بافت‌شناسی

فصل ۱: سلول

به طور کلی دو نوع سلول داریم:
الف) سلول پروکاریوت ← تک سلولی، کوچک، با دیواری سلولی و فاقد پوشش هسته‌ای می‌باشد و همچنین دارای پروتئین‌های هسته‌ای (مثل هیستون) و فاقد ارگانل‌های غشایی است. در باکتری‌ها یافت می‌شود.
ب) سلول یوکاریوت ← بزرگتر، دارای هسته و ارگانل‌های غشادار است.

غشای سلولی (plasmalemma) ← ۷-۱۰nm ←
فقط با میکروسکوپ الکترونی قابل مشاهده است.
✓ از اولین نشانه‌های آسیب سلولی، متورم شدن سلول است که در اثر از بین رفتن قدرت انتخابی غشا و هجوم مواد به داخل سلول بوجود می‌آید.
✓ کربوهیدارت‌های غشا معمولاً از نوع الیگوساکارید هستند.
✓ پروتئین‌های غشا حدود ۵۰٪ وزن غشا را تشکیل می‌دهند.

لیپیدهای غشا
۱. ساختار اصلی غشا را تشکیل می‌دهند.
۲. لایه‌های خارجی آن عموماً حاوی فسفاتیدیل کولین و اسفنگومیلین و لایه داخلی حاوی فسفاتیدیل اتانول آمین و فسفاتیدیل سرین می‌باشد. از دیگر لیپیدهای غشا کلسترول است که حد فاصل اسیدهای چرب قرار گرفته که با توجه به ماهیت اتصالش با فسفولیپیدها از فاصله گیری یا فشرده شدن بیش از حد آنها تحت شرایط مختلف مثلاً دما، جلوگیری می‌کند. ← نقش کلسترول: حفظ سیالیت غشا .(fluidity)

سرقطبی فسفولیپیدها ← حاوی گروه فسفات بود و آب دوست (hydrophilic) است.

سر غیر قطبی فسفولیپیدها ← حاوی ۲ زنجیره‌ی اسید چرب بوده و آب‌گریز (hydrophilic) است.

گلیکولیپیدها که انحصاراً در لایه‌ی خارجی غشا و فسفاتیدیل اینوزیتول (که نقش مهمی در پیام رسانی سلول دارد) ← در لایه‌ی داخلی غشا قرار دارد.
افزایش میزان کلسترول غشا، سیالیت را کم می‌کند و افزایش دما و تعداد بندهای ۲گانه‌ی موجود در قسمت دمی باعث افزایش سیالیت غشا می‌شود
در میکروسکوپ الکترونی، استفاده از تتراکسید اسمیوم باعث می‌شود غشا به صورت ساختمانی ۳ لایه دیده شود.

پروتنین‌های غشا

- محیطی (peripheral) ← در سطوح داخلی و خارجی غشا قرار دارند.
  - نقش: انتقال سیگنال از سطح به داخل سلول می‌باشد
  - ارتباط سستی با غشا دارند و با تغییرات یونی یا PH محیط ، به سادگی جدا می‌شوند.
- اینتگرال یا داخلی (trans membrane) ← در هر ۲ سطح غشا دیده می‌شوند ← بسته به اینکه یك یا چند بار از غشا عبور کرده می‌باشند.
  - به دو گروه تقسیم می‌شوند: یك گذری(one pass) و چندگذری (multi pass)
  - به عنوان کانالی برای مبادله مواد محلول در آب از قبیل یون‌ها می‌باشند.
  - ارتباط بسیار محکمی با غشای سلول دارند و فقط با استفاده از پاك کننده‌ها (detergents) جدا می‌شوند.

نوع پروتئین‌ها و هم چنین نسبت پروتئین‌ها و لیپیدها در غشاهای مختلف نیز متفاوت‌اند مانند: میلین ← که به طور عمده، از لیپید. تشکیل شده است و غشای میتوکندری ← که به طور عمده از پروتئین تشکیل شده است.

روکش سلولی یا cell coat یا Glycocalyx ← غشای پلاسمایی نسبت به غشای ارگانل‌ها ضخیم‌تر بوده و کربوهیدرات‌های متصل به پروتئین و لیپیدها در سطح خارج، پوششی به نام گلیکوکالیکس به وجود می‌آورند. نقش آن برقراری ارتباط بین سلول‌های مجاور و عمل به عنوان رسپتور و شناسایی سلول می‌باشد.

مدل غشا از نظر ساختمانی موزائیك سیال می‌باشد.

سیستم‌های انتقال مواد غشا

۱- انتشار diffusion ← در این جا مبادله، تحت تاثیر شیب غلظت بدون مصرف انرژی صورت می‌گیرد

در صورتی‌که انتشار توسط مولکول‌های دیگر تسریع شود (مانند دخالت پروتئین‌های اینتگرال) این انتشار، انتشار تسهیل شده (faciliated diffusion) نام می‌گیرد.

۲- انتقال فعال

نقل و انتقال یون‌های Na^+، K^+، Cl^-، Ca^{2+} بر خلاف شیب غلظت و با مصرف انرژی، انتقال فعال نام دارد.

توسط پروتئین‌های اینتگرال صورت می‌گیرد.

۳- اندوسیتوز ← برای انتقال انبوه مواد به درون سلول صورت می‌گیرد.

۳ نوع دارد ← الف) پینوسیتوز یا اندوسیتوز با فاز مایع ← مشخصه‌ی آن تشکیل وزیکول‌های پینوسیتوزی است. در انتها باقی مانده‌ی این وزیکول‌ها، اجسام باقی مانده (residual body) را به وجود می‌آورند.

ب) اندوسیتوز به واسطه‌ی رسپتور ← ورود مولکول‌های درشت به درون سلول، از این طریق صورت می‌گیرد.

نیازمند به لیگاند است.

برخی از هورمون‌های پروتئینی، LDL، پروتئین‌های حامل آهن، گلیکوپروتئین‌ها و بعضی ویروس‌ها از این طریق انتقال می‌یابند.

توضیح: رسپتورها معمولاً در داخل فرورفتگی‌هایی درسطح خارجی غشا، که چاله‌های روکش‌دار نامیده می‌شوند، قرار دارند. در سطح سیتوپلاسمی غشای Coated pit ، پروتئین کلاترین قرار دارد.

پروتئین‌های کلاترین، با پیوستن به یکدیگر در عمیق‌تر شدن فرورفتگی وتبدیل آن به وزیکول دخالت دارد. پس از جدا شدن وزیکول روکش‌دار از غشا، کلاترین از آن جدا شده و مجدداً به غشا منتقل می‌شود. لیگاندهای باقی مانده در اندوزوم یا با لیزوزوم ترکیب شده یا توسط آنزیم‌های اندوزوم تجزیه می‌شود.

✓ بعضی از لیگاندها مانند فریتین بعد از جدا شدن از آهن، بدون تجزیه شدن، به خارج سلول منتقل شده و دوباره استفاده می‌شوند

✓ در بعضی موارد رسپتور همراه با لیگاند تجزیه می‌شود مثل رسپتورهای انسولینی ← در واقع مکانیسمی برای کنترل تعداد رسپتورها است.

ج) فاگوسیتوز ← در مقایسه با روش قبل غیر اختصاصی است.

وزیکول‌های این روش فاگوزوم نام دارند که بعد از پیوستن به لیزوزوم، تجزیه می‌شوند.

۴- اگزوسیتوز ← خروج مواد از داخل به خارج سلول، اگزوسیتوز نام دارد.

انواع پیام رسانی داخل سلولی

- اندوکرین ← سلول پیام دهنده و پیام گیرنده به فاصله‌ی زیادی از هم قرار دارند و مولکول پیام رسان که هورمون است، از طریق خون به سلول هدف می‌رود.
- پاراکرین ← مولکول پیام رسان از طریق انتشار بر سلول‌های اطراف تاثیر دارد.
- سیناپسی ← واسطه‌های عصبی از طریق نواحی ارتباطی خاصی به نام سیناپس، بر روی سلول‌های عصبی مجاور، اثر می‌کنند.
- اتوکرین ← مولکول پیام‌رسان از طریق ترشح بر روی خود سلول ترشحی اثر می‌کند

نکته موتاسیون رسپتورهای LDL و کاهش ورود کلسترول به سلول‌ها ← موجب هایپرکلسترولمی می‌شود.

پوشش هسته

۱- ساختمان ۲ لایه‌ای است که این ۲ لایه توسط فضایی به نام حفره دور هسته‌ای از یکدیگر جدا می‌شوند.
۲- لایه‌ی خارجی آن دارای پلی ریبوزم است که نشانگر بخشی از شبکه‌ی آندوپلاسمی خشن است.
۳- لایه‌ی داخلی، دارای ساختمان پروتئینی به نام لایه‌ی فیبری است که از ۳ پروتئین اصلی لامین A و B و C تشکیل شده و پشتیبان این لایه است.
هر منفذ هسته یك مجموعه هگزاگونال (هشت وجهی) می‌باشد که از پروتئین‌های محیطی و کروی تشکیل شده است که پروتئین‌های محیطی توسط رشته‌هایی به پروتئین مرکزی متصل است.

مولکول‌های کوچك آزادانه از منافذ هسته عبور می‌کنند ولی مولکول های بزرگتر پس از اتصال به پروتئین‌های واسطه به نام Importin و با صرف انرژی از آنها عبور می‌کنند.

محتویات داخل هسته ← کاریوپلاسم نام دارد، که شامل کروماتین و هستك می‌باشد.

کروماتین ← ۱. هتروکروماتین (غیر فعال) ← الکترون متراکم است و با میکروسکوپ الکترونی به صورت گرانول‌های درشت و با میکروسکوپ نوری به صورت توده‌های بازوفیل دیده می‌شود.

۲. یوکروماتین (فعال) ← الکترون لوسنت است.

هستك

- دارای DNA (برای کد کردن rRNA)، بخش رشته‌ای و بخش دانه‌ای (ریبوزوم در حال بلوغ) می‌باشد.
- درژنوم انسان ۵ جفت کروموزوم حاوی سازمان دهنده‌های هستك، وجود دارد
- در طی مرحله پروفاز از بین می رود و در تلوفاز مجدداً ظاهر می‌شود
- از یك تا چند عدد در سلول وجود دارد

میتوکندری

- قسمت‌هایی از سلول که میتوکندری بیشتری تجمع دارند عبارتنداز: انتهای راسی سلول‌های مژه‌دار، قطعه‌ی میانی اسپرماتوزوئید و قاعده سلول‌های انتقال دهنده‌ی یون.
- غشا خارجی ← در سنتز لیپید و متابولیسم اسید چرب دخالت دارد.
- غشای داخلی ← دارای چین‌خوردگی‌هایی به نام ستیغ (cristae) که در فسفریلاسیون اکسیداتیو وانتقال الکترون نقش دارد.
- ماتریکس ← حاوی انزیم های مورد نیاز چرخه‌ی اسید سیتریك و بتااکسیداسیون اسیدهای چرب و گرانول‌های الکترون دنس Ca می‌باشد.

ریبوزوم ← جهت شرکت در پروتئین سازی به سیتوپلاسم منتقل می‌شود. به علت وجود گروه‌های فسفات زیاد در ساختمان خود، به شدت بازوفیل‌اند.

← نواحی غنی از ریبوزوم‌ها را در گذشته، ارگاستوپلاسم (در سلول غددی) و اجسام نیسل (در سلول‌های عصبی) نامیدند.

← در یوکاریوت ها از ۴۰S و ۶۰S تشکیل شده است.

شبکه‌ی آندوپلاسمی ← زبر (خشن) RER ← در غشای آن پروتئینی به نام ریبوفورین وجود دارد که باعث چسبیدن زیر واحد بزرگ ریبوزوم به آن می‌شود.

← صاف (SER) ← از نظر ساختمان مورفولوژیک شبیه RER است ولی فاقد ریبوفورین می‌باشد.

اعمال ←
- متابولیسم لیپید
- خنثی کردن سموم مثه باربیتورات ها با استفاده از سیتوکروم P۴۵۰
- ذخیره Ca
- دارای آنزیم گلوکز ۶ فسفاتاز ← این آنزیم برای جداسازی گروه فسفات از گلوکز لازم است چون گلوکز فسفوریله قابل انتقال به خارج از سلول نیست.

دستگاه گلژی ←
- دارای سطح محدب (cis face) یا تولیدی (forming)
- و دارای سطح مقعر (trans face) یا در حال بلوغ (maturing) می‌باشد.
- در گلیکوزیلاسیون، سولفاتاسیون، فسفریلاسیون و پروتئولیز شرکت دارد.

نکته: فاگوزوم ممکن است از خارج وارد سلول شود که در این صورت هتروفاگوزوم نامیده می‌شود و یا ممکن است حاصل تخریب ارگانل‌های سیتوپلاسمی باشد که در آن صورت اتوفاگوزوم نام می‌گیرد.

نکته: در برخی سلول‌ها که عمر طولانی دارند (مانند نورون‌ها و عضله‌ی قلبی)، تجمع Residual body ها، لیپوفوشین یا پیگمان پیری را به وجود می‌آورد.

پراکسی زوم یا میکروبادی ← اکسیژن مصرف می‌کنند ولی در تولید ATP نقشی ندارند.

← حاوی آنزیم‌های ß اکسیداسیون اسید چرب می‌باشند.
← برخی مولکول‌های سمی مانند اتانول، توسط پراکسی زوم‌ها به آلدئید استیک تجزیه می‌شود
← حاوی کاتالاز برای تجزیه H_2O_2 می‌باشند
← با تجمع فسفولیپیدها و پروتئین‌ها رشد می‌یابند.

تیغه‌های حلقوی (Annulate lamellae) ← به عنوان یک ارگانل شناخته می‌شود که وظیفه‌ای مشخص ندارد!

میکروتوبول ←
- جنس آن پروتئین توبولین است.
- در جابه‌جایی ارگانل‌های درون سلولی نقش دارد.
- پلیمریزاسیون در انتهای مثبت میکروتوبول سریع‌تر از انتهای میکروتوبول است. انتهای منفی میکروتوبول در مجاورت سانتریول قرار دارد.
- پلیمریزاسیون توبولین‌ها تحت کنترل غلظت Ca^{2+} و پروتئین‌های همراه میکروتوبول (MAP) می‌باشد.

میکروفیلامنت‌های نازک: از رشته‌های نازک تشکیل شده‌اند و جنس آنها پروتئین اکتین می‌باشد.

باعث تغییر شکل غشا در زمان اندوسیتوز و اگزوسیتوز و تقسیم سیتوپلاسم می‌شوند. رشته‌های اکتین همراه با فیلامنت‌های ضخیم میوزین باعث انقباض سلول می‌شوند.

میکروفیلامنت‌های حد واسط

- فیلامنت کراتین ← که سیتوکراتین وتونو فیلامنت نامیده می‌شوند. ← مشخصه‌ی سلول پوششی هستند.
- فیلامنت دسمین (Skeletin) ← در هر ۳ نوع عضله دیده می‌شود. در عضله مخطط و قلبی در محل نوار Z مشاهده می‌شود.
- فیلامنت وایمنتین (Vimentin) ← در بافت مزانشیمی دیده می‌شود. وایمنتین همراه با دسمین در عضلات صاف دیواره‌ی رگ‌ها و همراه با فیلامنت گلیال دیده می‌شود.
- نوروفیلامنت‌ها : در جسم سلولی و زوائد سلول‌های عصبی یافت می‌شود.
- گلیال یا پروتئین رشته‌ای ـ اسیدی گلیال (GFAP) ← در آستروسیت‌های بافت عصبی مرکزی و برخی سلول های شوان یافت می‌شوند.
- لامین هسته ← در سطح داخلی پوشش هسته یافت می شود.

این فیلامنت‌ها، معیار تشخیصی با ارزشی برای شناسایی منشا تومورها می‌باشند.

تقسیم سلولی

- اینترفاز
  - G_1 ← طولانی‌ترین مرحله‌ی سیکل سلولی است، که طی آن حجم سلول افزایش می‌یابد. در سلول‌های عصبی و ماهیچه‌ای وجود ندارد. در آخر این مرحله اولین Check point وجود دارد.
  - S ← همانندسازی DNA و سانتریول‌ها
  - G_2 ← پروتئین‌های لازم برای تقسیم سلولی سنتز می‌شوند. دومین Check point در اینجا قرار دارد.
- میتوز
  - پروفاز ← در این مرحله، کروماتین پیچ می‌خورد و کروموزوم تشکیل می‌شود. هستک ناپدیده شده و همچنین سانتریول‌ها نیز، از هم جدا می‌شوند.
  - متافاز ← غشا هسته کاملا ناپدید شده است. کروموزوم‌ها در محل کینتوکورها که در مجاورت سانترومرها می‌باشد به میکروتوبول‌های دوک تقسیم متصل می‌شود. همچنین در این مرحله ۲ کروماتید تشکیل می‌شوند.
  - آنافاز ← جدا شدن کروماتیدها رخ می‌دهد و تعداد کروموزوم سلول ۲ برابر می‌شود.
  - تلوفاز ← تشکیل مجدد غشای هسته و هستک.

نکته: باقی ماندن سلول در مرحله G_0 نتیجه تعامل بین ۲ پروتئین به نام‌های Rb و E_2F می‌باشد که در شرایط طبیعی با غیر فعال کردن ژن‌های معین، از تقسیم بی‌مورد سلول جلوگیری می‌کنند.

نکات:

۱. کلسترول در حفظ سیالیت غشا نقش دارد

۲. در سلولی که نیاز به پروتئین‌های فراوان برای ساختار خود دارد، ریبوزوم گسترده‌تر در ان دیده می‌شود.(نه شبکه آندوپلاسمی زبر)

۳. گلیکوکالیکس سطح غشای سلول ← برای تشخیص سلولی است.

۴. الیگوساکارید از مولکول‌های غشایی است که به عنوان آنتی ژن عمل می‌کند.

۵. DNA میتوکندری در درون خود میتوکندری ساخته می‌شود.
۶. فیبرونکتین، کلاژن را به ماده‌ی زمینه‌ای متصل می‌کند.
۷. آرایش میکروتوبول‌ها ← در مژه (Cilia) به صورت (۲ جفت در مرکز + ۹ جفت محیطی)
← در سانتریول ←(۹+۰) در محیط
← پس ساختمان سانتریول triplet (۳تایی) است.

۸. منافذ هسته، دارای ساختمان ۸ مولکولی پروتئین محیطی و یک مولکول مرکزی هستند.
۹. هموگلوبین توسط ریبوزوم‌های آزاد سیتوزول ساخته می‌شود، چون Hb، پروتئین ترشحی نمی‌باشد ولی کلاترین، پروتئین‌های محیطی و اینتگرال توسط ریبوزوم‌های RER ساخته می‌شوند، چون به بیرون ترشح می‌شوند.
۱۰. کلاترین فقط در سطح سیتوپلاسمی غشا (سطح داخلی) دیده می‌شود.
۱۱. در طی آندوسیتوز به واسطه‌ی رسپتور قسمت لیگاند تحت تأثیر آنزیم‌های لیزوزومی تجزیه می‌شود.
۱۲. بخش اصلی گیرنده‌های غشایی در سلول، کربوهیدرات می‌باشد.
۱۳. ترموژنین در میتوکندری فعالیت می‌کند.
۱۴. میکروویلی حاوی فیلامنت‌های اکتین است.

فصل ۲: بافت پوششی

بافت پوششی دارای سلول‌های قطبی است یعنی سطح قاعده‌ای، راسی و جانبی دارد. سلول‌های بافت پوششی توسط تیغه‌ی پایه (basal lamina) از بافت همبند زیرین خود جدا شدند.

تیغه‌ی پایه
- تنها با میکروسکوپ الکترونی دیده می‌شود.
- از ۲ لایه تشکیل شده است. لایه‌ی داخلی، تیغه‌ی شفاف (lamina lucida) و لایه‌ی خارجی آن تیغه‌ی متراکم (lamina densa) نام دارد.
- توسط کلاژن VII به بافت همبند زیرین خود اتصال دارد.
- اجزای اصلی آن شامل، کلاژن نوع IV، گلیکو پروتئین‌های لامینین، انتاکتین و پروتئوگلیکان‌های هپاران سولفات (یا پرکلان) می‌باشد.

غشای پایه (Basement membrane) ← با میکروسکوپ نوری دیده می‌شود. تیغه پایه‌ای است که در خارج خود تیغه رتیکولار (lamina reticularis) دارد و با PAS رنگ می‌گیرد. در تغذیه‌ی سلول‌های پوششی دخیل است.

بافت پوششی ساده
- stratified (سنگفرشی): به صورت یک ردیف سلول‌های پهن که هسته‌ی آنها به صورت دوکی است. این اپی‌تلیوم در کیسه‌های هوایی ریه، دیواره‌ی کپسول بومن، پوشش داخلی رگهای خونی و پرده‌های سروزی وجود دارد.
- Cuboidal (مکعبی) ←در سطح تخمدان و غده‌ی تیروئید یافت می‌شود.
- Columnar (استوانه‌ای) ←پوشش معده و روده می‌باشد.

بافت پوششی مطبق
- سنگفرشی: که شامل سنگفرشی مطبق شاخی شده مانند پوست و غیر شاخی مانند پوشش مری، دهان و واژن می‌باشد.
- مکعبی ← در مجاری دفعی بزرگ در غدد مترشحه و فولیکول تخمدان دریافت می‌شود.
- استوانه‌ای ← محدود به نواحی معینی مانند ملتحمه‌ی چشم و مجاری دفعی بزرگ در برخی غدد می‌باشد.
- کاذب ← فقط یک ردیف سلول روی غشای پایه قرار دارد ولی سلول‌ها کوتاه و بلند هستند. در مجاری تنفسی به صورت مژک‌دار دیده می شوند.

بافت پوششی متغیر (Transitional epithelium)← منحصر به مجرای ادراری است. تعداد لایه‌ها و شکل سلول‌های سطحی آن در حالت کشش و استراحت متفاوت دیده می‌شوند.

در مثانه‌ی
- خالی ← تعداد لایه‌های سلول ۴ تا ۵ ردیف و سلول‌های سطحی از نوع برجسته هستند.
- پر ← تعداد لایه‌های سلول ۲ تا ۳ ردیف و سلول‌های سطحی از نوع پهن هستند.

میکروویلی
- سطح آنها توسط لایه‌ای نسبتاً ضخیم از گلیکوپروتئین‌ها یا glycocalyx پوشیده شده است.
- میکروویلی به همراه گلیکوکالیکس توسط میکروسکوپ نوری منظره‌ای ایجاد می کنند که در اپی تلیوم روده به حاشیه مخطط (Striated border) و در لوله‌های کلیوی به حاشیه‌ی مسواکی (brush border) معروف‌اند.

شبکه‌ی انتهایی یا terminal web← صفحه‌ای متشکل از فیلامنت‌های اکتین است که توسط اسپکترین به غشا و فیلامنت‌های حد واسط متصل شدند. این شبکه حاوی میوزین II و تروپومیوزین می‌باشد. وظیفه‌ی این شبکه، کمك کردن به فاصله گرفتن میکروویلی‌ها از یکدیگر، و در واقع برای بهبود عملکرد آنها است.

میکروویلی‌های بلند و مرتبط با هم در سطح سلول‌های ترشح کننده‌ی اسید، میکروپلیکا نامیده می‌شود.

مژه‌ی ثابت (Stereocilia) :این زوائد بلند و غیر متحرك با میکروسکوپ نوری شبیه مژه‌ها هستند، ولی این‌ها در اصل شبیه میکروویلی‌ها هستند و حاوی اکتین می‌باشند. این مژه‌ها در مجاری اپی‌دیدیم دیده می‌شوند.

انواع اتصالات سلولی

۱. اتصال محکم Tight junction یا Zonula occludance : علاوه بر نقش انسدادی، در ناحیه‌ی رأسی سلول‌ها یك اتصال فیزیکی محکمی ایجاد می‌کند. بین دو سلول هیچ انتقال ماده‌ای صورت نمی‌گیرد و از دیگر اتصال‌ها به رأس نزدیك‌تر است.

۲. اتصال کمربندی Zonula adherens : ویژگی مهم این اتصال، قرار گرفتن تعداد زیادی فیلامنت اکتین است. این اتصال به صورت کمربندی است که از ضخیم شدگی غشا حاصل شده و دور تا دور سلول کشیده شده است. ۲غشا کمی فاصله دارند.

۳. دسموزوم یا پلاك اتصالی (Macula adherens): فاصله‌ی ۲ غشا بیش از حد معمولی (۲۰ نانومتر) یعنی ۳۰ نانومتر است و حاوی پروتئین‌های دسموگلین و دسموکولین می‌باشد.

در سطح سیتوپلاسمی غشا نیز فیلامنت‌های حد واسط سیتوکراتین به غشا چسبیده‌اند. پروتئین‌های دسموگلین و دسموکولین از انواع پروتئین‌های کدهرین هستند که غشا ۲ سلول را در محل پلاك به هم وصل می‌کند.

نیمه دسموزوم یا hemidesmosome : باعث چسبندگی سلول به غشای پایه می‌شود در این جا پلاك غشایی بوسیله اینتگرین به غشای پایه چسبیده است.

۴. اتصال سوراخدار (Gap Junction): فضای بین سلولی به ۲ نانومتر کاهش می‌یابد. سلول‌های مجاور هم توسط واحدهای پروتئینی کانکسون ارتباط می‌یابند. اتصال سوراخدار ناحیه‌ای است، که دارای مقاومت الکتریکی کمتری نسبت به سایر قسمت‌های غشا می‌باشد. این نوع اتصال، در سلول‌های پوششی، عضله صاف، سلول‌های استخوانی و در سلول‌های جنینی به تعداد زیاد (زمینه‌ساز رشد و تمایز سلولی) می باشد.

بافت پوششی غده‌ای

غدد برحسب تعداد سلول‌های تشکیل دهنده
- تك سلولی
- پرسلولی ← بر حسب شکل قسمت مترشحه به ۲ نوع خوشه‌ای(آسینی) و لوله‌ای تقسیم می‌شوند.

سلول‌های جامی (goblet)، بهترین نمونه غدد تك سلولی اگزوکرینی می‌باشند که در دیواره‌ی لوله‌های گوارشی و مجاری تنفسی به وفور یافت می‌شود.

سلول‌های APUD که در دیواره‌ی لوله‌های گوارشی یافت می‌شود، نمونه‌ای از غدد تك سلولی اندوکرین می‌باشد.

روش‌های ترشحی غدد

- مروکرین (Merocrine)
  - غدد مترشحه‌ی داخلی و اکثر غدد مترشحه خارجی مانند غدد عرق معمولی و پانکراس جز این دسته می‌باشند.
  - گرانول‌های ترشحی (که در رأس سلول جمع شده‌اند) از طریق اگزوسیتوز خارج می‌شوند.
- آپوکرین (Apocrine)
  - غدد عرق ویژه و سلول‌های مترشحه پستان جز این دسته به حساب می‌آیند.
  - مواد ترشحی در ناحیه‌ی رأسی سلول جمع شده و در موقع ترشح ناحیه‌ی رأسی نیز جدا می‌شود.
- هولوکرین (Holocrine)
  - غدد سباسه یا چربی در پوست دراین دسته جای می‌گیرند.
  - کل سلول پر از ماده‌ی ترشحی شده و سپس دفع می‌گردد.

✓ در روش مروکرین شکل ظاهری سلول ترشحی تغییر نمی‌کند.

فصل ۳ : بافت همبند

سلول‌های بافت همبند، عبارتند از ← فیبروبلاست، ماکروفاژ، پلاسما سل، ماست سل، سلول‌های چربی، سلول‌های مزانشیمی و سلول‌های مهاجر

فیبروبلاست

- فراوان‌ترین سلول بافت همبند که اجزای ماتریکس خارج سلولی را می‌سازد.
- از سلول‌های مزانشیمی تمایز نیافته منشا می‌گیرد.
- دارای سیتوپلاسم فراوان و هسته بیضی بزرگ، یوکروماتین و هستك، شبکه RER و گلژی کاملا تکامل نیافته است.
- قادر به سنتز کلاژن، الاستین، گلیکوز آمینوگلیکان، پروتئوگلیکان و گلیکوپروتئین و فاکتور رشد (FGF) می‌باشد.

فیبروسیت ← در شرایط عادی به ندرت تقسیم می‌شود. ولی تحت شرایط خاص مانند ترمیم زخم بسیار فعال می‌شود، برای همین نقش عمده‌ای در التیام زخم‌ها دارد.

در جریان ترمیم زخم‌ها فیبروبلاست‌هایی ظاهر می‌شوند که از لحاظ ظاهری شبیه فیبروبلاست هستند ولی مشابه‌ی سلول‌های عضله صاف حاوی تعداد زیادی فیلامنت اکتین و میوزین می‌باشند. که به این‌ها میوفیبروبلاست می‌گویند.

اغلب ماکروفاژها در بافت همبند غیر فعالند و چسبیده به الیاف کلاژن دیده می‌شوند که در این جا ماکروفاژ ثابت (Fixed macrophage) یا هیستیوسیت نامیده می‌شوند که به سختی از فیبروبلاست‌ها قابل تشخیص‌اند.

سلول های اپی تلیوئید ←در التهاب‌های مزمن، سلول‌های ماکروفاژ شبیه سلول‌های پوششی، بزرگ و چند وجهی شده و این نام را به خود می‌گیرند.

ماکروفاژ در کبد ← سلول کوپفر، در ریه ←ماکروفاژهای ریوی، در بافت عصبی مرکزی ← میکروگلی و در

ماکروفاژ ارگان‌های لنفی ← ماکروفاژهای دیواره سینوزوئیدی نامیده می‌شوند.
پلاسما سل ← بارزترین مشخصه، طرح هسته می‌باشد که نقاط تیره و روشن کروماتین منظره ای شبیه صفحه‌ی ساعت یا چرخ ارابه ایجاد می‌نماید.

همچنین در بافت همبند آستر مخاط لوله‌های گوارشی و تنفسی به تعداد زیاد یافت می‌شود و عمر آن ۲۰-۱۰ روز می‌باشد.

ماست سل ← ترشح کننده‌ی هپارین و هیستامین است. هپارین یك ماده‌ی ضد انعقاد خون است که در متابولیسم چربی‌ها نیز دخالت دارد. هپارین عامل متاکروماتیك بودن گرانول‌های ماست سل می‌باشد. ماست سل‌های مجاری تنفسی و روده‌ها به جای هپارین، کندروایتین سولفات دارند.

اثر هیستامین ترشح شده از ماست سل
- گشاد کردن مویرگ ها
- انقباض عضلات صاف برونشیول‌های تنفسی

اثر لکوترین ترشح شده از ماست سل ← انقباض آهسته عضله‌ی صاف می‌باشد.
فاکتور جذب کننده‌ی ائوزینوفیلی نیز از ماست سل‌ها ترشح می‌شود که محرك پلاکت‌ها و پروستاگلاندین‌ها می‌باشد.
سلول‌های چربی در مقاطع بافتی به صورت تو خالی دیده می‌شوند، زیرا برای آماده سازی بافت‌ها از الکل و گزیلول استفاده می‌شود.

رشته‌های بافت همبند عبارتند از: کلاژن، رتیکولر و الاستیك

کلاژن و رتیکولر از پروتئینی به نام کلاژن و الاستیك از پروتئین الاستین ساخته شده اند.

رشته‌های کلاژن
- فراوان ترین پروتئین بدن هستند.
- در رنگ‌آمیزی H& E به رنگ قرمز دیده می‌شوند.
- بوسیله‌ی فیبروبلاست‌ها، سنتز می‌شوند
- تروپوکلاژن تحت تأثیر انزیم lysyl oxidase، پلیمریزه شده و فیبریل‌های کلاژن را به وجود می‌آورد
- فراوان‌ترین اسیدآمینه‌ی آن، گلایسین و پرولین می‌باشد. اسید آمینه‌های هیدروکسی لیزین و هیدروکسی پرولین مختص کلاژن‌اند و عامل استحکام آن و معمولاً در پروتئین‌های دیگر یافت نمی‌شوند.
- بیش از ۲۵ نوع کلاژن شناسایی گردید.

بیماری اسکوروی (scurvy) ← در این بیماران ناکافی بودن ویتامین C مشاهده می‌شود برای تبدیل پرولین به هیدروکسی پرولین آنزیمی نیاز است که خود وابسته به VitC است پس در این بیماران سنتز کلاژن متوقف می‌شود.

کلاژن نوع I ← دارای استحکام زیاد و نسبت به کشش مقاوم است. فراوان‌ترین نوع کلاژن در بدن می‌باشد. در بافت همبندی رشته‌ای، تاندون‌ها، لیگامان‌ها، کپسول اطراف ارگانها، عاج دندان، استخوان و پوست یافت می شود. در رنگ‌آمیزی معمولی اسیدوفیل و رنگ آمیزی تری کروم مالوری به رنگ آبی و در رنگ‌آمیزی کروم ماسون به رنگ سبز دیده می‌شود.

کلاژن نوع II ← به صورت فیبریل‌های ظریفی در بافت غضروفی و زجاجیه‌ی چشم می‌باشد.

کلاژن نوع III ← به صورت فیبریل‌هایی است که همراه با کلاژن نوع I در اکثر بافت‌ها مانند پوست، عضله و رگ‌های خونی دیده می‌شود. الیاف رتیکولر از این نوع کلاژن ساخته شدند.

کلاژن نوع IV ← در تیغه‌ی پایه یافت می‌شود که به صورت شبکه‌ای به هم متصل‌اند و فیبریل تشکیل نمی‌دهند.

کلاژن نوع V ← در ساختمان پرده‌های جنینی و به مقدار کم همراه کلاژن نوع I در بافت همبند، پوست، استخوان و جفت یافت می‌شود. به صورت فیبریل‌های کوتاه دیده می‌شود.

کلاژن نوع VII ← به صورت فیبریل‌هایی تیغه‌ی پایه را به بافت همبند زیرین وصل می‌کند و کلاژن لنگرگاهی نیز نامیده می‌شود.

کلاژن نوع IX ← در غضروف وزجاجیه همراه با کلاژن نوع II دیده می‌شود. فیبریل تشکیل نمی‌دهند و همراه با فیبریل‌های دیگراند.

کلاژن نوع XI ← به صورت فیبریل‌های کوتاهی همراه با کلاژن نوع II در غضروف دیده می‌شود.

کلاژن نوع XII و XIV ← در پوست و تاندون جنینی دیده‌می‌شوند و به صورت ساختمان‌هایی کوچك، فیبریل‌های کلاژنی را به هم و به ماده زمینه‌ای وصل می‌کنند.

✓ **Osteogenesis imperfecta** یا اختلال در تشکیل استخوان‌ها ← بیماری ارثی است که نقص در سنتز کلاژن وجود دارد.

رشته‌های رتیکولر ← با رنگ‌آمیزی معمولی قابل رؤیت نیستند. این رشته‌ها با املاح نقره به رنگ سیاه در می‌آیند (رشته‌های نقره دوست) و با رنگ‌آمیزی PAS، ارغوانی می‌شوند.

رشته‌های الاستیك ← دارای استحکام کمتری نسبت به رشته‌های کلاژن می‌باشد. به صورت مجموعه‌ای از رشته‌های اکسی تالان، الاونین و الاستیك می‌باشد. الیاف اکسی‌تالان ← میکروفیبریل‌های ظریف و مقاومی هستند که از گلیکوپروتئین‌ها و به طور عمده فیبریلین تشکیل شده‌اند. اکسی‌تالان در زونول چشم و غشای دور دندانی یافت می‌شود.

اکسی‌تالان + الاستین ← الاونین ← در درم پوست و اطراف غدد عرق دیده می‌شود.
↳ با کنار هم قرار گرفتن رشته‌های الاونین ← الیاف الاستیك به وجود می‌آید.

رشته‌های الاستیك بر خلاف رشته‌های اکسی‌تالان کاملا ارتجاعی‌اند.
↳ نقص در سنتز این رشته‌ها باعث سندرم مارفان می‌شود که علائم آن به صورت نقص اسکلتی و قلبی - عروقی تظاهر می‌یابد.

گلیکوز آمینوگلیکان‌ها یا موکوپلی ساکاریدها

پلی ساکاریدهایی هستند مرکب از واحد های دی‌ساکارید تکراری، که هر دی ساکارید از یك قند اکسیده و قند آمین‌دار تشکیل شده است. این‌ها معمولا به یك پروتئین محوری متصل‌اند و مجموع آنها پروتئوگلیکان نامیده می‌شود. چون پروتئوگلیکان‌ها همراه با گروه‌های سولفات می‌باشند، به پروتئوگلیکان‌های سولفاته معروف‌اند، که مهم‌ترین این‌ها: کندروآیتین سولفات-۴، و کندروآیتین سولفات-۶ که در غضروف و استخوان هستند. درماتان سولفات در پوست و تاندون، هپاران سولفات در ساختمان تیغه‌ی پایه شرکت می‌کنند.

اسید هیالورونیك: تنها گلیکوز آمینوگلیکانی است که با گروه سولفات و پروتئین پیوند ندارد.
در طناب نافی، زجاجیه‌ی چشم، مایع سینوویال مفاصل و به مقدار کم در ماده زمینه‌ای بافت‌های همبندی یافت می‌شود. با جذب مقدار زیادی آب، مانع پخش شدن سریع مولکول‌های درشت می‌شود، بنابراین باکتری‌هایی که دارای آنزیم هیالورونیداز هستند، به سرعت پخش می‌شوند.

پروتئوگلیکان‌های دیگر
↳ آگرکان (aggrecan) ← در ماتریکس خارج سلولی غضروف قرار دارد.
↳ سیندکان و فیبروگلیکان که در سطح سلول قرار دارند.

گلیکوپروتئین‌ها ← دراین ترکیبات مقدار پروتئین نسبت به مواد قندی بیشتر است.

مهم‌ترین آنها ←
- فیبرونکتین ← فراوان‌ترین گلیکوپروتئین در بافت همبند است و جز پروتئین‌های اتصالی می‌باشد.
- لامینین ← توزیع محدودتری نسبت به فیبرونکتین دارد. در تیغه پایه یافت می‌شوند، باعث اتصال سلول‌های پوششی به کلاژن نوع IV می‌گردد.
- کندرونکتین ← در ماده‌ی زمینه‌ای بافت غضروفی یافت می‌شود و موجب اتصال سلول‌های غضروفی به کلاژن می‌گردد.

انواع بافت همبند

۱. بافت همبند سست: Loose connective tissue

همه‌ی اجزای بافت همبند را داراست، فراوان‌ترین سلول‌های آن فیبروبلاست و ماکروفاژ هستند. به عنوان پشتیبانی زیر همه‌ی اپی‌تلیوم‌ها قرار دارد. تغذیه‌ی اپی تلیوم‌ها توسط عروق خونی این لایه تأمین می‌گردد.

۲. بافت همبند متراکم Dense connective tissue:

در این‌ها رشته‌های کلاژن نسبت به سایر اعضا بیشتراند.

به دو دسته تقسیم می‌شوند:
- منظم ← مانند تاندون‌ها
- نامنظم ← مانند کپسول

اطراف ارگانها و بافت همبند ناحیه‌ی درم پوست.

۳. بافت همبند موکوسی:

در اینجا مقدار ماده‌ی زمینه‌ای نسبت به سایر اجزا بیشتر است. بنابراین محیطی نرم و ضربه‌گیر، برای عروق بند ناف فراهم کرده و از روی هم خوابیدن آنها جلوگیری می‌کند. بافت همبند موکوسی در بند ناف، ژله وارتون نامیده می‌شود.

۴. بافت همبند مزانشیمی:

بافت همبند جنینی است که در اثر تمایز، سایر بافت‌های همبندی را به وجود می‌آورد.

۵. بافت همبند رتیکولر:

نوعی بافت همبند سست است که داربست طحال، عقده‌های لنفی و مغز استخوان را بوجود می‌آورد.

۶. بافت همبند الاستیک:

در ساختمان لیگامان‌های زرد بین مهره‌ها و لیگامان آویزان کننده‌ی آلت تناسلی مردانه، طناب‌های صوتی و دیواره آئورت دیده می‌شود.

در جریان ترمیم زخم‌ها، بافت نرم و وصورتی رنگی که با فاصله‌ی ۳-۲ روز پس از پیدایش زخم به وجود می‌آید و از فیبروبلاست‌های تکثیر یافته و جوانه‌های عروقی متعدد تشکیل شده، بافت گرانوله نامیده می‌شود ← این بافت بعداً با کاهش مویرگها و افزایش رشته‌های کلاژن تبدیل به بافت جوشگاهی یا Scar می‌شود.

بافت چربی (Adipose tissue)

نوعی بافت همبند سست است که اغلب سلول‌های آن را سلول‌های چربی تشکیل می‌دهند.

چربی سفید یا تک حفره‌ای:

همان چربی معمولی است. به طور یکنواخت در بدن ذخیره نمی‌گردد. معمول‌ترین محل ذخیره‌ی آن، شکم، اطراف لگن و اطراف ارگان‌های داخلی است. در صورتیکه پشت دست‌ها، پاها، ریه، بافت عصبی مرکزی، اندام‌های تناسلی، گوش و پلک فاقد چربی‌اند.

این چربی محل ذخیره‌ی TG (تری‌گلیسرید)ها هستند در صورت نیاز بدن به انرژی، نوراپی‌نفرین را فعال می‌کند و در نتیجه تجزیه چربی صورت می‌گیرد.

سلول‌های چربی در اواخر دوره‌ی جنینی بوجود می‌آیند و بعد از دوره‌ی محدودی از تولد مقدار آنها ثابت می‌ماند ← بنابراین چاقی در اثر افزایش حجم سلول‌های چربی حاصل می‌شود و نه تعداد آنها. سلول‌های چربی ماده‌ای پروتئینی به نام لپتین می‌سازند که در هیپوتالاموس باعث کاهش میل به غذا می‌شود.

چربی قهوه‌ای یا چند حفره‌ای:

به دلیل وجود تعداد زیادی میتوکندری در آنها، قهوه‌ای دیده می‌شوند. محلی برای ذخیره چربی نیست بلکه برای تولید حرارت به شمار می‌رود.

بنابراین در حیوانات که خواب زمستانی دارند زیاد می‌شود.

سلول‌های چربی قهوه‌ای از لیپوبلاست‌هایی مستقل از لیپوبلاست‌های تولید کننده سلول چربی سفید تولید می‌شوند.

✓ در افرادی که چربی قهوه‌ای به مقدار کافی وجود داشته باشد، احتمال چاق شدن ضعیف می‌باشد و بر عکس.

نکات:

۱. لیگامان صوتی از الیاف الاستیک ساخته شده است.
۲. تیغه‌ی پایه با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده نیست و در همه‌ی بافت‌های اپی تلیال یافت می‌شود و توسط فیبرونکتین به بافت همبند زیرین اتصال می‌یابد.
۳. تشکیل تروپوکلاژن، جز مراحل برون سلولی سنتز کلاژن است.
۴. فیبروبلاست، کندروسیت و سلول‌های عضلانی صاف در سنتز ماده‌ی زمینه‌ای خارج سلولی نقش دارند.

فصل ٤ : غضروف

از کندروسیت تشکیل شده است. رشته‌های این بافت بستگی به نوع غضروف ممکنه کلاژن نوع I یا II و یا رشته‌های الاستیک باشد.

ماتریکس غضروف در رنگ‌آمیزی معمولی بازوفیل دیده می‌شود و به خاطر مقدار زیاد گروه‌های سولفات با بار منفی که همراه گلیکوزآمینو گلیکان‌ها می‌باشند با تولوئیدین آبی خاصیت متاکرومازی نشان می‌دهند.

کندروسیت‌ها ← هم به کندروسیت‌های جوان و هم به کندروسیت‌های بالغ گفته می‌شود.
← در رنگ‌آمیزی، سیتوپلاسم انها اسید وفیل و هسته‌ی آنها پر رنگ دیده می‌شود و بیضی شکل هستند.

هر سلول غضروفی در درون حفره ای موسوم به لاکونا قرار می‌گیرد. ماتریکس غضروف در اطراف کندروسیت‌ها، غنی از گلیکوزامینوگلیکان و کمی کلاژن می‌باشد، که این ناحیه را ماتریکس منطقه‌ای یا territoria می‌نامند.

رنگ‌پذیری شدید ماتریکس منطقه‌ای به علت فراوانی گلیکوزآمینوگلیکان‌ها نسبت داده می‌شود.

غضروف بوسیله بافت همبند متراکم ویژه‌ای به نام پری کندریوم پوشیده شده است. (البته به استثنای غضروف‌های پوشاننده سطح مفصلی استخوان‌ها) تغذیه غضروف از طریق انتشار و رگ‌های خونی که در پری کندریوم قرار دارند، انجام می‌شود زیرا غضروف فاقد رگ خونی، لنفی و عصب است.

قسمت خارجی پری‌کندریوم ← حاوی فیبروبلاست

قسمت داخلی پری کندریوم ← حاوی سلول‌های کندروژنیک می‌باشد که می‌توانند به کندروبلاست تمایز یابند ← بنابراین کندروسیت‌های بالغ در مرکز دیده می‌شود و کندروسیت‌های جوان در محیط.

غضروف شفاف : فراوان‌ترین نوع غضروف در بدن است. غضروف شفاف را در سطوح مفصلی متحرک، دیواره‌ی مجاری تنفسی بزرگ (برونش، نای، حنجره و بینی)، انتهای شکمی دنده‌ها و در صفحه‌ی اپی فیز می توان مشاهده کرد.

حاوی کلاژن نوع II، IX، X، XI کندروایتین سولفات، اسید هیالورونیک، وکندرونکتین است.)

غضروف ارتجاعی (Elastic Cartillage): این غضروف به علت وجود الاستین در خود، به رنگ زرد یافت می‌شود همچنین دارای فیبریل‌های کلاژن نوع II نیز می‌باشد.

در ساختمان لایه گوش، دیواره‌ی قسمتی از مجرای شنوایی خارجی، شیپور استاش، اپی‌گلوت و غضروف‌های میخی شکل، دیده می‌شود.

غضروف فیبری (Fibrous cartilage) :حد واسط بین غضروف در سمفیز پوبیس، دیسک‌های بین مهره‌ای و در محل اتصال رباط‌های خاص به سطح غضروفی استخوان‌ها یافت می‌شود. ماتریکس این غضروف سرشار از کلاژن نوع I می‌باشد به همین دلیل اسیدوفیل است.

رشد غضروف اساساً بستگی به هورمون رشد هیپوفیزی سوماتوتروپین دارد. این هورمون مستقیماً روی سلول‌های غضروفی تاثیر نمی‌گذارد بلکه موجب افزایش ساخت سوماتومدین C در کبد می‌شود که این سوماتومدین به طور مستقیم روی سلول‌های غضروفی عمل می‌کند.)

فصل ۵: خون و خون سازی:

خون بافت همبند تخصص یافته‌ای است که پلاسما ماده‌ی زمینه‌ای آن محسوب می‌شود. حجم آن در

یک فرد بالغ حدود ۵ لیتر است. برای جلوگیری از انعقاد آن از هپارین یا سیترات استفاده می‌شود. حدود ٪۵۵ حجم آن را پلاسما و ٪۴۵ را سلول‌های خونی تشکیل می‌دهند. هماتوکریت تخمین حجم توده اریتروسیت‌ها در واحد حجم خون است. مقدار طبیعی آن در مردان ۴۰ تا ۵۰ درصد و در زنان ۳۵ تا ۴۵ درصد می‌باشد.
بعد از سانتریفوژ کردن خون، لایه‌ای دقیقاً روی بخش اریتروسیت‌ها بوجود می‌آید، که رنگ آن سفید متمایل به خاکستری است. این لایه، پوشش لیفی یا buffy coat نام دارد که شامل لکوسیت و پلاکت می‌باشد.
قطعات و فضولات سلولی موجود در خون را هموکنیا (Hemoconia) می‌نامند.

پلاسما:

شامل ٪۹۱ آب، ٪۷ پروتئین و ۲ درصد دیگر را املاح معدنی، ویتامین‌ها و مواد دیگر می‌باشد. پروتئین‌های اصلی پلاسما عبارتنداز: آلبومین، فیبرینوژن، پروترومبین و گلوبولین‌ها. آلبومین که فراوان‌ترین جزء است، نقش اساسی در حفظ فشار اسمزی خون دارد.

سلول‌های خونی:

گلبول‌های قرمز: بدون هسته و مقعر الطرفین با قطر حدود ۷/۵ میکرون، که اگر کمتر از ۶ میکرومتر باشد ← میکروسیت و اگر بیشتر از ۹ میکرومتر باشد ماکروسیت نام دارد.
Anisocytosis : حضور RBCهای با اندازه‌ی مختلف
Poikilocytosis : حضور RBCهای با شکل‌های مختلف
تعدادطبیعی آنها در زنان ۳/۶ - ۵/۵ میلیون در هر میکرولیتر و در مردان ۴/۱ تا ۶ میلیون می‌باشد.
پروتئین‌های اسپکترین، اکتین و انکیرین به غشای این سلول‌ها متصلند و شکل ویژه‌ی آنها را ایجاد می‌کنند.
غشای اریتروسیت‌ها دارای رسپتورهای مربوط به گروه‌های خونی ABO و RH می‌باشد.
اریتروسیت‌ها حاوی هموگلوبین هستند که در بخش پروتئینی آن (گلوبین) مرکب از ۴ زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی است. سه نوع هموگلوبین وجود دارد:
۱)← HbA_1: ۹۷ درصد هموگلوبین افراد بالغ: مرکب از دو زنجیره‌ی آلفا و ۲ زنجیره‌ی بتا $\alpha\alpha/\beta\beta$
۲)← HbA_2: ۲درصد هموگلوبین بالغین: مرکب از ۲ زنجیره‌ی آلفا و ۲ زنجیره‌ی دلتا $\alpha\alpha/\delta\delta$
۳)← HbF: دو زنجیره‌ی آلفا و ۲ زنجیره‌ی گاما دارد و در دوره‌ی جنینی هموگلوبین غالب است میزان طبیعی آن در مردان ۱۵gr/dl و در زنان حدود ۱۳/۵gr/dمی باشد. $\alpha\alpha/\gamma\gamma$
اریتروسیت‌ها در طی فرایند بالغ شدن، میتوکندری، ریبوزوم و بسیاری از آنزیم‌های سیتوپلاسمی خود را از دست می‌دهند و چون فاقد هسته و سایر ارگان‌هایی که مورد نیاز برای سنتز پروتئین هستند، قادر به سنتز هموگلوبین نمی‌باشند. بنابراین منشا انرژی انها، گلوکز است که به صورت بی‌هوازی به لاکتات تجزیه می‌شود.
اریتروسیت های انسان تا حدود ۲۰ روز در گردش خون زنده می‌مانند و بعد از این زمان فرسوده شده و توسط ماکروفاژهای طحال و مغز استخوان برداشته می‌شوند.

لکوسیت‌ها:

به تعداد ۶ تا ۱۰ هزار عدد در هر میکرولیتر خون حضور دارند و در شرایط عفونت افزایش می‌یابند. هسته دار و متحرک هستند و از طریق دیاپدز از جدار رگ‌ها خارج می‌شوند.
گرانولوسیت‌ها: شامل نوتروفیل‌ها، اسیدوفیل‌ها (ائوزینوفیل‌ها) و بازوفیل‌ها می‌باشند که وجه اشترک آنها، وجود هسته‌ی چند لوبه است.
عمرشان ۱ تا ۴ روز است که فقط ۱۰-۶ ساعت آن را در خون می‌گذرانند. غیر قابل تقسیم هستند و سیستم پروتئین سازی پیشرفته‌ای ندارند.
۱) نوتروفیل‌ها : ۷۰-۶۰ درصد لکوسیت‌ها را تشکیل می‌دهند. هسته‌ی ۵ -۲ لوبه دارند. جسم بار (Bar body) یا کروماتین جنسی، در ۳ درصد افراد مونث به یکی از لوب هایشان متصل است که حاصل غیر فعال شدن یکی از کروموزوم‌های X است.
گرانول هایشان دو دسته‌اند: دسته اول، گرانول‌های اختصاصی: که حاوی فسفاتاز قلیایی، کلاژناز و مواد باکتری کش مانند لاکتوفرین و لیزوزیم است. دسته دوم، گرانول‌های آزوروفیل: که لیزوزوم‌های اولیه محسوب می‌شوند و حاوی آنزیم لیزوزومی می‌باشند.
نوتروفیل‌ها تحت تاثیر عوامل شیمیوتاکتیک به محل عفونت جذب می‌شوند و فاگوسیتوز می‌کنند. عبور آنها از وریدچه‌های پشت مویرگی تحت تاثیر سلکتین و گیرنده‌ی آن انجام می‌شود. این سلول‌ها حاوی مقدار کمی گلیکوژن برای تامین انرژی می‌باشند که هم

به صورت هوازی و هم به صورت غیر هوازی انجام می‌شود.

۲) **ائوزینوفیل ها:** معمولاً هسته‌ی ۲ لوبه دارند و فقط ۲-۴ درصد لکوسیت‌ها راتشکیل می دهند. گرانول اختصاصی آن، دارای دو بخش است. انترنوم در وسط که حاوی پروتئین بازی اصلی (MBP) است که نقش ضد انگلی دارد و بخش اکسترنوم که حاوی آنزیم‌های لیزوزومی اسید فسفاتاز، میلوپراکسیداز، ریبونوکلئاز، آریل سولفاتاز، پراکسیداز و هیستامیناز می‌باشد. این سلول‌ها به مقدار زیاد در بافت زیرین دستگاه‌های گوارش و تنفسی حضور دارند و در شرایط بیماری‌های انگلی افزایش می‌یابند. آنزیم‌های تجزیه کننده‌ی لوکوترین‌ها و هیستامین باعث کنترل پاسخ ایمنی توسط این سلول‌ها می‌گردد. کورتیکواستروئیدها از خروج این سلول‌ها از مغز استخوان جلوگیری می‌کنند.

۳) **بازوفیل ها:** کمتر از ۱ درصد لکوسیت‌ها را تشکیل می‌دهند. هسته‌ی خمیده یا دو لوبه دارند. گرانول‌های اختصاصی حاوی هپارین، هیستامین، پراکسیداز و عوامل جذب کننده‌ی ائوزینوفیل هاست. همانند ماست سل‌های بافت همبند برای IgE گیرنده دارند.

آگرانولوسیت ها:

فاقد هسته لوبوله و گرانول هستند، اما سیتوپلاسمشان حاوی گرانول‌های غیر اختصاصی آزوروفیل است.

لنفوسیت ها:

آن دسته از لنفوسیت‌ها راکه قطر ۶ تا ۸ میکرومتری دارند. لنفوسیت های کوچك نام دارند. لنفوسیت های کوچك و متوسط در خون و اعضای لنفی قرار دارند. لنفوسیت‌های بزرگ (۱۸-۱۴ میکرومتری) در اعضای لنفی یافت می‌شوند. سیتوپلاسم لنفوسیت کوچك بسیار ناچیز است و شامل تعداد کمی میتوکندری و یك دستگاه گلژی کوچك است.

مونوسیت‌ها:

دارای هسته‌ی تخم مرغی یا نعل اسبی هستند و به علت توزیع ظریف کروماتین، کمتر از هسته‌ی لنفوسیت‌های بزرگ رنگ می‌گیرند.

پلاکت‌ها:

قطر آنها ۲ تا ۴ میکرومتر است و از قطعه، قطعه شدن مگاکاریوسیت‌های پلی پلوئید موجود در مغز استخوان بوجود می‌آیند. در هر میکرولیتر، حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ هزار پلاکت وجود دارد و طول عمر آنها حدود ۱۰ روز می‌باشد. پلاکت‌ها دارای یك منطقه‌ی شفاف محیطی به نام هیالومر هستند که مولکول‌های اکتین و میوزین در این ناحیه دستگاه انقباضی را می‌سازد. همچنین دارای یك منطقه‌ی مرکزی به نام گرانولومر هستند که حاوی گرانول‌های ارغوانی‌اند.

☜ **نکته:** خون بیماران هموفیلی به طور طبیعی منعقد نمی‌شود زیرا افراد هموفیلی A ، فاقد فاکتور انعقادی VII هستند یا فرم ناقصی از آن را دارند و افراد هموفیلی B نقص در فاکتور IX را دارند.

خونسازی:

در بالغین مغز استخوان اصلی ترین محل خون‌سازی است اما کبد و طحال هم د رشرایط اضطراری این قابلیت را دارند. سلول‌های خونی، از سلول‌های بنیادی پرتوان (pluripotent Stem cell)حاصل می‌شوند که این سلول‌ها قابلیت تبدیل به رده‌های دیگر سلولی را نیز دارند.

اریتروسیت سازی:

سلول سازنده‌ی اریتروسیت‌ها (ECFU) متمایز و بالغ شده و اریتروسیت‌های بالغ را می‌سازد. مراحل این تکامل به شرح زیر است:

(پرواریتروبلاست ← اریتروبلاست بازوفیلیک ← اریتروبلاست پلی کروماتوفیلیک ← نورموبلاست ← رتیکولوسیت ← اریتروبلاست)

☜ **نکته:** در مرحله نورموبلاست هسته توسط ماتریکس اطرافش به خارج سلول دفع شده و رتیکولوسیت ساخته می‌شود که در شرایط طبیعی ۲-۱ درصد گویچه‌های قرمز راتشکیل می‌دهد. اریتروسیت سازی در پاسخ به اریتروپویتین ساخته شده در کلیه، انجام می‌گیرد. هورمون‌های تیروکسین، تستوسترون، کورتیزون و هورمون رشد هم می‌توانند خون سازی را تحریک کنند ولی استروژن این فرایند را مهار می‌کند.

گرانولوسیت سازی:

از سلول‌های چند توان میلوئید ساخته می‌شوند. میلوبلاست، نابالغ‌ترین سلول قابل شناسایی در

رده‌های میلوئید است. که فاقد گرانول می‌باشد. از تقسیم میلوبلاست‌ها، پرومیلوبلاست ساخته می‌شود که حاوی گرانول‌های آزوروفیل است. مرحله‌ی بعدی میلوسیت است که سنتز گرانول‌های اختصاصی از این مرحله آغاز شده و سه نوع نوتروفیلیک، اسیدوفیلیک و بازوفیلیک دیده می‌شود. سلول بعدی این رده متامیلوسیت است که دارای گرانول‌های اختصاصی مختلف است. فرورفتگی‌های هسته در مراحل بعد باعث به وجود آمدن سه رده‌ی متفاوت گرانولوسیت‌ها می‌گردد. این فرایند حدود ۱۰ روز طول می‌کشد.

مونوسیت سازی: ترتیب سلول‌ها به این صورت است: مونوبلاست← پرومونوسیت←مونوسیت بالغ که فاقد گرانول‌های اختصاصی است.

لنفوسیت سازی: تمایز لنفوسیت‌های T تولید شده در مغز استخوان در تیموس ادامه می‌یابد و لنفوسیت‌های B نیز در مغز استخوان مانده و مراحل تمایز را طی می‌کنند سلول‌های قابل تشخیص این رده عبارتند از: لنفوبلاست← پرولنفوسیت← لنفوسیت بالغ

نکات:

- سنتزهموگلوبین در RBC بالغ متوقف می‌شود.
- گرانول‌های ماست سل‌ها خاصیت متاکرومازی دارند.

فصل ۶: دستگاه گردش خون و لنف:

شریان ها← شریانچه ها← مویرگ‌ها (محل تبادل مواد)← وریدچه ها ← وریدهای بزرگ

اجزای تشکیل دهنده دیواره عروق:

شامل ۳ ساختمان اصلی اندوتلیوم، بافت عضلانی و بافت همبند می‌باشند.

نقش‌های اندوتلیوم عبارتنداز: ۱) تبادل بین خون و بافت‌های اطراف ۲) تبدیل آنژیوتانسین I به آنژیوتانسین II ۳) تبدیل ترکیباتی مانند پروستاگلاندین و برادی کینین به ترکیبات بی‌اثر.۴) تولید فاکتورهای وازواکتیو ۵) فعالیت ضد تشکیل لخته

ساختمان کلی رگ‌های خونی:

لایه داخلی (intima): لایه‌ای از سلول های اندوتلیال است که با یک لایه زیر اندوتلیال از بافت همبند سست سلول‌های عضله‌ی صاف پراکنده، پشتیبانی می‌شود. در شریان‌ها، اینتیما با یک تیغه الاستیک داخلی (متشکل از الاستین)، از مدیا جدا می‌شود.

لایه میانی (media): از عضلات صاف و الیاف الاستیک در میانشان تشکیل شده است. رشته‌های کلاژن، رتیکولر و پروتئوگلیکان‌ها هم دیده می‌شوند. نازک شدن غیر طبیعی این لایه آنوریسم(aneurysm) گفته می‌شود. در شریان‌ها، مدیا، لایه نازک تری موسوم به تیغه‌ی الاستیک خارجی دارد، که آن را از لایه آدوانتیس جدا می‌کند.

لایه‌ی ادوانتیس: از کلاژن نوع I والیاف الاستیک تشکیل شده است.

رگ رگ‌ها(Vasa Vasorum): این رگ‌ها، شریانچه‌ها، مویرگ‌ها و وریدچه‌هایی هستند که در حد گسترده‌ای در آدوانتیس و بخش خارجی مدیا، انشعاب می‌یابند و متابولیت‌ها را برای این لایه ها تامین می‌کنند.

شریان ها:

به سه دسته‌ی بزرگ یا الاستیک، متوسط یا عضلانی و کوچک یا شریانچه تقسیم می‌شوند که این تقسیمات مطلق نیستند.

شریان‌های الاستیک: شامل آئورت و شاخه‌های اصلی آن و شرایین ریوی می‌باشد. لایه‌ی زیر اندوتلیال حاوی مقدار کمی فیبروبلاست و عضله صاف است، مدیا از عضلات صاف پراکنده، الیاف الاستیک و کلاژن کم ساخته شده است. تیغه‌های ارتجاعی خیلی واضح نیستند. شریان‌های الاستیک باعث جریان پیوسته خون می‌شوند.

شریان‌های عضلانی:

به شریان‌های توزیع کننده موسومند. طبقه انتیما مشابه شریان‌های الاستیک اما فاقد عضله است. مدیا عمدتا شامل عضلات حلقوی و مارپیچی است که الیاف کلاژن و رتیکولر و الاستیک پراکنده بینشان وجود دارد. گاها ادوانتیس این شریان‌ها دسته جات عضلانی صاف طولی نیز دارد.

شریانچه‌ها:

قطر کمتر از ۰/۵ میلی متر دارند. فاقد تیغه‌ی ارتجاعی خارجی هستند و تیغه ارتجاعی داخلی هم در شریانچه‌های کوچک دیده نمی شود. انقباض عضلات لایه‌ی مدیا، قطر رگ را تغییر می‌دهد به مت آرتریول

ختم می‌شوند و در محل تبدیل مت آرتریول به مویرگ، لایه عضلانی آن به عنوان اسفنکتر پیش مویرگی عمل می‌کند.

مویرگ ها:

قطر حدود ۹-۷ میکرومتر (به اندازه‌ی RBC۱) دارند. فاقد مدیا و ادونتیس می‌باشند. متشکل از یک ردیف سلول اندوتلیوم که همراه آنها در فواصل نا منظم سلول‌های پری سیت دیده می‌شوند که حاوی فیلامنت‌های انقباضی هستند و در ترمیم رگ نیز دخالت دارند(زایا هستند). پری سیت‌ها در اطراف وریدچه‌ها و شریانچه‌های کوچک نیز دیده می‌شوند. مویرگ‌ها سه دسته هستند:

۱- **مویرگ‌های پیوسته:** سلول‌های اندوتلیالشان بدون منفذ است و با اتصال محکم به هم وصل شده اند. در عضلات، بافت همبند و بافت عصبی حضور دارند.

۲- **مویرگ‌های منفذ دار:** سلول‌های اندوتلیالشان منافذی به قطر ۸۰-۶۰ نانومتر دارند اما تیغه‌ی پایه فاقد منفذ است در پانکراس، اطراف لوله‌ی گوارش و غدد اندوکرین دیده می‌شوند. منافذ توسط لایه‌ای به نام دیافراگم پوشیده شده‌اند که در گلومرول‌های کلیوی مویرگ‌ها، فاقد دیافراگم هستند.

۳- **سینوزوئیدها:** بسیار وسیع و دارای شکل نامنظم هستند. سلول‌های اندوتلیال آنها دارای منفذ و بدون دیافراگم با تیغه‌ی پایه‌ی غیر ممتد می‌باشند. در کبد، مغز استخوان و طحال دیده می‌شوند.

اعمال مویرگ‌ها:

مهمترین محل برای مبادلات بین خون و مواد غذایی، اکسیژن و دی اکسید کربن هستند. این انتقالات توسط وزیکول‌های پینوسیتوزی انجام می‌گیرد. در شرایط التهابی ترشح هیستامین و برادی کینین عبور لکوسیت‌ها از جدار مویرگ‌ها را افزایش می‌دهد. مهمترین اعمال دیگر عبارتند از: افزایش فشار خون –غیر فعال کردن موادی مثل برادی کینین، پروستاگلاندین ها، سروتونین –لیپولیز و جلوگیری از ترومبوز - تولید اندوتلین (تنگ کننده) و نیتریک اکساید (گشاد کننده).

ورید ها:

قطر بزرگ تر از شریان دارند همچنین دارای دیواره‌ی نازک تر، مدیای نازک تر و ادونتیس ضخیم تری نسبت به شریان‌ها هستند.

وریدهای بزرگ: از طبقه‌ی انتیما و لایه زیر اندوتلیوم ضخیمی تشکیل شده اند. مدیا نازک است و ادونتیس ضخیم ترین لایه می‌باشد که حاوی دسته هایی از عضلات صاف طولی نیز هست.

وریدهای متوسط: مثل وریدهای جلدی و اندامی انتیما نازک و ادونتیس به طور واضحی از مدیا ضخیم تر است. به خصوص در اندام‌ها حاوی دریچه هایی از جنس انتیما می‌باشند.

وریدچه‌ها: قطر ۰/۲ تا یک میلی متر دارند. انتیما به صورت یک لایه سلول روی غشای پایه است. مدیا بسیار نازک و ادوانتیس ضخیم ترین لایه می‌باشد. وریدچه‌های مرتبط با مویرگ بسیار کوچک هستند (وریدچه‌های پشت مویرگی) و دو عمل مهم دارند:
۱)←برگشت مایعات خارج شده از رگ به گردش خون
۲)←شرکت در واکنش آماسی به علت پاسخ دادن به هیستامین. در اعضاء لنفی و محل خروج لنفوسیت‌ها هم هستند.

اعصاب و رگ‌ها:

اعصابی که عضلات صاف دیواره عروق را عصب می‌دهند وازوموتور (Vasomotor) نام دارند که عموماً رشته‌های بدون میلین سمپاتیک هستند. به لایه خارجی عضلات مدیا عصب می‌دهند و لایه‌ی داخلی از طریق اتصالات سوراخ دار تحریک می‌شود. شریان‌های عضلات اسکلتی توسط پاراسمپاتیک عصب دهی می‌شوند، که در هنگام تحریک، اتساع می‌یابند پایانه‌های حسی اعصاب شامل موارد زیر هستند:

سینوس کاروتید: در محل دو شاخه شدن کاروتید وجود دارد. در این ناحیه انتیما نازک و ادوانتیس ضخیم می‌باشد. دارای پایانه‌های حسی متعدد است که گیرنده‌ی فشار هستند و تحریکات را به CNSمنتقل می‌کنند.

اجسام کاروتید: گیرنده‌های شیمیایی حساس به اسیدیته و فشار اکسیژن-دی اکسید کربن هستند و از طریق رفلکس‌های تنفسی و قلبی عروقی این موارد را تنظیم می‌کنند. توده هایی هستند متشکل از سلول‌های اپی تلیوئید، مویرگ‌های سینوزوئیدی منفذ دار و رشته‌های عصبی. سلول‌های اپی تلیوئید دو نوع‌اند:

I ←سلول‌های گلوموس که سیناپس عصبی دارند و
II←سلول‌های غلافی

قلب:
۱- طبقه‌ی داخلی یا اندوکارد: همانند انتیما در شریان‌ها از یک ردیف سلول سنگفرشی تشکیل شده است.
۲- لایه میانی یا میوکارد: معادل طبقه‌ی مدیای رگ‌ها
۳- لایه خارجی یا اپی کاردیوم: پرده‌ی دو لایه‌ای که لایه‌ی احشایی آن دور قلب را گرفته و اپی کاردیوم نامیده می‌شود.

تغییرات سنی شریان ها:
معمول ترین تغییر آرترو اسکلروز است که با ضخیم شدگی انتیما، تکثیر سلول‌های عضلانی و اجزاء بافت همبندی و تجمع کلسترول و ماکروفاژ مشخص می‌شود. (سلول‌های حبابی یا Foam cell.) به علت برجسته شدن به داخل لومن (آتروما) می‌توانند جریان خون را کاهش دهند که در ادامه منجربه ایسکمی و انفارکتوس می‌شوند. شریان‌های آئورت، کلیوی، مغزی و کرونر مستعد این پدیده هستند. این ضایعات زمینه‌ی ترومبوز را هم فراهم می‌کنند سفت شدن شریان در اثر تغییرات انتیما یا افزایش ضخامت رگ آرتریواسکلروز نام دارد.

رگ‌های لنفی:
فقط در سیستم عصبی مرکزی، استخوان و غضروف حضور ندارند. به صورت بن بست از بافت‌ها سرچشمه گرفته و مایع لنف را به گردش خون باز می‌گردانند. جریان لنف یک طرفه به سمت قلب است. تیغه‌ی پایه غیر ممتد بوده و بین سلول‌ها شکاف وجود دارد. رگ‌های لنفی بزرگ هر سه لایه‌ی عروقی را دارند اما بسیار نازک تر از ورید ها. همچنین این عروق دارای دریچه از جنس انتیما هستند.

نکات :

- پیوندهای شریانی وریدی در تنظیم فشار خون، جریان خون و دما نقش دارند.
- مویرگ‌های غدد درون ریز منفذ دار و دارای دیافراگم هستند.
- وریدچه‌های پشت مویرگی گره‌های لنفی حاوی سلول‌های اندوتلیال بلند هستند.

فصل ۷: بافت عضلانی:

عضله اسکلتی:
عضلات مخطط و ارادی هستند. از به هم پیوستن میوبلاست‌های چند هسته‌ای و بلند به وجود می‌آیند که رشته‌ی عضلانی (Myofiber) نامیده می‌شوند هسته سلول‌ها، متعدد و چسبیده به غشا می‌باشد در سیتوپلاسم آن فیلامنت‌های اکتین و میوزین به صورت دسته‌های میوفیبریل (Myofibril) قرار گرفته اند. عضلات را بافت همبند اپی میزیوم احاطه کرده است که انشعابات آن، پری میزیوم نام دارد. هر سلول عضلانی توسط اندومیزیوم پوشیده شده است.

نکته: صفحات بینابینی (intercalated disk) در محل تماس انتها، به انتهای سلول یافت می‌شوند، که فقط در عضله‌ی قلب دیده می‌شوند.

سازمان بندی عضله‌ی مخطط:
دو دسته نوار عرضی وجود دارد: نوار A (anisotropic) و نوار I (isotropic). با توجه به رنگ آمیزی نوار A را تیره و نوار I را روشن می‌نامند. در مراکز نوار روشن، نوار تیره‌ی بسیار ظریفی به نام نوار Z دیده می‌شود. حد فاصل بین دو نوار Z را سارکومر می‌نامند که طول آن در حالت استراحت ۳-۲ میکرومتر است و واحد ساختمانی سلول عضلانی محسوب می‌شود.
در قسمت میانی نوار A ناحیه‌ی نسبتاً روشن نوار H دیده می‌شود که در مرکز آن خط M وجود دارد. در هر سارکومر فیلامنت‌های اکتین به نوار Z چسبیده‌اند که عمدتا از فیلامنت حد واسط دسمین و پروتئین‌های pleetin و Crytallin تشکیل شده است. پروتئین α اکتینین، فیلامنت‌های اکتین را به نوار z و پروتئین دیستروفین، این فیلامنت‌ها را به غشای عضله‌ی اسکلتی متصل می‌کند.
نوار A محل قرارگیری فیلامنت‌های میوزین است. درحالت استراحت در قسمت‌های جانبی نوار تیره، اکتین و میوزین تداخل دارند. در حالی که قسمت میانی فقط از میوزین تشکیل شده است. خط M محل اتصال فیلامنت‌های میوزین به همدیگر است. این خط حاوی کراتین کیناز هم می‌باشد و ATP تولید می‌کند. در هنگام انقباض وسعت نوارهای I و H کاهش ولی نوار A و خط M ثابت می‌مانند.

سازمان بندی رشته‌های عضله اسکلتی:

فیلامنت‌های نازک: حاوی سه نوع پروتئین هستند.

۱) اکتین: زیر واحدهای G-actin که به هم متصل شده و دو رشته‌ی به هم پیچیده می‌سازند. G-actin دارای محلی برای اتصال میوزین است

۲) تروپومیوزین: دو زنجیره‌ی پلی‌پپتیدی به هم پیچیده که مولکول‌های آن در طول اکتین رشته‌ای در فرو رفتگی‌های بین دو زنجیره قرار می‌گیرد.

۳) تروپونین: در فاصله ۴۰ نانو متری به تروپومیوزین چسبیده و سه زیر واحد دارد:

TNT ← به تروپومیوزین می‌چسبد

TNC ← اتصال به کلسیم را بر عهده دارد.

TNI ← تعامل بین اکتین و میوزین را مهار می‌کند

فیلامنت ضخیم:

از میوزین تشکیل شده که دو زنجیره‌ی سنگین و دو جفت زنجیره‌ی سبک دارد. سرمیوزین دارای محلی برای اتصال به میوزین، محلی برای اتصال به اکتین و دارنده‌ی توانایی آنزیمی برای هیدرولیز ATP است.

پروتئین‌های فرعی سلول‌های عضلانی:

نبولین: به نوار Z چسبیده و طول اکتین را تنظیم می‌کند

میومزین: اتصال جانبی میوزین‌ها در نوار M را بر عهده دارد.

پروتئین C: اتصال عرضی میوزین‌ها در نوار M می‌شود.

تینین (Tinin): اتصال میوزین‌ها به نوار Z را بر عهده دارد.

انواع سلول‌های عضله‌ی مخطط:

سه دسته هستند:

رشته یا سلول قرمز ← حاوی میتوکندری و میوگلوبین فراوان هستند. از تجزیه اسید چرب و گلوکز ATP تامین می‌کنند و به آهستگی منقبض می‌شوند. (Slow fiber).

رشته‌ها یا سلول‌های سفید ← حاوی میوگلوبین و میتوکندری کمتر هستند ولی قطر بیشتری دارند، سریع منقبض می‌شوند و برای فعالیت‌های کوتاه مدت مناسبند.

مکانیسم انقباض:

انقباض شامل اتصال سرمیوزین به اکتین، فعال شدن ATPase، خم شدن سرمیوزین و کشیده شدن اکتین‌ها به طرفشان و کوتاه شدن سارکومر است. در عضله در حال استراحت، محل اکتین با میوزین توسط تروپونین و تروپومیوزین پوشانده شده که بالا رفتن کلسیم سیتوپلاسم و اتصال آن به واحد TNC تروپونین این محل را آشکار می‌کند. برای جدا شدن سرهای میوزین و اکتین می‌بایست دوباره یک مولکول ATP جدید به سرمیوزین بچسبد. نبود ATP بعد از مرگ، جمود نعشی نام دارد.

سیستم لوله‌های عرضی:

در حد فاصل نوارهای روشن وتیره قرار دارند. در محل این لوله‌ها قسمتی از شبکه‌ی اندوپلاسمی به صورت کیسه‌های متسع انتهایی در می‌آید که مجموعاً سیستم T یا ۳ تایی را به وجود می‌آورند. لوله‌های عرضی موج دپلاریزاسیون را به شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف می‌رسانند و کلسیم آزاد می‌شود و به این ترتیب شروع انقباض رخ می‌دهد. برگشت یون‌های کلسیم به داخل SER توسط انتقال فعال است.

نکته: در واقع ۳ تایی یا triad شامل یك لوله T با دو بخش طرفی شبکه‌ی سارکوپلاسمی می‌باشد.

عصب‌دهی:

رشته‌های عصبی عصب حرکتی پس از رسیدن به پری میزیوم از هم جدا شده و هر آکسون یک سلول را عصب دهی می‌کند که به محل اتصال این رشته‌ی عصبی به عضله‌ی مخطط، صفحه‌ی محرکه‌ی انتهایی می‌گویند. رشته‌های عصبی در این ناحیه میلین خود را از دست می‌دهند و فقط سلول‌های شوان آنها را می‌پوشاند انتهای رشته عصبی (تکمه انتهایی) تعداد زیادی میتوکندری و وزیکول سیناپسی دارد که حاوی استیل کولین است که به شکاف سیناپسی آزاد می‌شود. استیل کولین به رسپتورهای غشا متصل شده و نفوذ پذیری غشا را به یون سدیم افزایش می‌دهد در نتیجه پتانسیل عمل ایجاد شد وانتشار می‌یابد سپس کلسیم از SER آزاد شده و انقباض صورت می‌گیرد. استیل کولین توسط آنزیم کولین استراز تجزیه می‌شود. کاهش تعداد گیرنده‌های استیل کولین بیماری میاستنی گراویس ایجاد می‌کند که ناشی از تخریب گیرنده‌ها توسط آنتی بادی‌های خود واکنش گر است.

دوک‌های عضلانی

مجموعه‌ی سلول‌های عضلانی تغییر یافته و اعصاب

همراهشان، دوک عضلانی نامیده می‌شود که دو دسته رشته درون آن وجود دارد:

الف) رشته‌های Nuclear bag: در قسمت مرکزی خود، نوار تیره و روشن ندارند و پر از هسته هستند.

ب) رشته‌های Nuclear chain: هسته‌ها در محور طولی، زنجیر وار قرار گرفته اند. دوک عضلانی گیرنده کششی است. اعصاب حسی در تاندون‌ها ارگان تاندونی گلژی را می‌سازد که انتهاهای عصبی بدون میلین و گیرنده‌ی فشار هستند.

رگ‌های عضله مخطط تا اندومیزیوم پیشروی کرده و در آنجا شبکه تشکیل می‌دهند.

ترمیم عضله اسکلتی:

قطع عصب و رگ می‌تواند باعث آتروفی یا مرگ سلول عضلانی شود این سلول‌ها قابل ترمیم نیستند درنتیجه سلول‌های از بین رفته با بافت همبند و چربی جایگزین می‌شود اما با این حال بافت عضلانی توسط سلول‌های قمری (satellite cell) به صورت محدود ترمیم می‌یابد. در واقع این سلول‌ها، سلول‌های بنیادی درعضله مخطط می‌باشند.

عضله قلبی:

بسیار کوچکتر از سلول‌های مخطط بوده و محدوده‌ی طولی هر سلول توسط صفحه‌ی بینابینی (intercalated disk) مشخص شده است. دارای یک یا دو هسته هستند و توسط اندومیزیوم پوشیده شده‌اند. مکانیسم انقباض مانند عضله مخطط می‌باشد اما انرژی مورد نیاز آن عمدتاً از تری گلیسیریدها تأمین می‌شود. غیر قابل ترمیم هستند و با افزایش سن، رنگ دانه‌ی لیپوفوشین در آنها تجمع می‌یابد.

ویژگی‌های سلول‌های عضله‌ی قلبی:

نسبت به عضله مخطط غشای نازک‌تر، میتوکندری بیشتری دارند ولی توسعه‌ی شبکه‌ی آندوپلاسمی کمتر است. لوله‌های عرضی (سیستم T) در محل نوار Z قرار گرفته‌اند (مخطط ← بین I و A). لوله‌های عرضی در سلول قلبی فقط دریک طرف خود با کیسه‌های انتهایی شبکه آندوپلاسمی همراهند← دیاد (diad). صفحه‌های پلکانی در قسمت عمودی از اتصالات دسموزومی و فاسیا و در قسمت‌های افقی از اتصالات سوراخ دار تشکیل شده است.

سلول‌های عضلانی دهلیز قلب حاوی گرانول‌های کاردیوناترین (باعث دفع آب و سدیم می‌شود) و کاردیودیلاتین (گشاد کننده عروق) می‌باشند.

سیستم هدایتی قلب:

تحریک خود به خودی قلب حاصل از عملکرد سلول‌های تخصص یافته‌ی عضلانی است که عبارت‌اند از: گره سینوسی- دهلیزی و گره دهلیزی - بطنی، دسته‌های هیس و رشته‌های پورکنژ که زیر اندوکارد هستند. سلول‌های سازنده‌ی این ساختمان‌ها کوچک و حاوی میوفیبریل هستند و اتصال بینشان از نوع سوراخ دار است. اعصاب اتونوم گره‌های SA و AV را عصب دهی می‌کنند که بدون میلین می‌باشند.

حلقه‌ی فیبروزی محل قرار گیری دریچه‌های قلبی است. دریچه‌ها شامل سه لایه‌ی زیر هستند:

۱-لایه فیبروز در محور دریچه‌ها

۲-لایه اسفنجی در طرف دهلیزی یا عروقی دریچه ها

۳-لایه بطنی در سطح بطنی دریچه‌های AV که بوسیله‌ی اندوتلیوم پوشیده شده است.

عضله صاف:

فاقد نوارهای تیره و روشن می‌باشد. شامل عضلات دیواره‌ی مجاری تنفسی، ادراری و گردش خون و همه احشاء شکمی می‌باشند. دوکی شکل بوده و توسط اندومیزیوم پوشیده شده است. علاوه بر اکتین و میوزین فیلامنت‌های حد واسط دسمین و اسکلتین و وایمنتین هم دیده می‌شوند. اجسام متراکم در سیتوپلاسم عضله صاف مانند نوار Z حاوی α- اکتینین هستند. نسبت اکتینین به میوزین در عضله صاف بیشتر است. همچنین این سلول‌ها قادر به تمایز و تقسیم و ترمیم هستند.

مکانیسم انقباض عضله‌ی صاف:

کلسیم مورد نیاز عمدتاً از مایع خارج سلولی تامین می‌شود. در غشا سلول‌های عضلانی کانال‌های کلسیم وجود دارد که برخی وابسته به لیگاند هستند و می‌توانند توسط هورمون‌ها فعال شوند. کلسیم درون سلول به کالمودولین (Calmodulin) متصل می‌شود و کیناز زنجیره‌ی سبک میوزین را فعال می‌کند که این فرایند سبب فسفوریله شدن میوزین می‌شود. سپس میوزین فسفریله با اکتین موجب تجزیه‌ی ATP و کوتاه شدن فیلامنت‌ها درتمام جهات می‌شود استروژن و

پروژسترون به ترتیب با کم وزیاد کردن cAMP داخل سلولی، انقباض عضلات صاف را افزایش و کاهش می‌دهند. عضلات صاف عروق تحت تاثیر اعصاب وازوموتور و در احشاء به صورت خودکار منقبض می‌شوند. اعصاب بدون میلین سمپاتیک در روده و مجاری باعث انبساط و در عروق باعث انقباض می‌گردد. تحریک عصبی توسط نوروترنسمیترهای آزاد شده در پایانه‌ی عصبی منتقل می‌شود و از طریق اتصالات سوراخ دار منتشر می‌شود.

نکات:

- چین‌های اتصالی در صفحه‌ی محرک عصبی مربوط به سلول عضلانی است.
- سلول‌های قلبی و اسکلتی فقط از نظر ساختار میوفیلامنت‌ها شبیه هستند.
- پروتئین کیناز موجود در خط M درون میتوکندری و شبکه‌ی اندوپلاسمی صاف قرار دارد.

فصل ۸: بافت عصبی و دستگاه عصبی:

پیچیده ترین دستگاه بدن، که دارای بیش از ۱۰۰ میلیون سلول عصبی و تعداد بیشتری سلول گلیال است. از اکتودرم جنینی تکامل می‌یابد. اکتودرم تحت القای نوتوکورد زیرین ← صفحه‌ی عصبی را تشکیل می‌دهد، لبه‌های صفحه ضخیم می‌شود و مهاجرت به سمت داخل می‌کند و گوده‌ی عصبی را ایجاد می‌کند. در نهایت ناودان عصبی تشکیل می‌شود که این ناودان‌های عصبی، با پیوستن به هم، لوله عصبی را می‌سازند. به سلول هایی که در طرفین ناودان هستند، ستیغ عصبی (Neural crest)می گویند.

مشتقات اکتودرم: نورون‌ها، سلول‌های گلیال، سلول‌های پوششی شبکه‌ی کوروئید، سلول‌های اپاندیمی

مشتقات ستیغ عصبی: ملانوسیت‌ها، ادنتوبلاست ها، سلول‌های نرم شامه و عنکبوتیه، سلول‌های کرومافین مرکز غده آدرنال، نورون‌های پس عقده‌ای اتونوم، نورون‌های عقده‌های حسی جمجمه‌ای و نخاعی، سلول‌های شوان، سلول‌های اقماری و عقده‌های محیطی.

▲ **نورون‌ها:** عمل دریافت و پردازش تحریکات، را بر عهده دارند.

از سه بخش تشکیل شده‌اند: پری کاریون، دندریت، آکسون

پری کاریون:

شامل هسته و سیتوپلاسم است. مرکز تغذیه‌ای با امکان دریافت تحریکات، اشکال و اندازه‌های مختلف می‌باشد (میکرومتر ۱۵۰-۵). هسته‌ی منفرد، کروی، بزرگ، یوکروماتین دارد.

نکته: سلول‌های عصبی در عقده‌های حسی سمپاتیک، دو هسته دارند.

شبکه اندوپلاسمی خشن پیش رفته+ ریبوزوم‌های آزاد، به صورت دانه‌های بازوفیل هستند، که اجسام نیسل نامیده می‌شوند. دستگاه گلژی فقط در جسم سلولی، میتوکندری‌ها در پایانه‌ی آکسون فراوانند.

نورون‌ها از نظر زوائد:

۱) چند قطبی: بیشتر نورون ها دراین دسته قرار دارند و بیش از دو زائده (یك آکسون و چنددندریت) دارند.

۲) دو قطبی: دارای یک دندریت و یک آکسون هستند در عقده‌ی حلزونی و دهلیزی گوش و شبکیه و مخاط بویایی یافت می‌شوند.

۳) یک قطبی کاذب: نورون‌های ریشه پشتی اعصاب نخاعی، اکثر عقده‌های جمجمه ای در این دسته جای می‌گیرند.

نکته: در نورون‌های یک قطبی کاذب تحریکات بدون عبور از پری کاریون به آکسون منتقل می‌شود.

دندریت: دریافت و پردازش سیگنال را انجام می‌دهند، قاعده‌ی دندریت در مجاورت جسم سلولی مشابه پری کاریون است اما بدون دستگاه گلژی. عملکرد خارهای دندریت در تغییرات مربوط به سازندگی، یادگیری و حافظه می‌باشد.

آکسون: بلند و بدون انشعاب با طول متفاوت. همه‌ی آکسون‌ها از ناحیه‌ی هرمی شکل پری کاریون به نام تپه‌ی آکسونی منشاء می‌گیرند. قطعه‌ی اولیه (initial segment) بین تپه آکسونی و نقطه شروع میلینیزاسیون قرار گرفته است. محل جمع جبری امواج است و منجر به انتشار یا عدم انتشار یک پیام عصبی (پتانسیل عمل) می‌شود و دارای چندین نوع کانال یونی

است. عدم وجود پلی ریبوزوم و شبکه‌ی اندوپلاسمی خشن نشان دهنده‌ی وابستگی آکسون به پری کاریون است. جریان‌های موجود در اکسون:

۱) جریان آهسته: انتقال پروتئین‌ها و میکروفیلامنت‌ها

۲) جریان متوسط: انتقال میتوکندری

۳) جریان سریع که وزیکول‌ها را به پایانه‌های آکسون انتقال می‌دهد. جریان Retrograde مواد بر داشته شده در پایانه را به سمت جسم سلولی انتقال می‌دهد. پروتئین‌های تسهیل کننده این حرکات دینین (Dynein) و کینزین (Kinesin) هستند اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای آکسون ۶۵mv- می‌باشد که در هنگام تحریک به ۳۰mv+ می‌رسد ← ادامه‌ی پتانسیل عمل و برگشت اختلاف پتانسیل به ۶۵- ←آزاد شدن واسطه‌ی عصبی از پایانه.

نکته: بی حس کننده‌های موضعی با اتصال به کانال‌های سدیمی مانع از پتانسیل عمل می‌شوند.

نکته: نوروپپتیدها درتنظیم احساسات و تمایلات اهمیت دارند.

▲ نوروگلیا:

در دستگاه عصبی مرکزی:

۱) الیگو دندروسیت: زوائدشان دور آکسون می‌پیچد و میلین می‌سازند.

۲) آستروسیت‌ها: ستاره‌ای شکل هستند. دارای زوائد شعاعی متعدد، دسته جات فیلامنت‌های حد واسط پروتئین اسیدی فیبریلی گلیال (GFAP) می‌باشند. نقش ساختمانی، تنظیم محیط یونی و شیمیایی نورون، تشکیل بافت جوشگاهی در زمان آسیب، ایجاد لایه‌ی محافظ در سطح خارجی دستگاه عصبی مرکزی، پاسخ به محرک‌های مختلف به دلیل داشتن گیرنده‌های اسید آمینه‌ای (GABA) پپتیدی (ناتریورتیک، Ag، اندوپپتین‌ها و...)، تاثیر روی بقا و فعالیت نورون با جذب نورواکتیوهای اضافی موضعی و ترشح مواد نرواکتیو (انکفالین، سوماتواستاتین و ...)، تبدیل گلوکز به لاکتات از ویژگی‌های این سلول هاست. این سلول‌ها با پاهای دور عروقی بین مویرگ‌ها و نورون‌ها ارتباط برقرار می‌کنند. آستروسیت‌های پروتوپلاسمی در ماده‌ی خاکستری و انواع دیگر در ماده‌ی سفید یافت می‌شوند.

۳) سلول‌های اپاندیمی: سلول‌های پوششی استوانه‌ای، پوشش مجرای نخاع. در دوران جنینی مژه دار هستند بعد از تولد به جز سقف بطن سوم بدون مژه می‌شوند.

۴) میکروگلی: هسته کشیده و متراکم دارد، اعمال این سلول‌ها:

۱)به عنوان ماکروفاژ عمل می‌کنند.

۲)دخالت در التهاب و ترمیم دارند.

۳)تولید و آزاد سازی پروتئاز خنثی و رادیکال‌های اکسیداتیو

۴)سلول‌های ارائه دهنده‌ی آنتی ژن هستند.

۵)ترشح سایتوکین را بر عهده دارند.

در دستگاه عصبی محیطی:

۱) شوان: در اطراف آکسون ها، میلین سازی می‌کنند بر خلاف الیگودندروسیت تنها می‌تواند یک رشته را میلین دار نماید اما می‌تواند چندین اکسون بدون میلین را غلاف کند.

۲) سلول رماک: در واقع سلول شوان بدون قدرت میلین سازی است.

۳) سلول‌های قمری (Satellite): اطراف گانگلیون‌های نخاعی و سمپاتیک قرار دارد.

۴) ترمینال گلیوسیت‌ها: در پایانه‌های عصبی آزاد کپسول دار (پاچینی، رافینی و ...) هستند.

دستگاه عصبی محیطی:

متشکل از اعصاب، عقده‌ها و پایانه‌های عصبی می‌باشد.

اعصاب: از به هم پیوستن رشته‌های عصبی ساخته شده و راه‌های عصبی مختلف را می‌سازند. ۴ دسته هستند:

۱) بامیلین با شوان: اعصاب جمجمه‌ای و نخاعی

۲) با میلین بدون شوان: ماده‌ی سفید مغز و نخاع

۳) بدون میلین با شوان: آکسون عقده‌های اتونوم

۴) بدون میلین بدون شوان: ماده خاکستری

نکته: میلین در واقع لایه‌های متعدد غشای سلول شوان تغییر یافته است که چربی بیشتری دارد.

نکته: هر چه ضخامت میلین بیشتر ← سرعت هدایت بیشتر است.

نکته: هر چه قطعه‌ی بین گره‌های رانویه طویل تر ← سرعت هدایت بیشتر است.

نکته: شکاف اشمیت لانقرمن ← عدم چرخش کامل شوان به دور آکسون است.

بافت همبند متراکمی اعصاب را احاطه می‌کند به نام اپی نوریوم که بوسیله‌ی سلول‌های اپی تلیال پهن پوشیده شده است.

عقده‌ها:

ساختمان‌های بیضی شکل حاوی جسم سلولی نورون‌ها و سلول‌های گلیال که توسط بافت همبند حمایت می‌شوند.

ایستگاه‌های تقویت کننده‌ی ایمپالس هستند. بر اساس جهت هدایت ایمپالس به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱) **عقده‌های حسی:** ایمپالس‌های آوران را دریافت می‌کنند. انواع جمجمه‌ای و نخاعی (ریشه پشتی). دارای نورون‌های یک قطبی کاذب و سلول‌های اقماری، انتقال اطلاعات به ماده‌ی خاکستری.

۲) **عقده‌های خودکار:** حرکتی هستند و هدایت ایمپالس وابرانرا بر عهده دارند دو نوع عقده‌ی خودکار وجود دارد:

۱) پاراسمپاتیک: در ارگان‌های خاص مثل گوارش یافت می‌شوند، فاقد کپسول همبندی‌اند

۲) سمپاتیک: در دو طرف ستون مهره قرار دارند. نورون‌های چند قطبی با هسته‌ی کناری

▲ **دستگاه عصبی خودکار:** (Autonomic nervous system) یک دستگاه حرکتی است اعمال آن کنترل عضله‌ی صاف، ریتم قلب و ترشح برخی غدد، حفظ هموستاز بدن می‌باشد. یک شبکه‌ی دو نورونی که نورون اول در CNS و نورون دوم، با آن در زنجیره‌ی دستگاه عصبی محیطی سیناپس می‌کند. آکسون نورون دوم رشته‌ی پس عقده‌ای نام دارد. سلول‌های بخش مرکزی ادرنال الیاف پیش عقده ای دریافت می‌کنند. (خودشان نورون پس عقده‌ای تغییر یافته هستند.)

دستگاه سمپاتیک:

هسته‌ها در قطعات سینه‌ای قرار دارند. دراین جا، واسطه‌ی شیمیایی، نوراپی نفرین می‌باشد.

دستگاه پاراسمپاتیک:

هسته‌ها در بصل النخاع، مغز میانی و قسمت خارجی طناب نخاعی قرار دارند. نورون دوم معمولاً نزدیک یا درون ارگان مجری قرار دارد. واسطه‌ی شیمیایی آزاد شده استیل کولین (توسط استیل کولین استراز مهار می‌شود) می‌باشد.

نکته: در یک رشته‌ی عصبی آسیب دیده تنها بخش پروگزیمال که به پری کاریون متصل است قابلیت ترمیم دارد (تحت تاثیر فاکتورهای رشدی به نام نوروتروفین)

▲ **دستگاه عصبی مرکزی:**

مننژ: از جنس بافت همبند می‌باشد وظیفه‌ی آن، پوشاندن دستگاه عصبی و محافظت از آن است که مننژ شامل:

۱) **سخت شامه:** سطح داخلی و خارجی آن با اپی تلیوم سنگفرشی ساده پوشیده شده است. در امتداد پریوست جمجمه قرار دارد ولی در نخاع فضای اپی دورال آنرا از پریوست ستون مهره جدا می‌کند. فضای بین سخت شامه و عنکبوتیه ←ساب دورال نام دارد.

نکته: فضای اپی دورال حاوی ورید، بافت همبند و بافت چربی است.

۲) **عنکبوتیه:** فضای زیر آن شبکه‌ای از ترابکولاهاست که حاوی مایع CSF است و با بطن‌های مغزی ارتباط دارد. از بافت همبند فاقد عروق تشکیل شده و سطح آن با اپی تلیوم سنگفرشی پوشیده شده است.

نکته: پرزهای عنکبوتیه فرورفتگی‌های آن به درون سخت شامه است که از طریق ارتباط آن با سینوس‌های وریدی CSF را باز جذب می‌نماید.

۳) **نرم شامه:** بافت همبند پر عروق پوشیده با سنگفرشی است، بین نرم شامه و بافت عصبی لایه‌ی نازکی از زوائد نوروگلیا قرار دارد.

شبکه‌ی کوروئید:

حاصل از برگشتن چین‌های نرم شامه به درون بطن‌های مغزی است. در واقع بافت پر خون منفذ دار است که، سقف بطن سوم و چهارم و دیواره‌های بطن جانبی مفروش شده با اپی تلیوم مکعبی ساده را پوشانده است ناقل یون و ترشح کننده‌ی اصلی مایع CSF است.

▲سد خونی مغزی:
اندوتلیال فاقد روزنه و دارای وزیکول پینوسیتوزی می‌باشد زوائد نوروگلیا در نفوذ پذیری انتخابی آن دخالت دارد.

▲مایع مغزی نخاعی:
شفاف، چگالی پایین و پروتئین کم می‌باشد.
نکته: بافت عصبی مغز فاقد رگ لنفی است.

▲ نخاع:
از ماده سفید و خاکستری تشکیل شده است. ماده سفید حاوی رشته‌های عصبی میلین دار، اولیگودندروسیت‌ها و آستروسیت‌های رشته‌ای است. ماده‌ی خاکستری حاوی اجسام نورونی، آکسون بدون میلین و آستروسیت‌های پروتوپلاسمی می‌باشد.
نکته: هسته‌ها حاصل تجمع ماده‌ی سفید هستند.
در سطح شکمی یک فرورفتگی دارد که نرم شامه به درون آن می‌رود، شاخ قدامی حاوی نورون‌های حرکتی بزرگ می‌باشد که ←تشکیل ریشه‌ی شکمی را بر عهده دارد و شاخ خلفی حاوی رشته‌های حسی است که تشکیل ریشه‌ی پشتی را بر عهده دارد.

نکته: نرم شامه به شیاری که درسطح پشتی نخاع وجود دارد وارد نمی شود.

مخچه:
وظیفه‌اش کنترل عضلات مخطط و حفظ تعادل است. ماده خاکستری محیطی و ماده‌ی سفید مرکزی می‌باشد.
قشر مخچه سه لایه دارد:
۱) لایه‌ی ذره ای: تراکم نورون‌ها کم است.
۲) لایه‌ی پورکنژ: یک ردیف سلول گلابی شکل با دندریت بادبزن مانند متمایل به لایه‌ی ذره‌ای است.
۳) لایه‌ی دانه دار: نورون‌های کوچک حاوی هسته‌ی متراکم و پررنگ و سیتوپلاسم نامشخص.
✓ رشته‌های عصبی میلین دار، نوروگلیا، عروق و هسته‌های دندانه دار (زیتونی)، سه گوش، مدور و سقفی از محتویات سفید هستند.

مخ:
ماده‌ی خاکستری آن ۶ لایه دارد:
۱-لایه ذره ای: شبکه‌های دندریتی و آکسونی سبدی یا افقی (کاجال)
۲-لایه‌ی دانه دار خارجی: حاوی نورون‌های ستاره‌ای و هرمی کوچک فشرده
۳-لایه هرمی خارجی: ضخیم، حاوی نورون‌های متوسط می‌باشد.
۴-لایه دانه دار داخلی: محتوی نورونهای ستاره‌ای کوچک می‌باشد.
۵-لایه هرمی داخلی یا گانگلیونی: حاوی نورون‌های هرمی بزرگ Betz یا کانگلیوند می‌باشند.
۶-لایه‌ی سلول‌های پلی مورف: دارای نورون‌های دوکی، هرمی، ستاره‌ای و سلول‌های ماریتونی هستند.

نکات:
- در مغز فضای دور عروقی در امتداد با فضای arachnoid می‌باشد
- آکسون‌ها حاوی نوروفیلامین و فاقد اجسام نیسل هستند.
- مایع CSF توسط شبکه‌ی کوروئید ساخته می‌شود. این مایع در فضای Subarchoid جذب میگردد.
- اپاندیم جابه جایی CSF را تسهیل می‌کند.

فصل ۹: استخوان

ماتریکس:
مواد آلی: ۹۰ درصد آن کلاژن نوع I و ۱۰ درصد بقیه پروتئوگلیکان‌ها و گلیکوپروتئین‌ها هستند. پروتئوگلیکان‌ها عبارت‌اند از: کندروایتین سولفات، کراتان سولفات و اسید هیالورونیک. گلیکوپروتئین‌ها عبارت‌اند از: استئوپونتین، استئوکلسین و استئونکتین که باعث اتصال کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت به کلاژن می‌گردند. ماتریکس، اسیدوفیل دیده می‌شود.
املاح معدنی: کلسیم و فسفر هستند که به صورت هیدروکسی آپاتیت وجود دارند. سایر مواد شامل: کربنات، سیترات، فسفات، سدیم، منیزیم و فلور می‌باشند. این مواد با مایعات بدن مبادله می‌شوند. آب و یون‌ها در سطح کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت یک لایه‌ی هیدراته تشکیل می‌دهد.

سلول‌های استخوانی:

استئوبلاست ها:

ستاره‌ای شکل هستند و دارای زوائد سیتوپلاسمی باریک و بلند که ماتریکس را ترشح می‌کنند. دستگاه پروتئین سازی پیشرفته دارند و حاوی فسفاتاز قلیایی می‌باشند ترشح مواد آلی توسط این سلول‌ها فقط در سطح مجاور استخوان انجام می‌شوند. پیشتاز این سلول‌ها (سلول‌های اجدادی استخوانی) در پرده‌ی اندوست(endosteum)، پریوست (Periosteum)، لایه‌ی پوشاننده‌ی مجاری هاورس و سطح ترابکول‌های استخوان اسفنجی یافت می‌شوند. تمایز سلول‌های اجدادی به استئوبلاست تحت تاثیر عوامل زیر است:

فاکتور رشد فیبروبلاستی، فاکتور رشد تغییر دهنده‌ی بتا و پروتئین شکل دهنده‌ی استخوان

استئوسیت ها:

در داخل ماتریکس استخوان درون حفراتی به نام لاکونا قرار دارند و ماتریکس اطرافشان غیر مینرالیزه می‌باشد. باسلول‌های مجاور از طریق اتصالات سوراخ دار مرتبط هستند. غیر قابل ترمیم‌اند اما قابلیت برگشت به سلول‌های اجدادی خود را دارند.

استئوکلاست ها:

بسیار بزرگ‌اند و دارای هسته‌های زیاد که مسئول تجزیه و جذب استخوان هستند درون حفراتی به نام لاکون هاوشیپ (Howship's lacuna) قرار دارند. استئوکلاست‌های بالغ دارای حاشیه‌ی چین دار هستند. جذب استخوان توسط استئوکلاست توسط ترشح H^+ و ایجاد محیط اسیدی انجام می‌گیرد که این فرایند با ترشح آنزیم‌های پروتئولیتیک تکمیل می‌شود.

هورمون پاراتیروئید، باعث تشدید فعالیت استئوکلاست‌ها می‌شود و هورمون کلسی تونین، باعث کاهش فعالیت این سلول‌ها می‌شود. PTH با اثر بر روی استئوبلاست و القای ترشح فاکتور فعال کننده‌ی استئوکلاست روی این سلول‌ها اثر می‌کند. استئوکلاست‌ها از سلول‌های تک هسته‌ای مغز استخوان ایجاد می‌شوند.

انواع استخوان از نظر شکل و ساختمان:

از نظر شکل ظاهری شامل موارد زیر است: دراز مانند ران و بازو که تنه‌ی آن دیافیز و انتهاهای آن را اپی‌فیز می‌نامند دیافیز حاوی مغز استخوان است که دارای سلول‌های خون ساز و چربی است، استخوان کوتاه مانند استخوان‌های مچ دست و استخوان پهن مثل جمجمه.

از نظر ساختمان ماکروسکوپی شامل: متراکم که در تنه‌ی استخوان‌های دراز و سطح خارجی استخوان‌های پهن و کوتاه دیده می‌شود و اسفنجی که از ترابکولاهای نا منظم تشکیل شده که حاوی مغز استخوان هستند و در اپی فیز استخوان‌های دراز و مرکز استخوان‌های پهن و کوتاه دیده می‌شود. لایه‌ی داخلی پرده‌ی پریوست دارای خاصیت استخوان سازی است. الیاف شارپی (Sharpey) پریوست را به استخوان می‌چسباند. حفرات مرکزی استخوان‌ها توسط اندوست پوشیده می‌شود که آن هم خاصیت استخوان سازی دارد.

استخوان اسفنجی:

تیغه‌های استخوانی با پیوستن به هم شبکه‌ی ۳بعدی به وجود می‌آورند که با مغز استخوان پر شده است.

استخوان متراکم:

در مقطع عرضی از واحدهایی به نام سیستم هاورسی یا استئون تشکیل شده که حاوی مجرایی در وسط و تیغه‌های استخوانی در اطراف است. مجاری حاوی رگ خونی، عصب و بافت همبند شل می‌باشند.

الیاف کلاژن در هر تیغه‌ی استخوانی به صورت موازی با هم و دارای زاویه‌ی قائمه با کلاژن‌های تیغه‌ی مجاور قرار گرفته اند. ماده‌ی سیمانی محدوده‌ی هر سیستم هاورسی را مشخص می‌کند. تیغه‌ی استخوانی بین تیغه‌های هاورسی، تیغه‌های بینابینی نام دارد. تیغه‌های استخوانی زیر پریوست واندوست، تیغه‌های مجاور محیطی خارجی و داخلی عروق خونی از طریق کانال‌های ولکمن (Volkman's canal) به سیستم هاورسی راه می‌یابند.

رگ‌ها و اعصاب استخوان:

شریان اصلی تغذیه کننده از کانال تغذیه در دیافیز وارد شده و انشعابات آن نهایتا به سینوزوئیدهای مغز استخوان وارد می‌شود. عروق پریوستی هم در تغذیه‌ی استخوان نقش دارند. در قسمتی از استخوان که عضله به آن متصل نیست ترمیم دیرتر اتفاق می‌افتد. رگ‌های لنفی محدود به لایه‌ی خارجی پریوست می‌باشند. پریوست بر خلاف بافت استخوان به درد بسیار حساس است.

استخوان‌سازی داخل غشایی:

ماتریکس مترشحه از استئوبلاست‌ها، مستقیماً مینرالیزه می‌شود این استخوان سازی، منشا غالب استخوان‌های پهن (مانند استخوان‌های پیشانی آهیانه و قسمت‌هایی از استخوان‌های پس سری و گیجگاهی) است و در ضخامت بافت مزانشیم رخ می‌دهد. در لایه متراکم مزانشیمی، نقطه شروع استخوان سازی به نام مرکز استخوان اولیه، گروهی از سلول‌ها به استئوبلاست تمایز می‌یابند و ماتریکس استخوانی را تولیدنموده و بعد از مینرالیزه کردن خود در ماتریکس حاصله محصور شده و استئوسیت را بوجود می‌آورند.

استخوان سازی داخل غضروفی:

روش تشکیل استخوان‌های دراز و کوتاه است. در این روش ابتدا یک غضروف شفاف ایجاد می‌شود که به تدریج استخوانی می‌گردد که با هایپرتروفی کندروسیت‌ها آغاز می‌گردد این سلول‌ها باعث رشد رگها به داخل فضای میانی و تشکیل عروق مغز استخوان می‌شوند. ماتریکس غضروف شروع به کلسیفیه شدن می‌کند و همزمان بااین پدیده در پری کندریوم سلول‌های مزانشیم به استئوبلاست تمایز می‌یابند تمام طول غضروف به جز محل‌های اتصال دیافیز و اپی فیز، استخوانی می‌شوند این محل‌ها صفحه‌ی اپی فیزی یا صفحه‌ی رشد نام دارند که دارای ۵ لایه‌ی زیر می‌باشد:

۱) ناحیه‌ی رزرو یا استراحت
۲) ناحیه‌ی تکثیر
۳) ناحیه‌ی هایپرتروفی
۴) ناحیه‌ی کلسیفیکاسیون که محل رسوب مواد معدنی و دژنره شدن سلول‌های کندروسیت است
۵) ناحیه‌ی استخوانی شدن

نکته: قالب غضروفی، مرکز استخوان سازی اولیه و اپی فیز غضروفی، مرکز استخوان سازی ثانویه نامیده می‌شود.قبل از بلوغ بافت اسفنجی اپی فیز فقط در ۲ جا باقی می‌ماند:

۱-در سطح خارجی اپی فیز که غضروف مفصلی را می‌سازد.
۲- در حد فاصل اپی فیز و دیافیز که به متافیز موسوم است. پس از بلوغ، متافیز نیز استخوانی می‌شود. رشد عرضی استخوان تا آخر عمر ادامه دارد.

مکانیسم مینرالیزاسیون:

سطح معینی از کلسیم و فسفات برای انجام این عمل ضروری است. عواملی مانند کمبود کلسیم و ویتامین D این فرایند را مختل می‌کند. عوامل زمینه ساز دیگر عبارت‌اند از:

۱- الیاف کلاژن: اولین کریستال‌های آلی در طول این الیاف ظاهر می‌شوند.

۲- وزیکول‌های ماتریکسی: از استئوبلاست‌ها منشاء گرفته و با تغلیظ کلسیم و فسفر درون خود به مینرالیزاسیون ماتریکس کمک می‌کنند.

۳- فسفاتاز قلیایی: غلظت بالای کلسیم باند شده به استئوکلسین محرک در ترشح این آنزیم را در پی دارد.

استخوان سازی ثانویه:

در استخوان‌های جنینی (اولیه) الیاف کلاژن نا منظم و در جهات مختلف کشیده شده اند. مقدار مواد معدنی کمتر و استئوسیت بیشتر از استخوان بالغ (ثانویه)است. برخی از استخوان‌ها مانند استخوان آلوئولی و استخوان د رمحل اتصال تاندون، خاصیت اولیه‌ی خود را حفظ می‌کنند. استخوان‌های اولیه توسط استئوکلاست‌ها جذب شده واستخوان‌های ثانویه‌ی قطعی از محیط به مرکز جایگزین می‌شوند ←(Turn over and remodeling) در تمام طول عمر ادامه دارد.

ترمیم:

در ۳-۲ روز اول پس از شکستگی با نفوذ فیبروبلاست‌ها و جوانه‌های عروقی به داخل لخته‌ی محل شکستگی، بافت گرانوله تشکیل می‌شود که بعدها فاگوسیت و ماکروفاژها هم به آن اضافه می‌شوند. بافت گرانوله متراکم شده و در آن غضروف شکل می‌گیرد پس استئوبلاست‌های مشتق از پریوست و اندوست استخوان سازی می‌کنند و ابتدا کال استخوانی و سپس با روش استخوان سازی داخل غضروفی محل ضایعه را ترمیم می‌کنند.

نکته: در بالغین مغز قرمز تنها محدود به مهره‌ها، جناغ، دنده ها، جمجمه و اپی فیز استخوان‌های دراز است.

مفاصل:

مفصل، حد بین دو استخوان است ، که بر دو دسته‌اند:
۱. مفاصل دی آرتروز: که بین استخوان‌های دراز دیده می‌شود. حرکت زیادی دارند. مانند مفاصل آرنج و زانو
مفصل دی آرتروز توسط کپسولی محصور می‌شود که از دو لایه تشکیل شده است. لایه خارجی فیبری که از بافت همبند متراکم است، لایه‌ی داخلی سینوویال که چین خورده است و دو نوع سلول، شبیه به فیبروبلاست و ماکروفاژ دارد و مایع سینوویال راترشح می‌کند. مایع سینوویال، بی‌رنگ، شفاف، چسبناک و پلاسمای پالایش یافته‌ی خون است و غلظت بالای اسید هیالورونیك دارد.
سطوح شفاف مفصلی که فاقد پری کندریوم است، توسط مایع سینوویال لغزنده وتغذیه می‌شود.

مفاصل سن آرتروز: فاقد حرکت هستند و یا حرکت اندکی دارند و بر اساس نوع بافتی که سطوح استخوانی را به هم متصل می‌کند، به سه دسته تقسیم می‌شوند:
الف) سین دسموز: که استخوان‌ها با یك رباط بین استخوانی به هم متصل می‌شوند و حرکت کمی دارند مانند سمفیزپوبیس
ب) سین استوز: استخوان‌ها به هم جوش خورده‌اند و هیچ حرکتی وجود ندارد مانند مفصل استخوان‌های جمجمه
سین‌کندروز: استخوان‌ها توسط غضروف شفاف به یکدیگر متصل شدند و حرکت کمی دارند مانند مفصل بین دنده‌ی اول و استخوان جناغ.

نکات:

- لایه‌ی هیدراته‌ی استخوان تبادل یون‌ها بین کریستال‌ها و مایعات بدن راتسهیل می‌کند.
- کلاژن در بافت استخوانی نا بالغ نامنظم است.
- در استخوان‌های بلند یقه استخوانی (bone collar) دارای استخوان‌سازی غشایی است.
- استئوئید (ماتریکس غیر مینرالیزه) فاقد تیغه است و فقط در آن استئونکتین، استئوکلسین و کلاژن I وجود دارد.
- اولین قسمتی که در استخوان‌سازی داخل غضروفی ایجاد می‌شود تیغه‌ی استخوانی است.
- در ترمیم استخوان هر دو نوع استخوان استخوان سازی داخل غشایی و داخل غضروفی دیده می‌شود.

(+CD۴)

فصل ۱۰: بافت‌ها و اعضاءِ لنفاوی:

بافت‌های لنفاوی:

عمده ترین سلول تشکیل دهنده، لنفوسیت می‌باشد همچنین دراین جا، پلاسماسل و ماکروفاژ هم دیده می‌شود که روی داربستی از سلول‌ها و الیاف رتیکولرقراردارند. به دو صورت ندولر و منتشر دیده می‌شوند. ندولر ←گرهک یا فولیکول لنفاوی که در همه‌ی اعضای لنفاوی به جز تیموس یا به صورت مستقل دریافت همبند دیده می‌شود دو نوع است:

ندول‌های اولیه: تراکم سلولی یکنواخت عمدتاً از لنفوسیت‌های کوچک تشکیل شده است.

ندول‌های ثانویه: شامل ناحیه‌ی متراکم و تیره‌ی محیطی و ناحیه‌ی کم تراکم و روشن مرکزی(مرکززایا) که حاوی لنفوبلاست‌ها و تعداد کمی ماکروفاژ می‌باشد.
اجتماع ندول‌های لنفاوی در دیواره‌ی روده‌ی باریک، توده‌های وسیعی به نام پلاک پیر ایجاد می‌کنند. دربافت لنفاوی منتشر توده‌ای نداریم و تراکم سلولی کم است.
فولیکول‌های لنفاوی به طور عمده در استر پوشش‌های مخاطی هستند←

MALT(mucosa associated lymphatic tissue)

اعضاء لنفاوی:

به دو دسته تقسیم می‌شوند:
اولیه: مغز استخوان و تیموس
ثانویه:عقده‌های لنفی، طحال، لوزه‌ها و پلاک‌های پیر

تیموس:

منشا آندودرمی دارد و از سومین بن بست حلقی ایجاد می‌شود. وزن تیموس در مقایسه با وزن بدن در زمان تولد حداکثر می‌باشد. اطراف آن کپسول همبندی دارد که انشعابات آن با نفوذ به داخل آن را به چند لوب تقسیم می‌نمایند. هر لبول یک ناحیه‌ی تیره (قشر) دارد و یک ناحیه‌ی روشن مرکزی به نام مدولا. داربست تیموس شامل بافت همبند و سلول‌های اپی‌تلیورتیکولر می‌باشد. این سلول‌ها با اتصالات دسموزومی به هم متصلند و در سیتوپلاسمشان تونوفیلامنت دیده می‌شود. این سلول‌ها هورمون‌های تیموسی راترشح می‌کنند. داربست تیموس، رشته‌ی رتیکولر ندارد.