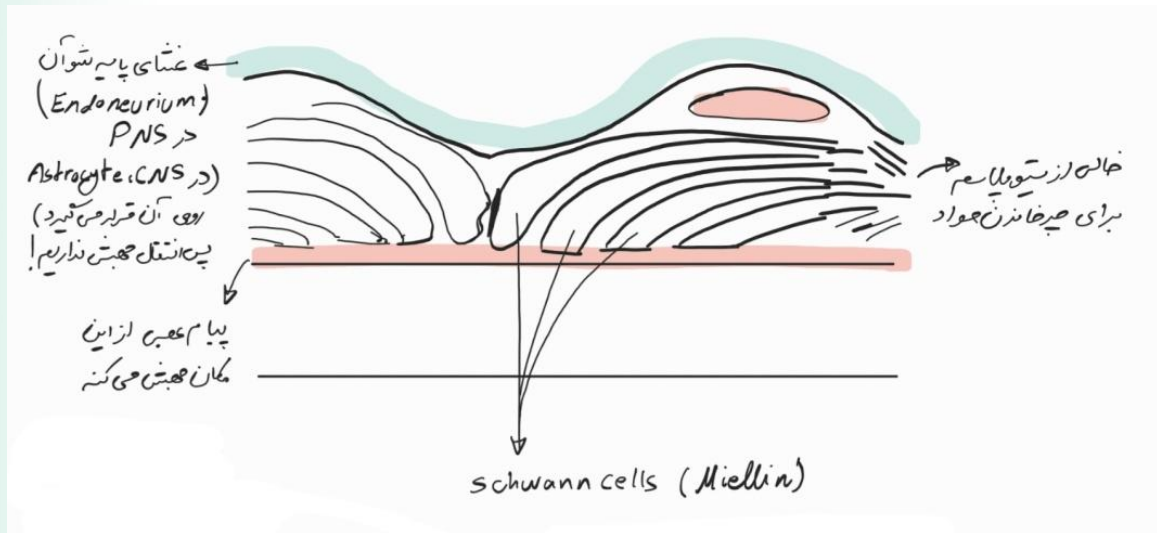
در سیستم عصبی مرکزی (CNS)، انتقال عصبی به صورت جهشی و به وسیله میلین وجود ندارد و میلین ها صرفاً عایق هستند. میلین (Myelin) به عنوان عایق عمل می کند تا پیام ها به طور مؤثر منتقل شوند.

در سیستم عصبی محیطی، دور سلول های عصبی، سلول های شوآن قرار دارند که آکسون ها را می پوشانند. با این حال، جسم سلولی عصبی نمی تواند به طور مستقیم با عروق خونی در ارتباط باشد.

○ **نکته:** در سیستم عصبی محیطی، "نوروپیل" تعریف ندارد و تنها در CNS دارای تعریف مشخصی است. حال اگر بخواهیم این الگو را به سیستم عصبی محیطی تعمیم دهیم، باید گفت که یک عصب محیطی مجموعه ای از رشته های عصبی است که می تواند آوران (Afferent) و وابران (Efferent) باشد. مثلاً عصب مدین و اولنار که به کف دست می آیند، هر دو حسی و حرکتی هستند و به همین دلیل عصب مختلط محسوب می شوند.



○ **نکته:** اگر عصب مدین قطع شود، مشابه قطع یک کابل تلفن است. احتمال اینکه در هنگام پیوند عصب، دوباره سیم‌ها به‌درستی در کنار هم قرار بگیرند، بسیار کم است. به همین دلیل، ممکن است حسی به حرکتی و یا برعکس جابه‌جا شود. با این حال، مغز دارای یک سیستم به نام "ری‌پروگرامینگ" (Reprogramming) قادر است. مغز دارای یک "نقشه مغزی" (Brain map) است که همه عضلات بدن را می‌شناسد و می‌داند که تحریک چه منطقی در کجا تأثیر خواهد گذاشت. هنگامی که عصب در موقعیت جدید قرار می‌گیرد، این نقشه مغزی می‌تواند تغییر کند؛ چون نورال پلاستیسیتی داریم.



ستلایت

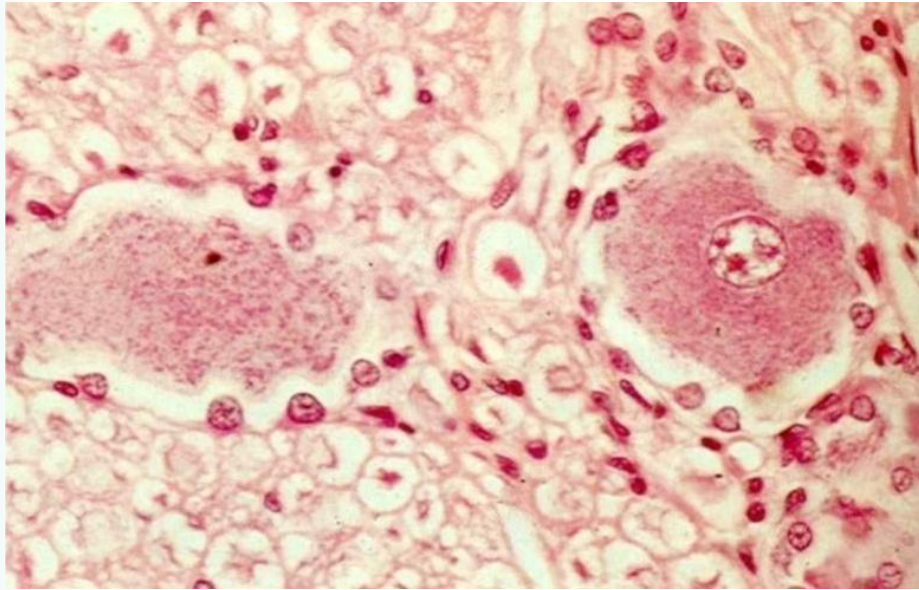
Satellite cells

- ★ Satellite cells are small support cells
- ★ Resembling Schwann cells which surround the neuron cell bodies in ganglia

سلول‌های ماهواره‌ای که سلول‌های شبیه به سلول‌های شوآن هستند، دور جسم سلولی قرار می‌گیرند، این ساختار به صورت فضایی در می‌آید و از هر مقطعی که برش بخورد، دور جسم سلولی قابل مشاهده است. جسم سلولی در مرکز قرار دارد و هسته یوکروماتین بیضی کشیده و هستک آن مشخص است. سلول‌های گلیال که در اطراف قرار دارند، به حفظ هومئوستاز (Homeostasis) جسم سلولی کمک می‌کنند.

عملکرد این سلول‌ها همانند آستروسایت در PNS است.

🔥 **ویراستار:** ستلایت/satellite به معنای ماهواره و آستروسایت/astrocyte به معنای ستاره است. ارتباط عملکردی این دو سلول را با این مفاهیم راحت‌تر به‌خاطر بسپارید ☺



فسیکل

چندین سلول عصبی کنار هم جمع می‌شوند و یک دسته یا "فسیکل" (Fascicle) شکل می‌دهند. این دسته در نزدیکی عروق خونی قرار دارد، اما عروق خونی نمی‌توانند مواد خود را به طور مستقیم به سلول‌های عصبی برسانند.

اندونوریوم

سلول‌های شوان غشای پایه‌ای به نام «اندونوریوم» (Endoneurium) دارند که به عنوان پوشش دور سلول عصبی عمل می‌کند.

پری‌نوریوم

پوششی که هر دسته از الیاف عصبی (فسیکل) را در بر می‌گیرد.

اپی‌نوریوم

مجموعه‌ای از فسیکل‌ها که در کنار یکدیگر قرار دارند، توسط یک پوشش محیطی به نام اپی‌نوریوم احاطه شده‌اند. اپی‌نوریوم دارای چربی و کلاژن است. این کلاژن به دلیل خاصیت استحکامی‌اش، اجازه نمی‌دهد که با بالابردن دست، اعصاب دچار جداشدگی شوند. این پوشش کل عصب را در بر می‌گیرد.

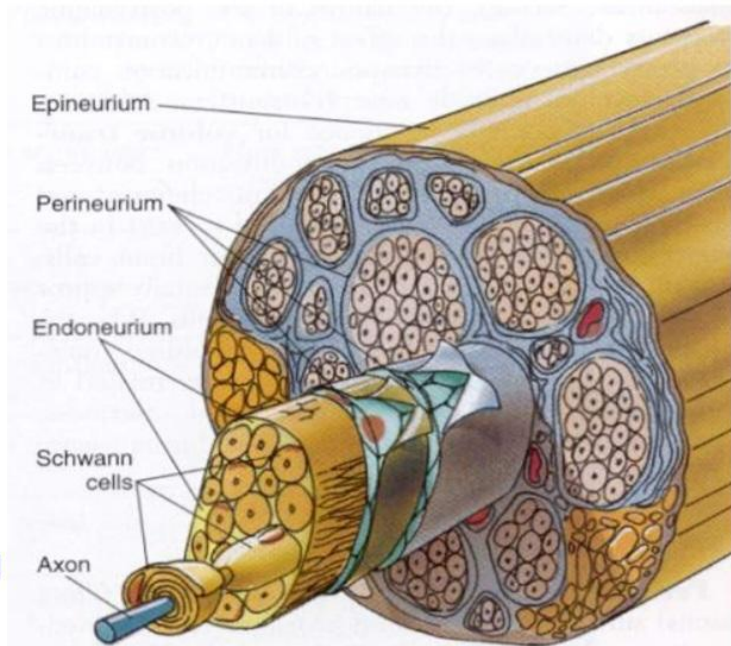


Peripheral Nerve Investments

- **Epineurium:** the outermost layer covering of the nerve

- **Perineurium:** cover each bundle of nerve fibers(fascicle) epithelioid cells joined by zonula occludent

- **Endoneurium:** surround individual nerve fiber(Axon or dendrite)



سد خونی عصبی

در اینجا، سلول‌های شوآن ۵ تا ۶ لایه از خود ایجاد می‌کنند که دور یک فسیکل قرار می‌گیرند و اتصالات بین سلولی محکمی را ایجاد می‌کنند و "سد خونی عصبی" (Blood-Nerve Barrier) را تشکیل می‌دهند. این سد تعیین می‌کند که اگر مواد غذایی می‌خواهند عبور کنند، باید از طریق سلول‌های شوآن گذر کنند و پس از آن به سلول‌های دیگر تحویل داده شوند.

جمع‌بندی:

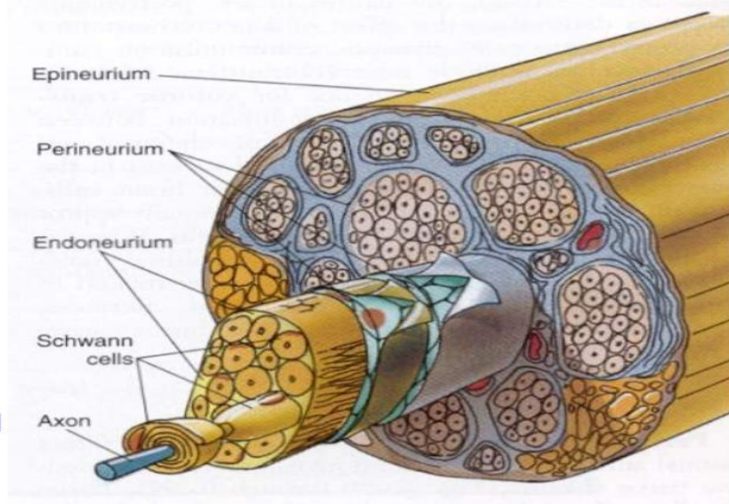
تشکیل سد خونی مغزی: آستروسایت CNS

تشکیل سد خونی عصبی: شوآن PNS

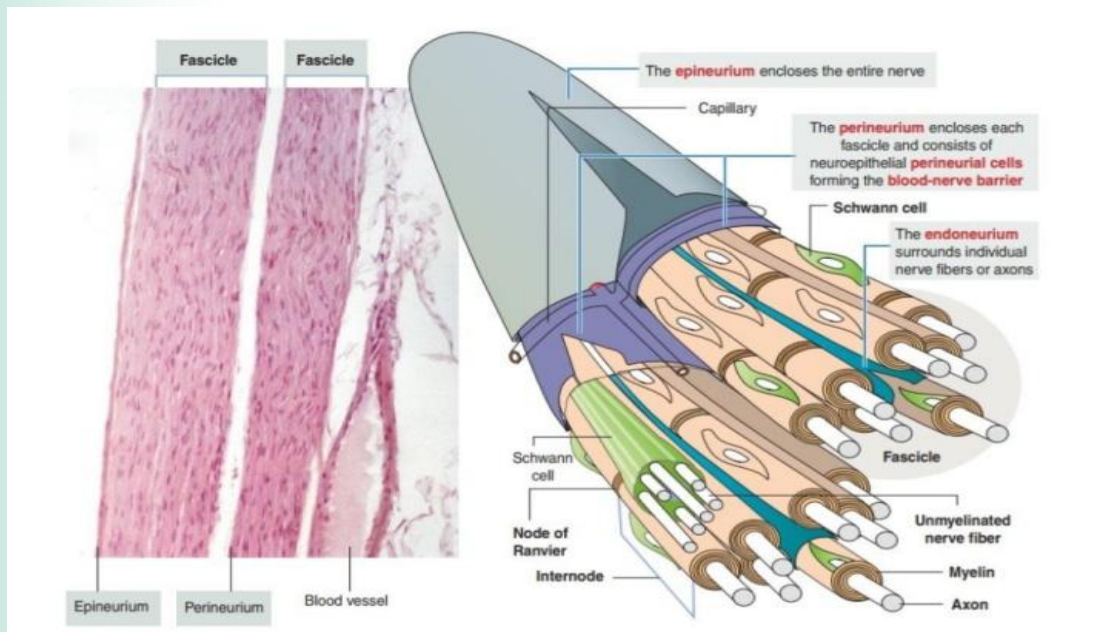
ساختار میکروسکوپی اجزای بافت عصبی

Peripheral Nerve Investments

- **Epineurium:** the outermost layer covering of the nerve
- **Perineurium:** cover each bundle of nerve fibers (fascicle) epithelioid cells joined by zonula occludent
- **Endoneurium:** surround individual nerve fiber (Axon or dendrite)



رنگی که در مقطع عرضی عصب مشاهده می‌کنید، رنگ میلین است. در صورتی که از بیرون عصب نگاه کنید، رنگ چربی و کلاژن را مشاهده می‌کنید؛ بنابراین، سفیدی یا زردی که از بیرون قابل مشاهده است، مربوط به کلاژن و چربی است و نه میلین. در تصویر، هسته سلول شوآن به اشتباه به رنگ قرمز نشان داده شده است؛ در واقع، هسته به رنگ آبی است؛ زیرا حاوی اسید نوکلئیک است و به رنگ هماتوکسین واکنش می‌دهد. در تصویر، به دلیل اینکه مقطع لام نیست، هسته به صورت قرمز نشان داده شده که این به دلیل شماتیک بودن تصویر است.

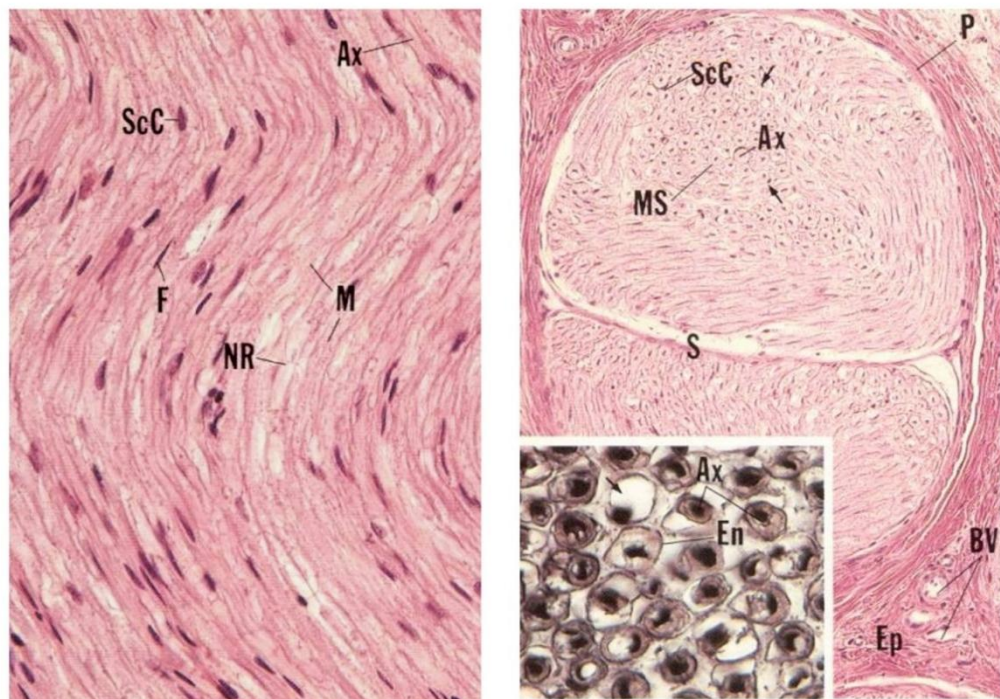


در این شکل یک مقطع طولی (تصویر سمت چپ) و یک مقطع عرضی (تصویر سمت راست) از عصب ارائه شده است. اگر حالت مواج را مشاهده کردید، این نشان‌دهنده مقطع طولی است.

وقتی که یک جسم بلند را حرارت می‌دهیم و آب آن را می‌کشیم، آب از بین می‌رود و جسم حالت موج‌دار پیدا می‌کند.

این الگو باعث ایجاد حالت موج در شکل می‌شود. زمانی که مقطع طولی نازکی از عصب گرفته شده و این عصب حرارت می‌بیند و تحت تأثیر زایلین و الکل قرار می‌گیرد، چربی از بین می‌رود. از آنجاکه میلین از چربی تشکیل شده است، به همین دلیل ۱۰۰ درصد میلین حذف نمی‌شود و بخشی از آن باقی می‌ماند. در نواحی متراکم‌تر، میلین اجازه نمی‌دهد که به لایه‌های عمیق‌تر برسد و به همین خاطر چربی را نگه می‌دارد. در این نقاط، الگوی تراکم و تخلخل سبب می‌شود که حالت کف‌آلود به وجود آید و نواحی خالی نیز در شکل مشاهده می‌شود.

همچنین خطوط تیره طولی دیده می‌شود که نمایانگر مقطع آکسون است. طرفین آکسون باید میلین داشته باشند، اما در برخی نواحی، میلین باقی نمانده است و در برخی دیگر، میلین حضور دارد. مقطع طولی از آکسون بسیار ظریف است. این امر سبب می‌شود که خطوط ممتد نباشند و به صورت تکه‌تکه به نظر برسند؛ زیرا مقطع گرفته شده به طور دقیق از یک ساختار صاف عبور نکرده و کمی حالت کج و موجی داشته است؛ بنابراین، بخشی از آکسون بالایی و بخشی از آکسون پایینی در مقطع قرار می‌گیرد و یا تنها بخشی از آکسون کناری شامل می‌شود. به همین دلیل خطوط را به صورت تیکه‌تیکه و بلند مشاهده می‌کنید.

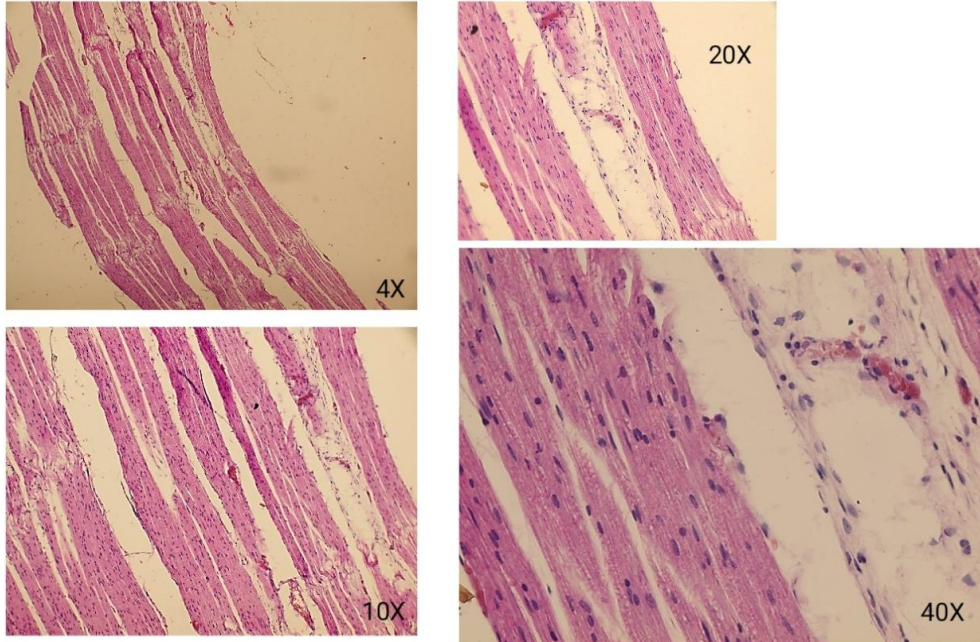


کنار این خطوط، شما خطوط تیره و مورب را می‌بینید که نشان‌دهنده شکاف‌های اشمیت-لانترمن (شکاف‌های کوچک در غلاف میلین برای تبادل مواد و ارتباط سلولی) هستند. در اینجا سیتوپلاسم رنگ‌گرفته و حذف نشده است. درحالی‌که چربی با حرارت حذف می‌شود، سیتوپلاسم با اتوزین و هماتوکسین رنگ صورتی می‌گیرد.



ساختار و ترمیم بافت عصبی :

A nerve fiber in Different magnifications of the longitudinal section



1. مقطع عرضی و طولی در بافت عصبی

در مقطع عرضی، آکسون در وسط قرار دارد و میلین اطراف آن را پوشش داده است. برخی از میلین‌ها به طور کامل حذف شده‌اند و در برخی بخش‌ها فقط باقی‌مانده‌هایی از آن دیده می‌شود. این حذف‌شدگی‌ها باعث شده رنگ‌پذیری متفاوتی مشاهده شود. در اینجا سلولی در میان بافت قرار گرفته است. سلولی که به غشا چسبیده، احتمالاً سلول شوآن است. برخی سلول‌ها در حاشیه و برخی در وسط دیده می‌شوند.

2. الگوی شوآن و میلین در امتداد رشته عصبی

الگوی شوآن‌ها و میلین در امتداد عصب، به صورت پشت‌سرهم و منظم دیده می‌شود. هر شوآن بخشی از میلین را می‌سازد، سپس شوآن بعدی ادامه می‌دهد. در مقطع بزرگ‌تر، آکسون مجدداً دیده می‌شود، با میلینی که ممکن است حذف شده یا باقی‌مانده باشد. همچنین اندونوریوم در اطراف آکسون‌ها وجود دارد.

3. ساختار اپی‌نوریوم و اجزای آن

اپی‌نوریوم شامل عروق خونی، چربی و کلاژن است. به همین دلیل در رنگ‌آمیزی‌های بافت‌شناسی، به رنگ صورتی مشاهده می‌شود. کلاژنی که دیده می‌شود نامنظم است، زیرا در جهات مختلف تنظیم شده است. برخلاف تاندون که ساختاری یکپارچه دارد، اپی‌نوریوم ساختار چندجهته دارد.



4. مقایسه ساختارهای بافتی: عضله، تاندون و عصب

در بزرگ‌نمایی‌های مختلف ممکن است سلول‌های بافت عصبی شبیه به عضله دیده شوند. برای تفکیک عضله از عصب باید به ویژگی‌هایی مانند محل قرارگیری هسته‌ها توجه کرد: در عضله، هسته‌ها به صورت دوکی‌شکل، روشن و در محیط سلول قرار دارند؛ اما در بافت عصبی هسته‌ها پراکنده‌اند. علاوه بر این، عضله دارای خطوط تیره و روشن (استریشن/Striation) است، ولی در بافت عصبی این خطوط دیده نمی‌شوند.

در بافت عصبی، به جای خطوط، ساختار کف‌آلود و حباب‌مانند دیده می‌شود که به دلیل تخریب میلین است.

5. تمایز با تاندون

در تاندون، ساختار یکپارچه، قرمز تا صورتی‌رنگ دیده می‌شود. هسته‌ها ممکن است به صورت بیضی یا تخت دیده شوند. در بافت متراکم، هسته‌ها کوچک‌تر و به هم فشرده‌ترند. برخلاف بافت عصبی، هسته‌ها در تاندون بین رشته‌ها قرار گرفته‌اند و خارج از سلول هستند.

6. گانگلیون و ویژگی‌های آن

در لام گانگلیون، جسم سلولی نورون و هسته آن دیده می‌شود. در اطراف آن، سلول‌های ستلایت (Satellite cells) قرار دارند. اگر در تصویر، جسم سلولی نورون مشاهده شود، ساختار گانگلیون است؛ در غیر این صورت، مقطع طولی یا عرضی فیبر عصبی خواهد بود.

7. ترمیم عصبی و پاسخ به آسیب

ترمیم عصب در سیستم عصبی محیطی در شرایطی امکان‌پذیر است، اما در سیستم عصبی مرکزی معمولاً اتفاق نمی‌افتد.

در پاسخ به آسیب، ابتدا آکسون تحلیل رفته و سپس ترمیم آغاز می‌شود (Wallerian degeneration). در ناحیه دیستال، سلول‌های شوآن تکثیر کرده و شوآن تیوب می‌سازند. در ناحیه پروگزیمال، آکسون شروع به جوانه‌زدن می‌کند.



- Axon reaction includes of
1-Anterograde reaction:
(Wallerian degeneration), Schwann cells proliferate and forming a Schwann tube
2- Retrograde reaction: proximal part of axon also degenerate but followed by sprouting of a new axon

8. مراحل ترمیم و نقش سلول شوآن

پس از آسیب، سلول‌های ایمنی مانند مونوسیت‌ها وارد ناحیه شده و در بخش دیستال به ماکروفاژ تبدیل می‌شوند. آن‌ها بقایای آکسون و میلین را پاک‌سازی می‌کنند. هم‌زمان، سلول‌های شوآن در پروگزیمال تکثیر می‌شوند و اگر به هم برسند، آکسون می‌تواند درون شوآن تیوب رشد کند. آکسون با کمک میکروتوبول از جسم سلولی منشأ گرفته و رشد می‌کند تا به اندام هدف برس و از تحلیل آن جلوگیری کنند.

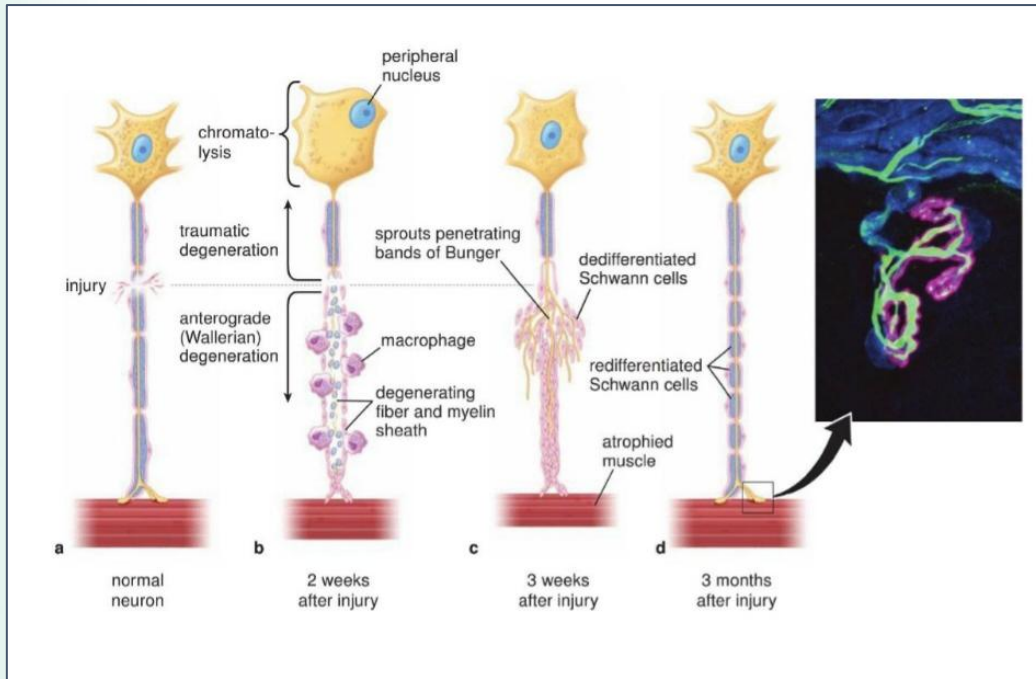
○ نکته: اگر جسم سلولی آسیب ببیند نورون قابل ترمیم نیست؛ اما اگر آکسون آسیب ببیند به روش فوق قابل ترمیم است.

9. بررسی جسم سلولی آسیب‌دیده

در سلول آسیب‌دیده، هسته از مرکز به حاشیه رانده می‌شود (کروماتولیز)، نیسل‌بادی‌ها کاهش می‌یابند و حجم سیتوپلاسم افزایش پیدا می‌کند. این تغییرات آماده‌سازی برای بازسازی آکسون هستند.

10. مقایسه میلین جدید و قدیم

پس از ترمیم، میلین‌های جدید نسبت به میلین قبلی باریک‌تر و قطعه‌قطعه‌تر دیده می‌شوند. با این حال، سرعت هدایت عصبی در آن‌ها بالاتر است.



11. اهمیت گلدن تایم در ترمیم عصبی

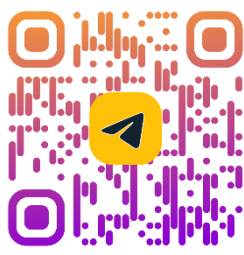
ترمیم مؤثر عصب به زمان بستگی دارد (اصطلاحاً «گلدن تایم»). اگر بلافاصله پس از آسیب (مثلاً طی ۴ تا ۱۰ ساعت) ترمیم جراحی صورت گیرد و خون و سلول‌های التهابی پاک‌سازی شوند، اگر نه با استرومایت و فیبروبلاست‌ها جایگزین شده و در نخاع قرار می‌گیرد؛ بنابراین اجازه ترمیم نمی‌دهد. فرصت بیشتری برای بازسازی فراهم می‌شود. در غیر این صورت، بافت اسکار یا چسبندگی تشکیل می‌شود و ترمیم مختل خواهد شد.



جلسه هشتم

بافت پوست

- پوست
- عملکردهای پوست
- ساختار میکروسکوپی پوست
- Epidermis
- انواع پوست
- Keratinocytes
- Melanocytes
- فولیکول مو
- تنه مو
- چرخه رشد مو
- ناخن
- غدد پوست
- غدد عرق



ویدیو کلاس



1403
TUMS

گردآورندگان

سرگروه تایپ

امیرحسین طاهری فرد

اعضا گروه تایپ

ریحانه همراهی

آیدا فتحی

رضا سعیدی پور

سرپرست علمی

مهرسا لاوری

وپرستار علمی

زهرا آقاباگی

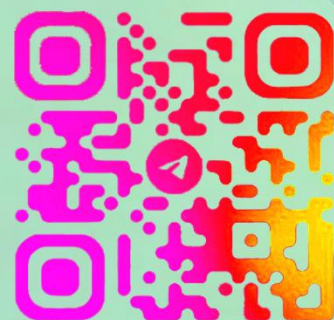
وپرست ادبی

ریحانه آقابابایی

محمد رضا شکوری

تدوین گر

محمد رضا شکوری





پوست

پوست بزرگ‌ترین ارگان منفرد بدن است که قسمت خارجی بدن ما را به صورت کامل می‌پوشاند.
پوست حدود 15 تا 20 درصد وزن بدن را به خود اختصاص می‌دهد.
از پوست در ترمینولوژی پزشکی تحت عنوان cutaneous (جلدی) و integument (به معنای پوشش) نام برده می‌شود.
مشتقات پوست: مو و ناخن

عملکردهای پوست

1. نقش حمایتی

از مهم‌ترین عملکردهای پوست پوشاندگی بدن است. با این عملکرد می‌تواند به عنوان سد فیزیکی در برابر مواد شیمیایی، ذرات خارجی و... عمل کند.
همچنین نقش محافظتی در برابر اصطکاک‌های ناشی از تماس را نیز دارد.
در پوست یک سری سلول‌های دخیل در ایمنی مانند آنتی‌ژن پرست‌های لنفوسیت‌ها وجود دارد که به عنوان اولین سد دفاعی بدن عمل می‌کنند.
پوست دارای ملانین است که یک سطح حفاظتی در برابر اشعه‌های نوری است.

پوست به عنوان یک سطح نفوذپذیر از ازدست‌رفتن آب جلوگیری می‌کند و همچنین بعضی از داروها از طریق آن جذب می‌شوند.

Skin Function

- Outer **covering** of body
- **Protective:** Physical barrier against thermal and mechanical insults such as friction, pathogens and other material lymphocytes and antigen-presenting cells (APCs), melanin permeability barrier against excessive loss or uptake of water, lipophilic drugs
- **Sensory:** Many types of sensory receptors, skin mechanoreceptors help regulate the body's interactions with physical objects
- **Thermoregulatory:** Maintain body temperature
- **Metabolic:** Synthesize vitamin D₃, Excess electrolytes, The subcutaneous layer stores energy
- **Sexual signaling:** Pigmentation and hair, sex pheromones

2. نقش سنسوری

وجود انواع گیرنده‌ها در پوست سبب به وجود آمدن نقش سنسوری می‌شود.

3. نقش تنظیم‌کننده دما بدن

4. نقش متابولیک

پوست تبادل الکترولیت‌ها را به واسطه عرق انجام می‌دهد.

♦ جان کوئیرا: سلول‌های پوست ویتامین D₃ را با کمک نور فرابنفش می‌سازند. ویتامین D₃ در متابولیسم کلسیم و تشکیل استخوان اهمیت دارد.

5. نقش در فعالیت‌های جنسی

این نقش در انسان زیاد غالب نیست؛ اما در برخی حیوانات برای جذب جنس مخالف اهمیت زیادی دارد.

♦ جان کوئیرا: اثرات فرومون‌های جنسی تولید شده توسط غدد آپوکرین و غدد دیگر پوست در جذب جنس مخالف نقش دارد.



ساختار میکروسکوپی پوست

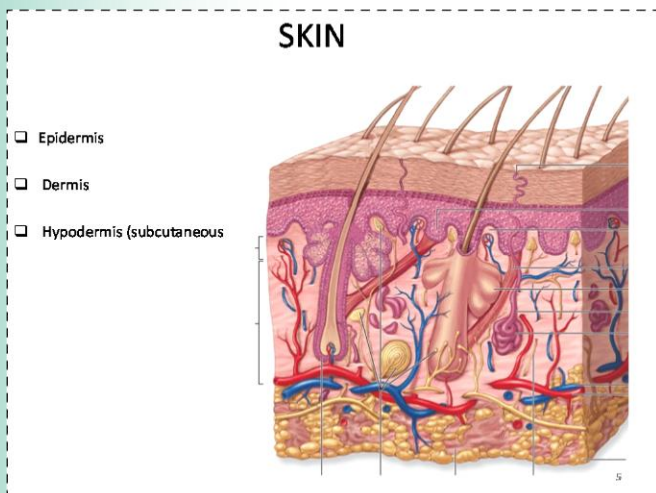
دارای ۳ لایه

1. Epidermis (روپوست)

2. Dermis (میان پوست)

3. Hypodermis (subcutaneous) (زیر پوست یا

زیر جلد)



Epidermis

مشتق شده از لایه اکتودرم جنینی

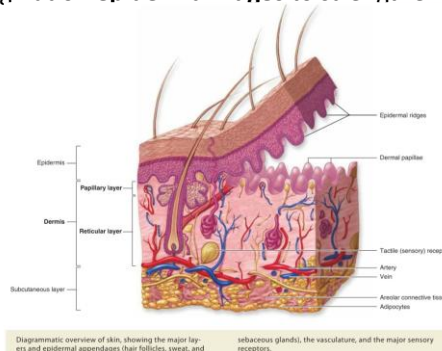
از نوع بافت پوششی مطابق سنگفرشی
کراتینه یا شاخی شده

اپیدرم از طریق ساختارهایی به طرز محکم
به درم پوست متصل شده است. اپیدرم،
یک سری فرورفتگی‌هایی را به داخل درم
ایجاد می‌کند که به آن‌ها میخ یا pigs گفته
می‌شود. همچنین درم، یک سری
برآمدگی‌هایی را به سمت اپیدرم ایجاد
می‌کند که به آن‌ها dermal papillae
می‌گوییم. این عامل سبب اتصال محکم درم
و اپیدرم شده و مانع از هم‌گسیختگی لایه‌ها
می‌شود. این فرورفتگی و برآمدگی‌ها باعث

می‌شوند برجستگی‌های بسیار ظریفی در سطح پوست مشاهده کنیم که این برجستگی‌ها در کف
پا و کف دست مشهودتر است و لذا از این برجستگی‌ها برای احراز هویت می‌توان استفاده نمود.

1. Epidermis

- Epithelial layer of ectodermal origin,
- Stratified squamous epithelium ,
- Epidermal pits & ridges (projections **dermal papillae** interdigitate with invagination **epidermal ridges** to strengthen



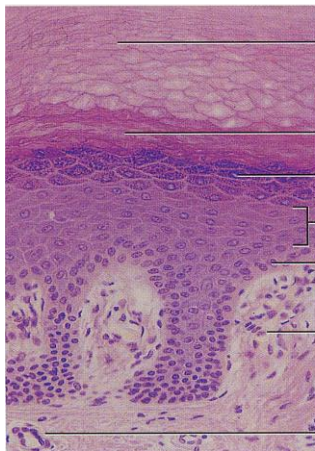
Diagrammatic overview of skin, showing the major layers and epidermal appendages (hair follicles, sweat, and sebaceous glands), the vasculature, and the major sensory receptors.

6



از قسمت عمق به سطح ۵ لایه داریم:

Epidermis layers



1. Stratum corneum – horny layer (cells dead, many layers thick)
2. Stratum lucidum (only on palms and soles)
3. Stratum granulosum – layers of flattened keratinocytes contain Keratohyalin, filagrin
4. Stratum spinosum – spinniness is artifactual; Tonofilaments (bundles of protein) resist tension
5. Stratum basale or germinativum – single row of cuboid cells attached to dermis; youngest cells

10

1. لایه قاعده‌ای (stratum basale)

شامل یک‌لایه از سلول‌های بازال که توانایی انجام تقسیم میتوز را دارند.

منشأ سلول‌های لایه‌های بالاتر، لایه قاعده‌ای است.

در قسمت قاعده‌ای به وسیله اتصالات basal hemidesmosomes به lamina و در نهایت بافت همبند زیرین خودش متصل می‌شوند.

در سطوح لترال به وسیله اتصالات desmosomes به سلول‌های خودشان متصل می‌شوند.

❗ نکته: به همه سلول‌هایی که در لایه اپیدرم قرار داشته و کراتین سنتر می‌کنند کراتینوسیت هم گفته می‌شود.

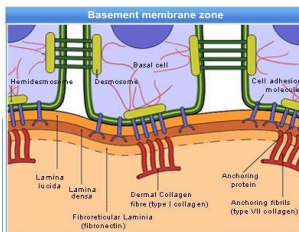
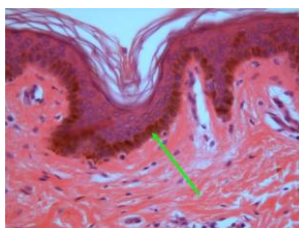
سلول‌های کراتینوسیت در سیتوپلاسم خود حاوی فیلامان‌های بینابینی از جمله سایتوکراتین و کراتین است.

در تمامی لایه‌های اپیدرم کراتینوسیت‌ها دیده می‌شوند.

💡 جان کوئیرا: لایه قاعده‌ای از سلول‌های مکعبی یا استوانه‌ای با هسته بازوفیل تشکیل شده است.

Stratum Basale

- A single layer of basophilic columnar or cuboidal cells on the basement membrane at the dermal-epidermal junction
- Hemidesmosomes in the basal plasmalemma help bind these cells to the basal lamina
- Desmosomes bind the cells of this layer together in their lateral and upper surfaces.
- The stratum basale is characterized by intense mitotic activity and is responsible for constant production of epidermal cells.
- keratinocytes contain intermediate filaments about 10 nm in diameter composed of keratins.



11

2. لایه خاردار (stratum spinosum)

ضخیم‌ترین لایه اپیدرم است.

تشکیل شده از سلول‌های چندوجهی، پهن و دارای هسته مرکزی و بزرگ است که به وسیله اتصالات desmosomes به یکدیگر متصل شده‌اند.

فیلامان‌های کراتین در سیتوپلاسم سلول گردهم آمده و یک‌سری دسته‌ها به نام tonofibrils ایجاد می‌کند که توسط میکروسکوپ الکترونی می‌توان

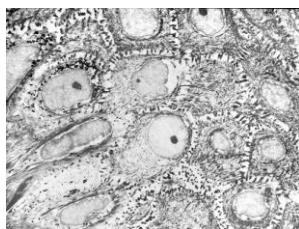
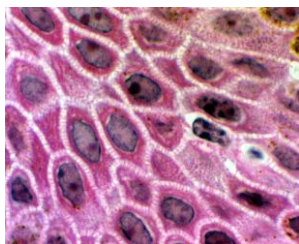
آن را بهتر ملاحظه کرد. Tonofibrils با هم همگرا شده و به تعداد زیادی پلاک‌های دسموزوم ختم می‌شوند و سبب نگهداری سلول‌های این لایه می‌شود. زمانی که آماده‌سازی بافتی انجام می‌شود در نمای میکروسکوپی در سطح خارجی سلول ظاهر خار مانند ایجاد می‌کنند به همین علت در نام‌گذاری سلول‌ها آن‌ها را خاردار می‌نامند.



Tonofibrils به دلیل اتصالات فراوان با دسموزوم باعث شده که این لایه در برابر اصطکاک مقاوم باشد.

Stratum Spinosum

- The **thickest** epidermal layer consists of polyhedral or slightly flattened cells having central nuclei with nucleoli and cytoplasm actively synthesizing keratin filaments.
- The keratin filaments form visible bundles called tonofibrils which converge and terminate at the numerous desmosomes, resist friction.



3. لایه گرانولار (stratum granulosum)

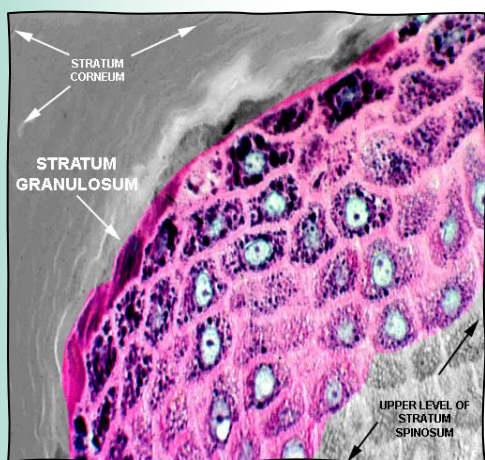
لایه سوم لایه گرانولوزوم است که در سیتوپلاسم سلول‌های حاوی گرانول هستند. این لایه از ۳ تا ۵ لایه سلول‌های چندوجهی که روی هم قرار گرفته‌اند تشکیل شده و سیتوپلاسمشان از یک‌سری توده‌ها یا گرانول‌های بازوفیل (بنفش‌رنگ) پوشیده شده است. سیتوپلاسم این سلول‌ها مملو از گرانول‌های کراتوهایالن است. این گرانول‌ها توده‌های متراکم و بدون غشایی از فلاگرین و پروتئین‌های دیگر است.

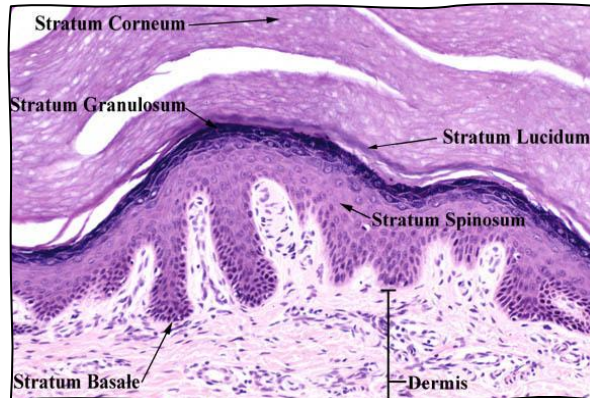
یک‌سری از سلول‌های این لایه هم دارای گرانول‌های تیغ‌های هستند که با غشا پوشیده شده است. این گرانول‌ها حاوی گرانول‌های غنی از چربی هستند که در واقع مواد غنی از چربی یک سری ورقه‌هایی رو به وجود می‌آورند که اطراف غشای سلول این نواحی را کاملاً در برمی‌گیرد. این لایه چربی از خروج آب از پوست جلوگیری می‌کند.

4. لایه شفاف (stratum lucidum)

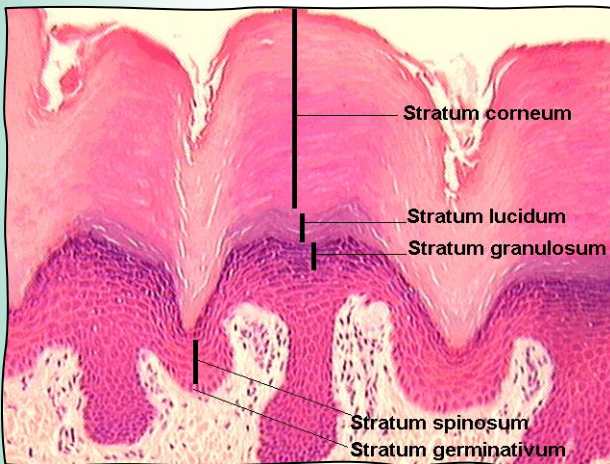
لایه چهارم لایه شفاف است که فقط در پوست ضخیم یعنی کف دست و پا دیده می‌شود. سلول‌ها به صورت تخت و پهن دیده می‌شوند. سلول‌هایی که در این ناحیه هستند، هسته و ارگانل‌هایشان را از دست دادند و سیتوپلاسم آن‌ها به صورت کامل پر شده از فیلامین‌های کراتین که در ماتریکس جاسازی شدند. این لایه به دلیل عدم حضور هسته بازوفیلی و ارگانل‌های دخیل در سنتز پروتئین در زیر میکروسکوپ به صورت شفاف دیده می‌شود.

♦ جان کوئیرا: سلول‌های این لایه به وسیله دسموزوم به هم متصل شد.





5. لایه شاخی (stratum corneum)



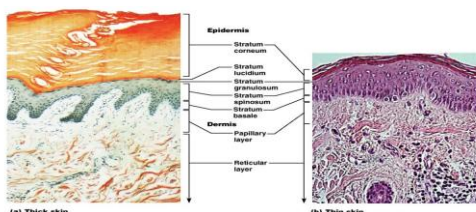
آخرین لایه، سطحی‌ترین لایه سلولی (لایه شاخی) که به‌عنوان لایه سنگ فرش‌ی یا شاخی شده نام‌گذاری می‌شود. این بخش بین ۱۵ تا ۲۰ لایه است. در پوست ضخیم ممکن است بیشتر باشد و در پوست نازک ممکن است کمتر هم باشد. چون در لایه قبلی، سلول‌ها هسته و ارگانل‌هایشان را از دست داده بودند دیگر هسته‌ای دیده نمی‌شود و سیتوپلاسم سلول کاملاً با کراتین پر شده به‌طوری‌که فیلامین‌های کراتین به همدیگر چسبیده و دستجاتی از رشته‌های کراتین را ایجاد می‌کنند که بر روی سطح اپیدرم قرار می‌گیرد. در این قسمت در

واقع ساختار سلولی نداریم، دسموزوم وجود ندارد و عمدتاً از باندل‌های متراکم و فیلامین‌های کراتین که برای محافظت پوست لازم هستند تشکیل شده است. این سلول‌های مرده پر از کراتین یا شاخی شده به طور پیوسته از سطح اپیدرم ریخته می‌شود.

انواع پوست

Types of Skin

- Thin skin
 - thin epidermis (75 to 150 μm) that lacks stratum lucidum
- Thick skin
 - only on palms and soles
 - thick epidermis (400 to 1400 μm)



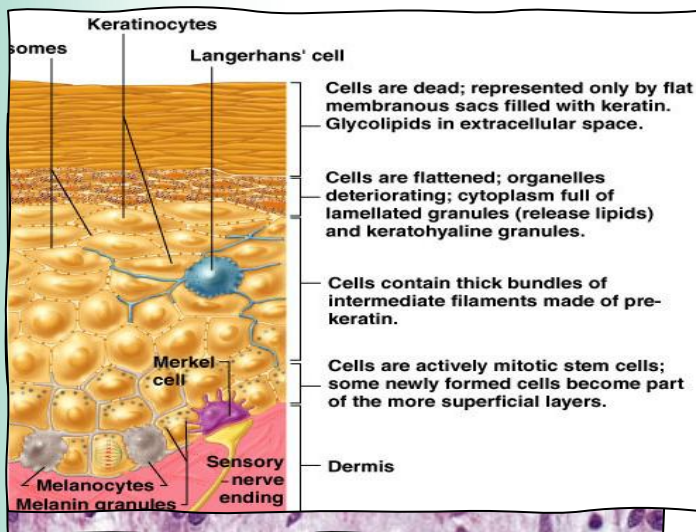
1. Thin skin (پوست مودار)

- لایه‌های اپیدرم با ضخامت کم، پیگ و پایپلا کمتر، حسگر بیشتر و دارای غدد سباسه
- در تمامی قسمت‌های بدن به جز کف دست و پا وجود دارد.

2. Thick skin (پوست بدون مو)

- ضخامت اپیدرم بیشتر (دو لایه شفاف و شاخی بسیار ضخیم شده‌اند)، پایپلا بیشتر، حسگر کمتر و فاقد غدد سباسه
- فقط در کف دست و پا دیده می‌شود.

در اپیدرم پوست کراتینوسیت‌ها که در همه لایه‌های سلولی اپیدرم حضور دارند؛ از لایه قاعده‌ای گرفته تا سلول‌های کورنیفاید که در سنتز کراتین دخیل هستند. علاوه بر این سلول‌ها سه نوع سلول دیگر هم در اپیدرم می‌بینیم که شامل ملانوسیت‌ها، مرکل سل‌ها (merkel cells) و لانگرهانس سل‌ها (Langerhans cells) هستند.

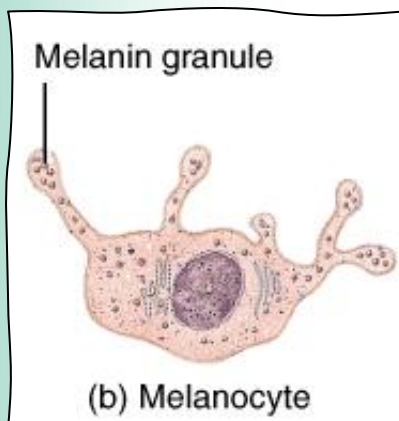


Keratinocytes

شامل همه لایه‌های سلولی می‌شوند که در سنتز پروتئین دخیل هستند. از لایه basal شروع می‌شود تا لایه cornified تولید کراتین که از عمیق‌ترین قسمت پوست شروع می‌شود و ادامه پیدا می‌کند؛ نهایتاً در قسمت سطحی که پوست شاخی شده (سلول‌های مرده) به تدریج از سطح سلول آزاد می‌شود که حدود میلیون‌ها از آن از پوست ریزش پیدا کرده و آزاد می‌شود. ما می‌توانیم سلول‌های آزاد شده را به صورت پوسته و شوره سر ببینیم.

تبدیل یک سلول بنیادین (basal) به یک سلول (cornified) در انسان حدود یک ماه (۲۸ تا ۳۰ روز) طول می‌کشد. این زمان نرمال و طبیعی است. حالا اگر این زمان کاهش پیدا کند، منجر به خشکی بیش از حد پوست می‌شود. در بعضی از افراد بیماری تحت عنوان پسوریازیس (psoriasis) وجود دارد که عمدتاً بیماری اتونیوم (خودایمنی) است؛ در این افراد این روند تبدیل سلول بنیادی به شاخی در یک مدت زمان کوتاه انجام می‌شود؛ بنابراین باعث می‌شود تولید کراتین بیشتر شده و پوستشان خشک‌تر شود که در بعضی افراد یک سری ساختار پوستی خیلی خشک که از پوست جدا شده هم قابل مشاهده است.

Melanocytes

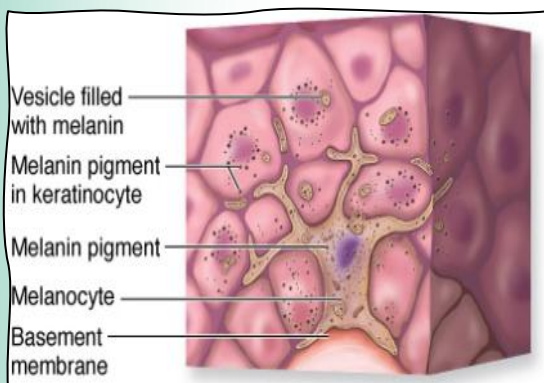


یک سری سلول‌های اختصاص یافته هستند که در لایه قاعده‌ای وجود دارند.

ملانوسیت

در لایه‌ای سلول‌های قاعده‌ای، سلول‌هایی با سیتوپلاسم روشن که زوائد آن بین کراتینوسیت‌ها قرار می‌گیرند وجود دارند؛ این سلول‌ها ملانوسیت هستند. ملانوسیت‌ها از سلول نورال کرسٹ مشتق می‌شود که یک سری رنگ‌دانه‌های eumelanin و pheomelanin را تولید می‌کنند.

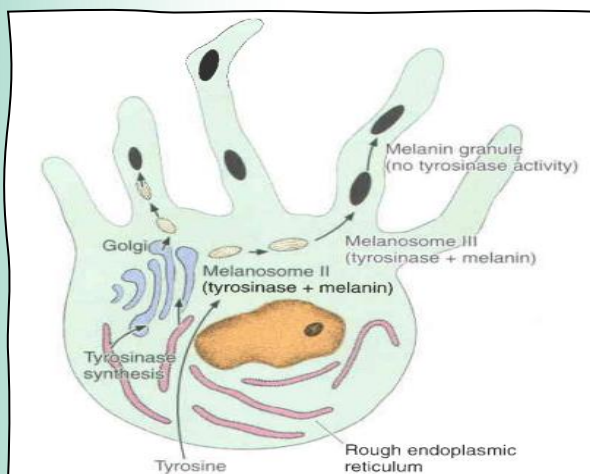
❶ نکته: دقت شود ملانین یک واژه کلی برای رنگ‌دانه‌های طبیعی بدن است. ملانین پوست را در برابر UV محافظت می‌کند.



در نهایت ملانینی که توسط ملانوسیت‌ها تولید شده به کراتینوسیت‌ها منتقل می‌شود.

علت این که این سلول‌ها دارای زوائد سیتوپلاسمی‌اند این است که زوائد سیتوپلاسمی آن‌ها در بینابین کراتینوسیت‌ها قرار می‌گیرد و نقل و انتقال ملانین از ملانوسیت‌ها را تسهیل می‌کند.

تولید ملانین



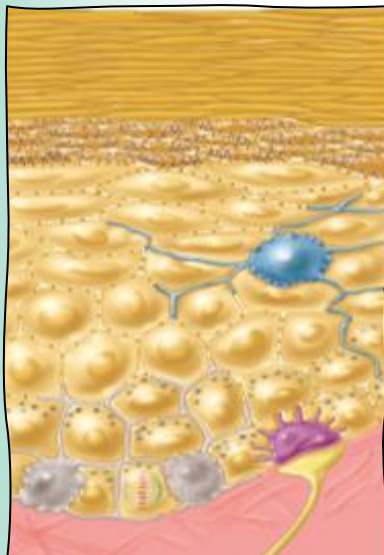
سلول‌های ملانوسیت دارای هسته هستند و RER خوبی دارند. در تولید نوعی پروتئین‌هایی که با تیروزیناز هستند و همچنین آنزیم تیروزیناز (آنزیمی مرتبط با اسید آمینه تیروزین) نقش دارد؛ تحت تأثیر واکنش‌های آنزیمی تیروزیناز، ملانین تولید می‌شود. ملانین در وزیکول‌هایی که از دستگاه گلژی مشتق می‌شوند، جمع شده و تعدادی وزیکول ریز به نام ملانوزوم (melanosome) ایجاد می‌کنند. این وزیکول‌ها، وزیکول‌های ریزی هستند که حاوی ملانین و همچنین تیروزیناز هستند. به دلیل برخی تغییرات پس‌ترجمه‌ای، حضور تیروزیناز نیاز است.

به‌خاطر همین مراحل مختلفی از ملانوزوم را داریم (مراحل ۱، ۲ و ۳)، که نهایتاً ملانوزوم بالغی ایجاد می‌شود. ملانوزوم‌ها با حرکت بر روی میکروتوبول‌ها به سمت قسمت رأسی ملانوسیت حرکت می‌کنند. کراتینوسیت‌ها این زوائد رأسی سیتوپلاسم ملانوسیت را فاگوسیتوز کرده و ملانوزوم‌ها را دریافت می‌کنند. این وزیکول‌ها درون کراتینوسیت‌ها باقی می‌مانند و در آنجا ذخیره می‌شوند.

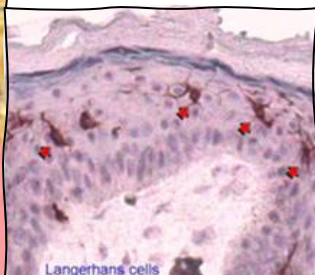


♦ جان کوئیرا: واحد اپیدرمی: یک ملانوسیت به همراه همه کراتینوسیت‌هایی که ملانوزوم آن‌ها را تأمین می‌کند. افراد دارای پوست تیره واحدهای اپیدرمی بیشتری دارند.

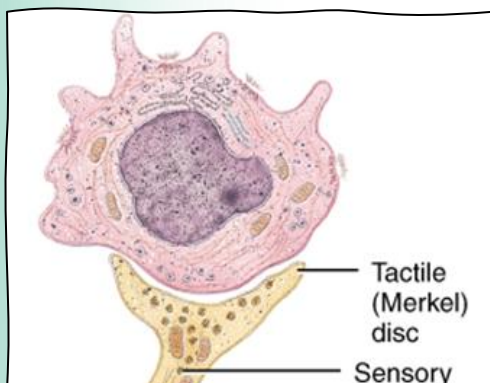
سلول لانگرهانس



این سلول‌ها در لایه خاردار قرار می‌گیرند که از مونوسیت منشأ می‌گیرند. مونوسیت‌ها از خون مهاجرت می‌کنند و در داخل پوست به سلول‌های لانگرهانس تبدیل می‌شوند. این سلول‌ها به عنوان APC یا antigen presenting cell عمل می‌کنند. به عنوان ماکروفاژهای پوست شناخته می‌شوند که می‌توانند آنتی‌ژن‌ها را به لنفوسیت‌ها ارائه و معرفی کنند یا عامل بیگانه را خود از بین ببرند.



سلول‌های مرکل



در لایه قاعده‌ای وجود دارند و از ستیغ عصبی یا neural crest مشتق می‌شوند. به عنوان گیرنده مکانیکی یا mechanoreceptor عمل می‌کنند. دارای سیتوپلاسم روشن هستند. این سلول‌ها با انتهای رشته‌های عصبی که در درم وجود دارند، ارتباط دارند و receptorهای حسی برای لمس سبک مورد استفاده قرار می‌گیرند.

Derm

بر اساس محل قرارگیری درم به دو قسمت

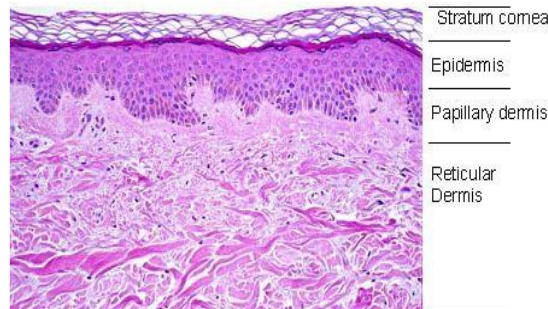
1. Papillary dermis

2. Reticular dermis

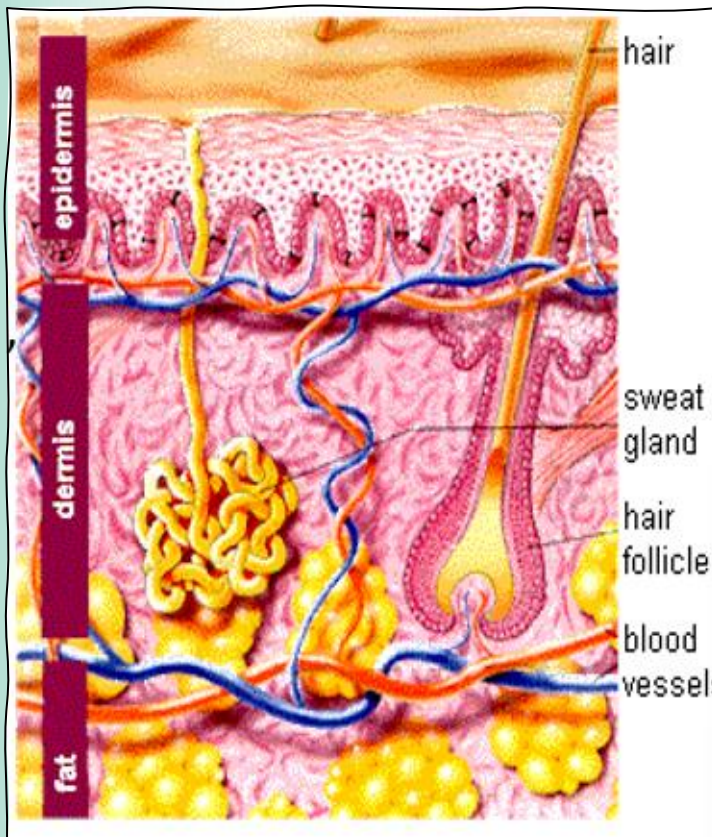
SKIN

2. Dermis

- A layer of mesodermal connective tissue
- papillary layer
 - small blood vessels, lymph & nerves
 - fine collagen & elastic fibers
- reticular layer
 - vascular plexus, lymph, nerves & appendages
 - compact collagen fibers & thick elastic fibers



8

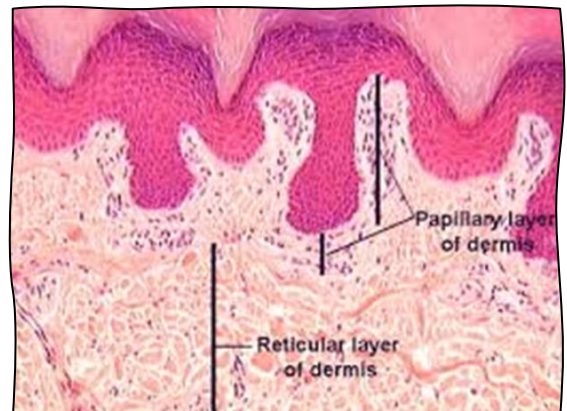


لایه دوم پوست در زیر اپیدرم، درم است و یک بافت همبند انعطاف‌پذیر و قوی است.

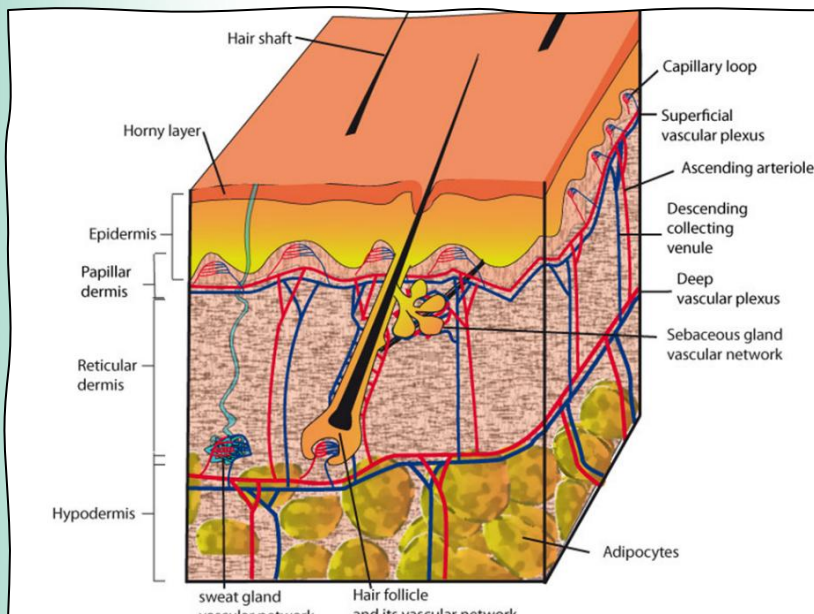
دوتا لایه دارد: پاپیلاری و رتیکولار

لایه پاپیلاری قسمتی از درم است که در پاپیلاها وجود دارد. لایه پاپیلاری از بافت همبند سست تشکیل شده است. بیرون‌زدگی‌های درم به درون اپیدرم را پاپیلا می‌نامیم.

سایر قسمت‌های درم را قسمت رتیکولار می‌گوییم. قسمت رتیکولار از بافت همبند نامنظم تشکیل شده است. یک ساختار رتیکولوم یا network را دارد و حاوی



مقادیر فراوان از رشته‌های رتیکولار یا کلاژن نوع سه است. کلاژن نوع یک هم دارد و لذا در ناحیه درم می‌توان انواع سلول‌ها و رشته‌های بافت همبند را مشاهده کرد.



Hypodermis

عمقی‌ترین لایه پوست هاپودرم است که لایه ساب‌کوتانئوس یا فاسیای سطحی (در آناتومی ماکروسکوپی یا علم تشریح) نیز نام دارد.

این بخش عمدتاً از بافت چربی سفید تشکیل شده و لذا می‌توان آدیپوسیت‌ها را به مقدار فراوان دید و علاوه بر بافت چربی این بخش دارای بافت همبند سست هم هست.

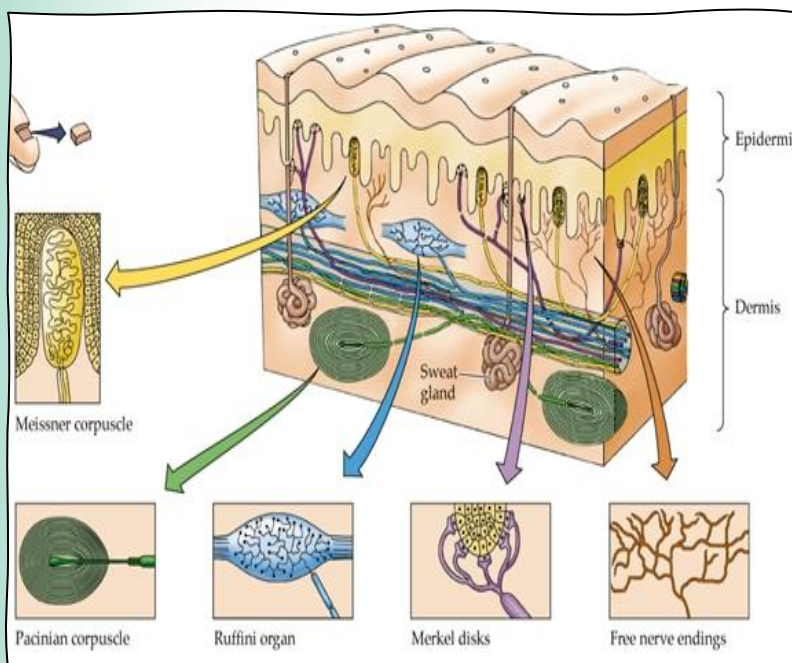
عروق خونی پوست:

درم از نظر عصب و عروق بسیار غنی است و نقش مهمی را به دلیل داشتن عروق فراوان در تنظیم درجه حرارت بدن دارد. اپیدرم چون از جنس بافت پوششی است فاقد عروق خونی است و مواد مغذی‌اش را از عروق خونی ناحیه درم دریافت می‌کند.

در پوست می‌توانیم دو شبکه مویرگی خونی بزرگ را ببینیم:

1. شبکه مویرگی ساب‌پاپیلاری (subpapillary): در بین ناحیه پاپیلا و ریتیکولار قرار دارد.
2. شبکه مویرگی arteriovenous anastomoses: بین هاپودرم و درم قرار دارد. در این شبکه ما دارای پیوندهای مستقیم بین شریان و ورید هستیم و لذا مویرگ دیده نمی‌شود. این سازوکار باعث توقف بیشتر جریان خون می‌شود و در تنظیم درجه حرارت نقش مهمی را ایفا می‌کند.

گیرنده‌های پوست (receptors):



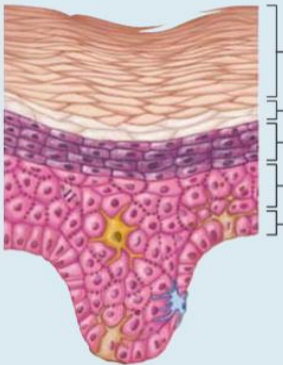
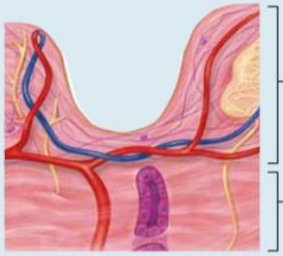
انواع گیرنده‌های عصبی در پوست حضور دارند که برای ما حس لامسه و وظایف مختلف دیگر را به عهده دارند.

انواع گیرنده‌ها:

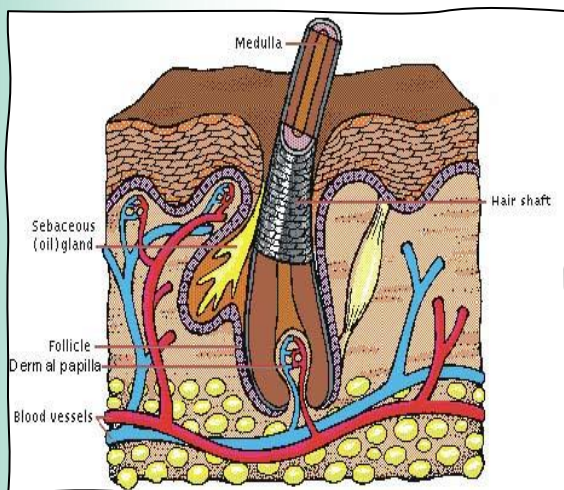
1. بدون کپسول: به صورت رشته‌های نازک، پراکنده در موقعیت‌های مختلف درم قرار می‌گیرند. برخی از آن‌ها به اپیدرم نیز نفوذ می‌کنند. برخی دیگر در اتصال به فولیکول مو مشاهده می‌شوند. مثال: مرکل

۲. کپسول‌دار: قسمت انتهایی آن‌ها را کپسولی نازک از جنس رشته رتیکولار احاطه می‌کند، مثل: ماسینز، پاچلا، رافینی

TABLE 18-1 Summary of skin and subcutaneous layers.

Layer	Specific Layer	Description
Epidermis 	Stratum corneum	Most superficial layer; 20-30 layers of dead, flattened, anucleate, keratin-filled keratinocytes; protects against friction and water loss
	Stratum lucidum	2-3 layers of anucleate, dead cells; seen only in thick skin
	Stratum granulosum	3-5 layers of keratinocytes with distinct kerato-hyaline granules
	Stratum spinosum	Several layers of keratinocytes all joined by desmosomes; Langerhans cells present
	Stratum basale	Deepest, single layer of cuboidal to low columnar cells in contact with basement membrane; mitosis occurs here; melanocytes and Merkel cells also
Dermis 	Papillary layer	More superficial layer of dermis; composed of areolar connective tissue; forms dermal papillae; contains subpapillary vascular plexus
	Reticular layer	Deeper layer of dermis; dense irregular connective tissue surrounding hair follicles, sebaceous glands and sweat glands, nerves, and deep plexus of blood vessels extending into subcutaneous layer
Subcutaneous layer 	No specific layers	Not considered part of the integument; deep to dermis; composed of areolar and adipose connective tissue

فولیکول مو



یکی از ساختارهایی که در پوست می‌توانیم ببینیم فولیکول‌های مو هستند. فولیکول‌ها ساختاری شاخی شده و طویل‌اند که از اپیدرم و درم مشتق می‌گیرند. فولیکول مو حاصل فرورفتگی اپیدرم به درون درم است.

در همه بخش‌های بدن مو دیده می‌شود؛ این بخش‌ها در مقدار تراکم مو با هم متفاوت‌اند. به جز در کف دست و پا، در لب‌ها، در نیپل (نوک پستان‌ها) و نواحی‌ای از دستگاه تولیدمثل مو وجود ندارد.

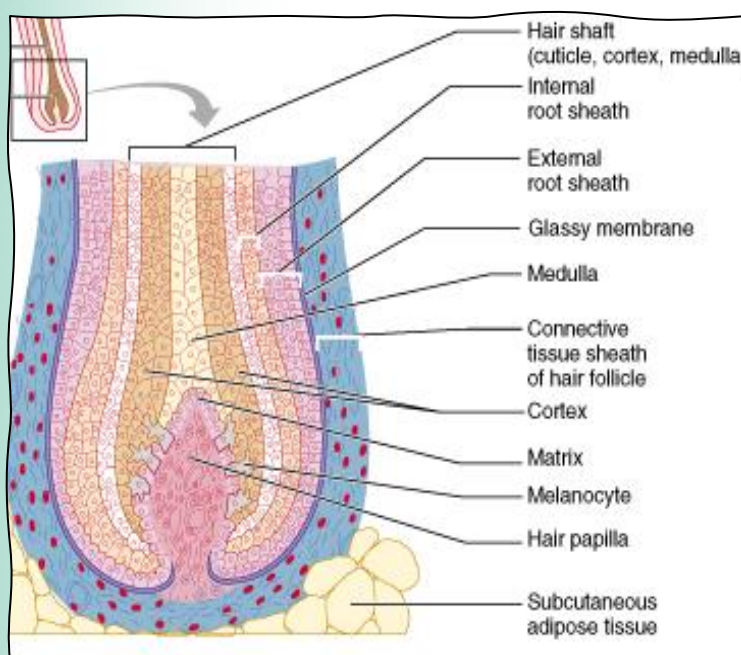


مو مشتق شده از اپیدرم است. به طوری که در زمان جنینی (حدود هفته چهارم - پنجم) لایه اپیدرم، درون درم فرورفتگی ایجاد می‌کند. در نهایت لایه‌های اپیدرم طی تغییراتی مو را ایجاد می‌کنند. لایه قاعده‌ای و خاردار در ناحیه‌ای قرار می‌گیرند که پیاز مو (hair bulb) نامیده می‌شود که تنها بخش زنده مو است. در این ناحیه سلول‌ها میتوز انجام داده و موجب رشد مو و جایگزینی موی ریخته می‌شوند.

در پیاز مو یک فرورفتگی به نام پاپیلای درمی مو دیده می‌شود. عروق خونی و اعصاب از آن ناحیه عبور می‌کنند و وظیفه تغذیه و نگه‌داری مو را برعهده دارد.

ریشه مو ناحیه‌ای از مو است که قابل رویت نیست. ناحیه‌ای که ما می‌توانیم مشاهده کنیم تنه یا شفت مو نام دارد.

تنه مو:



لایه گرانولا و شاخی به تنه مو تبدیل می‌شوند. تنه مو بسیار کراتینیزه است.

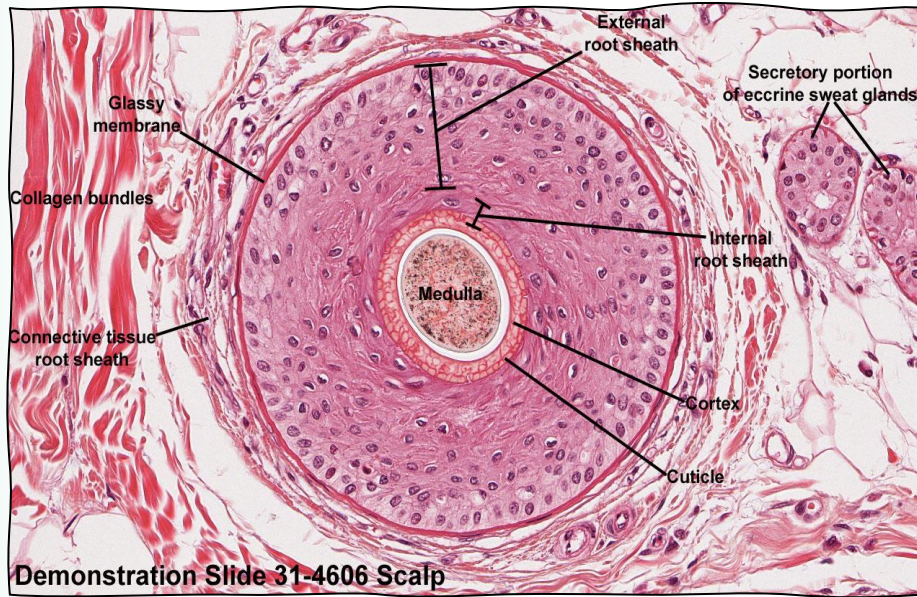
1. قسمت مرکزی تنه مو، به شدت شاخی شده است.

2. در اطراف قسمت مرکزی کورتکس مو را مشاهده می‌کنیم که بخش اصلی ضخامت مو را تشکیل می‌دهد و مو را کاملاً احاطه می‌کند. این بخش حاوی کراتین فشرده و سنگین به همراه ملانین است. سلول‌های آن شبیه به پولک‌های ماهی است و روی هم قرار گرفته‌اند.

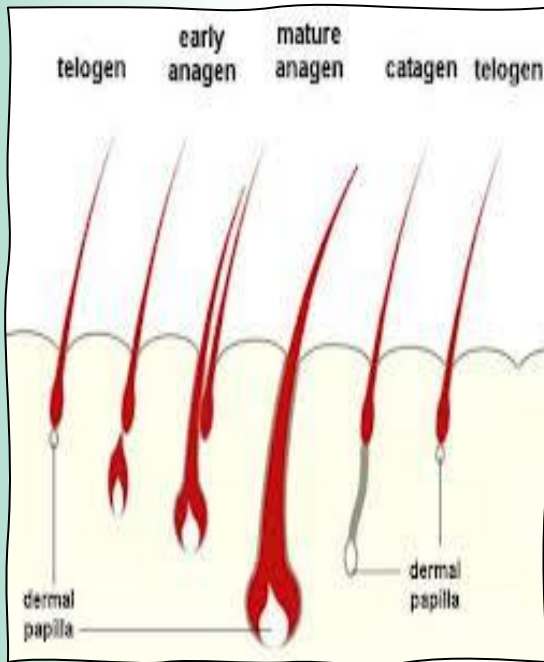
3. در نهایت کوتیکول مو که لایه نازک‌تر است و از کراتین سخت تشکیل شده است.

♦ جان کوئیرا: در اکثر موهای ضخیم مرکز ساقه مو را می‌پوشاند و این بخش ممکن است در موهای نازک وجود نداشته باشد.

این سه‌لایه با هم برای ما شفت یا تنه مو را ایجاد می‌کنند.



چرخه رشد مو



شامل ۳ مرحله است:

1. آناتژن
2. کاتاتژن
3. تلوتژن

فاز آناتژن: فازی از رشد مو است که معمولاً ۲ تا ۶ سال به طول می‌انجامد. در ناحیه پاپیلای مو ارتباط بین فولیکول مو و رگ‌های خونی (برای تغذیه و تقسیم سلولی) رشد مو را ممکن می‌سازد.

فاز کاتاتژن: در این مرحله ارتباط مو با ناحیه پاپیلا تا حدی قطع شده البته مو همچنان تغذیه می‌شود؛ اما رشد فعالی در این قسمت وجود ندارد.

فاز تلوتژن: ارتباط با پاپیلا به طور کامل قطع شده و سلول‌ها در حال مردن هستند و ریزش مو صورت می‌گیرد.

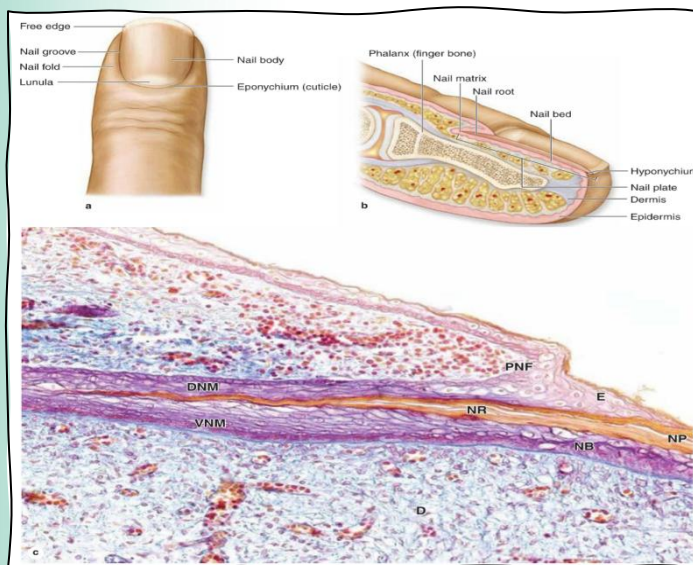
○ نکته: تحت شرایط فیزیکی خاص، اثر هورمون‌ها، استرس و... این سیکل می‌تواند کوتاه‌تر شود و ریزش بیشتری صورت بگیرد. البته ریزش ۷۰ تا ۱۰۰ تار مو در روز امری طبیعی است.

در مجاورت مو می‌توان ساختارهای دیگر نیز مشاهده کرد:

یک عضله صاف به نام راست‌کننده مو (arrector pill)

که توسط عصب سمپاتیک تحریک شده و با انقباض آن، مو به صورت راست در پوست قرار می‌گیرد. کمک‌کننده تحریک و تشدید ترشحات غده سباسه می‌شود.

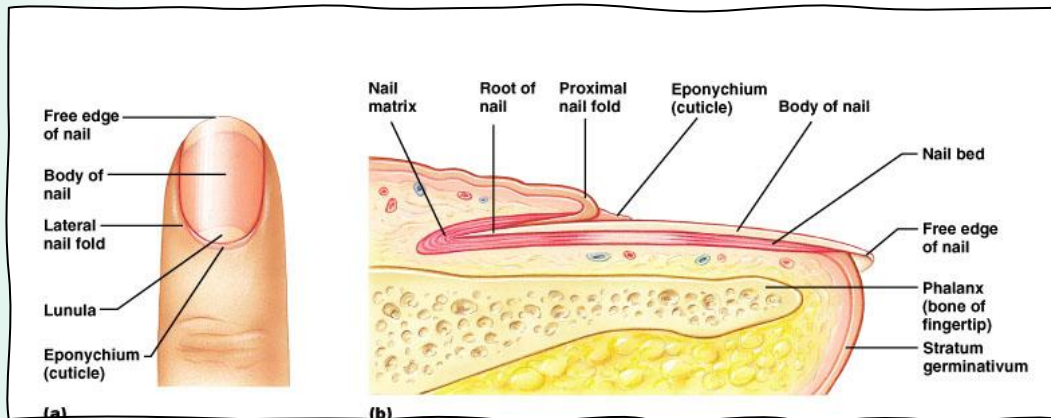
ناخن



در انتهای اندام تحتانی و فوقانی در نوک انگشتان دیده می‌شود.

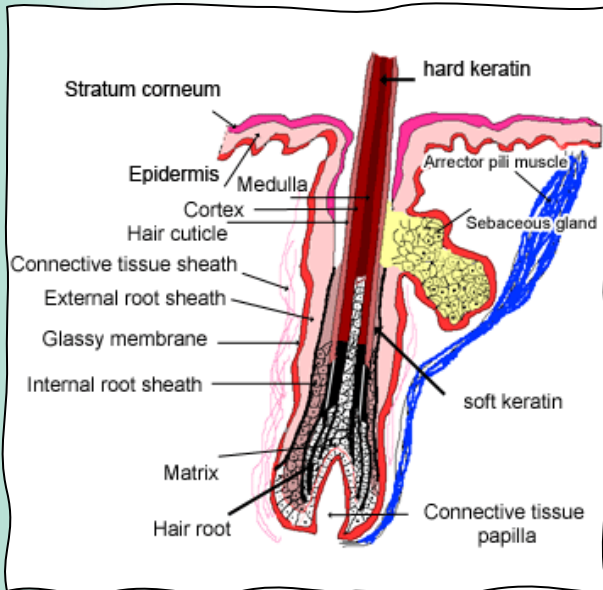
بخش‌های مختلف آن شامل لبه آزاد، بدنه، کناره‌ها، پوست اپونشیم (Eponychium) و هلال سفید لونولا (Lunula) است. بدنه آن به سبب حضور رگ‌های ریز در زیر آن صورتی‌رنگ دیده می‌شود و در طب با دیدن آن می‌توانند تشخیص‌های مختلفی مثل جریان و میزان اکسیژن خون بدهند. بدنه ناخن کراتینه‌ای متراکم است که ریزش ندارد و صفحه‌ای براق و یک‌دست ایجاد می‌کند. اپونشیم محکم به سطح ناخن چسبیده

است و اجازه ورود مواد را به نواحی داخلی‌تر نمی‌دهد. بخش زیر ریشه ناخن، ماتریکس ناخن است که رشد ناخن را ممکن می‌سازد و سلول‌های تقسیم شونده در آن قرار دارند. رشد طبیعی ناخن حدود یک میلی‌متر در هفته است.



غدد پوست

غده سباسه یا چربی (sebaceous gland): نوعی ماده به نام سبوم (sebum) ترشح می‌کنند که به دلیل وجود کلسترول و تری‌گلیسرید فراوان، خاصیت چربی دارد. همچنین مقدار کمی پروتئین و نمک به همراه مواد آنتی‌باکتریال را شامل می‌شود. در دید میکروسکوپی، از لحاظ سیتوپلاسم روشن و هسته گرد، به چربی قهوه‌ای شباهت دارند. این غده ترشحات خود را به حفره مو می‌ریزد و مجرای جداگانه‌ای به سطح پوست ندارد؛ این امر موجب چرب شدن مو می‌شود. همچنین ترشحات آنتی‌باکتریال آن باعث جلوگیری از عفونت می‌شود. از این غدد در بدن به صورت پراکنده موجود است؛ اما در صورت بیشتر دیده می‌شوند.



علاوه بر اعصاب سمپاتیک، هورمون‌های جنسی هم می‌توانند در فعالیت آنها دخالت کنند. به همین دلیل در سن بلوغ، فعالیت این غدد افزایش یافته و با بسته شدن مجرای مو، جوش‌های متعدد مشاهده می‌شوند.

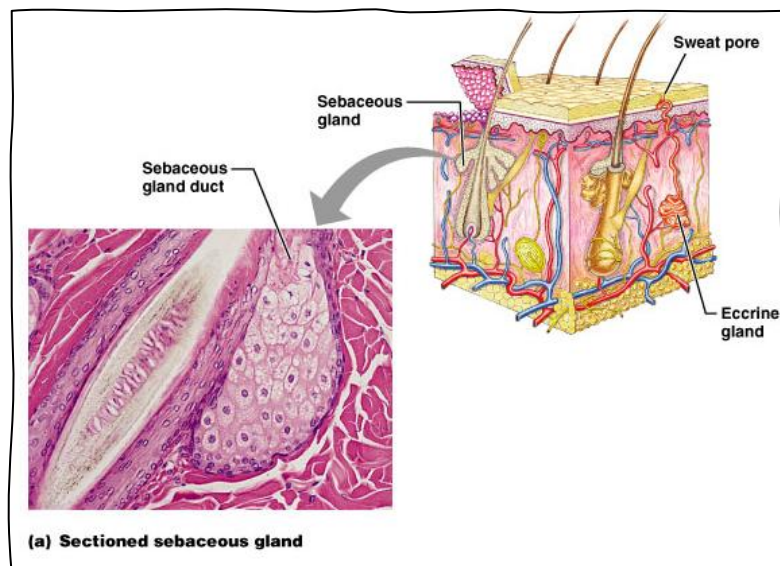
نکته: لازم به ذکر است ترشح مواد از غده سباسه به صورت هولوکراین است؛ در این نوع ترشح مواد، کل سلول که حاوی مواد ترشحی است می‌میرد و به طور کامل همراه با ترشح به بیرون ریخته می‌شود.

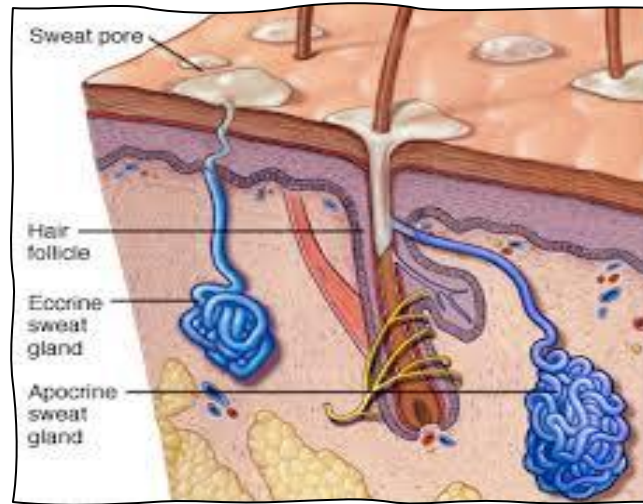
غدد عرق

در درم پوست، سه نوع غدد عرقی مشاهده می‌شود:

1. مروکراین (merocrine): عرق توسط فرایند آگزوسیتوز به بیرون از سلول ترشح می‌شود. دارای مجراهای مجزا برای خود هستند.
2. آپوکراین (apocrine): قسمت رأسی سلول هنگام ترشح عرق، جدا می‌شود. مجرای مجزایی ندارند و به مجرای مو ترشح می‌کنند. برای مثال در آگزیلاری و جنیتال مشاهده می‌شود.
3. آپوکراین تغییر شکل یافته (modified apocrine): مکانیزم در این غدد جدا شدن رأس

سلول است؛ اما محتوای ترشحی دیگر عرق نیست. در گوش، واکنش ترشح شده و موجب چرب شدن مجرای خارجی آن می‌شود و در سینه نیز ترشح شیر را می‌توان مثال زد.





مقایسه غدد آپوکرین و مروکرین در نمای میکروسکوپی:

وجود یا عدم وجود مجرای مجزا به سطح پوست و پیچ‌خوردگی آپوکرین بیشتر از مروکرین است.

