



بافت‌شناسی قلب

استاد: سرکار خانم دکتر داودی



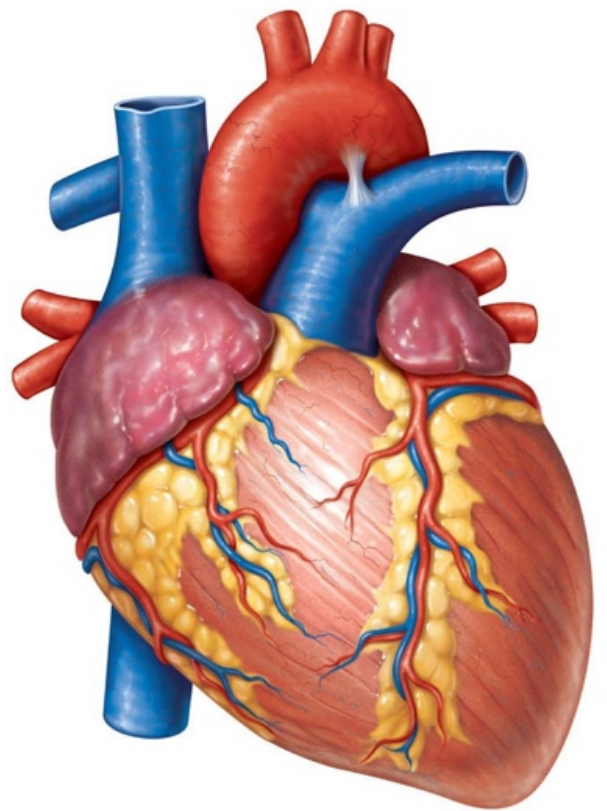
ورودی پزشکی مهر ۹۸
دانشگاه علوم پزشکی آزاد تهران



CONTACT

EEmail: sobhgp@yahoo.com

Telegram: @sobhgp



مسئول پروژه:

علی خوش اخلاق

کیمیا قاضی وکیلی

جلسه ۱

صفحه: ۱

پیاده سازی:

امیرشکیبایی

مجتبی آیتی

روژینا خاکپور

تایپ:

آروین صادق نژاد

پانته آ ونکی

سحر موسوی

ابوالفضل یارلو

ویرایش:

نگین رشیدی

سحر موسوی

امیرحسین پناهی

علی صالحی

کامیار طارشی

جلسه ۲

صفحه: ۲۲

پیاده سازی:

امیرشکیبایی

علی خوش اخلاق

مهراد مهرآوران

سارا یارمحمدی

سارا سیفی

تایپ:

آروین صادق نژاد

پانته آ ونکی

سحر موسوی

ستاره شاه حسینی

ایمان حسینی

ابوالفضل یارلو

ویرایش:

نگین رشیدی

سحر موسوی

الهام علیمحمدی

امیرحسین پناهی

نیوشا مهرورز

دستگاه گردش خون (Circulatory system) شامل قلب، عروق خونی، یعنی رگ‌هایی که خون را از قلب خارج می‌کنند و رگ‌هایی که خون را به قلب وارد می‌کنند، و همچنین عروق لنفی است.

◀ سرخرگ‌ها (Arteries)

ابتدا شریان آئورت که به آن شریان الاستیک نیز می‌گویند، خون را از قلب می‌گیرد، سپس تقسیم می‌شود تا به اندام‌ها خون‌رسانی کند. در طی این تقسیم، لومن (فضای داخلی رگ) یا قطر رگ در حال کاهش است. آئورت پس از تقسیم، شریان‌هایی متوسط به نام شریان‌های ماهیچه‌ای (Muscular) را به وجود می‌آورد، سپس تبدیل به شریانچه (Arteriole) می‌شود که در اندازه‌های مختلف کوچک و بزرگ وجود دارند و سپس به metarteriole تقسیم می‌شود که پس از شریانچه و پیش از مویرگ قرار دارد و در نهایت مویرگ‌ها (Capillaries) را به وجود می‌آورد.

کپیلاری → مت آرتریول → آرتریول → شریان ماهیچه‌ای → آئورت

- به مویرگ، رگ موینه نیز می‌گویند.

◀ سیاهرگ‌ها (Veins)

بعد از مویرگ وریدچه (Venule) قرار می‌گیرد. به اولین وریدچه‌ای که به مویرگ وصل می‌شود Post capillary venule می‌گویند، سپس ونول‌های کوچک و متوسط و در نهایت veinها را در اندازه‌های مختلف متوسط و بزرگ را داریم. خون توسط وریدهای بزرگ venecava superior و venacava inferior مجدداً به قلب باز می‌گردد.

◀ مویرگ‌ها (capillaries)

مویرگ یک لوله ی باریک و ساده است که قطرش بین ۴ تا ۱۰ میکرومتر متغیر است ولی ما متوسط ۸ میکرومتر در نظر می‌گیریم. قطر گلبول قرمز (Erythrocyte) نیز در حدود ۸ میکرومتر است. مویرگ فقط دارای یک لایه سلول‌های پوششی سنگفرشی ساده به اسم آندوتلیوم است.

- به بافت سنگفرشی ساده در آلوئول ریه و کپسول بومن اپی‌تلیوم می‌گوییم.

دلیل این تفاوت نام‌گذاری این است که اندوتلیوم و اپی‌تلیوم منشا جنینی متفاوتی دارند و همچنین اپی‌تلیوم با محیط خارجی به نحوی در ارتباط است اما اندوتلیوم اینگونه نیست، برای مثال خون موجود در رگ‌ها با محیط خارجی در ارتباط نیست.

- یک بافت پوششی سنگفرشی ساده دیگر به نام مزوتلیوم داریم. این بافت نیز منشا جنینی متفاوتی دارد و با محیط خارجی مثل اپی‌تلیوم در ارتباط نیست و با حفرات داخلی بدن در ارتباط است. پرده صفاق مثالی از این نوع بافت است.

◀ آندوتلیال

سلول‌های آندوتلیال سلول‌های پهن و نازکی هستند که محور طولی آن‌ها در امتداد محور طولی مویرگ است. هنگامی که برشی عرضی به مویرگ بزنیم، ناحیه صورتی‌رنگی مشاهده می‌شود که همان سیتوپلاسم آن است و اجسام دوکی بنفش هسته‌ی آن سلول‌ها هستند. غشای پایه (Basal membrane) در بیرون سلول‌های آندوتلیال قرار دارد که با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده است.

سلول‌های آندوتلیال سه ویژگی بسیار مهم دارند:

۱. مهم‌ترین ویژگی آن ضد لخته‌زایی (Anti-thrombogenicity) است که اجازه نمی‌دهد خون لخته شود. اگر آندوتلیوم رگی تخریب شود و بافت همبند زیرین و کلاژن‌های آن در تماس با خون قرار بگیرند خون لخته می‌شود. آترواسکلروز نیز در اثر تخریب دیواره داخلی رگ ایجاد می‌شود. همچنین هنگام ساخت رگ مصنوعی باید به این موضوع توجه شود که دیواره داخلی آندوتلیال باشد.
- آترواسکلروز: بیماری است که در اثر رسوب لیپید و کلسترول کم‌چگال بر روی دیواره داخلی سرخرگ‌های با قطر متوسط و بزرگ ایجاد می‌شود و موجب تنگی رگ می‌شود.
۲. تغییر تون عروقی (Vascular tone): لایه آندوتلیال با ترشح فاکتورهای شل‌کننده و منقبض‌کننده که بر عضلات صاف لایه میانی اثر می‌گذارند، می‌تواند جریان خون را تنظیم کند. شل‌کننده‌ها و منقبض‌کننده‌های این عضلات به ترتیب در کاهش و افزایش فشار خون نقش دارند.

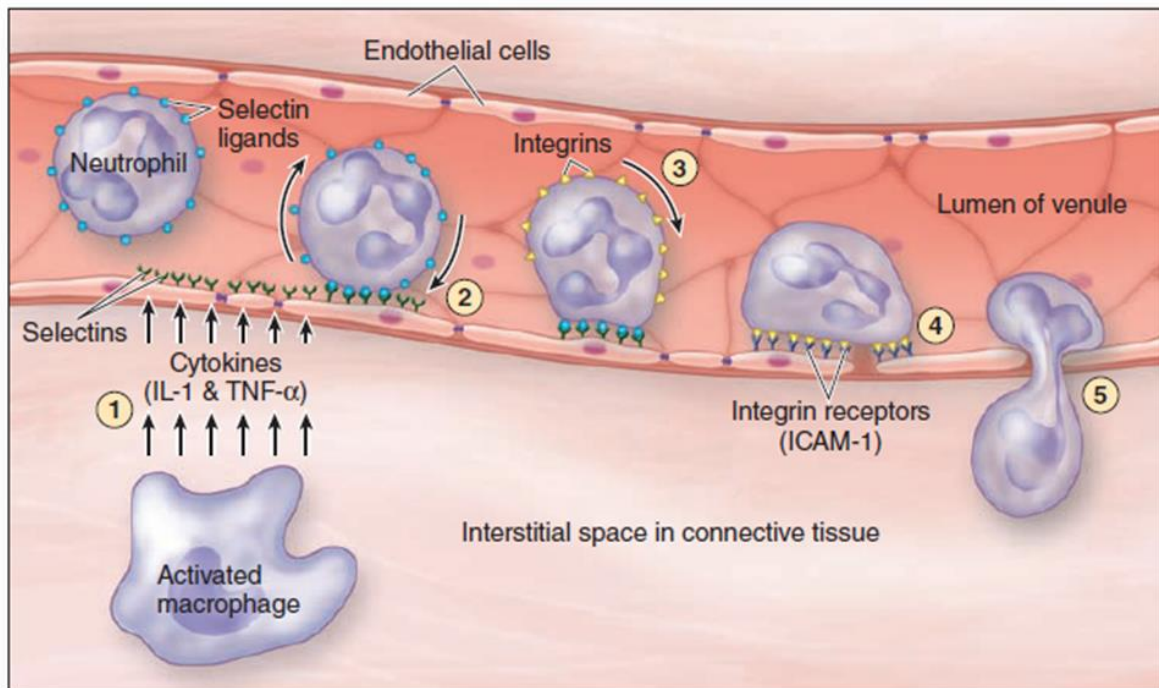
منقبض‌کننده‌ها: آندوتلین نوع ۱ و آنزیم تبدیل‌کننده‌ی آنژیوتانسین (ACE)

در بدن ابتدا پیش‌ساز هورمون یعنی آنژیوتانسینوزن توسط کبد ساخته، در خون آزاد می‌شود. پروتئین آنژیوتانسینوزن توسط هورمون رنین به آنژیوتانسین یک تبدیل می‌شود و آنژیوتانسین یک توسط آنزیم مبدل

آنژیوتانسین (ACE) که توسط سلول‌های آندوتلیال مویرگ‌های ریه ترشح می‌شود به آنژیوتانسین دو تبدیل می‌شود. در نهایت آنژیوتانسین نوع ۲ باعث انقباض عروق می‌شود.

شل کننده‌ها: نیتریک اکساید (NO) و پروستاگلین. این فاکتورها به صورت پاراکراین (موضعی) باعث شل شدن عضله می‌شود؛ یعنی بعد از ترشح از لایه ساب آندوتلیال رد می‌شوند و روی عضله اثر می‌کنند و آن را شل می‌کنند.

۳. دیپدز: وقتی در بافت التهاب رخ دهد، آندوتلیوم مویرگ‌ها و از آن مهم تر ونول‌های پس مویرگی باعث ورود گلبول‌های سفید مثل نوتروفیل و مونوسیت به بافت می‌شوند. در رگ‌ها اتصالات بین سلول‌های اندوتلیوم معمولاً محکم است اما این اتصالات در ونول‌های پس مویرگی سست است و این امر باعث می‌شود تا گلبول‌های سفید بتوانند دیپدز انجام دهند. در سلول‌های آندوتلیوم ونول پس مویرگی (Post-capillary) پروتئین پی سلکتین (P-selectin) بیان می‌شود و این پروتئین‌ها در سطح مجرای سلول‌های اندوتلیال می‌چسبند. گلبول‌های سفید در سطح خود لیگاندهایی از جنس کربوهیدرات برای پی سلکتین دارند و با برهم کنش این ساختارها سرعت گلبول سفید کاهش پیدا می‌کند، سپس گلبول سفید اینتگرین را بیان می‌کند که بر سطح گلبول سفید قرار می‌گیرد و اینتگرین نیز فاکتور ICAM-1 را بین می‌کند. اینتگرین و ICAM-1 اتصال لوکوسیت‌ها را به اندوتلیوم محکم‌تر می‌کنند، سپس لوکوسیت‌ها پای کاذب ایجاد می‌کنند (اکتین پای کاذب را ایجاد می‌کند) و دیپدز می‌کند و وارد بافت همبند می‌شود. (شکل ۱-۱)



شکل ۱-۱

◀ سلول پری سیت (pericyte):

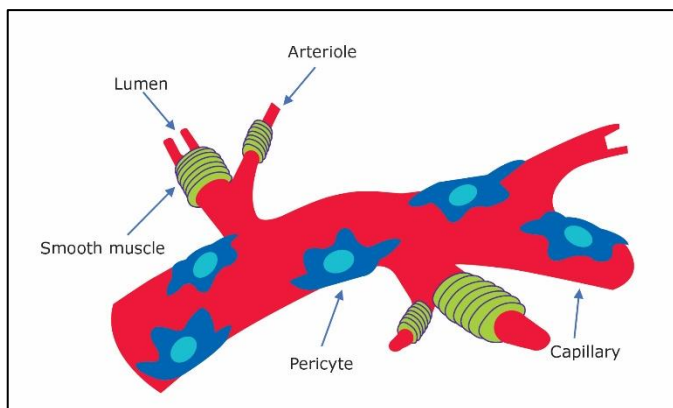
آندوتلیوم و غشای پایه آن مویرگ را تشکیل می دهند و با فاصله از سطح خارجی مویرگ، سلول های پریسیت (pericyte) قرار دارند. پریسیت سلولی استتاله دار است و دور مویرگ قرار می گیرد. سلول های پریسیت برخلاف بافت عصبی کاملاً سطح مویرگ را نمی پوشانند و با فاصله از همدیگر قرار می گیرند و گاهی در برش عرضی دیده می شوند (که البته این را فقط با میکروسکوپ الکترونی می توان تشخیص داد و این سلول ها با میکروسکوپ نوری دیده نمی شوند). پریسیت خود دارای غشای پایه است که با غشای پایه سلول آندوتلیومی ممتد می شود و آن را در بر می گیرد. (شکل شکل ۱-۲ و شکل ۱-۳)

- در این بخش به جای لفظ غشای پایه، لفظ تیغه پایه (Basal lamina) را نیز می توان به کار برد.

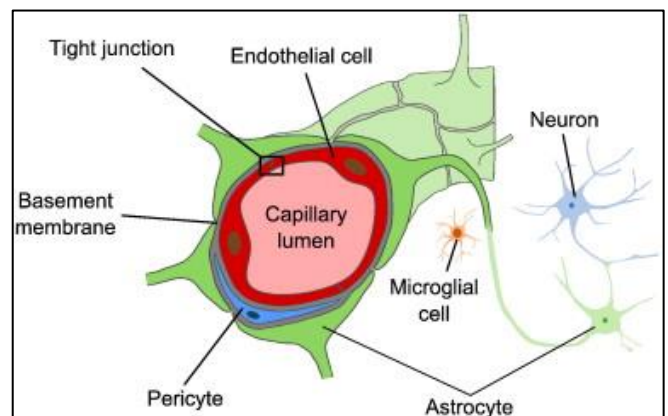
- پریسیت ها را در کیپلاری و Post capillary venule می توان یافت.

ویژگی های سلول پریسیت:

- سلول پریسیت منشا مزانشیمی دارد پس قدرت ساخت ECM (extracellular matrix) را دارد.
- خاصیت ترمیمی: قدرت ترمیم مویرگ را دارد. به این صورت که پس از آسیب بافتی، پریسیت تکثیر یافته و به سلول عضله صاف و دیگر سلول ها تکثیر می یابد.
- خاصیت انقباضی: سلول پریسیت دارای اکتین و میوزین و تروپومیوزین هستند و می توانند مویرگ را تحت فشار قرار دهد و تنگ کند؛ در نتیجه می تواند به تنظیم جریان خون کمک می کند.

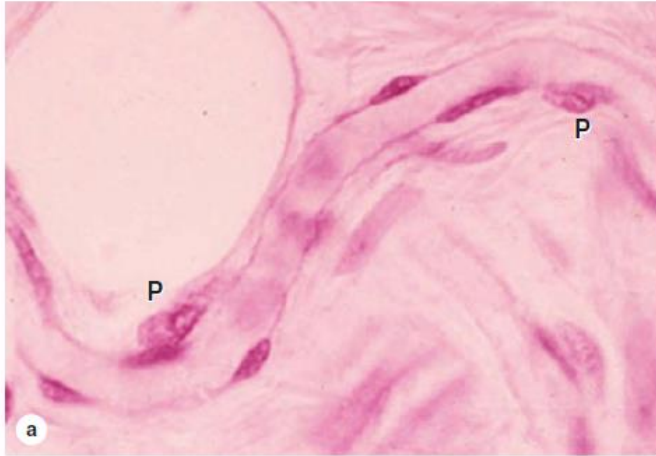


شکل ۱-۲



شکل ۱-۳

در شکل زیر مویرگ با پریست (با P نشان داده شده است) را مشاهده می کنید.



شکل ۱-۴

◀ شریان های بزرگ سه لایه دارند: (شکل ۵-۱)

۱. tunica intima

۲. tunica media

۳. tunica adventitia یا tunica externa

• Tunica یعنی طبقه، لایه

○ **Tunica intima (لایه انتیما)**

در شکل ۵-۱ داخلی ترین قسمت که به رنگ صورتی است، لایه انتیما است. این لایه شامل سلول های آندوتلیال است که زیر آن غشای پایه وجود دارد. بعد از غشای پایه یک لایه ی دیگر در خارج آن به نام لایه ی زیر آندوتلیومی (sub-endothelial) وجود دارد که از جنس بافت همبند است و شامل سلول های فیبروبلاست و کلاژن نوع ۱ و پروتئوگلیکان ها و.... است.

• اگر رگ بزرگ باشد در لایه ساب اندوتلیال سلول های عضلانی صاف طولی وجود دارند.

بعد از ساب اندوتلیال یک لایه ی دیگر نیز وجود دارد به نام تیغه ی ارتجاعی داخلی (Internal elastic lamina) که لایه انتیما را از لایه میانی جدا می کند و جزئی از لایه انتیما است. جنس آن از رشته های الاستیک است و سوراخ هایی دارد که اجازه می دهد تا مواد از خون به بخش های عمقی تر دیواره منتشر شود.

• وجود تیغه ی الاستیک داخلی بستگی به سایز رگ دارد.

- یادآوری: در بافت همبند سه رشته داریم؛ کلاژن، رتیکوله و الاستیک رشته الاستیک دو نوع است:

۱. رشته‌ای کشیده و منشعب است که به شکل Y است.

۲. همانند پرده‌ای موج دار و سوراخ سوراخ است.

پس لایه انتیما شامل آندوتلیوم، ساب آندوتلیوم و تیغه ارتجاعی داخلی است.

○ tunica media (لایه میانی)

این لایه ضخیم است و از ماهیچه صاف حلقوی تشکیل شده است. در واقع بیشترین بخش تشکیل دهنده این لایه نیز ماهیچه است و تعداد لایه‌های ماهیچه‌ای آن بستگی به سایز رگ دارد. در رگ‌های کوچک (آرتریول) بین ۴ تا ۱۰ و در رگ‌های بزرگ (شریان عضلانی) به ۴۰ لایه نیز می‌رسد.

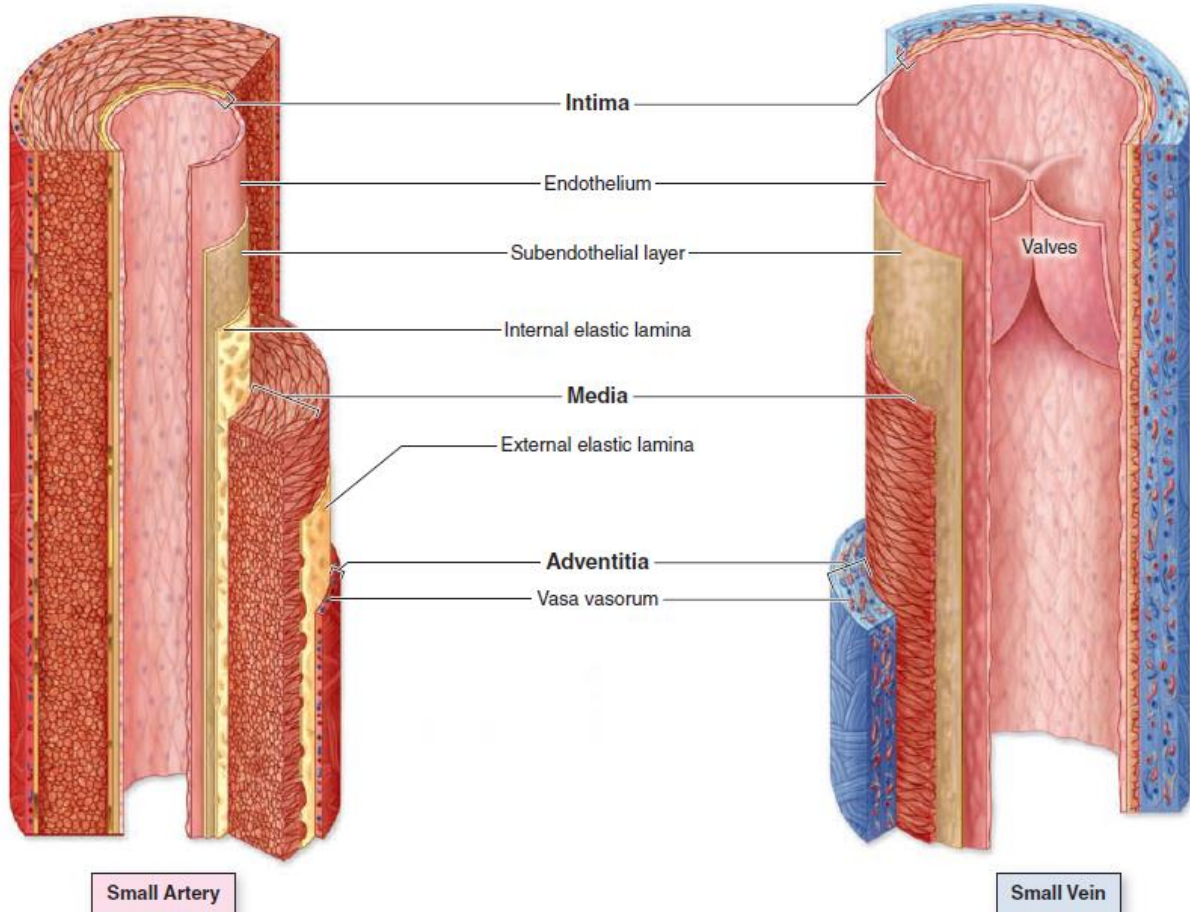
در لایه‌های سلول‌های عضله‌ی صاف بافت همبند وجود دارد که شامل رشته‌های رتیکولر، کلاژن نوع ۳، گلیکوپروتئین، پروتئوگلیکان، سلول‌های فیبروبلاست و رشته‌های الاستیک است. همچنین دارای تیغه‌ی الاستیک خارجی می‌باشد که لایه‌ی میانی را از ادوانتیس (Adventitia) جدا می‌کند و اگر از برش عرضی به تیغه خارجی نگاه کنیم سوراخ سوراخ است. این سوراخ‌ها برای تبادل مواد هستند.

- هرچه رگ بزرگ تر باشد ضخامت عضله‌ی آن کم و ضخامت تیغه‌های آن زیاد می‌شود. بنابراین در شریان‌های الاستیک عضله کم است و به جای آن در فرد بالغ ۵۰ تا تیغه‌ی متحد‌المركز الاستیک (در کودکان کمتر) در لایه‌ی میانی آن دیده می‌شود.

- تیغه ارتجاعی داخلی بین انتیما و مدیا، تیغه ارتجاعی خارجی بین مدیا و ادوانتیس است.

○ Tunica Externa

لایه ادوانتیس یا لایه خارجی از جنس بافت همبند است که شامل کلاژن نوع ۱ و رشته‌های الاستیک و سلول‌های فیبروبلاست است. ادوانتیس در امتداد بافت همبندی که داربست اندام‌ها را می‌سازد و رگ خونی از آن عبور می‌کند، قرار می‌گیرد.



شکل ۵-۱

◀ تغذیه دیواره رگ

سلول‌های لایه انتیما از خون موجود در رگ تغذیه می‌شوند. خون می‌تواند از سوراخ‌های تیغه ارتجاعی داخلی وارد لایه مدیا نیز شده و بخش داخلی آن را تغذیه کند ولی هنگامی که ضخامت رگ زیاد باشد به همه ی نقاط رگ مواد غذایی نمی‌رسد، بنابراین لایه ادوانتیس پر از عروق ریزی است که لایه ادوانتیس و لایه‌های خارجی لایه میانی را تغذیه می‌کند. به این عروق ریز، رگ‌های رگ (Vasa vasorum) گفته می‌شود. این عروق ریز از نوع شریانچه، مویرگ و وردیچه هستند.

◀ اعصاب دیواره رگ

شبکه عصبی خودمختار رگ نیز در لایه ادوانتیس است به نام nervi vasorum که به عضلات صاف رگ عصب‌دهی می‌کنند.

◀ ساختار یک شریان ارتجاعی:

بزرگترین شریان‌ها، شریان آئورت و شریان‌های ریوی هستند که جزو شریان‌های ارتجاعی (Elastic Arteries) محسوب می‌شوند و حالت کشسان دارند. این شریان‌ها رشته‌های الاستیک فراوانی دارند؛ به همین دلیل، هنگام سیستول بطنی آئورت گشاد شده و خون وارد آن می‌شود و در هنگام استراحت بطن‌ها یا دیاستول، آئورت به حالت اول باز می‌گردد و در نتیجه خون حالت زنشی ندارد بلکه به صورت یکنواخت در رگ‌ها به جریان در می‌آید و فشار خون حفظ می‌شود.

- علت موج دار بودن و چین‌دار بودن تیغه‌ی الاستیک این است که در هنگام سیستول بطنی رگ آئورت گشاد می‌شود و بعد از پایان سیستول به حالت ابتدایی خود باز می‌گردد بنابراین این موج دار بودن برای حالت ارتجاعی لازم است.

لایه انتیما: شامل لایه‌ی داخلی آندوتلیوم، غشای پایه، لایه‌ی زیرآندوتلیومی و تیغه‌ی الاستیک داخلی است. تعداد تیغه‌ها بسیار زیاد است (۵۰ تا).

لایه مدیا: مدیای ضخیمی دارد که در آن تیغه‌های الاستیک جایگزین لایه‌هایی از رشته‌های عضله صاف شدند. این لایه در بزرگسالان شامل ۵۰ تا لایه تیغه‌های متحد‌المركز ارتجاعی الاستیک موج که سوراخ سوراخ هستند، است. لایه‌لای این تیغه‌ها بافت همبند، عضله صاف، فیبروبلاست و رشته‌های ارتجاعی وجود دارد. (در کودکان تعداد تیغه ارتجاعی کمتر است)

لایه‌ی ادوانتیس: از جنس بافت همبند است. و عروق ریز Vasa vasorum دارد.

- چرا در شکل ۶-۱ تیغه‌های ارتجاعی داخلی و خارجی در رگ‌های ارتجاعی برخلاف رگ عضلانی نشان داده نشده است؟

در رگ‌های بزرگ به دلیل زیاد بودن تیغه‌ها، تیغه‌ها قابل تفکیک نیستند اما در رگ‌های عضلانی چون تیغه‌ها کمتر است، تیغه ارتجاعی داخلی به صورت واضح مشخص است.

نکته مهم: شریان‌ها وقتی کوچکتر می‌شوند اول تیغه ارتجاعی خارجی و سپس تیغه ارتجاعی داخلی را از دست می‌دهند. شریان‌های بزرگ هر دو تیغه ارتجاعی را دارند. شریان عضلانی یا متوسط هر دو تیغه را دارد اما تیغه داخلی آن مشخص تر است و شریانچه‌های بزرگ ممکن است تیغه ارتجاعی داخلی را به مقدار خیلی کم داشته باشند اما وقتی به شریانچه‌های متوسط و کوچک تبدیل شد دیگر این تیغه‌ها را ندارد.

◀ ساختار سرخرگ عضلانی یا متوسط

این سرخرگ، سرخرگ توزیع کننده خون نامیده می‌شود و میزان جریان خون به اندام‌ها را تنظیم می‌کند. **لایه انتیما:** شامل لایه‌ی داخلی آندوتلیوم، غشای پایه، لایه‌ی زیرآندوتلیومی و تیغه‌ی الاستیک داخلی (واضح و مشخص) است.

لایه مدیا: نسبت به سرخرگ عضلانی، عضله صاف بیشتر (نزدیک به ۴۰ لایه) و تیغه‌ی الاستیک کمتری دارد. تعداد لایه تیغه‌ی الاستیک بر حسب اندازه رگ متفاوت است. و هر چه اندازه این نوع رگ کوچکتر شود تیغه‌ی الاستیک خارجی خود را از دست می‌دهند.

لایه‌ی ادوانتیس: شامل بافت همبند، Vasa vasorum و اعصاب است.

◀ ساختار شریانچه

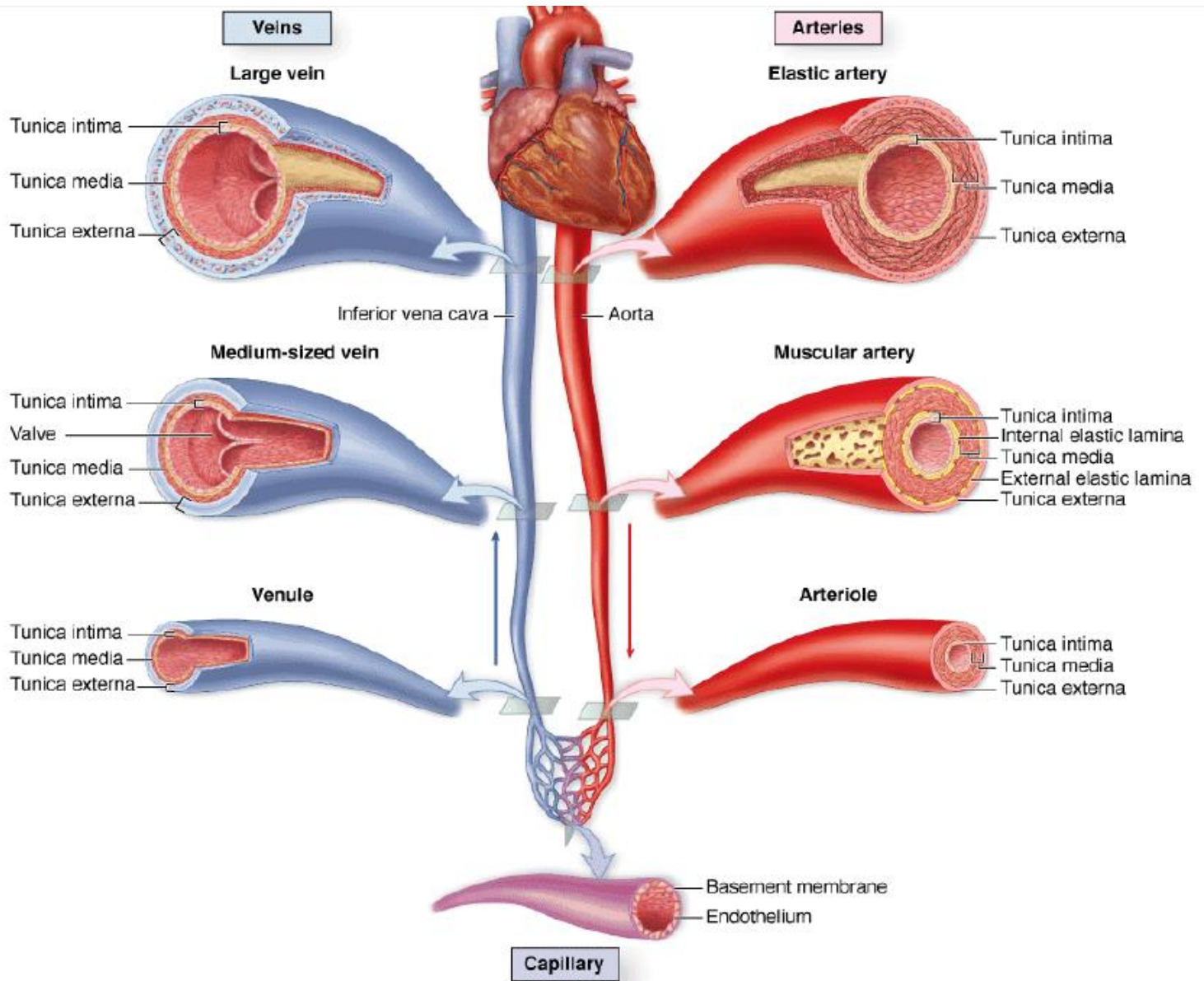
همانند سایر رگ‌ها این رگ‌ها نیز در سایزهای مختلف اند برای مثال شریانچه بزرگ، شریانچه متوسط و شریانچه کوچک داریم. اکثراً تیغه‌ی ارتجاعی داخلی و خارجی را ندارند. فقط در آرتریول‌های بزرگ تیغه داخلی را داریم. **لایه انتیما:** دارای سلول‌های آندوتلیال، غشای پایه، لایه‌ی زیرآندوتلیومی بسیار نازک (شریانچه‌های کوچک این لایه را ندارند).

لایه مدیا: نازک است؛ برای مثال آرتریول‌های بزرگ بین ۷ الی ۱۰ لایه عضله دارد و هرچقدر رگ کوچک‌تر بشود مقدار این لایه‌ها کمتر می‌شود تا جایی که آرتریول‌های کوچک ۱ یا ۲ لایه عضله دارد.

• تعدا لایه‌های عضله صاف از شریان عضلانی تا شریانچه‌های کوچک مدام رو به کاهش است.

لایه‌ی ادوانتیس: بسیار نازک است. از جنس بافت همبند است و در اینجا رگ‌های رگ معنی ندارد!

این شریانچه‌ها همچنان به کوچک شدن خود ادامه می‌دهند تا اینکه تبدیل به آرتریول‌های کوچک بشوند و در نهایت به متا-آرتریول (pre capillary or post arteriole) تبدیل می‌شوند. یعنی قبل از مویرگ و بعد از شریانچه وجود دارد که در این حالت انتیما فقط دارای آندوتلیوم است و سلول‌های ساب‌آندوتلیوم را نیز از دست داده و عضله‌ی لایه‌ی میانی آن یکی دو لایه بیشتر نیست که مارپیچ و ممتد نیستند و به صورت پراکنده مت آرتریول را دربرگرفته‌اند. لایه ادوانتیس، انقدر نازک است که به بافت همبند اطرافش پیوسته است.



شکل ۱-۶

ساختمان سیاهرگ

ورید همانند شریان سه لایه دارد:

tunica intima: ساختار انتیمای وریدی از شریانی ظریف تر است و تیغه الاستیک داخلی را نیز ندارد. این لایه آندوتلیوم، غشای پایه و ساب‌آندوتلیال دارد.

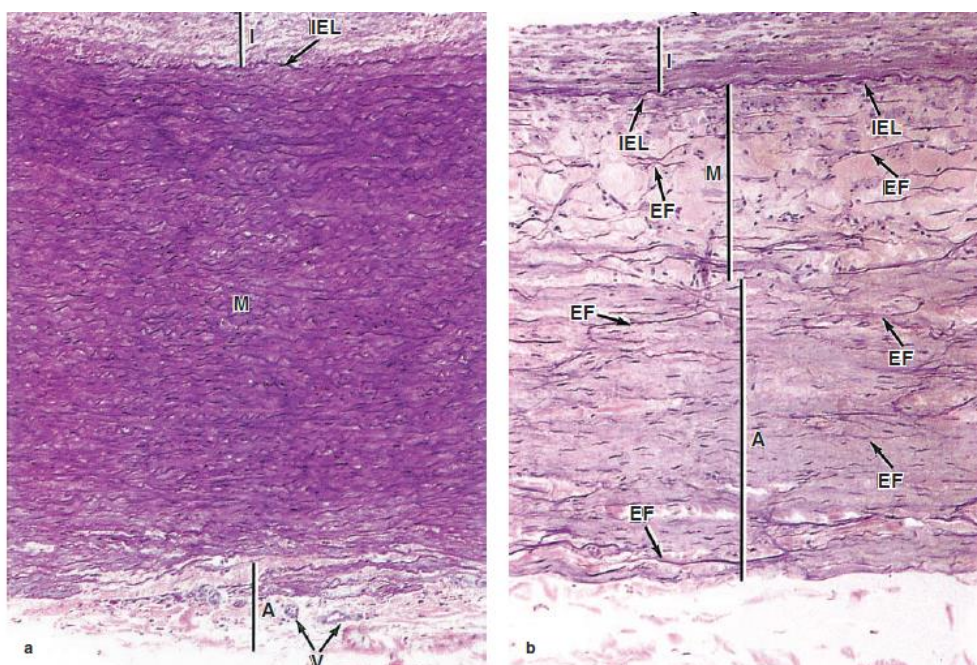
tunica media: نازکتر از شریان است. اگر شریان متوسط ۴۰ لایه ماهیچه داشته باشد در ورید همسایز آن تعداد بسیار کمتری لایه عضلانی خواهد بود و هرچه ورید کوچکتر شود تعداد لایه عضلانی آن کمتر می‌شود.

tunica externa: از جنس بافت همبند است و ضخیم‌ترین لایه وریدی است.

- در ادوانتیس وریدهای بزرگ عضله صاف داریم.

◀ مقایسه ورید و شریان:

- در این مقایسه، سیاهرگ متوسط با شریان متوسط و سیاهرگ بزرگ با شریان بزرگ با هم مقایسه می‌شوند:
 - ادوانتیس وریدها ضخیم‌تر از شریان‌هاست. ادوانتیس از جنس بافت همبند است که به بافت همبند اطرافش می‌پیوندد؛ به همین دلیل زیر میکروسکوپ نمی‌توان ادوانتیس را از بافت همبند اطرافش تفکیک کرد. بنابراین دیواره وریدها نازک دیده می‌شود.
 - اندازه مجرای (Lumen) ورید از شریان هم‌اندازه‌ی خود بزرگ‌تر است.
 - دیواره وریدها از شریان‌ها نازک‌تر است (مدیا و انتیما ورید از شریان نازک‌تر است).
 - وریدها برخلاف شریانها دریچه لانه کبوتری دارند (تعداد دریچه وریدهای اندام تحتانی زیاد است).
 - وریدها Vasa vasorum بیشتری دارند.
 - چون مدیا نازک‌تری دارند یعنی عضله صاف کمتری دارند، nervi vasorum کمتری دارند.
 - وریدها تیغه‌های الاستیک داخلی و خارجی ندارند به جز بزرگ سیاهرگ‌های زیرین و زبرین. وریدها رشته‌های الاستیک را ممکن است داشته باشند ولی تیغه‌ها را ندارد.
- در سیاهرگ‌ها تیغه ارتجاعی معنا ندارد؛ زیرا شریان باید بتواند به وسیله‌ی رشته‌های الاستیک این تیغه‌ها فضای لومن خود را بزرگ‌تر کند تا بتواند خون را در خود جای دهد و سپس به حالت اول برگردد تا پیوستگی خون را حفظ کند. اما در سیاهرگ این اتفاق نمی‌افتد.



شکل ۷-۱

در شکل شکل ۷-۱ مشاهده می‌شود که مدیای ائورت ضخیمتر از سیاهرگ است و ادوانتیس سیاهرگ ضخیمتر از سرخرگ است. در شریان، لایه Media پر از تیغه می‌باشد.

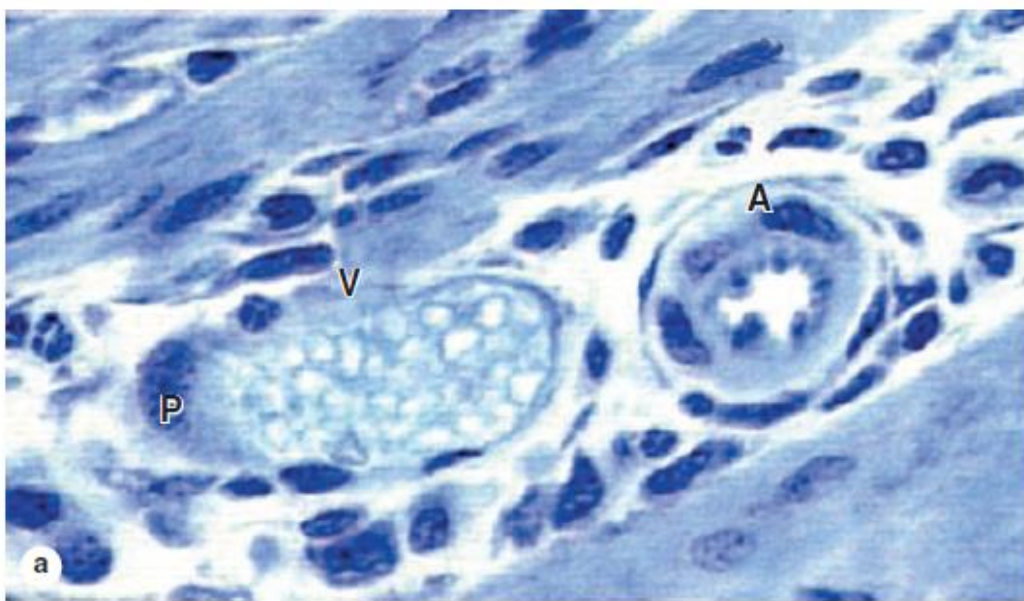
شریان چون مدیای ضخیمی دارد شکل منظمی دارد ولی ورید چون دیواره نازکی دارد شکل منظم شریان را ندارد.

◀ دریچه‌های لانه کبوتری

چین خوردگی لایه‌ی انتیما هستند و از جنس بافت همبند (غنی از رشته‌های الاستیک) می‌باشند که با یک لایه از بافت پوششی آندوتلیوم پوشانده شده‌اند. این دریچه‌های لانه کبوتری حالت هلالی شکل دارند و از بازگشت خون جلوگیری می‌کنند همچنین بازگشت خون را به قلب تسهیل می‌کنند. (انقباض لایه‌ی میانی و عضلات اسکلتی مجاور رگها نیز خون را به سمت قلب بازمی‌گردانند)

◀ مقایسه‌ی ساختار وریدچه (Venule) با شریانچه (Arteriole)

- شریانچه در حال از دست دادن ساب‌آندوتلیوم است ولی وریدچه ساب‌آندوتلیوم ندارد. شاید در وریدچه‌های بزرگ ساب‌آندوتلیوم داشته باشیم ولی در اکثر وریدچه‌ها این لایه وجود ندارد.
 - لایه میانی (media) در وریدچه‌های بزرگ بسیار نازک است و یک یا دو لایه سلول دارد و هنگامی که قطر رگ بیشتر کاهش می‌یابد ممکن است همان لایه‌ها را نیز از دست بدهد و کلا لایه‌ی ماهیچه‌ای نداشته باشد. به طور معمول لایه‌ی میانی در وریدچه‌ها نسبت به شریانچه‌ها نازک‌تر است.
- در شکل زیر A، شریانچه و V، وریدچه است. شریانچه دیواره قطورتر و لومن کوچیکتری نسبت به وریدچه دارد.



شکل ۸-۱

◀ **وریدچه پس مویرگی (Post capillary venule)**

پس از شبکه مویرگی، Post capillary venule (وریدچه پس مویرگی) قرار دارد که قطر آن در حدود ۱۵ الی ۲۰ میکرون است (قطر مویرگ در حدود ۸ میکرون است) و همانند مویرگ فقط دارای آندوتلیوم و غشای پایه و پری سیت است. فاقد عضله و ساب آندوتلیوم و سایر لایه های موجود در سایر عروق است.

این وریدچه تقریباً شبیه مویرگ است اما دو تفاوت عمده با مویرگ دارد:

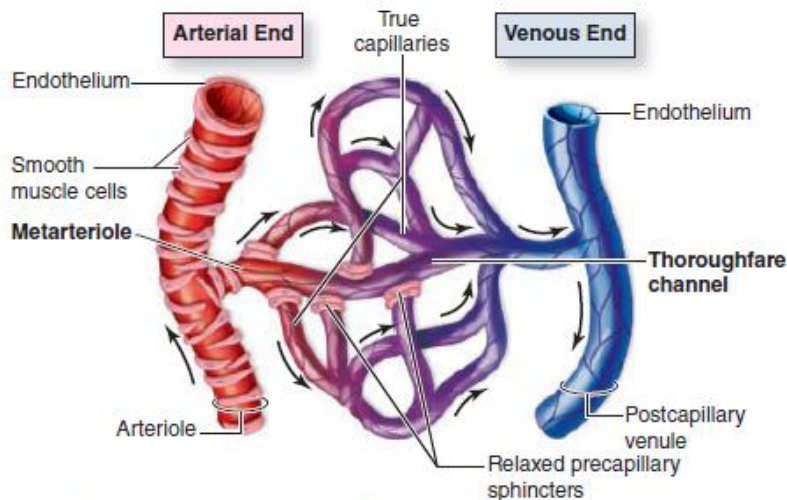
۱. قطر وریدچه پس مویرگی از مویرگ بیشتر است.
۲. در مویرگها اتصالات بین سلولهای آندوتلیال نسبت به Post capillary venule محکمتر است بنابراین میزان دیپدز در وریدچه‌های پس-مویرگی بیشتر از مویرگ است. چون اتصالات میان سلولهای آندوتلیال ضعیف است، به راحتی لوکوسیت‌ها می‌توانند با دیپدز وارد بافت‌های اطراف می‌شوند.

◀ **شبکه مویرگی**

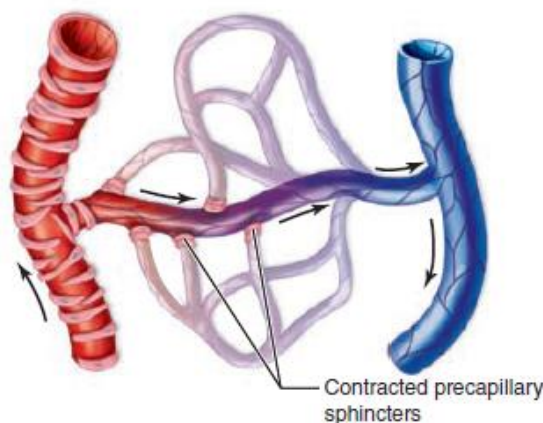
کوچکترین شریانچه، Metarteriole نام دارد که از طریق آن خون به شبکه مویرگی وارد می‌شود. این شریانچه از طریق کانال اصلی (thoroughfare channel) با وریدچه پس مویرگی ارتباط برقرار می‌کند. مویرگ‌ها از مت آرتریول منشا می‌گیرند و به کانال اصلی ختم می‌شوند. در محل انشعاب کانال اصلی به مویرگ‌ها یک اسفنگتر وجود دارد که در هر دقیقه ۵ الی ۱۰ بار منقبض می‌شود و خون را به صورت زنبی وارد شبکه مویرگی می‌کند. این کار در افزایش بازدهی تبادل مواد نقش دارد. وریدچه پس مویرگی دارای قطر بیشتری از Arteriole است و دارای اتصالات بین سلولی ضعیفی می‌باشد و مانند مویرگ فقط آندوتلیوم و غشای پایه دارد. مواقعی که نیاز باشد خونرسانی به یک بخش محدود شود دریچه‌های مویرگی منقبض می‌شوند و بسته می‌شوند تا خون مستقیماً از طریق کانال اصلی به وریدچه پس مویرگی وارد می‌شود.

- تعداد کیپلاری‌ها در شبکه مویرگی بستگی به فعالیت متابولیکی اندام دارد؛ مثلاً در قلب و ریه تعداد کیپلاری‌ها بسیار زیاد است.

همانطور که در شکل زیر مشخص است، یک رگ به طور مستقیم از Arteriole به سمت post capillary venule می‌رود که در مسیرش دریچه ای نیست و به آن کانال اصلی می‌گویند.



a Sphincters relaxed; capillary bed well perfused



b Sphincters contracted; blood bypasses capillary bed

شکل ۹-۱

انواع مویرگ

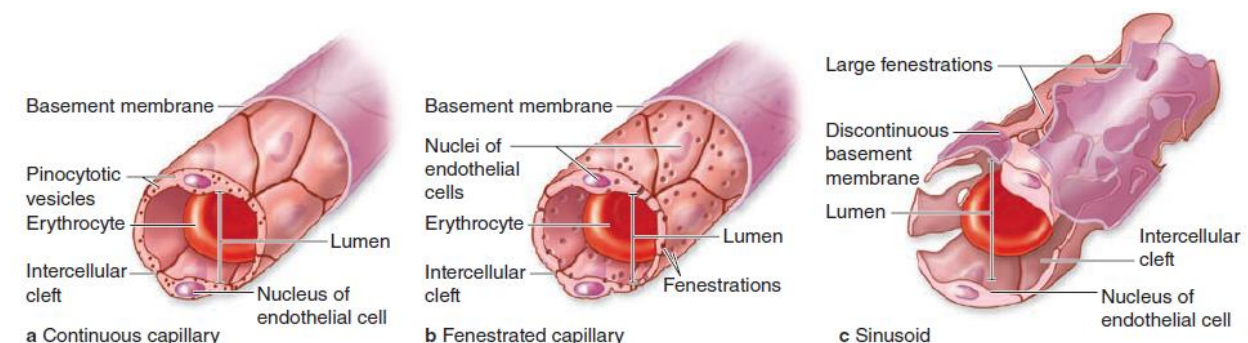
سه نوع مویرگ وجود دارد: (شکل ۱۰-۱)

مویرگ پیوسته (Continuous capillary): در این نوع مویرگ آندوتلیوم سوراخ ندارد و بین سلول‌هایش اتصالات محکمی برقرار است. این مویرگ در بافت عصبی، ریه، بافت عضلانی، بافت همبند و غدد برون‌ریز یافت می‌شود. این مویرگ در تنظیم تبادلات متابولیکی نقش دارد.

مویرگ منفذدار (fenestrated capillary): در این مویرگ آندوتلیوم، سوراخ‌هایی به قطر ۸۰ نانومتر دارد. غشای پایه آن پیوسته می‌باشد و سوراخ‌ها را می‌پوشاند. برخی از سوراخ‌ها توسط یک دیافراگم بسیار نازک از جنس پروتئوگلیکان پوشیده شده است. وقتی یک وزیکول پینوسیتوزی ایجاد می‌شود تا ماده‌ای داخل یا خارج شود، در غشا فرورفتگی در اثر اتصال غشای داخلی و خارجی ایجاد می‌شود و سوراخ‌هایی به طور موقت در

آندوتلیوم ایجاد می‌شود که امکان تبادل بیشتر مواد را فراهم می‌آورد. این مویرگ در بافت کلیه، روده، شبکه کورویید و غدد درون‌ریز وجود دارد.

مویرگ ناپیوسته یا سینوزوئید (sinusoid): بین سلولهای آندوتلیوم فاصله وجود دارد و سوراخ‌های این مویرگ آنقدر بزرگ است که سلول خونی می‌توانند به راحتی از این فضاها رد شوند. غشای پایه آن ناکامل است. قطر این مویرگ بسیار زیاد (حدود ۴۰-۳۰ میکرون) است. این مویرگ در بافت کبد، طحال، مغز استخوان و بعضی از غدد درون‌ریز وجود دارد. ناپیوستگی تیغه پایه و بزرگی قطر سوراخ‌های این مویرگ باعث کند شدن جریان خون می‌شود و امکان تبادل بهتر و بیشتر مواد را فراهم می‌سازد.



شکل ۱۰-۱

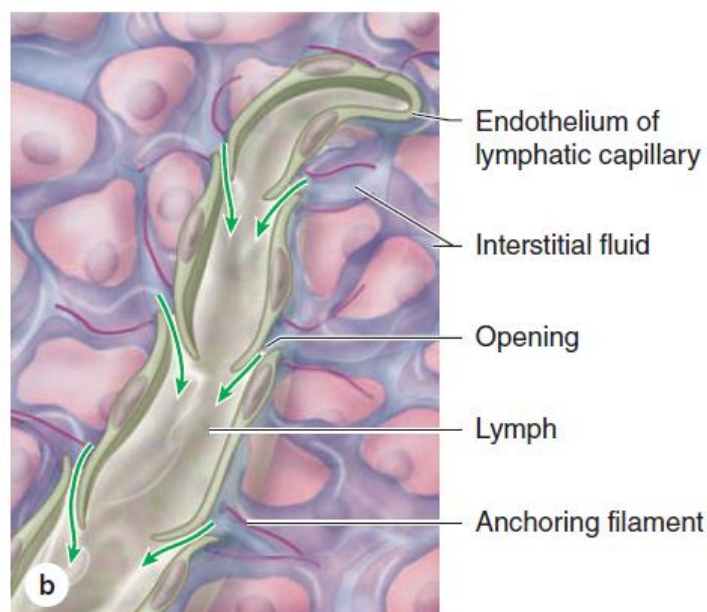
سیستم عروق لنفاوی

لنف مایعی است که غنی از پروتئین است و گلبول قرمز ندارد اما گلبول سفید دارد. لنف در رنگ‌آمیزی رنگ نمی‌گیرد. مایع میان بافتی، اجسام درشت، بیشتر پروتئین‌هایی که از بافت خارج می‌شوند و به علت بزرگیشان نمی‌توانند به خون برگردند وارد مویرگ لنفی می‌شوند. انتهای مویرگ‌های لنفی بسته است در همه جای بدن به جز مغز استخوان و قسمت اعظم CNS رگ لنفی داریم. مویرگ‌های لنفی به همدیگر متصل می‌شوند و رگ لنفی را به وجود می‌آورند و در نهایت همه به هم وصل می‌شوند و یک رگ لنفی در سمت راست و یکی در سمت چپ ایجاد می‌کنند.

ساختار مویرگ لنفی: آندوتلیوم دارد که فاقد اتصالات محکم است. غشای پایه کاملاً ندارد. مایع بینابینی از بین سلولهای آندوتلیال و از طریق ترانس سیتوز وارد مویرگ لنفی می‌شوند. تیغه‌های ارتجاعی ندارند. رشته‌های کلاژن‌های لنگری (کلاژن ۷) از تیغه پایه، مویرگ‌های لنفی را به بافت همبند اطراف متصل می‌کنند که این امر از روی هم خوابیدن عروق لنفاوی جلوگیری می‌کند.

همی دسموزوم به اتصال بین سلول‌های پوششی موجود در سطح قاعده و غشای پایه می‌گویند. در مویرگ لنفی، در مرز بین اتصال دو سلول مجاور، اندوتلیال فاقد اتصالات همی دسموزوم با تیغه پایه هستند و به همین دلیل سلول‌های اندوتلیوم به داخل مجرا برآمده می‌شوند و دریچه‌هایی را ایجاد می‌کنند که ورود مایع و مواد درشت را تسهیل می‌کنند و از بازگشت جریان لنف جلوگیری می‌کنند. (شکل ۱-۱۱)

ساختار رگ لنفی: شبیه وریدها، اما ظریف تر از آنها هستند و لایه‌های دیواره آن به صورت مشخص از هم جدا نشدند. رگ لنفی همانند وریدها دریچه‌هایی دارند که از چین خوردگی انتیما به وجود آمده‌اند



شکل ۱-۱۱

بافت قلب

← اسکلت قلبی

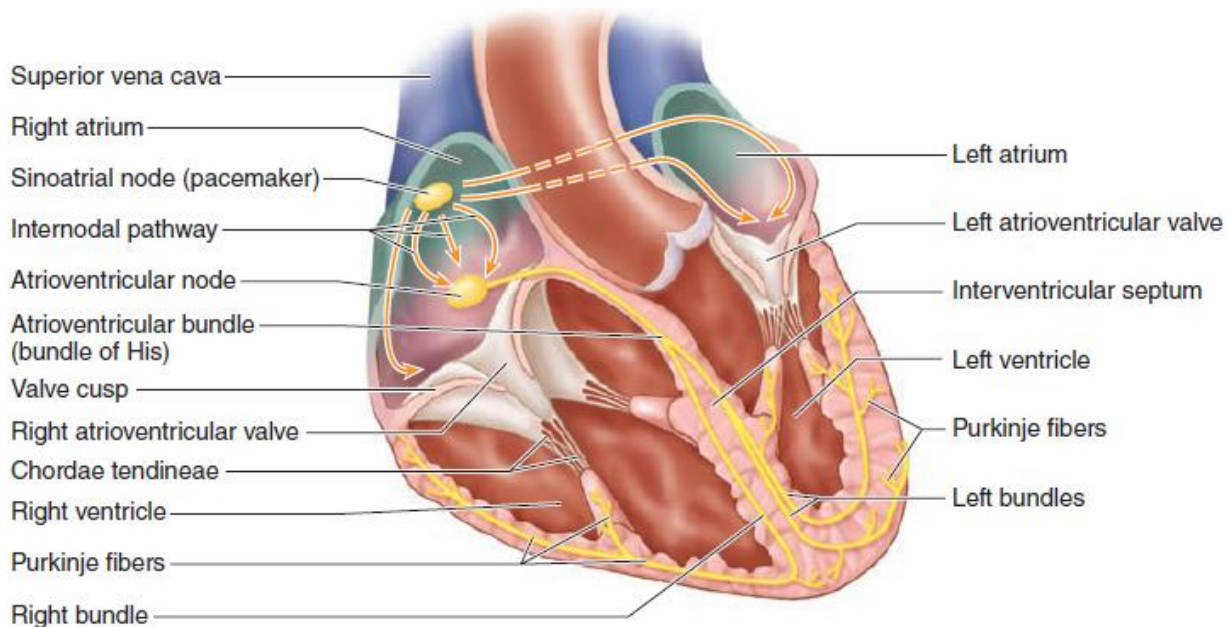
اسکلت قلبی از جنس بافت همبند متراکم نامنظم است که در دیواره‌ی بین دهلیزی و دیواره‌ی بین بطنی وجود دارد که دهلیزها و بطن‌ها را از هم جدا میکند و به تنظیم ضربان قلب کمک می‌کند. همچنین در دور دریچه‌های دهلیزی-بطنی (میترال و سه لتی) اسکلت فیبری به صورت یک حلقه‌ی فیبروزی از جنس بافت همبند متراکم وجود دارد. اسکلت قلبی در لت‌های دریچه و طناب‌های وتري نیز امتداد می‌یابد. طناب‌های وتري به عضلات

پاپیلاری متصل هستند. بنابراین عضلات پاپیلاری از یک طرف عضلات بطن و از طرف دیگر به طناب‌های وتري متصل است.

سیستم هدایتی قلب

گره SA در دیواره دهلیز راست و گره AV در کف دهلیز راست جزئی از این سیستم هستند. سلول‌های این گره‌ها مانند میوکارد هستند اما کوچکتر و با صفحات بینابینی کمتر. تشخیص بافتی این گره‌ها از عضله قلبی پیرامونشان مشکل است. از گره AV یک سری الیاف به نام الیاف هیس یا دستجات AV خارج می‌شوند، اسکلت قلبی را سوراخ می‌کنند و در طول دیواره بین بطن‌ها تا نوک قلب امتداد می‌یابند. این الیاف از نوک قلب منشعب می‌شوند و نام آنها به الیاف پورکنژ تغییر می‌کند.

ویژگی‌های الیاف پورکنژ: بزرگتر از الیاف میوکارد، روشن‌تر از میوکارد (مانند سلول‌های میوکارد قرمز نیست)، میزان فیبرهای انقباضی کم‌تر از میوکارد، گلیکوزن زیاد، تعداد صفحات بینابینی کمتر از میوکارد. هسته‌ی آنها گرد و مرکزی است و کار اصلی آن انقباض نیست بلکه پخش کردن پیام انقباض در بطن است. این الیاف از انتهای دیستال، بین میوکارد بطن گسترش پیدا می‌کنند و پیام انقباض را به صورت همزمان و از طریق اتصالات سوراخ‌دار منتقل می‌کنند (نیازی نیست با تک تک سلول‌ها ارتباط داشته باشد). (شکل ۱-۱۲)

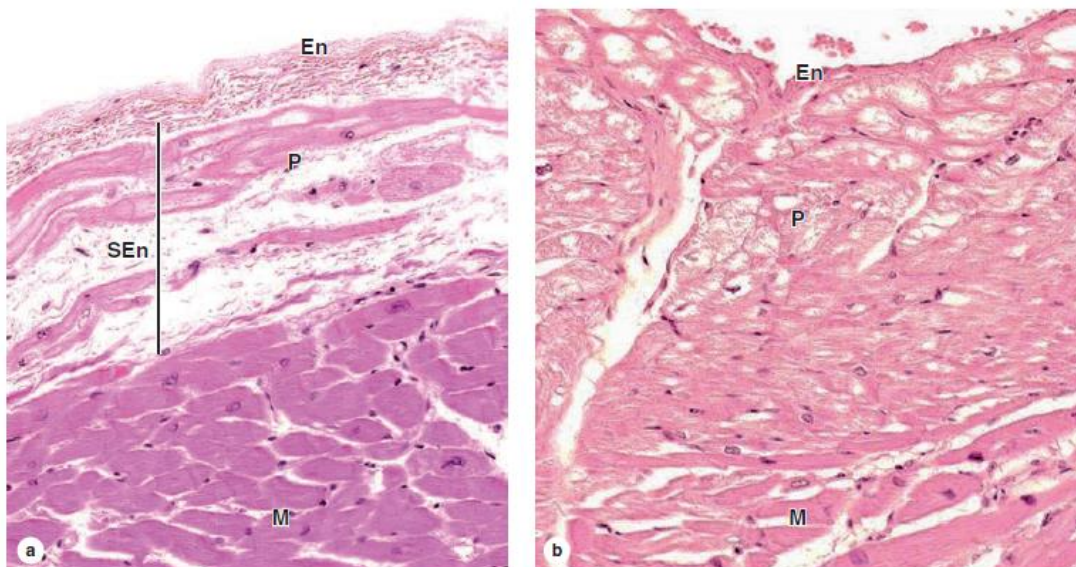


شکل ۱-۱۲

◀ آندوکارد

از داخل به خارج، اندوتلیوم و لایه ساب آندوتلیال (بافت همبند)، سپس یک لایه میانی میوالاستیک که شامل عضله صاف و بافت همبند است، قرار دارد. زیر این لایه‌ها لایه زیر اندوکاردی (Subendocardial layer) قرار دارد که شامل بافت همبند است. سلول‌های پورکنژ در لایه ساب اندوکارد قرار دارد.

در شکل زیر مشاهده می‌کنید اندوکارد دهلیز نازکتر از بطن‌هاست و ساب اندوکارد بسیار نازکی دارد به طوری که سلول‌های پورکنژ به داخل میوکارد رخنه می‌کنند و با سلول‌های انقباضی میوکارد آمیخته می‌شوند پس به صورت کامل، از میوکارد مجزا نشدند. (شکل ۱۳-۱)



شکل ۱۳-۱

(a) بطن (b) دهلیز (En) اندوتلیوم (P) پورکنژ (M) میوکارد (SEn) ساب اندوکارد

◀ میوکارد

ضخامت میوکارد خیلی زیاد است و لابه‌لای سلول‌های آن شبکه مویرگی وجود دارد زیرا بافت قلب به اکسیژن بسیاری نیاز دارد.

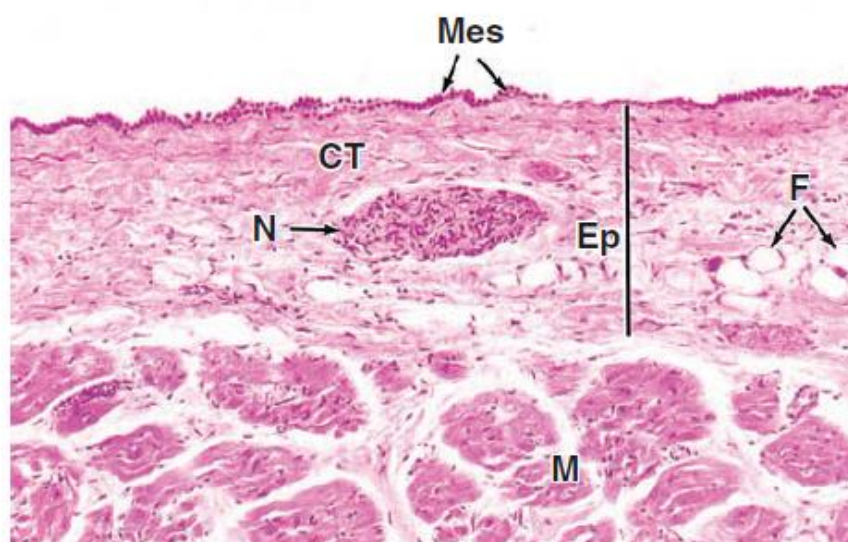
ویژگی سلول ماهیچه قلبی: استوانه‌ای منشعب، دارای یک یا دو هسته بیضی‌شکل در مرکز، وجود خطوط عرضی، صفحات بینابینی و گرانولهای لیپوفوشین

◀ پری‌کارد

پری‌کارد دارای ۲ لایه است: لایه‌ی جداری و لایه‌ی احشایی یا اپی‌کارد.

لایه‌ی جداری به سطح داخلی قفسه‌ی سینه می‌چسبد و لایه‌ی احشایی روی قلب قرار دارد و بین این دو جداره فضایی وجود دارد که به آن فضای پری‌کاردی (آبشامه‌ای) می‌گویند. اپی‌کارد از مزوتلیوم و بافت همبند زیرین آن تشکیل شده است که این بافت همبند دارای عروق کرونری و اعصاب اتونوم و حسی و چربی دور قلب که افزایش آن میتواند منجر به انواع آریتمی‌های قلبی شود. (شکل ۱۴-۱)

مزوتلیوم بسیار شبیه به آندوتلیوم است اما هسته‌های آندوتلیوم دوکی شکل است و هسته‌های مزوتلیوم گرد و کروی هستند.



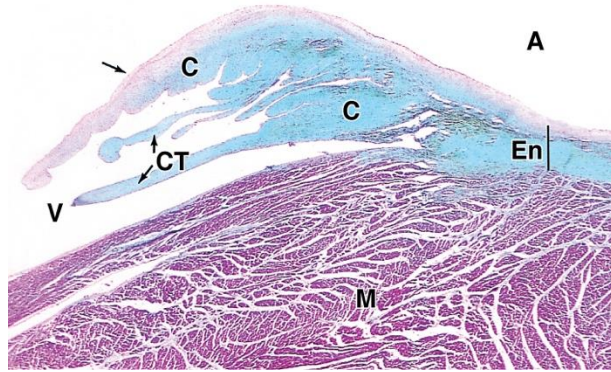
شکل ۱۴-۱

(M) میوکارد (Ep) اپی‌کارد (N) عصب (CT) بافت همبند سست (F) چربی

◀ دریچه قلب

سطحی که با خون در ارتباط است حتماً اندوتلیوم دارد. در صورت عدم وجود لایه اندوتلیوم، خون با برخورد به سطح لخته میشود. پس در سطوحی از سیستم گردش خون که با خون تماس دارند اندوتلیوم وجود دارد. ساختار دریچه‌های دهلیزی-بطنی که بافت همبند (که دارای کلاژن بسیار است) است، توسط اندوتلیوم پوشیده شده است.

در شکل زیر پیکان دریچه دهلیزی-بطنی را نشان می‌دهد. طناب‌های وتری (CT) از یک طرف به دریچه و از طرف دیگر به عضلات پاپیلاری متصل شدند. که اسکلت قلبی که از جنس بافت همبند متراکم نامنظم (C) است، دریچه‌ها و طناب‌های وتری را نیز پوشانده است. رنگ آبی در شکل زیر نشان‌دهنده کلاژن است



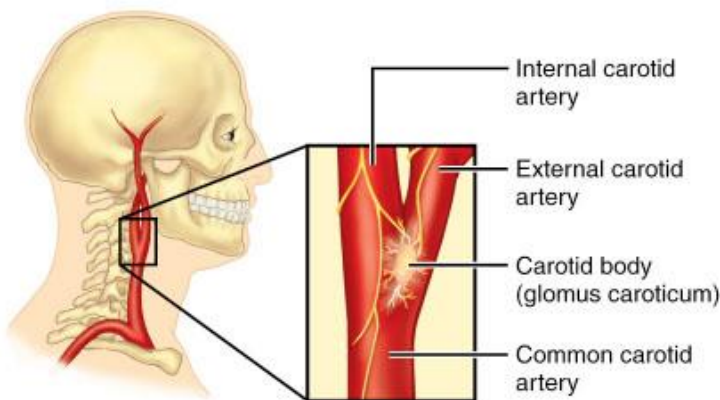
شکل ۱-۱۵

ساخترهای حسی سرخرگ‌ها:

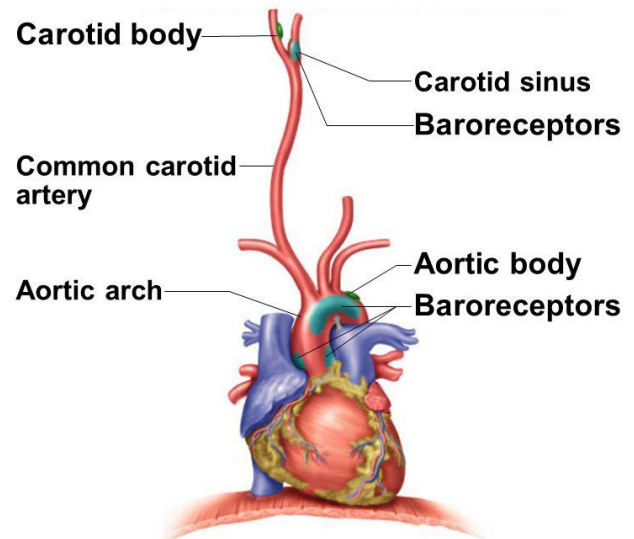
دو نوع از این ساختارها داریم:

۱. Baroreceptor (گیرنده‌های فشار): فشار خون را می‌سنجد.

در محل دو شاخه شدن کاروتید مشترک (common carotid)، ابتدای کاروتید داخلی، رگ مقداری گشاد می‌شود که به آن سینوس کاروتید گفته می‌شود. سینوس در بافت شناسی به معنای **گشاد شدگی** است. سینوس کاروتید در دو طرف گردن قرار دارد. در این سینوس **Media** نازک است و به دنبال آن دیواره شریان نیز نازک می‌شود ولی ادوانتیس ضخیم و پر از فیبرهای عصبی حسی (عصب ۹ مغزی یا عصب زبانی حلقی) است که افزایش فشار خون را حس می‌کنند. وقتی فشار خون زیاد شود چون دیواره این ناحیه نازک است، اعصاب این ناحیه به سرعت این افزایش فشار خون را می‌فهمند و پیام را به CNS انتقال می‌دهند. در قوس آئورت هم یک گشاد شدگی داریم و به آن سینوس آئورتی می‌گوییم که در آن گیرنده‌هایی مشابه، به لحاظ کارکرد وجود دارد که سیگنال‌هایی را در ارتباط با فشار خون از طریق عصب ۱۰ مغزی (عصب واگ) به CNS ارسال می‌کنند.



شکل ۱-۱۶



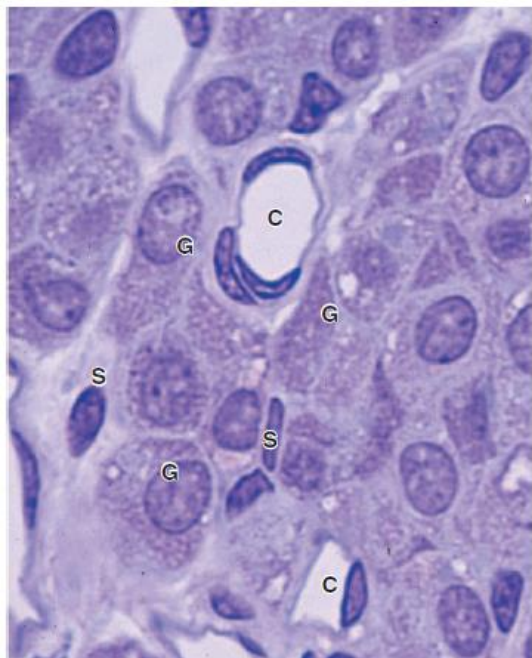
شکل ۱-۱۷

۲. Chemoreceptor (گیرنده‌های شیمیایی): میزان O_2 و CO_2 خون و pH خون را می‌سنجد.

اجسام آئورتیک و اجسام کاروتید از این دست گیرنده‌ها هستند. اجسام آئورتیک (Aortic bodies) در قوس آئورت و اجسام کاروتید (Carotid bodies) در دیواره سینوس کاروتید قرار دارند. نام دیگر این اجسام، glomus body است. این ساختارها بخشی از سیستم عصبی خودمختار هستند که پاراگانگلیون (Paraganglia) نامیده می‌شوند. این اجسام دارای سلول‌های بزرگی به اسم گلوموس (Glomus cells) هستند که وزیکول‌هایی با مرکز متراکم دارند. این وزیکول‌ها حاوی دوپامین، استیل کولین و نوروترنسمیتر هستند. تعداد زیادی کپیلاری در بین این سلول‌ها قرار گرفته است. در شکل ۱۸-۱ سلول‌های قمری را مشاهده می‌کنید که سلول‌های گلوموس را دربر می‌گیرند.

• سلول‌های گلوموس منشأ نورال کرس (Neural crest) دارند و از ستیغ عصبی مهاجرت کردند و این اجسام را تشکیل دادند.

وقتی میزان CO_2 در خون بالا برود و میزان O_2 خون پایین برود یا خون اسیدوز شود یعنی H^+ خون بالا رود، سلول‌های گلوموس از طریق کانال‌های یونی موجود در سطح غشا، این تغییر را حس می‌کنند و وزیکول‌های حاوی نوروترنسمیتر خود را آزاد می‌کنند. رشته‌های حسی از شاخه عصبی زبانی-حلقی با سلول‌های گلوموس سیناپس می‌کنند و علائم را به مغز اطلاع می‌دهند تا شرایط را به حالت نرمال برگرداند.



جمع‌بندی: گلوموس بادی یک داربست بافت همبند با مویرگ‌های فراوان است. سلول‌های گلوموس دارای کانال‌های یونی خاص در غشا و وزیکول‌های حاوی نوروترنسمیتر است. سلول‌های قمری از سلول‌های گلوموس پشتیبانی می‌کنند.

شکل ۱۸-۱

◀ سیستم ایمنی و ارگان‌های لنفاوی

ارگان‌های لنفاوی که در سیستم ایمنی ما نقش دارند، شامل دو بخش می‌شوند:

۱. **اعضای لنفاوی اولیه یا مرکزی:** شامل تیموس و مغز استخوان
۲. **عضو لنفاوی ثانویه یا محیطی:** شامل مابقی قسمت‌ها به جز تیموس و مغز استخوان

لنفوسیت‌ها ابتدا در اعضای لنفاوی اولیه تولید می‌شوند اما بیشتر آنها در اعضای لنفاوی ثانویه فعال شده و تکثیر می‌یابند.

منشاء اصلی هم T-Cell ها و هم B-Cell ها مغز استخوان می‌باشد. B-Cell ها در همان مغز استخوان تکامل می‌یابند و T-Cell ها در تیموس تمایز و تکامل پیدا می‌کنند.

مغز استخوان ← تولید B-Cell نابالغ ← مغز استخوان ← بلوغ B-Cell

مغز استخوان ← تولید T-Cell نابالغ ← تیموس ← بلوغ T-Cell

✓ بخش محیطی سیستم ایمنی

شامل: طحال، عقده‌های لنفاوی و مالت (MALT)

❖ مالت (MALT)

بافت لنفاوی وابسته به مخاط = MALT = Mucosa-Associated-Lymphoid-Tissue

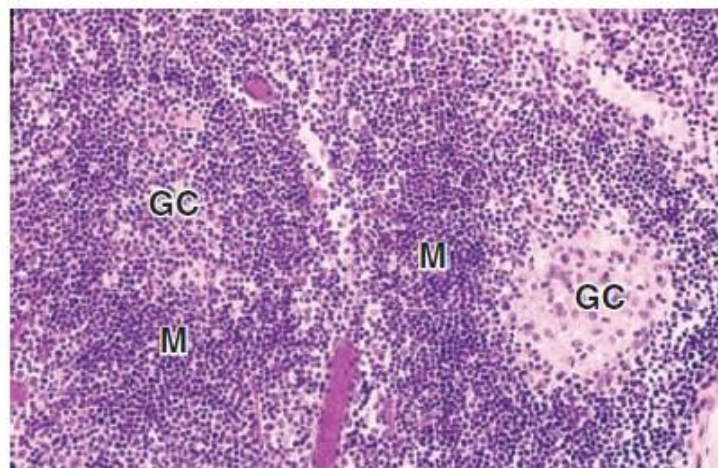
مالت شامل سلول‌های لنفاوی است که به صورت پراکنده درون آستر مخاط قرار گرفته‌اند. این سلول‌ها شامل لنفوسیت‌های T و B و پلازما سل (از B-Cell ها به وجود می‌آید) و ماکروفاژها هستند. البته سلول‌های دیگری مثل سلول‌های دندریتی و ارائه دهنده آنتی‌ژن و... نیز هستند اما سلول‌های نام برده سلول‌های اصلی مورد نظر ما هستند و عملکرد بیشتری دارند.

- سلول‌های لنفاوی علاوه بر آستر مخاط، گاهی به صورت مهاجر در بافت اپیتلیوم هم دیده می‌شوند.

در آستر مخاط دستگاه تنفسی، گوارشی، ادراری و تناسلی، از آن جهت که ارتباط زیادی با بیرون دارند و با آنتی ژن در تماس هستند، دارای MALT هستند و در این بافتها حتی گاهی سلولهای لنفاوی به زیرمخاط هم نفوذ می کنند.

✓ فولیکول لنفاوی (lymphatic follicle)

لنفوسیت زیر میکروسکوپ گرد و به رنگ بنفش پررنگ است. به تجمع لنفوسیت های B با مرکز روشن، فولیکول لنفاوی (lymphatic follicle) یا گرهک یا ندول لنفاوی (Lymphoid nodule) گفته می شود که در آستر مخاط دستگاه گوارش، تنفس و ... وجود دارد. به ناحیه روشن که در وسط قرار دارد، مرکز زاینده (Germinal center) گفته می شود. این مرکز شامل سلولهای لنفوبلاست است که می توانند تکثیر شوند و لنفوسیت B را ایجاد کنند. این فولیکولها به صورت پراکنده در آستر مخاط وجود دارند و جزء MALT محسوب می شوند.



شکل ۱-۲

GC مرکز زاینده و M لنفوسی های بالغ را نشان می دهد.

پس مالت شامل فولیکولهای لنفاوی و سلولهای لنفاوی است که به صورت پراکنده در آستر مخاط وجود دارند اما تعدادی از سلولهای ایمنی موجود در مالت ساختمان بزرگتری مثل لوزهها، آپاندیس، پلاکهای پییر (peyer patches) در ایلئوم (سومین قسمت روده) را تشکیل می دهند که هر کدام را جداگانه بررسی خواهیم کرد اما ابتدا MHC را توضیح خواهیم داد.

MHC ←

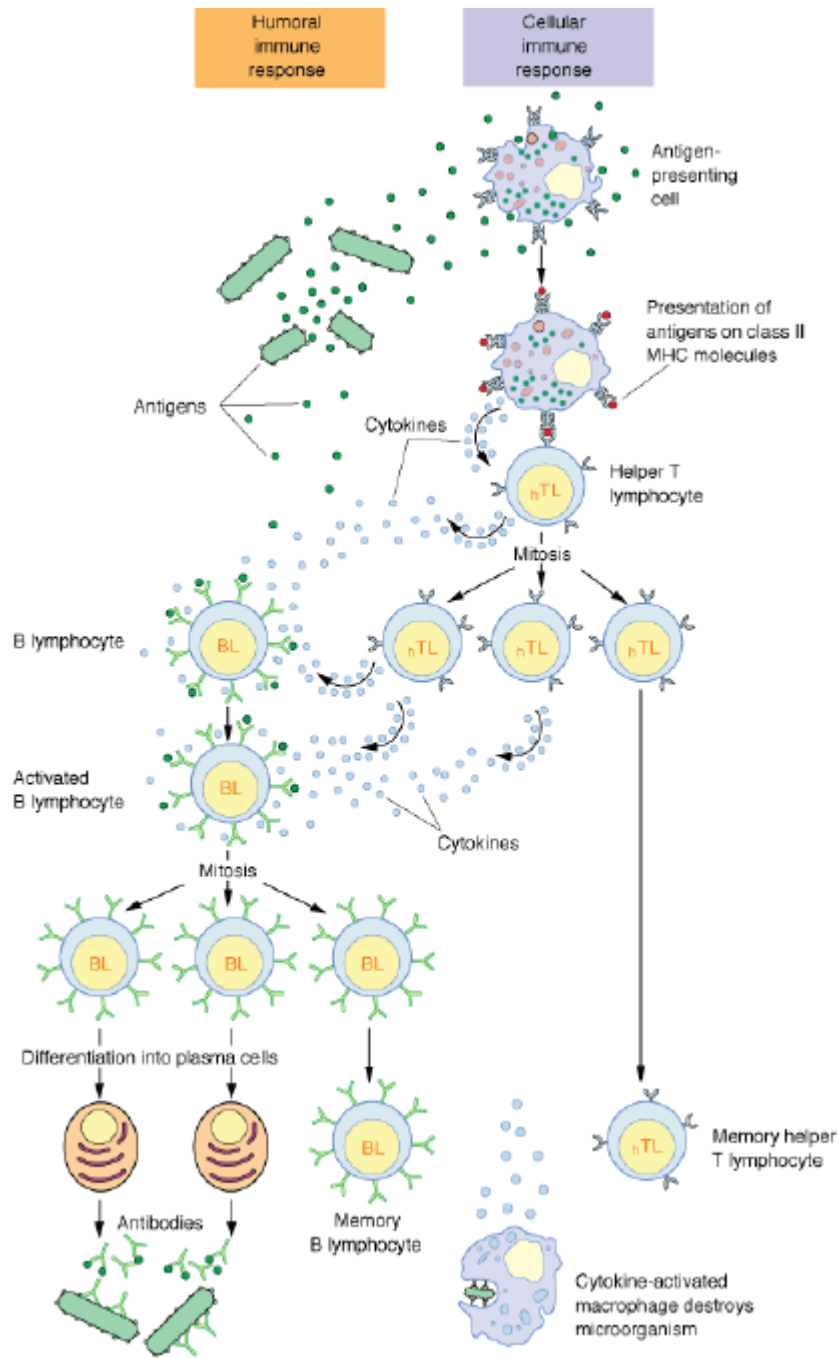
MHC : همه‌ی سلول‌های بدن ما بر سطح خود پروتئینی دارند به نام MHC از نوع کلاس I که حکم شناسنامه را برای آنها دارد چون حاوی آنتی‌ژن مربوط به خود سلول است. سلول‌های T این MHCها را چک می‌کنند تا بفهمند سلول خودی است یا غیر خودی. سلول‌ها وظیفه دارند هرچیزی که واردشان می‌شود را از طریق همین شناسنامه به لنفوسیت T نشان دهند. پس لنفوسیت T فقط آنتی‌ژنی را که روی MHC باشد بررسی می‌کند. نوع دیگری از MHC ، MHC II است که فقط در سطح سلول‌های ارائه‌دهنده آنتی‌ژن هستند (مثل ماکروفاژ، دندریتیک و ...).

• سلول‌های ارائه‌کننده آنتی‌ژن

جزء فاگوسیت‌های تک هسته‌ای به شمار می‌روند. این سلول‌ها شامل ماکروفاژ و سلول‌های دندریتیکی (Dendritic cells) هستند. این سلول‌ها آنتی‌ژن باکتریایی را از محیط می‌گیرند، به داخل خودشان می‌برند یعنی فاگوسیتوز می‌کنند و تکه تکه‌اش می‌کنند. همچنین یک مولکول داخل غشایی دیگر به نام MHC از نوع کلاس II می‌سازند. آنتی‌ژن تکه تکه کرده را به کمک شبکه آندوپلاسمی زبر، روی این MHC ها می‌گذارند، سپس این ترکیب را روی سطح غشای خود می‌گذارند و آنتی‌ژن به همراه MHC را به T-Helper نشان و ارائه می‌دهد. T-Helper آن را شناسایی می‌کند و به B-Cell ها کمک می‌کند که به پلازما سل‌ها تمایز یابند و آنتی‌بادی تولید کنند.

• MHC I را تمام سلول‌های هسته‌دار بدن تولید می‌کنند. فقط گلبول‌های قرمز خون این مولکول را بیان نمی‌کنند.

• آنتی‌ژن‌های ویروسی را نمی‌توان فاگوسیتوز کرد؛ به همین دلیل سلول حاوی ویروس باید نابود شود که این کار برعهده لنفوسیت کشنده است. سلول، تکه‌ای آنتی‌ژن ویروس را به MHC I می‌دهد و MHC I آن را به لنفوسیت کشنده نشان می‌دهد، لنفوسیت این سلول حاوی ویروس را شناسایی می‌کند و آن را نابود می‌کند.

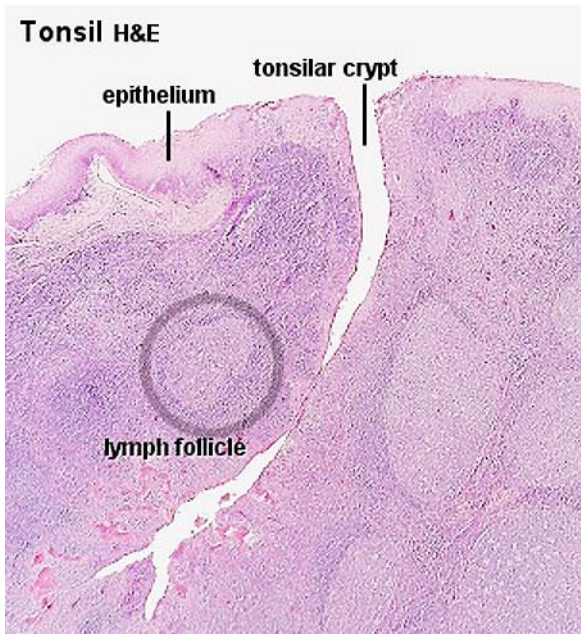


✓ لوزه‌ها (Tonsil)

توده‌های بزرگ و نامنظمی از بافت لنفاوی هستند. جزء مالت هستند و در جایی قرار می‌گیرند که با حفره بیرونی در تماس باشند؛ پس روی آن‌ها را بافت اپیتلیوم می‌پوشاند. لوزه‌ها در حفره حلق و دهان قرار گرفته‌اند و با آنتی‌ژن‌هایی که وارد حفره بینی و دهان می‌شوند، مواجه می‌شوند.

○ کریپت (crypt)

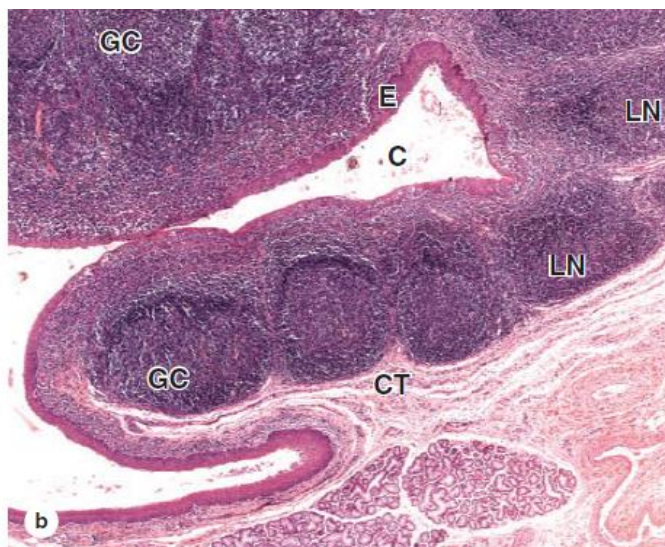
در سطح لوزه‌ها چاله‌هایی وجود دارد که در اثر فرو رفتن اپیتلیوم بر آستر مخاط (lamina propria) به وجود می‌آیند و سطح را افزایش می‌دهند. این چاله‌ها کریپت لوزه‌ای نام دارند. داخل فضای این کریپت‌ها سلول‌های اپیتلیالی ریزش یافته، لنفوسیت و لوکوسیت و باکتری‌ها هستند. در اطراف کریپت‌ها ندول‌های لنفاوی یا سلول‌های لنفاوی منتشر وجود دارند.



شکل ۲-۲

○ کپسول

دور هر ارگانی داخلی بدن را یک بافت همبند پر رشته متراکم نامنظم به اسم کپسول در برمی‌گیرد. لوزه‌ها را نیز یک بافت رشته رشته از جنس بافت همبند، به نام کپسول احاطه کرده است. قبلا به آن نیمه کپسول گفته می‌شد؛ زیرا یک طرف لوزه، کپسول قرار دارد و طرف دیگر، اپیتلیوم می‌باشد ولی الان به آن کپسول گفته می‌شود.



شکل ۲-۳

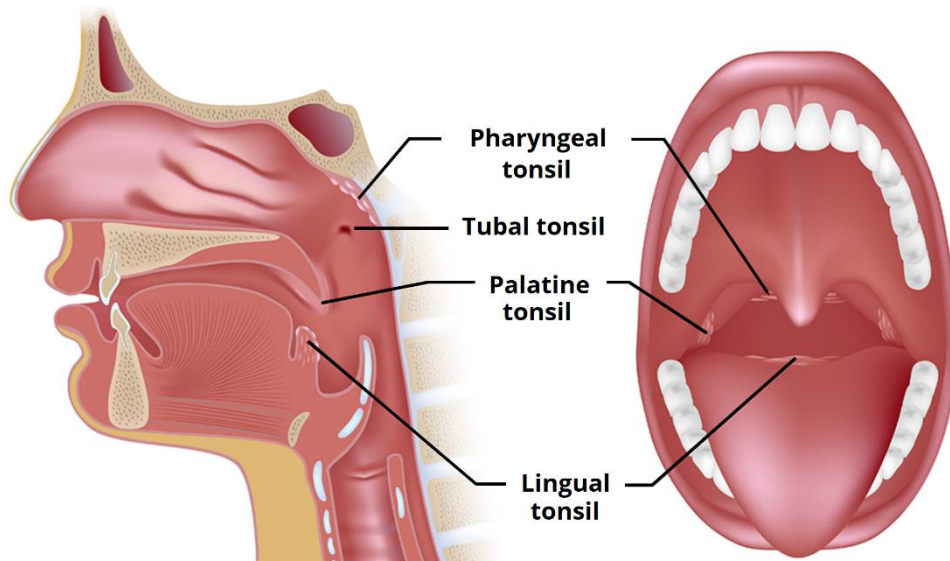
شکل بالا مربوط به قسمتی از لوزه است که سوراخ سفید، لومن کریپت (C) است. دور لومن، اپیتلیوم (E)، بعد از آن بافت لنفاوی مثل ندول‌های لنفاوی حاوی مرکز زاینده (GC) قرار دارد. سپس کپسول (CT) را مشاهده می‌کنید.

بر اساس محل قرارگیری، لوزه‌ها به دستجات زیر تقسیم می‌شوند:

لوزه کامی (Palatine tonsil): پشت کام نرم قرار دارند. اپیتلیوم مطبق سنگفرشی دارند. ۲ عدد لوزه کامی داریم و هر لوزه ۱۰ الی ۲۰ تا کریپت دارد. این بافت توسط کپسولی از جنس بافت همبند پوشیده شده‌اند.

لوزه زبانی (Lingual tonsil): در خلف و قاعدهٔ زبان قرار دارند. اپیتلیوم مطبق سنگفرشی دارند. تعداد لوزه‌های زبانی زیاد و هر کدام یک کریپت دارند همچنین کپسول مشخصی ندارد.

لوزهٔ حلقی (Pharyngeal tonsil): در دیواره خلفی حلق بینی قرار دارند. چون در nasopharynx دستگاه تنفسی قرار دارند، اپیتلیوم آنها از نوع استوانه‌ای مطبق کاذب مزکدار است. فقط یک لوزه حلقی داریم که چین‌خوردگی دارد اما فاقد کریپت است.



شکل ۴-۲

✓ آپاندیس

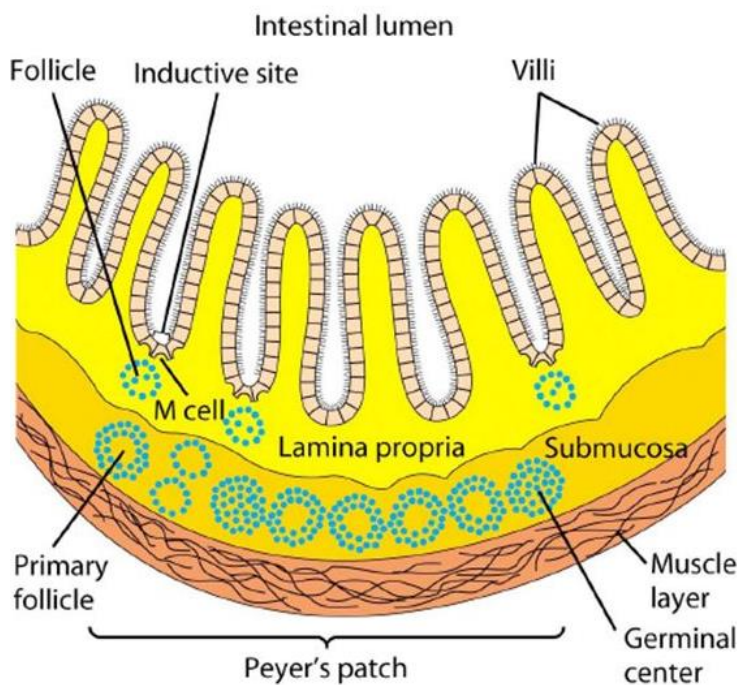
آپاندیس جزو MALT محسوب می‌شود. آپاندیس دارای مخاط و ریزمخاطی است که حاوی لنفوسیت‌ها و فولیکول‌های لنفاوی است. فضای داخل آپاندیس کوچک است که شامل میکروبهای طبیعی روده و مواد غیر قابل هضم است.

✓ پلاک پی‌یر (Peyer patches)

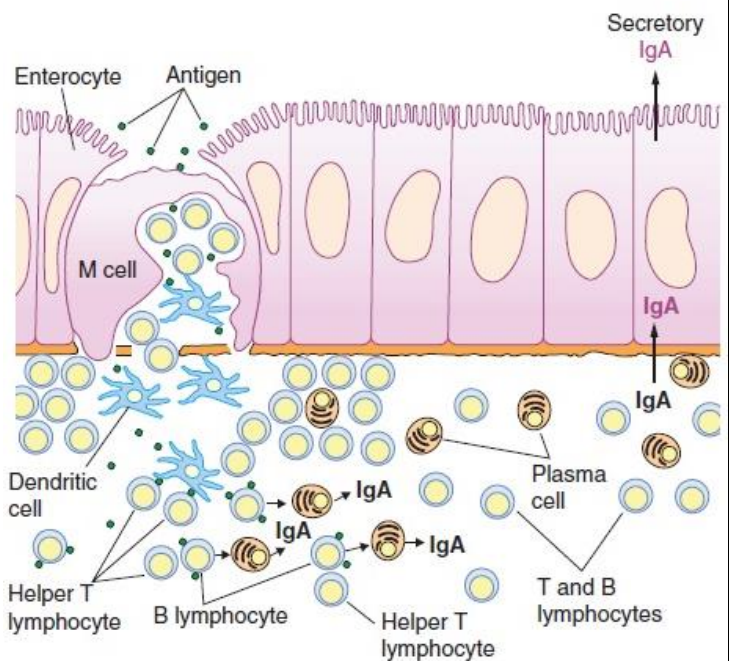
مالت در تمام دستگاه گوارش وجود دارد اما در ایلئوم تکامل بیشتری یافته و به صورت تجمعاتی از فولیکول‌های لنفاوی وجود دارد که به آن پلاک پی‌یر (Peyer patches) می‌گویند. پلاک‌های پی‌یر نقش مهمی در پاسخ دستگاه ایمنی به عوامل بیماری‌زا دارند. این پلاک‌ها حاوی ماکروفاژها، سلول‌های دندریتیک، لنفوسیت‌های B و لنفوسیت‌های T متعددی هستند که عوامل بیماری‌زا را خنثی می‌کنند.

- در ناحیه پلاک پی‌یر پرزها کم می‌شود و حتی در بعضی قسمت‌ها صاف می‌شود. (گفته استاد)

اپیتلیوم استوانه‌ای ساده پوشاننده پلاک‌یر، در بعضی نواحی حاوی سلول‌های بزرگی به نام M (microfold) است که چین‌های بسیار ریزی روی آنها مشاهده می‌شود ولی فاقد حاشیه مسواکی (ریزپرز) هستند. غشای پایه این سلول پاره پاره است. سطح قاعده این سلول به سمت داخل فرو می‌رود و شکلی مانند جیب ایجاد می‌کند درون این جیب لنفوسیت و سلول‌های دندریتیکی قرار دارند. چون سلول، در این قسمت نازک شده آنتی‌ژن‌های روده می‌توانند به این جیب‌ها نفوذ کنند سپس در این مکان سلول‌های دندریتیکی آنها را گرفته و آنها را به سلول‌های T یاور ارائه می‌دهند و T-Helper آن را شناسایی می‌کند و به B-Cell ها کمک می‌کند که به پلاسما سل‌ها تمایز یابد و آنتی بادی تولید کند. آنتی بادی‌های تولید شده طی این پاسخ ایمنی، توسط سلول‌های آنتروسیت (سلول پوششی روده) به داخل مجرای گوارشی فرستاده می‌شوند تا با آنتی‌ژن مضر ترکیب شوند و آنها را خنثی کنند.



شکل ۲-۵



شکل ۲-۶

در شکل ۶-۲ پلاسموسل‌ها را می‌بینید که بیضی شکل هستند و هسته گرد کناری دارند و IgA (ایمنوگلوبین A) ترشح می‌کنند. IgA از طریق سلول‌های آنتروسیت به ترشحات روده می‌رسد، آنتی ژن‌ها را مانند آهن‌ریا به خود جذب می‌کنند و کمپلکس آنتی ژن-آنتی بادی ایجاد می‌کنند که توسط آئوزینوفیل بلعیده می‌شود. IgA فقط در آستر مخاط است.

- توضیحات نحوه کار لنفوسیت‌ها و ایمنوگلوبین‌ها مربوط به ایمنولوژی است که ترم بعد به آن پرداخته می‌شود.

▪ بافت لنفاوی:

اعضای لنفاوی شامل دو بخش است:

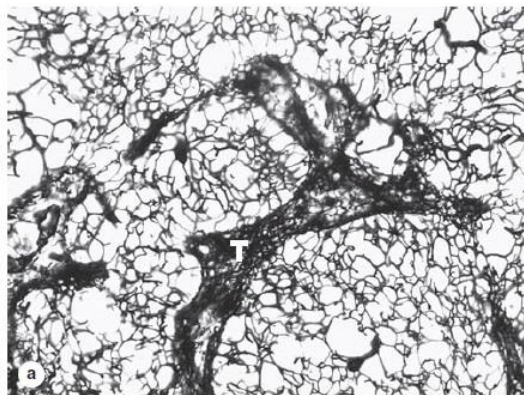
۱. فولیکول‌های لنفاوی که در لوزه‌ها بسیار بزرگ هستند درحالی‌که در عقده‌های لنفاوی به سختی دیده می‌شوند. در وسط این فولیکول‌ها اکثراً ممکن است (Germinal center) دیده شود.

۲. پر از لنفوسیت‌ها با هسته گرد و به رنگ بنفش تیره

سلول‌های لنفاوی بصورت منتشر و پراکنده در بافت‌های لنفاوی قرار گرفته‌اند و اطراف آن‌ها داربستی وجود دارد. داربست در اعضای لنفاوی مثل لوزه، عقده‌های لنفاوی و طحال از نوع رتیکولر است اما داربست تیموس دارای سلول و رشته‌های متفاوتی است.

سلول‌های رتیکولر یک نوع سلول فیبروبلاست ویژه شده است که دارای هسته‌ای مثلثی شکل یا بیضی است که یوکروماتین است. سلول‌های رتیکولر استتاله دار می‌باشند و رشته‌های این داربست همبندی را تولید می‌کنند. به موازات استتاله‌های بلند سلول، رشته‌های رتیکولر (Reticular fiber) قرار دارند که هر دو با هم داربست را بوجود می‌آورند.

- یوکروماتین: کروماتین فعال است که تراکم کمتری دارد و در رنگ آمیزی، رنگ کمتری به خود می‌گیرد.



شکل ۷-۲

در این شکل، داربست رتیکولر قرار دارد که با نقره رنگ شده است. رشته‌های رتیکولر باندل (Bundle) تشکیل نمی‌دهند و فقط رشته‌ای هستند. بصورت سیاه‌رنگ دیده می‌شوند. روی این داربست، سلول‌ها سوار هستند.

❖ عقده‌ی لنفی:

به آن غده‌ی لنفی نیز می‌گویند که شبیه لوبیاست. وظیفه‌ی اصلی آن تصفیه‌ی لنف است. در این عقده‌ها لنفوسیت B می‌تواند تکثیر یابد. چند رگ لنفی آوران از بخش محدب غده، لنف را به آن می‌آورند تا لنف تصفیه شود، سپس یک رگ لنفی وایران به نام Efferent lymphatic vessel لنف را از قسمت ناف آن خارج می‌کند. از ناف، شریان، ورید و عصب نیز عبور می‌کنند.

دور تا دور عقده‌ی لنفی را بافت همبند به نام کپسول فرا گرفته است و استتاله‌هایی به نام ترابکولا به داخل عقده می‌دهد که از طریق این استتاله‌ها رگ‌های خونی وارد شده و منشعب می‌شود.

• کپسول را با داربست اشتباه نگیریم. کپسول از جنس بافت همبند است که کلاژن ۱ دارد اما داربست از جنس رتیکولر است و کلاژن نوع ۳ دارد.
بافت عقده‌ی لنفی شامل:

(۱) کپسول (۲) داربست رتیکولر (۳) پارانشیم

پارانشیم، شامل دو قسمت کورتکس و مدولا است.

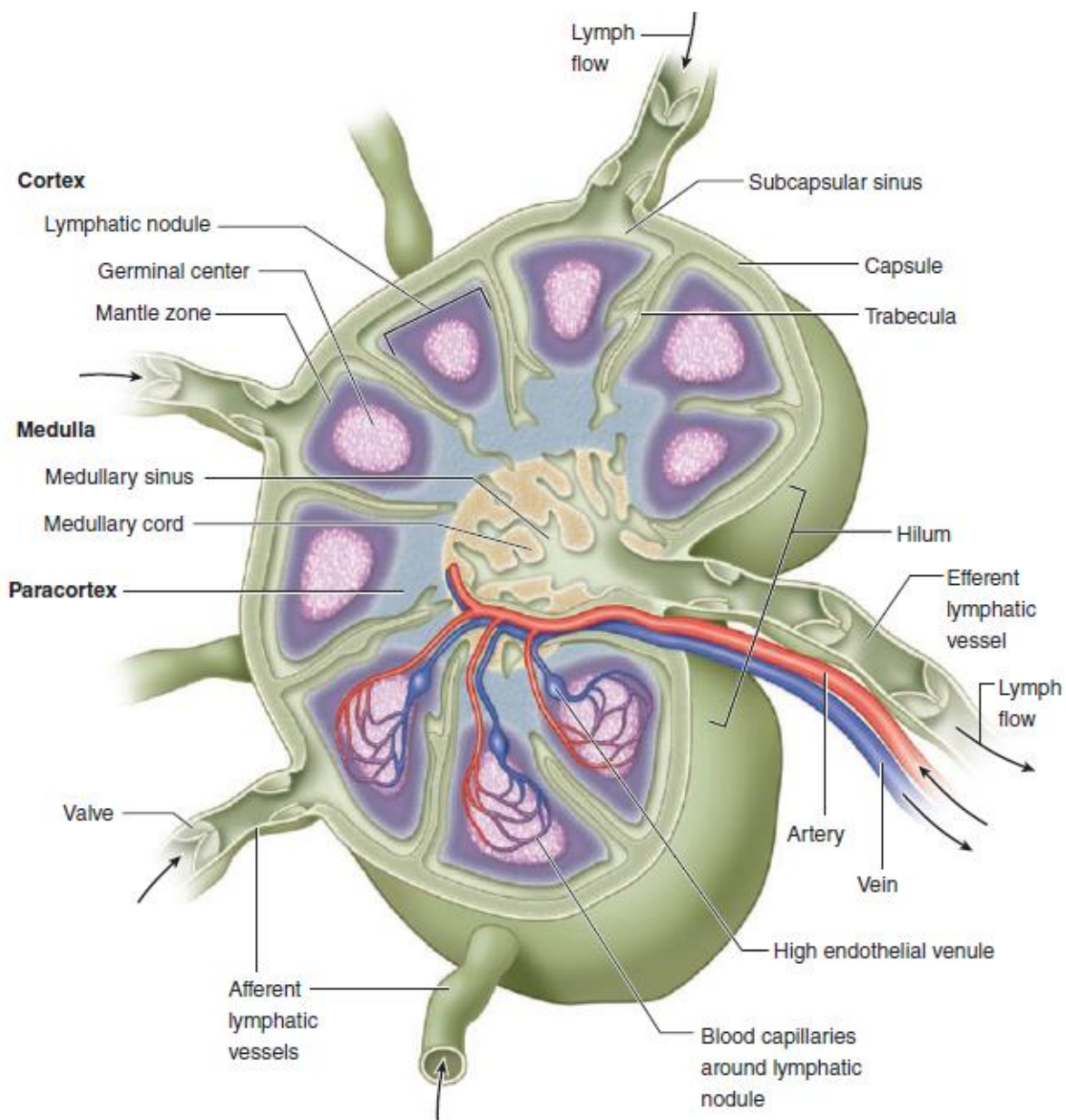
کورتکس: در غده لنفی بخش‌های توپ‌مانندی دیده می‌شود که فولیکول‌های لنفاوی هستند و در کورتکس خارجی قرار می‌گیرد. کورتکس ۲ قسمت دارد یک قسمت خارجی که حاوی فولیکول است و یک قسمت داخلی که بدون فولیکول است که پاراکورتکس نام دارد و محل ذخیره‌ی Tcell ها است.

در پاراکورتکس وریدچه‌های پس مویرگی داریم که در عقده‌های لنفی، آندوتلیوم آنها به جای سنگفرشی، مکعبی است و قسمت راسی آندوتلیوم توسط گلیکوپروتئین‌هایی پوشیده شده است که سبب تسهیل حرکات و دیپدز می‌شود. پس شرایط برای دیپدز مهیاست و لنفوسیت‌های B و T در این ناحیه از خون وارد عقده‌های لنفاوی می‌شوند تا آنتی‌ژن‌ها را شناسایی کنند.

مدولا: در همسایگی با ناف می‌باشد و از سینوس‌های مغزی (medullary sinus) و طناب‌های مغزی (medullary cord) تشکیل شده است.

سینوس‌های مغزی توسط شبکه‌ای از زوائد سلول‌های رتیکولر پوشیده شده است که به عنوان صافی نهایی بریا لنف عمل می‌کند. این سینوس حاوی تعداد زیادی ماکروفاژ است.

طناب‌های مدولا: طناب‌های مدولا شامل لنفوسیت B و T و پلاسماسل‌ها می‌باشند که از ناحیه پاراکورتکس وارد مدولا شده‌اند.



شکل ۲-۸

○ نقش عقده لنفاوی در پاسخ ایمنی

اگر یک سوزن وارد پوست شود، آنتی‌ژن‌هایی به وسیله‌ی آن وارد بدن ما می‌شود. سلول‌های لانگرهانس پوست آنتی‌ژن را می‌گیرند و به مویرگ‌های لنفی می‌روند. مویرگ‌های لنفی به رگ‌های لنفی می‌ریزند و در نهایت به عقده‌های لنفی وارد می‌شوند.

- هر رگ لنفی در مسیر خود حداقل از یک گره عبور می‌کند.
- سلول‌های Langerhans آنتی‌ژن‌های میکروبی را به خود گرفته و پردازش می‌کنند تا به سلول‌های حاوی آنتی‌ژن کاملاً کاربردی تبدیل شوند. و به گره‌های لنفاوی برای تعامل با سلول‌های T ساده لوح مهاجرت کنند.

قسمت‌هایی از عقده‌ی لنفی پر از سلول‌های لنفاوی (لنفوسیت‌ها، پلازما سل‌ها، سلول‌های دندریتیک، ماکروفاژها و ..) است و در قسمت‌هایی فضای خالی وجود دارد که لنف ورودی، از این فضاهای خالی عبور می‌کند. به این فضاهای خالی سینوس می‌گویند.

در زیر کپسول، یک سینوس به نام سینوس قشری یا محیطی داریم که به آن Marginal/subcapsular sinus گفته می‌شود. ابتدا لنف وارد این سینوس شده و سپس به سینوس‌های دور ترابکولار که در قشر قرار گرفته است و سپس به سینوس مدولاری (Medullary sinus) رفته و از آنجا به رگ لنفی وایران می‌رود.

همراه لنف هم آنتی‌ژن آزاد و هم سلول‌های ارائه دهنده آنتی‌ژن که آنتی‌ژن را روی MHC از نوع ۲ بیان کرده است وارد عقده لنفی می‌شود. سلول‌های موجود در عقده لنفاوی این آنتی‌ژن را شناسایی می‌کنند. بار اول مبارزه با این آنتی‌ژن زمان‌بر است ولی در دفعات بعدی با کمک سلول‌های خاطره به سرعت به آن جواب می‌دهند و شروع به تکثیر می‌کنند و فولیکول‌های لنفاوی، بزرگ می‌شوند. پس عقده لنفی در عفونت‌ها بزرگ می‌شود. لنفوسیت‌های B به Plasma cell ها تبدیل می‌شوند. پلازما سل‌ها به طناب‌های مدولا می‌روند و آنتی‌بادی‌ها را می‌سازند و آنها را به لنف می‌ریزند. از این راه آنتی‌بادی‌ها به کل بدن می‌روند.

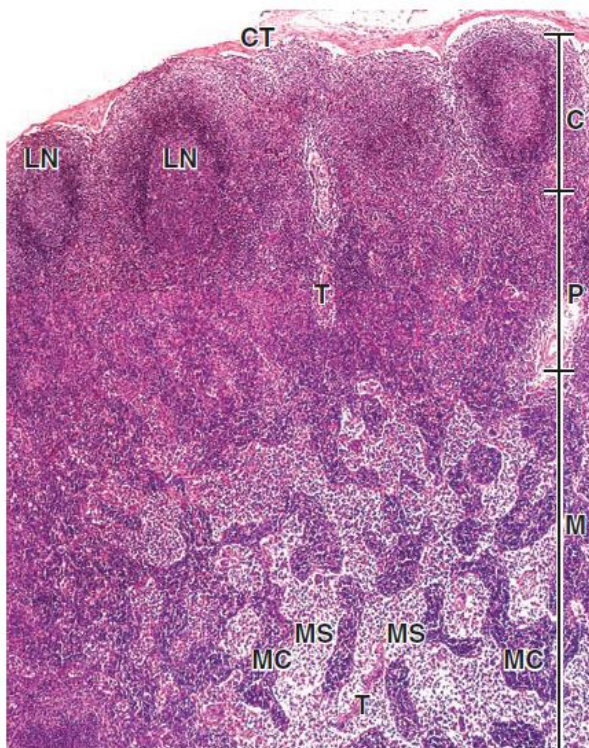
آنتی‌بادی هم از طریق وریدچه‌های پس مویرگی و هم از طریق رگ لنفی وایران در بدن منتشر می‌شود. حال این آنتی‌بادی‌ها چه جوری جذب آن‌محل می‌شوند که سوزن در دست ما فرو رفت و آنتی‌ژن وارد بدن ما شد؟ آنتی‌ژن‌ها از طریق علامت‌هایی که در آن ناحیه توسط لوکوسیت‌ها پخش می‌شود (مثل اینترلوکین)، به آن قسمت هدایت می‌شوند و با آنتی‌ژن‌ها مبارزه می‌کنند.

بهترین بزرگنمایی برای مشاهدهی فولیکول‌ها ۴ و ۱۰ برابر است ولی در ۴۰ برابر بسیار نزدیک بافت می‌شویم و مشاهده بسیار سخت است.

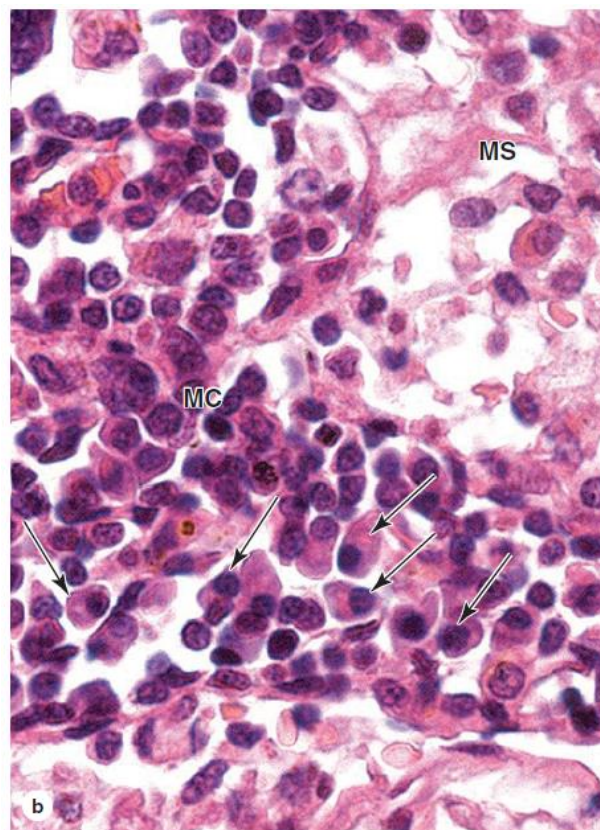
شکل مدولا که در آزمایشگاه با بزرگنمایی ۴۰ بررسی می‌شود در اطراف آن طناب‌های مغزی دیده می‌شود که برش عرضی آن گرد و بیضی شکل است اما برش طولی آن دراز و مثل طناب است. بسلول‌های صورتی رنگ تراپکول‌ها هستند.

- سینوس خلوت است پس، خیلی بهتر می‌توان داربست‌های رتیکولر را مشاهده کرد.
 - در سینوس‌ها سلول داربستی و ماکروفاژ داریم.
 - در طناب‌ها پلاسماسل و لنفوسیت داریم.
- در شکل ۹-۲ بافت همبند کپسول (CT)، تراپکولا (T)، ندول‌های لنفاوی (LN)، سینوس‌ها (MS)، طناب‌های مدولا (MC) را مشاهده می‌کنید.

در شکل ۱۰-۲، در طناب‌ها سلول‌های پلاسماسل را مشاهده می‌کنیم که بیضی شکل هستند و هسته‌شان گرد و در کنار قرار گرفته است. این پلاسماسل‌ها آنتی‌بادی را می‌سازند و به داخل سینوس مغزی می‌ریزند.



شکل ۹-۲



شکل ۱۰-۲

❖ طحال

وظایف آن:

- وظیفه اصلی آن تصفیه خون است (تنها عضو لنفاوی است که این کار را انجام می دهد).
- گلبول های قرمز پیر یا فرسوده را از بین می برد.
- آهن را ذخیره می کند و برای خون سازی به مغز استخوان می فرستد.
- لنفوسیت های B می سازد پس حاوی ندول های لنفاوی است.
- در دوران جنینی خون سازی می کند.

بزرگترین عضو لنفاوی است و در ربع فوقانی سمت چپ حفره شکمی قرار گرفته است و دورتادور آن را کپسولی از جنس بافت همبند متراکم پوشانده است که از آن ترابکولاهایی وارد پالپ طحالی می شوند. این ترابکولاهای از ترابکولاهای عقده لنفی صاف و مرتب تر است.

- در ترابکولاهای عضله صاف وجود دارد که با انقباضش رو عروق اثر می گذارد و باعث تخلیه خون می شود.

ترابکولاهای بزرگ در سطح داخلی طحال از ناف منشا می گیرند و شاخه هایی از اعصاب، عروق خونی و عروق لنفی را به سمت پارانشیم طحال (پالپ طحال) حمل می کنند.

طحال دارای داربستی از بافت همبند رتیکولر است که حاوی سلول ها و رشته های رتیکولر، تعداد زیادی لنفوسیت و سایر سلول های خونی، ماکروفاژها و سلول های ارائه دهنده آنتی ژن می باشند.

پالپ طحال ۲ بخش دارد:

۱. پالپ سفید (White pulp)

۲. پالپ قرمز (Red pulp)

(C) کپسول، (T) ترابکولا، (R) پالپ قرمز و (W)

پالپ سفید است. ۲۰٪ طحال White pulp

است و ۸۰٪ آن Red pulp می باشد.



شکل ۱۱-۲

○ پالپ سفید (شکل ۱۲-۲)

شامل توده‌های کوچکی متشکل از ندول‌های لنفاوی و غلاف‌های لنفاوی دور شریانچه‌ای (PALS) است. همراه با تراکولاهایی که به طحال وارد می‌شوند، شریان وارد می‌شود که به آن شریان‌های تراکولار می‌گوییم. این شریان منشعب شده و وارد پارانشیم می‌شود. به شریانی که وارد پارانشیم شده **Central arteriole** گفته می‌شود. دور این شریان غلاف لنفاوی به نام PALS (غلاف لنفاوی دور شریانی) وجود دارد. PALS در پالپ سفید طحال، جایی است که لنفوسیت‌های T در آنجا ذخیره می‌شوند. لنفوسیت‌های T یاور این ناحیه آنتی‌ژن‌های خون را شناسایی می‌کنند و سبب تمایز لنفوسیت‌های B به پلازما سل می‌شود و آنتی‌بادی ساخته می‌شود.

در وسط شکل یک ندول لنفاوی را مشاهده می‌کنید که **Germinal center** دارد و در اطرافش **sinus**‌هایی مشاهده می‌شود. این ندول برخلاف ندول‌هایی که تا الان خوانده‌ایم حاوی مویرگ است. در واقع شریان مرکزی منشعب می‌شود و تعداد زیادی مویرگ به سمت تمام قسمت‌های پالپ سفید و سینوس حاشیه‌ای (**Marginal sinus**) می‌فرستد.

افزایش رشد ندول لنفاوی باعث می‌شود که شریانچه مرکزی به سمت خارج از مرکز کشیده شود اما همچنان به نام شریانچه مرکزی نامیده می‌شود.

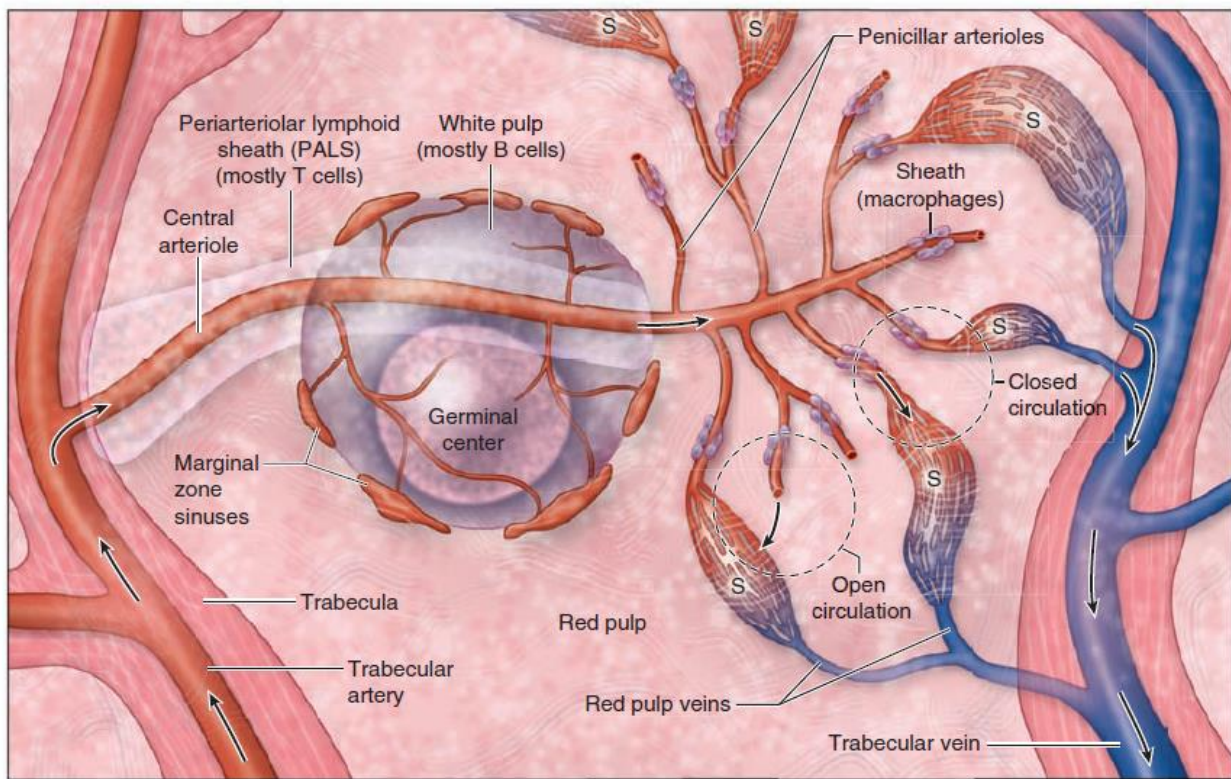
هر شریانچه مرکزی پالپ سفید را ترک می‌کند و غلافش را از دست می‌دهد و وارد **پالپ قرمز** می‌شود.

○ پالپ قرمز

جایگاهی را برای تخریب **RBCs** فراهم می‌کند و شامل:

۱. طناب‌های طحالی: طناب‌های طحالی شامل شبکه‌ای از رشته‌ها و سلول‌های رتیکولر است که به وسیله‌ی لنفوسیت‌ها (**B&T**)، ماکروفاژها، انواع دیگر لوکوسیت‌ها و **RBCs** اشغال شده‌اند.
 ۲. سینوزوئیدهای خونی: یک نوع مویرگ است که در دیواره آن سلول‌های اندوتلیال اختصاصی به نام **Stave cell** وجود دارند که محور طولی این سلول‌ها به موازات جریان خون در سینوزوئیدها است. این سلول‌ها دارای غشای پایه غیرممتد هستند. سرعت خون در آنها کم است.
- در پالپ قرمز شریانچه مرکزی دوباره منشعب شده و شریانچه‌های قلمویی (**penicillar arteriole**) را ایجاد می‌کنند. سرانجام انشعابات انتهایی این شریانچه‌ها به مویرگ تبدیل می‌شوند. حال، خون موجود در این مویرگ وارد یکی از دو گردش خون زیر می‌شود:

۱. گردش خون بسته (Closed circulation): خون مویرگ مستقیماً وارد سینوزوئیدها می‌شوند.
 ۲. گردش خون باز (Open circulation): خون اول وارد بافت پارانشیم یعنی به داربست طناب‌های طحالی می‌شود و سپس وارد سینوزوئید می‌شود.
- سرانجام خون از سینوزوئیدهای طحالی وارد وریدچه‌ها می‌شود که این وریدچه‌ها پس از اتصال به یکدیگر وارد تراپکولاهای می‌شوند و وریدهای تراپکولار (Trabecular vein) را تشکیل می‌دهند.
- در پالپ قرمز، هم در سینوزوئیدها و هم در طناب‌های طحالی خون داریم پس زیر میکروسکوپ قرمز بنفش دیده می‌شود.

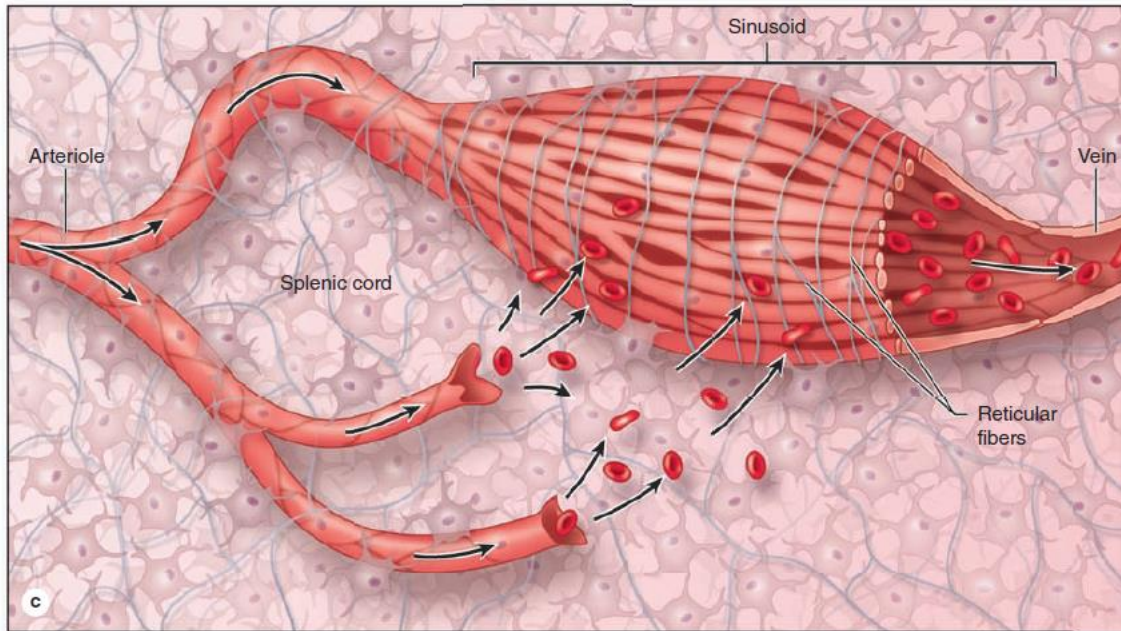


شکل ۱۲-۲

سلول‌های سینوزوئید، شبیه دوک هستند و بین آنها فضای زیادی وجود دارد تا گلبول قرمز گردش خون باز، از بین این شکاف‌ها وارد سینوزوئید شوند. از این فضاها گلبول سفید و پلاکت‌ها راحت رد می‌شود. گلبول قرمز اگر طول عمرشان زیر ۱۲۰ روز باشد، از این شکاف رد می‌شود اما اگر بالای ۱۲۰ روز باشد و پیر باشند نمی‌تواند رد شود چون انعطاف لازم را ندارد و در شکاف‌ها گیر می‌کند و می‌شکند و توسط ماکروفاژها برداشته می‌شود.

ماکروفاژها آهن این گلبول‌های قرمز را برمی‌دارند و به صورت هموسیدرین ذخیره می‌کنند یا آهن برداشت شده

توسط ماکروفاژها با اتصال به پروتئین ترانسفرین به جریان خون بازگردانده می‌شود.



شکل ۱۳-۲

- در صورتی که طحال برداشته شود؛ تعداد گلبول‌های قرمز غیرطبیعی در خون زیاد می‌شود.
- طحال وقتی پر خون شود حجم آن افزایش می‌یابد.
- طحال عضو پر خونی است. برای مثال اگر فردی بر اثر تصادف خون‌ریزی داشت، طحال تا حدودی خون از دست رفته را جبران می‌کند و خون را به اندام‌ها می‌فرستد.

◀ تیموس

چون در تیموس سیتوکین ترشح می‌شود برای همین به آن "غده" می‌گویند.

تیموس در دوران جنینی و کودکی اهمیت بسیار زیادی دارد؛ اما بعد از بلوغ سیر قهقرایی به خود می‌گیرد و کوچک می‌شود.

تیموس عضو لنفاوی اولیه یا مرکزی است که دور آن با کپسول پوشیده شده است. کپسول از جنس بافت همبند است و پر از عروق خونی است. از این کپسول زوائدی (Trabeculae) به داخل راه می‌یابد و تیموس را لوبول‌هایی تقسیم می‌کند. یکی از ویژگی‌های مهم تیموس لوبولیشن است. Trabeculae که تیموس را به بخش‌های چند ضلعی تقسیم می‌کنند ناقص هستند و به صورت کامل این بخش‌ها را از هم جدا نمی‌کنند در نتیجه این لوبول‌ها از وسط با هم ارتباط دارند.

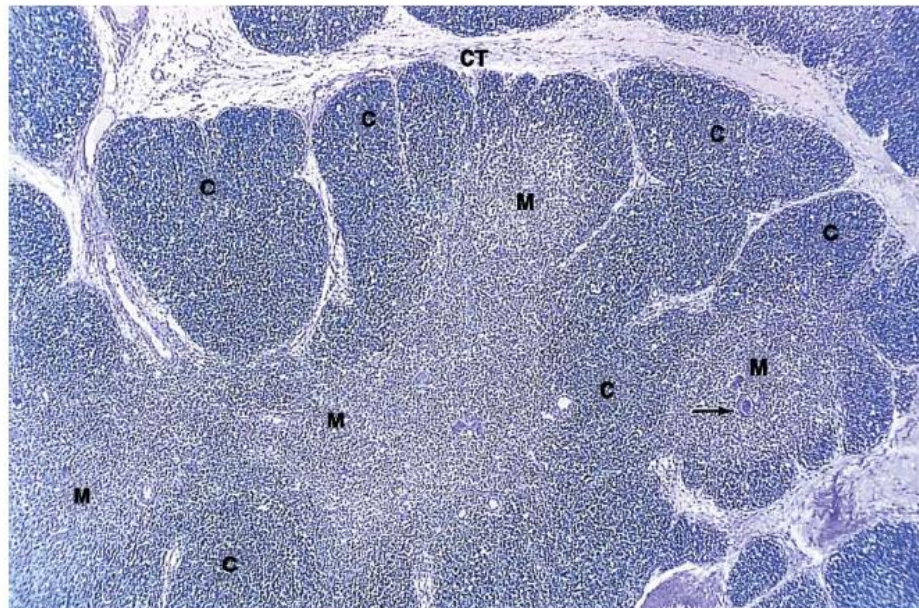
شکل سلول‌های تیموس ستاره‌ای شکل هستند و به آنها، TECs (Thymic Epithelial Cell) یا سلول‌های اپتیلیالی تیموسی می‌گویند. در گذشته به این سلول‌ها اپی‌تلیورتیکولر می‌گفتند؛ چون دارای خصوصیات مابین سلول‌های رتیکولر و سلول‌های اپی‌تیلیالی هستند.

داربست تیموس با سایر بخش‌ها متفاوت است. سلول‌های این داربست همان TECs هستند که در همه‌جای تیموس وجود دارند.

- تیموس در جنینی از بن‌بست حلقی به وجود می‌آید. منشا بن‌بست حلقی نیز از آندودرم است.
- رتیکولر در جنینی از مزودرم منشا می‌گیرد.

هر لوبول ناقص تیموس، دو بخش دارد :

- ۱- قشر (Cortex): تعداد لنفوسیت‌های T در این ناحیه بسیار زیاد است به همین دلیل این بخش تیره‌تر است
- ۲- مغز (Medulla): مدولاها به هم راه دارند و باهم ارتباط دارند. این بخش لنفوسیت کمتری دارد و روشن‌تر است و چیزی که در این قسمت بیشتر دیده می‌شود TECs است. قابل ذکر است که این سلول‌ها در بخش کورتکس هم وجود دارند اما چون تعداد لنفوسیت کورتکس زیاد است به خوبی سلول‌های اپتیلیالی تیموسی دیده نمی‌شوند. پس در قسمت مدولا داربست بهتر دیده می‌شود.



شکل ۱۴-۲

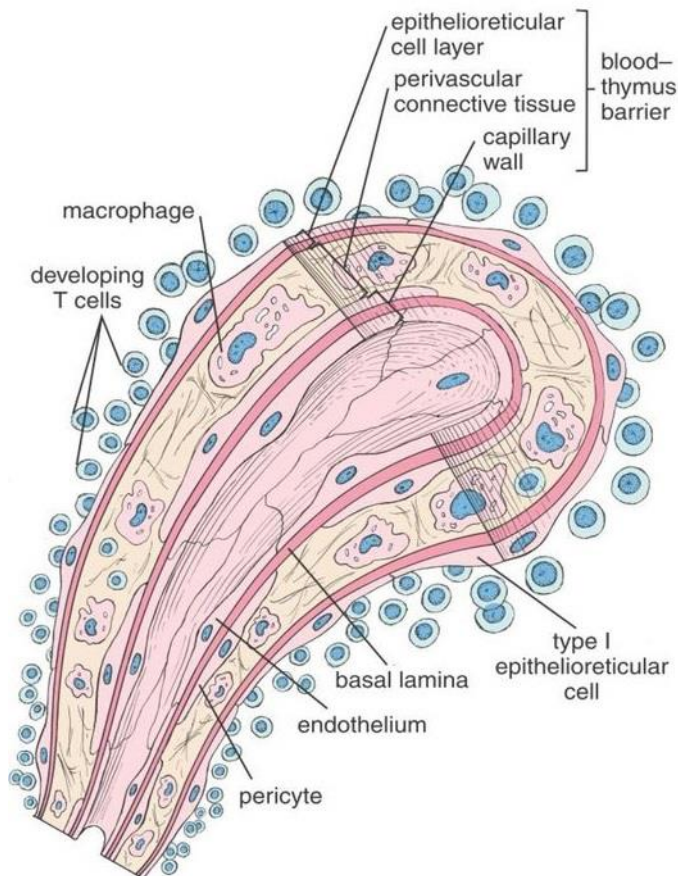
(C) کورتکس، (M) مدولا و (CT) بافت همبند کپسول را نشان می‌دهد.

۶ نوع سلول داربستی (TECs) وجود دارد : ۳ نوع در کورتکس و ۳ نوع در مدولا

▪ TECs هایی که در کورتکس وجود دارند:

گروه اول: یک لایه سلول های سنگفرشی هستند که در زیر کپسول و دور Trabeculae قرار دارند. این سلول های سنگفرشی با اتصالات محکم و دسموزومی به یکدیگر متصل شدند. در کورتکس، این سلول ها اطراف رگ و مویرگ هایی که از طریق Trabeculae به داخل آمده را نیز احاطه می کنند و سد خونی-تیموسی را (blood thymus barrier) ایجاد می کنند.

پس سد خونی-تیموسی در قسمت کورتکس هر لوبول قرار دارد و از سلول های TEC سنگفرشی که باهم اتصالات دسموزومی دارند، اندوتلیوم و پری سایت های دور مویرگ (از نوع پیوسته) تشکیل شده است.



شکل ۱۵-۲

گروه دوم: سلول های ستاره ای شکل با هسته بیضی یوکروماتین (شبه سلول های رتیکولر). این سلول ها با اتصالات دسموزومی به یکدیگر متصل شدند. نام این سلول ها، سیتورتیکولوم (Cytoreticulum) است. Cyto یعنی سلول و reticulum یعنی شبکه ای. هر دو مولکول MHC را بیان می کند. این سلول ها در قسمت کورتکس، بعد از

سلول‌های نوع اول TEC، در قسمت وسط‌تر قرار می‌گیرند و به آن Cytoreticulum قشری می‌گویند. این سلول‌ها سیتوکاین‌ها را ترشح می‌کنند و باعث بلوغ لنفوسیت‌ها می‌شوند. در کنار لنفوسیت‌های در حال بلوغ، ماکروفاژها و سلول‌های دندریتیک نیز وجود دارند.

• یک نوع سلول Cytoreticulum نیز در مدولا داریم اما با وظایف متفاوت.

گروه سوم : از نوع سنگفرشی با اتصالات محکم، بین کورتکس و مدولا قرار دارد و سد قشری-مرکزی (Corticomedullary barrier) را ایجاد می‌کند.

بلوغ لنفوسیت‌های T از کورتکس به سمت مدولا انجام می‌شود. پس لنفوسیت بالغ در مدولا قرار می‌گیرد و از آنجایی که به دلایلی تمام لنفوسیت‌های نابالغ، بالغ نمی‌شوند، تعداد لنفوسیت‌های T در مدولا نسبت به کورتکس کمتر است. سد خونی تیموسی از تیموسیت‌های جوان (لنفوسیت T نابالغ) محافظت می‌کند تا دور از آنتی ژن‌های خونی بالغ شوند.

بلوغ لنفوسیت T طی دو فرآیند گزینش مثبت و منفی انجام می‌شود.

فرایند گزینش (+):

از دوران جنینی تا بلوغ، سلول‌های T cell نابالغ از مغز استخوان به تیموس وارد می‌شوند. هر لنفوسیت T بالغ بر روی غشا خود، رسپتوری به نام TCR (T cell reseptor) و یک سری دستجات پروتئینی بنام CD (CD8 و CD4) دارد که لنفوسیت‌های نابالغ این گیرنده و CDها را ندارند و در طی مرحله بلوغ این توانایی را بدست می‌آورند.

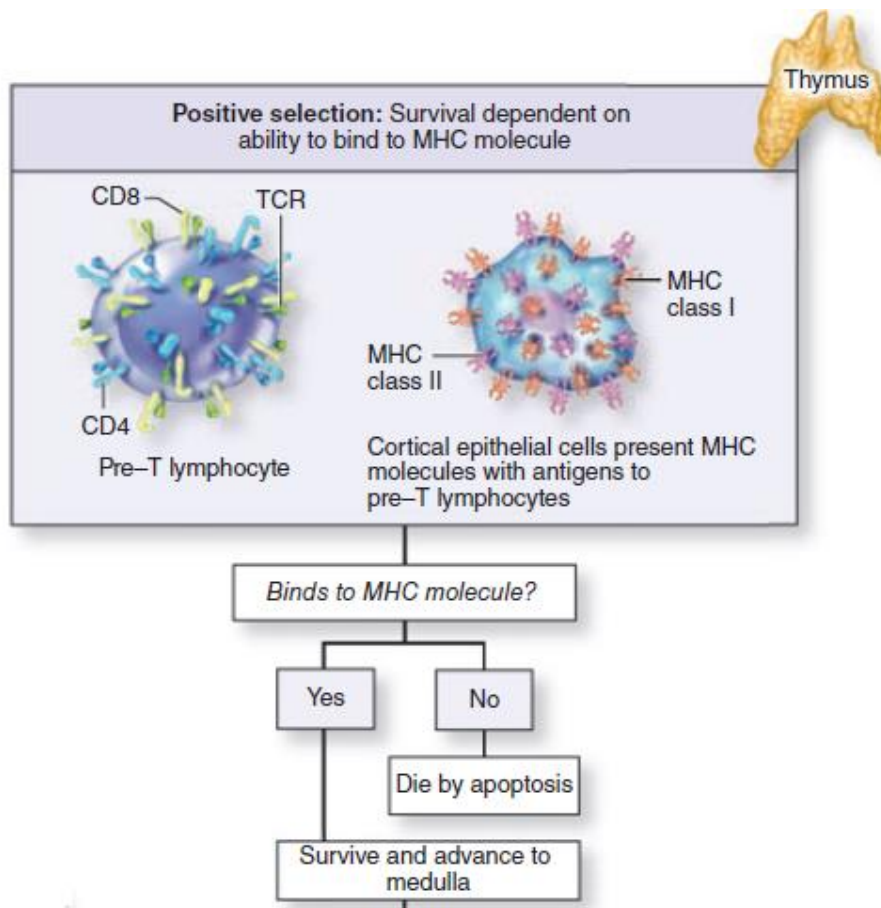
تیموسیت‌های اولیه هیچ کدام از پروتئین‌های CD4 و یا CD8 را بیان نمی‌کنند؛ بنابراین جزو سلول‌های دومرتبه منفی ($CD4^-CD8^-$) دسته بندی می‌شوند. در طی فرایند بلوغ، سلول‌ها TCR، CD4 و CD8 می‌سازند و به سلول‌های دومرتبه مثبت ($CD4^+CD8^+$) تبدیل می‌گردند ولی فقط یکی از CDها باقی می‌ماند و در نهایت به صورت سلول‌های یک مرتبه مثبت ($CD4^+CD8^-$) و یا ($CD8^+ CD4^-$) بلوغ می‌یابند و از تیموس آزاد شده و به بافت‌های محیطی می‌روند. T cell های helper و T خاطره، CD4 دارند و T cell های کشنده (سیتوتوکسیک) CD8 دارند.

در سلول‌های اپی‌تلیوم TEC هر دو MHC بیان می‌شوند. در فرآیند تمایز روی غشا لنفوسیت TCR و CD4 و CD8 بیان می‌شود. این تیموسیت‌ها به عمق کورتکس تیموس، جایی که با MHC خودی مواجه می‌شوند، حرکت

می‌کنند. این MHC ها توسط سلول‌های اپیتلیال ناحیه کورتکس تیموس بیان می‌گردند. فقط آن دسته از تیموسیت‌هایی که با MHC-I و یا MHC-II تماس داشته باشند یعنی TCR با MHC ها match شود اما نه خیلی محکم، "سیگنال بقا"ی حیاتی را دریافت خواهند کرد. تمام آن‌هایی که دچار این برخورد نمی‌شوند توسط مکانیسم آپوپتوز محکوم به مرگ می‌گردند. این فرایند منجر به این اطمینان خاطر می‌شود که سلول‌های T بلوغ یافته عملکرد صحیحی از خود بروز دهند و مشخص شود که گیرنده‌ها مطابق با MHC های بدن فرد ساخته شده است یعنی TCR خودی است. ۸۰٪ از کل تیموسیت‌ها در این فرایند می‌میرند و آپوپتوز می‌شوند و توسط ماکروفاژها خورده می‌شوند.

پس زمانی گزینش مثبت می‌شود و لنفوسیت‌ها به سمت مدولا می‌روند که TCR و CD4 و CD8 را خوب ساخته باشند و TCR ی ساخته باشند که MHC فرد را بشناسد. حدود ۲۰٪ لنفوسیت‌ها گزینش می‌شوند و به سمت مدولا حرکت می‌کنند.

مولکول‌های MHC در افراد مختلف و حتی در اعضای یک خانواده با هم متفاوت هستند. به همین دلیل ممکن است عضو پیوند زده شده، پس زده شود.



شکل ۱۶-۲

▪ TECs هایی که در مدولا وجود دارند:

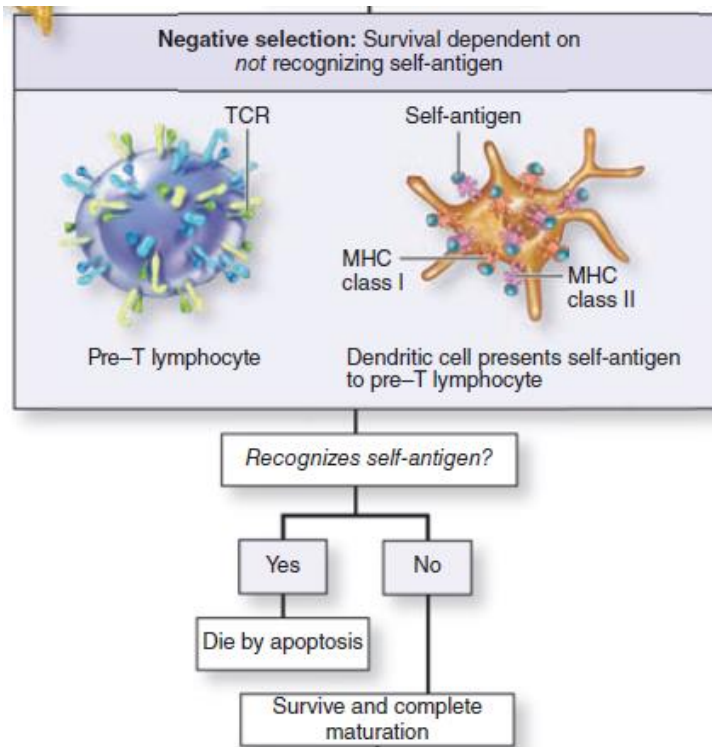
گروه چهارم: لایه‌ای از سلول‌های پشتیبان از جنس سنگفرشی است که به موازات Cyto reticulum مدولایی قرار گرفته است.

گروه پنجم: Cyto reticulum مدولایی

Cyto reticulum مدولایی سلول T، سلول دندریتی و ماکروفاژ را پشتیبانی می‌کند و با تراکم کمتری از کورتکس فشرده شده‌اند. این سلول‌ها حاوی ژن‌های Aare هستند که به آنها این قدرت را می‌دهد که تمام پروتئین‌های بدن را بسازند و همه پروتئین‌ها را به صورت کوچک روی MHC خود بیان می‌کنند.
فرآیند گزینش (-):

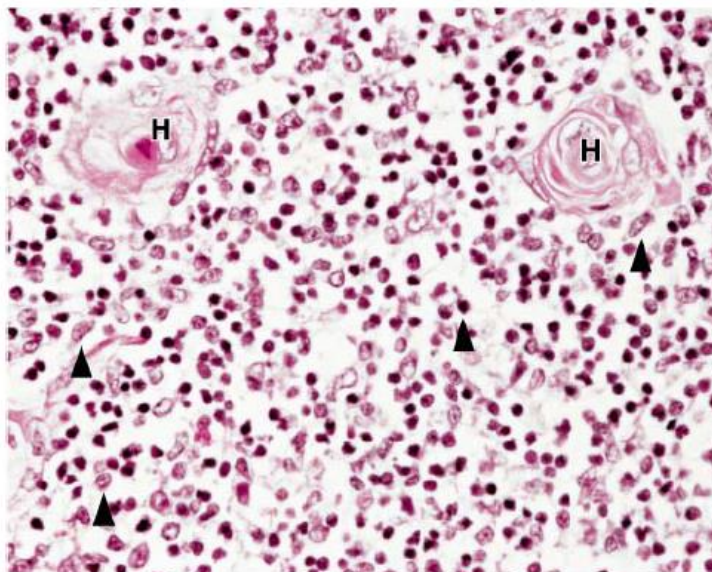
لنفوسیت‌هایی که از کورتکس وارد مدولا شدند برای اینکه وارد خون شوند باید یک گزینش دیگر را بر اساس اینکه به آنتی‌ژن‌های خودی چه واکنشی نشان می‌دهند، بگذرانند. اگر به آنتی‌ژن‌های خودی سفت و سخت بچسبند دچار آپوپتوز می‌شوند چون اگر وارد خون شوند بیماری خودایمنی ایجاد می‌کنند. اگر TCR سلول‌های مدولایی به این گیرنده‌ها نچسبند، گزینش منفی است و می‌تواند وارد جریان خون شود. از ۲۰٪ لنفوسیتی که به مدولا وارد شد فقط ۲٪ وارد جریان خون می‌شود و ۱۸٪ از بین می‌روند.

پس در مدولا تمام پروتئین‌های بدن بیان می‌شود تا مطمئن شود لنفوسیتی سلول خودی را بیگانه تشخیص ندهد.



شکل ۱۷-۲

گروه ششم: سلول‌های اپیتلیالی تیموسی به صورت متحدالمرکز قرار می‌گیرند و اشکالی شبیه به پیاز تشکیل می‌دهند که هر حلقه پیاز آن از سلول‌های TEC تشکیل شده است و در وسط آن جسم صورتی رنگ قرار می‌گیرد که به آن جسم تیموسی یا جسمک‌های هاسال (Hassall's corpuscle) می‌گویند. این جسمک مختص تیموس است و در مدولای آن قرار می‌گیرد. جسمک هاسال سیتوکین‌هایی را ترشح می‌کند که سلول‌های دندریتیک را کنترل می‌کنند و همچنین فاکتورهای را تولید می‌کند که سبب تکامل سلول‌های T می‌شود.



شکل ۱۸-۲

H جسمک‌های تیموسی (هاسال) است.

- TEC را در مدولا مشاهده می‌کنیم زیرا که مدولا خلوت‌تر است.
- هر چه سن فرد بالاتر می‌رود تیموس کوچکتر می‌شود و بافت‌های چربی جایگزین می‌شود در نتیجه جوانان ایمن‌تر از افراد مسن هستند.
- Tcell ها عمر زیادی دارند و در بدن در بخش‌های مختلف ذخیره می‌شوند.



شکل ۱۹-۲