

دانشگاه علوم  
پزشکی و خدمات  
بهداشتی درمانی  
همدان

## درسنامه دستگاه ایمنی

(بخش اول : بافت شناسی )

گروه علوم تشریحی

مؤلف:

دکتر مریم سهرابی

نیمسال دوم ۹۰-۹۱

# دستگاه ایمنی

دستگاه ایمنی، سیستمی با جزئیات بسیار است که بدن را در برابر تهاجم ارگانیسم‌های پاتوژن و تغییر شکل بدخیم سلوالها و ورود غیر مجاز مواد بیگانه به داخل بدن، محافظت می‌نماید.

دانشمندان بیومدیکال پیشرفت زیادی در شناخت جنبه‌های عملکردی دستگاه ایمنی داشته‌اند. امروزه برای مثال پزشکان از ایترفرون و ایترلوكین ۲(IL2) به طور تراپوتیکی (به عنوان درمانی) برای کاهش مرگ و میر سرطانی استفاده می‌کنند. در آینده احتمالاً پزشکان آزمایشات ایمونولوژیکی را برای مبارزه با بیماری ویروسی، بدخیمی، بیماری اتوایموژن و احتمالاً سالخوردگی در دسترس خواهند داشت.

## اجزاء دستگاه ایمنی

ایمونوگلوبولین‌ها، مولکولهای آنتی‌بادی موجود در خون هستند. انها چندین نقش مرکزی در دستگاه ایمنی ایفاء می‌نمایند.

### بافت لنفوئید

لنفوسيتهاي منفرد و تجمعات کوچک لنفوسيتي که ساده‌ترین شکل بافت لنفوئيد هستند، در بافت همبند سست بدن وجود دارند.

گرهای لنفوئید، تجمعات بزرگتری از لنفوسيتها هستند.

عقده‌های لنفي. مجموعه‌هایی از گرهای لنفوئید هستند که توسط عروق لنفي به گردش خون لنفاتيك مرتبط می‌شوند و در سراسر بدن توزيع شده‌اند. آنها در گردن، ناحيه اينگويinal، ناحيه اگريالارى(زير بغلی) فراوان هستند. عقده‌های لنفي فیلترهایی برای لنف در گردش هستند.

لوزه‌ها، تجمعات بزرگتری از گرهای لنفوئید می‌باشند که با تورفتگی‌های کریپتی اپی‌تلیوم سنگفرشی مطابق مربوط به حلق در ارتباط هستند.

تیموس، یک غده لوبوله است که در گردن واقع شده و محل ابتدايی تمایز لنفوسيتها در طی سالهای اولیه زندگی است.

طحال یک محل ذخیره برای اریتروسيتها و یک فیلتر پیچیده برای گردش خون سیستمیک می‌باشد.

## سیستم مکمل

سیستم مکمل عبارت از گروهی از پروتئین‌های سرمی (اجزاء مکمل) است که تحت شرایطی همانند تحریک آنتی‌ژنی، فعال می‌گردند. اجزاء مکمل که به طور ناگهانی فعال می‌شوند می‌توانند سبب تخریب شدن سلولهای بیگانه و مهاجمین دیگر شوند.

سیستم مکمل دارای نقش مهمی در کنترل واکنشهای آنتی‌ژن – آنتی‌بادی است. آبشار به هم پیوسته و پیچیده از پروتئین‌های سرمی بوسیله تحریک آنتی‌ژنی فعال می‌شوند و می‌توانند سبب تخریب مستقیم بسیاری از انواع میکرووارگانیسم‌ها و سلولها شوند.

سیستم مکمل نقش مهمی در ایجاد پاسخ ایمنی هم ایفاء می‌نماید.

## بافت لنفوئید منتشر

لنفوسيتهاي منفرد، عناصر سلولی دستگاه ايمني هستند که تقریبا در همه بخشهاي بدن وجود دارند. در افراد سالم آنها به طور وسیع در بافت همبندی مناطق بدن منتشر شده‌اند. آستر مخاط، معمولا تحت نفوذ لنفوسيتهاي منفرد قرار می‌گيرد. لنفوسيتها می‌توانند استر مخاط زیر اپی‌تليوم را ترك کنند و پس از گذشتن از غشاء پایه وارد اپی‌تليوم شوند. در آستر مخاط و اپی‌تليوم، لنفوسيتها می‌توانند اعمال ايمونولوژيکي خود را نشان دهند.

لنفوسيتها در مجرای (لومن) بعضی از اعضاء وجود دارند. برای مثال لنفوسيتها در مهبل فراوان هستند. لنفوسيتها می‌توانند وارد محصولات ترشحی خاصی شوند. مثلا آنها از اجزاء سلولی فراوان در غدد پستان فعال شيرساز هستند.

## ندولهای(گره های)لنفي

لنفوسيتهاي درون آستر مخاط می‌توانند به ندوهای لنفي که اندازه آنها از چند میکرومتر تا چندین میلی متر تغيير می‌کند، مهاجرت نمایند.

ندولهای لنفي، عمدتا در آسترهای مخاط مربوط به نای و برون‌شها و نیز سیستم هی معده روده ای، ادراری و تولید مثلی وجود دارند.

ندولهای لنفي دارای شبکه های غنی از مویرگهای لنفي هستند ولی به دلیل نداشتن کپسول، از طریق عروق لنفاوی بزرگتر تامین گردند که ویژه عقده‌لنفي است.

## عقده های لنفي

عقده های لنفي در نواحي اگزيلاري و اينجوبينال و گردن فراوان هستند. أنها با كپسول نازكى احاطه می شوند و به دو بخش

قشر، حاوي لنفوسитеهای فشرده و مغز حاوي لنفوسитеهای طبایي شکل و سینوسهاتقسیم می شود.

گرهها. عقده های لنفي حاوي گرههایي متشكل از لنفوسитеهای متراكم هستند. گرههای اوليه ، هموژن هستند و تجمعي از

لنفوسитеهای کوچک متراكم می باشند. سلول **B** نابالغ عمدترين سلول موجود در گرههای لنفي است. گرههای (فوليکولهای)

ثانويه، داراي ناحيه متراكم محيطي از لنفوسитеهای کوچک و مراكز زايا حاوي لنفوسитеهای بزرگتر و وتعادي ماکروفاز است.

سلولهای **B** در حال تمایز، ماکروفازها و سلولهای **T** در مراكز زايا وجود دارند.

لنفوسитеهای قشری بين گرههای، بين گرههای قشری قرار می گيرند و قشر ثالث بين گرههای قشری و مغز قرار دارد.

لنفوسитеهای قشر ثالث عمدتا از انواع **T** هستند. يك تورى از فيبرهای رتيكولر خارج سلولی اطراف سلولهای عقده لنفي را

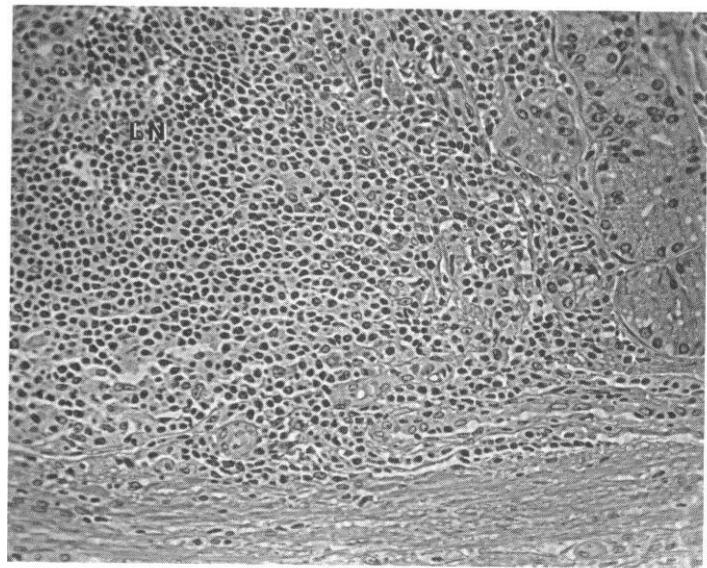
احاطه می نماید.

عقده های لنفي مواد ويژه و آنتي زنهای محلول را فيلتر می نمایند. لنف از طريق سينوسهای پیچ خورده به كندی نشت می کند و

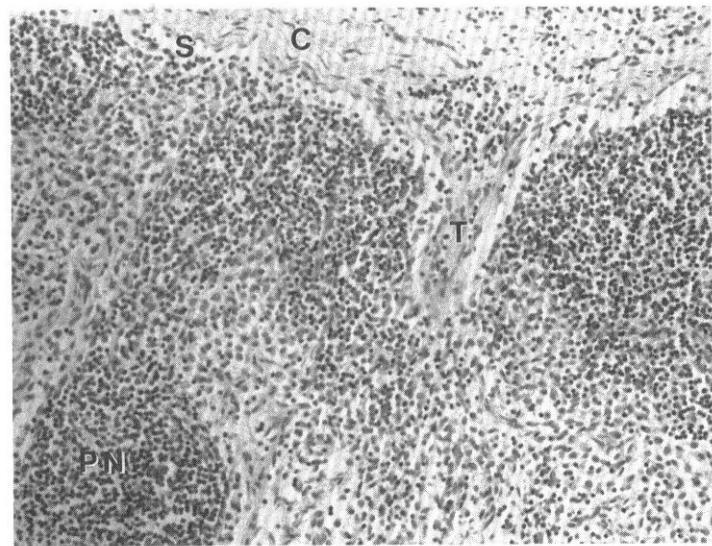
به اين طريق ماگزيم زمان برای فعالیت فاگوسیتوز و مراقبت ايمني فراهم می شود. گرههای لنفي محلهایي برای توسعه کلونی

جماعت های خاصی از سلولهای **B** و سلولهای **T** هستند.

در طی پاسخ ايمني، واكنش متقابل ماکروفاز- لنفوسیت در عقده های لنفي شدید می باشد.



شکل ۱۲-۱. میکروگراف نوری از مخاط معده است که تجمع کوچکی از لنفوسيتها را که یک ندول لنفوئید را می سازند نشان میدهد.



شکل ۱۲-۲. میکروگراف نوری از یک عقده لنفی که کپسول (C) و ترابکولاهاي مربوطه (T) را نشان می دهد. سینوس زیر کپسولي (S) و یک ندول اوليه (PN) نيز قابل مشاهده اند.

### گردش لنفاتيك

لنف، پالایه‌ای از خون است که در مویرگها تهیه می شود.

لنف، حاوی بعضی از پروتئین‌های خون است ولی همه سلولهای آن را ندارد و شامل مونوسيتها و مقدار فراوانی از لنفوسيتها است.

همانطور که لف از مویرگها خارج می‌شود، در میان بافت نفوذ می‌کند و وارد مویرگهای لنفاوی می‌شود که به طور وسیعی در بدن توزیع شده‌اند.

### مویرگهای لنفاوی

مویرگهای لنفاوی می‌توانند قطری به اندازه **100μm** داشته باشند و از سلولهای اندوتیالی تشکیل شده‌اند که در لبه‌های خود با اتصالات چسباننده بهم متصل می‌شوند. اغلب لبه‌های مجاور هم مربوط به سلولهای اندوتیال همپوشانی دارند. مویرگهای لنفاوی دارای غشاء پایه پراکنده و لبه لومینال نامنظم و میتوکندری‌های فراوان و دستگاه گلزاری پیشرفته و تعداد زیادی وزیکولهای پینوسیتوزی در سیتوپلاسم خود هستند. اغلب مویرگهای لنفاوی از نوع مویرگهای ممتد هستند و فقط بعضی از آنها پنجره دارند (مثل مویرگهای درون لاكته آل‌های کرک‌های روده‌ای). آنها معمولاً نسبت به مویرگهای سیستم قلبی عروقی قطر بزرگتری دارند.

مویرگهای لنفاوی به طور قابل ملاحظه‌ای نشت پذیرتر از مویرگهای ممتد هستند. ماکروملکولها، باکتریها و لنفوسيتها از بافت همبندی احاطه کننده از مویرگهای لنفاوی (در هر دو جهت) می‌گذرند. و دارای محدودیت کمتری از انجه که به طور معمول در مویرگهای ممتد رخ می‌دهد، هستند.

### عروق لنفاوی بزرگتر

مویرگهای لنفاوی ملحق شده و عروق جمع کننده بزرگتر را می‌سازند که بسیاری از ویژگیهای اختصاصی وریدها را دارا می‌باشند.

دیوار عروق جمع کننده از لایه‌های ضعیف و بدون مرز مشخص، تشکیل شده است. لایه‌بندی شدن در آنها نا واضح‌تر از لایه‌بندی در دیواره وریدهای دیواره و نیز دیواره عروق لنفاوی نازکتر از دیواره وریدهای هماندازه آنهاست.

عروق جمع کننده، تخلیه کننده مویرگهای لنفاوی هستند. آنها از درون عقده‌های لنفي می‌گذرند و بالا خروه به داخل بزرگترین رگ لنفي بدن یعنی قنات صدری تخلیه می‌شوند.

قنات صدری اندامهای تحتانی، بیشتر قسمتهای احساء شکمی و سینه‌ای و بخش چپ سروگرد را از لف تخلیه می‌نماید. مسیر قنات صدری از دیافراگم و میان سینه (مدیاستینوم) است و معمولاً در محل اتصال ورید ساپکلاوین (تحت ترقوه ای) چپ و ورید جوگولار (وجاجی) داخلی وارد سیستم گردش خون می‌گردد.

یک رگ لنفی بزرگ دیگر سمت راست سرو گردن، اندام فوکانی راست، طرف راست قلب، ریه راست و سمت راست کبد را تخلیه می‌نماید.

قفات صدری و عروق لنفاوی بزرگ دیگر دارای ساختمان لایه‌بندی شده ناواضحتی هستند که معمولاً علاوه بر بافت‌های دیواره‌ای موجود در لنفاتیکهای جمع‌کننده، شامل بافت الاستیک است.

### گردش لنفاوی در عقده‌های لنفی

تخلیه لنف از سمت سطح محدب عقده و از طریق عروق لنفاوی آوران می‌باشد که بسینوسهای زیرکپسولی (قشری) در ارتباطند.

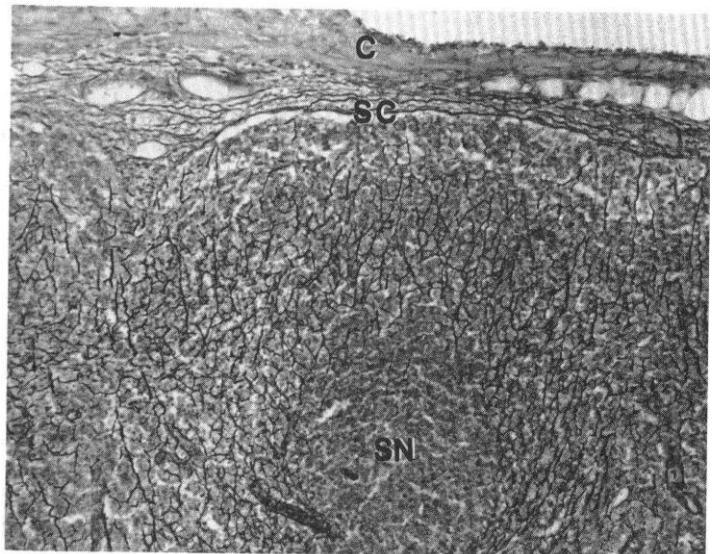
سینوسهای قشری درین گرهای قشری یعنی در سراسر قشر ثالث قرار می‌گیرند و با سینوسهای مغزی در ارتباطند. سینوسهای مغزی مسیری از ترابکولاهای تابخش مرکزی عقده دارند. سینوسهای مغزی در بخش مرکزی عقده متشکل از شبکه بهم پیوسته‌ای از کانالهاست که بداخل عروق لنفاوی وابران نافی تخلیه می‌گردند.

عروق خونی از طریق ناف به عقده لنفی وارد یا خارج می‌شوند. این عروق خونی به غیر از وریدچه‌های پس مویرگی واقع در اطراف قشر ثالث، غیر قابل تشخیص هستند. وریدچه‌های پس مویرگی دارای سلولهای اندوتیال مکعبی یا استوانه‌ای هستند و سلولهای  $B$  و  $T$  از بین حدود جانبی آنها عبور می‌نمایند.

### لوزه‌ها و پلاکهای پی‌یر

لوزه‌ها، اعضاء لنفاوی واقع در نزدیکی حلق هستند. آنها متشکل از اپی‌تلیومی که بداخل رفته و کریبت‌ها را می‌سازد و نزدیک آستر مخاطی که لنفوسيتها در آن نفوذ یافته و به صورت گرهای اولیه و ثانویه آرایش یافته است، می‌باشند. لوزه حلقی (لوزه آدنوئید) در اپی‌تلیوم استوانه‌ای مژکدار و مطبق کاذب ناز و فارنکس (حلق بینی) قرار گرفته است.

لوزه کامی در زیر اپی‌تلیوم سنگفرشی مطبق اوروفارنکس قرار می‌گیرد (شکل ۱۲-۴).



شکل ۱۲-۳. میکروگراف نوری از یک عقده لنفی است. با استفاده از رنگ آمیزی، فیبرهای رتیکولر تیره به نظر می‌رسند. مرکز هر ندول ثانویه بزرگ (SN) و کپسول (SC) و سینوسهای زیر کپسولی (C) نیز قابل مشاهده می‌باشد.

لوژهای زبانی، در زیر اپیتالیوم سنگفرشی مطبقی که زبان را می‌پوشاند قرار می‌گیرند.

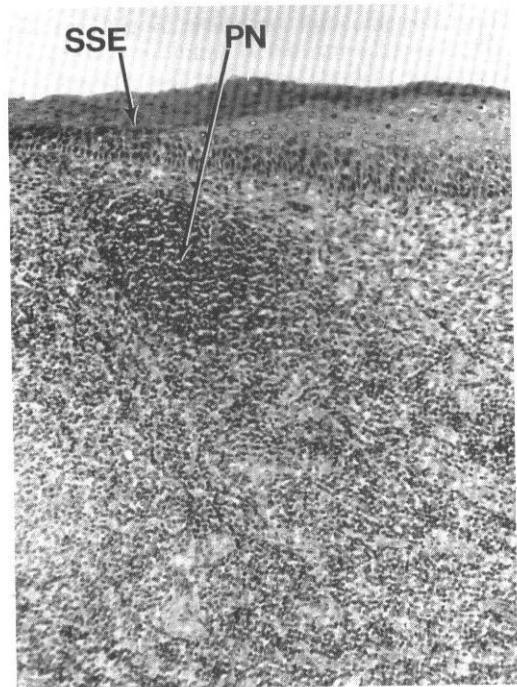
پلاکهای پی‌یر، تجمعات لنفوئیدی در تنۀ معدی روده‌ای هستند.

پلاکهای پی‌یر در هر جایی از دیواره معدی روده‌ای دیده می‌شوند اما عمدها در دیواره ایلثوم یعنی بخشی از روده کوچک که

وارد کولون می‌گردد، وجود دارند. در ایلثوم، پلاکهای پی‌یر به صورت ماکروسکوپی هم قابل مشاهده‌اند. ساختمانهایی مشابه

پلاکهای پی‌یر در آپاندیس کرمی شکل هم وجود دارند. بافت لنفاوی مرتبط به روده **GALT**، شامل لنفوسيتهای فراوانی

است که اطراف گره‌های اولیه و ثانویه را احاطه می‌نمایند.



شکل ۱۲-۴. میکروگراف نوری از یک بخش لوزه‌کامی است که نفوذ لنفوئیدی وسیعی را نشان می‌دهد و ندول اولیه (PN) و ابی تلیوم مطبق سنگفرشی (SSC) که ویژه این نوع لوزه است نیز مشاهده می‌گردد.

## طحال

طحال یک عضو احساسی است که بین طاق معده و دیافراگم قرار می‌گیرد و معمولاً عضوی گوه‌ای شکل است که سمت محدب آن در مقابل دیافراگم قرار می‌گیرد.

طحال **12cm** طول، **7cm** عرض و **4cm** ضخامت دارد و وزنش در یک فرد بالغ و سالم **100\_150gr** است.

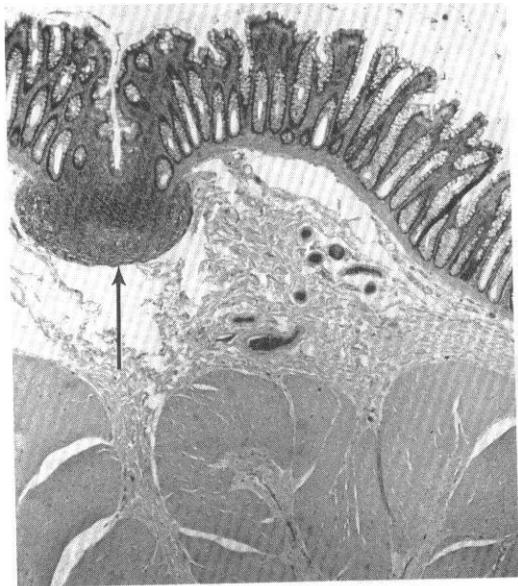
طحال توسط کپسول بافت همبندی نامنظم و متراکم که خود با مزوتلیوم پوشیده شده است، کپسولدار می‌گردد. ترابکولاهای

بافت همبندی از کپسول منشعب شده و یک شبکه پیچیده از عناصر همبندی را درون پارانشیم عضو بوجود می‌آورند.

پولپ طحالی قرمز و سفید، بخش‌های واقع بین ترابکولاهای را اشغال می‌نمایند. پولپ قرمز غنی از اریتروسیت‌ها و کانال‌های

عروقی پیچ خورده می‌باشد. پولپ سفید متتشکل از تجمعات لنفوسيتی مشابه به گره‌های لنفي اولیه و ثانویه موجود در

عقده‌های لنفي می‌باشد.



شکل ۱۲-۵. میکرو گراف نوری از یک ندول لنفوئید(پیکانها) تست که در کولون به عنوان پلاک پی بر شناخته می شود. پلاکهای پی بر در بخش ایلئوم روده کوچک نیز فراوان می باشند.

غلافهای لنفاوی دور شریانی (**PALS**)، تجمعات متراکمی از لنفوسيتهای کوچک هستند که در گروههای استوانه‌ای شکلی

بدور شریانهای مرکزی پولپ سفید قرار می گیرند (شکل ۱۲-۶). بعلاوه، گرهای ثانویه با مراکز زیای واضح در پولپ سفید شرکت می نمایند. **PALS** و منطقه حاشیه‌ای در اطراف فولیکولهای ثانویه حاوی سلولهای **T** هستند و خود گرهای ثانویه غنی از سلولهای **B** می باشند.

### عروق طحالی

شریانهای طحالی از طریق ناف طحال وارد آن می گردند و بلا فاصله به شریانهای ترابکولی منشعب می شوند.

شریانهای مرکزی عروقی هستند که از میان **PALS** می گذرند و انشعابی از شریانهای ترابکولی اند.

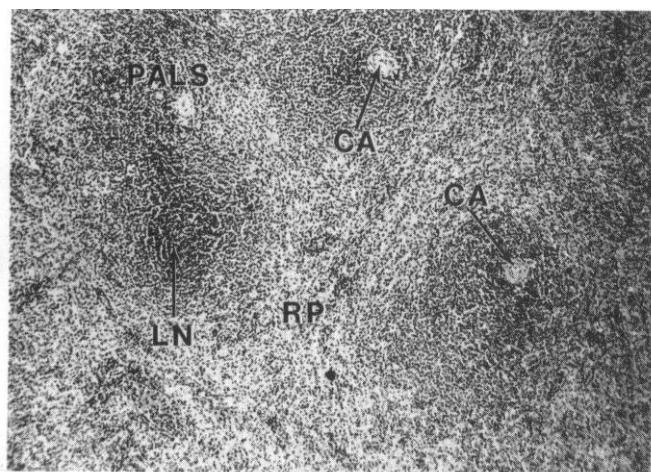
شريانهای فوليکولی از شريانهای مرکزی منشعب می‌شوند و گره‌های لنفی پولپ سفید را تغذیه نموده و خون را به

شريانچه‌های کوچکتر حمل می‌کنند. بعضی از این شريانچه‌ها بداخل یک شبکه **رتیکول** از سینوسهایی که به طور نامنظم قرار گرفته‌اند به نام **گردش خون طحالی** باز تخلیه می‌گردند.

شريانچه‌های دیگر بداخل سینوسهای طحالی تخلیه می‌شوند که این سینوسها با سلولهای طویلی که مشابه دندوهای بشکه‌اند پوشیده می‌شود (که به همین دلیل سینوسهای طحالی بسته نامیده می‌شوند).

خون از شبکه رتیکول بازو سینوسهای طحالی به داخل وریدهای پولپی و بعد وریدهای ترابکولی تخلیه می‌شود و سرانجام خون، طحال را از طریق وریدهای طحالی ترک می‌کند.

**توری (رتیکولوم) طحالی.** سلولهای رتیکولر فیرهای رتیکولر مشابه عقده‌های لنفی در بخش عمده‌ای از پارانشیم طحال دیده می‌شود. این سلولها و فیرها داریستی را بوجود می‌آورند که هم پولپ قرمز و هم پولپ سفید را پشتیبانی می‌نمایند. سلولها و فیرهای رتیکولر در اطراف شريانهای مرکزی به صورت لایه‌های حلقوی (مشابه یک توری اسفنجی) قرار گرفته‌اند تا **PALS** را حمایت کنند.



شکل ۱۲-۶. میکروگراف نوری از طحال که شريانهای مرکزی (CA) و غلاف لنفاوی دور شريانی (PALS) و یک ندول لنفاوی (LN) در پولپ سفید را نشان میدهد. پولپ قرمز (RP) اطراف پولپ سفید را احاطه می‌نماید.

طنابها و سینوسهای طحالی. پولپ قرمز حاوی مخلوط پیچیده‌ای از سینوسهای طحالی و یک شبکه رتیکولر از طنابهای طحالی است.

سینوسهای طحالی کانالهای عروقی ویژه‌ای به قطر  $40\mu\text{m}$  دارند که با سلولهای باریکی که به موازات محور طولی سینوس قرار دارند، پوشیده می‌شوند. این سلولها حاوی میکروفیلامنهای انقباضی هستند اما اتصالات ویژه بین آنها دیده نمی‌شود. احتمالاً انقباض میکروفیلامنهای می‌شود، به همان شکلی که وقتی بالای یک بشکه چوبی را به پائین فشار می‌دهیم بین دندوهای آن فاصله می‌افتد.

طنابهای طحالی. سینوسهای طحالی به وسیله یک غشا پایه منفذدار و نیز سلولهای رتیکولر خارجی احاطه می‌گردند که بخشی از طنابهای طحالی را می‌سازند. سلولهای خونی در طنابهای طحالی از بین سلولهای پوششی دیواره سینوسهای طحالی می‌گذرند و به لومن این سینوسها می‌رسند و سپس از طریق وریدهای طحال خارج می‌گردند. طحال یک فیلتر پیچیده است. در طنابها و سینوسها، اریتروسیت‌های مسن و یا آسیب دیده از گردش خون برداشته شده و تخریب می‌گردند.

اریتروسیت‌های مسن دارای خصوصیت ارتجاعی کمتری اند که تا حدی به دلیل ایجاد تغییرات وابسته به سن در ترکیب شیمیایی غشاء پلاسمایی آنهاست.

سلولهای جوان و سالم از طریق طنابهای مملو از فاگوسیت به داخل سینوسها می‌روند و از طحال خارج می‌شوند. سلولهای مسن درون طنابها جا می‌مانند و بالاخره بلعیده شده و تخریب می‌گردند. ماکروفازهای طحالی و سلولهای رتیکولر فاگوسیتیک هم در پاکسازی مواد از خون نقش دارند.

پولپ سفید به عنوان یک ناظر ایمنی عمل می‌نماید که خیلی شبیه به عملکرد عقده‌های لنفی است. سلولهای **B** بعد از ورود به پولپ سفید در گرهای ثانویه متتمرکز می‌شوند و سلولهای **T** در **PALS** قرار می‌گیرند. بنابراین طحال انتی‌ژنهای خون را بدام انداخته و پردازش می‌کند و عقده‌های لنفی نیز بر انتی‌ژنهای لنف چنین اثری دارند.

## تیموس

تیموس عضوی با شکل نامنظم است که در نزدیکی عروق بزرگ قلب در میان سینه (مذیاستینوم) قرار می‌گیرد. اندازه تیموس با در نظر گرفتن دوره زندگی، متفاوت می‌باشد.

در موقع تولد وزن ان حدود **15gr** است و در طی دوره کودکی و بلوغ به رشد خود ادامه می‌دهد تا جاییکه وزن ان به **40gr** می‌رسد. بعد از بلوغ، تیموس تحت یک سیر قهقهای تدریجی و دژنراسیون چربی قرار می‌گیرد. و در سن **٤٠** سالگی در حدود **10gr** وزن دارد.

تیموس دارای چندین لوب نامنظم بزرگ است که به لوبولهای کوچکتر (با ابعاد **Imm**) تقسیم می‌شوند. کپسولی از بافت همبند نامنظم و متراکم کل غده را می‌پوشاند و انشعابات ترابکولی از کپسول هر لوب را دربر می‌گیرد.

هر لوب دارای یک قشر غنی از لنفوسيتها و یک مغز از سلولهای اپیتیال رتیکولر است (شکل ۱۲-۸). سلولهای اپیتیال رتیکولر در مغز، یک شبکه رتیکولر سلولی ایجاد می‌کنند که مشابه به شبکه‌ای است که توسط سلولهای رتیکولر در عقده‌های لنفی، مغز استخوان و طحال بوجود می‌آید. با این وجود شبکه رتیکولر در مغز تیموس قادر فیرهای رتیکولر زیادی است که در شبکه‌های اعضا نامبرده وجود دارند. در عوض، راس سلولهای اپیتیال رتیکولر در تیموس بوسیله دسموزومها به هم‌دیگر متصل شده و یک توری را بوجود می‌آورند که در آن تعداد زیادی لنفوسيت و ماکروفاز نفوذ کرده است.

مغز حاوی حلقه‌های متحدم‌مرکزی از سلولهای اپیتیالی دژنره (تخریب) شده است که **جسمک‌های هاسال** یا **جسمک‌های تیموسی** نامیده می‌شوند.

تیموس یک عضو کلیدی در دستگاه ایمنی است، چون جایی است که لنفوسيتها مشتق از مغز استخوان تکثیر می‌شوند و به سلولهای **T** تمایز می‌یابند. سلولهایی که انتخاب می‌شوند تا مبدل به سلولهای **T** گردند، سلولهای ریشه مغز استخوان هستند. سلولهای ریشه مغز استخوان به صورت سلولهای **T** بالغ می‌شوند و در تیموس تحت توسعه کلونی قرار می‌گیرند و سپس در محلهایی دور یعنی در غدد لنفاوی، طحال و هر جای دیگر در بدن جای می‌گیرند.

تمایز لنفوسيتی با واسطه یک **لنفوکین** به نام **تیموزین** صورت می‌گیرد که خود بوسیله سلولهای اپیتیال رتیکولر ترشح می‌گردد.

## ایمونولوژی سلولی پایه

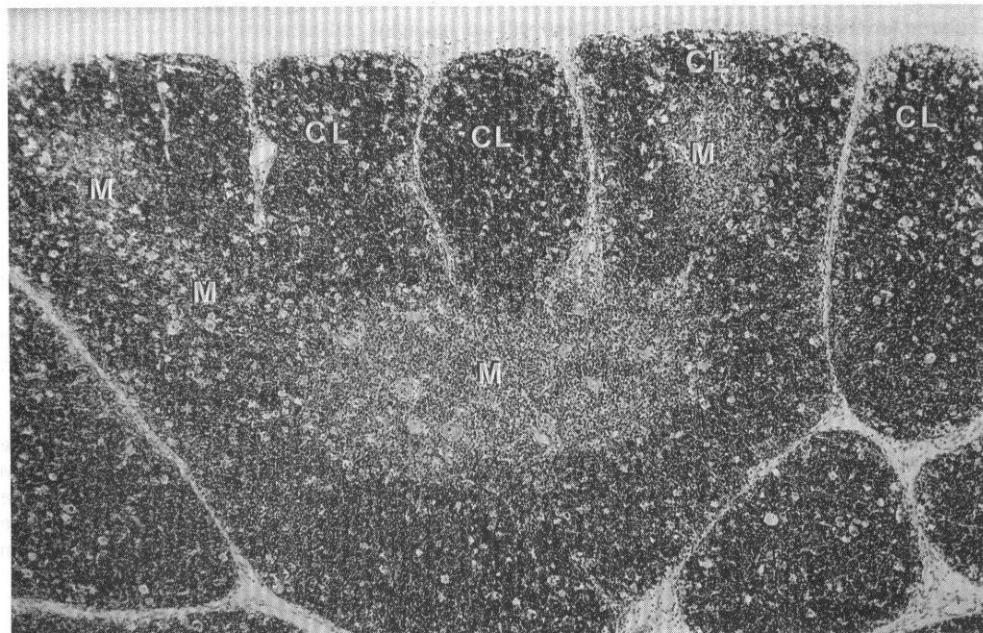
### پاسخ ایمنی

پروتئین‌ها یا پلی‌ساقاریدهای بیگانه (آنتی‌ژنها) که وارد دستگاه گردش خون می‌شوند، پاسخ ایمنی را در موجود زنده میزبان بر می‌انگیزند.

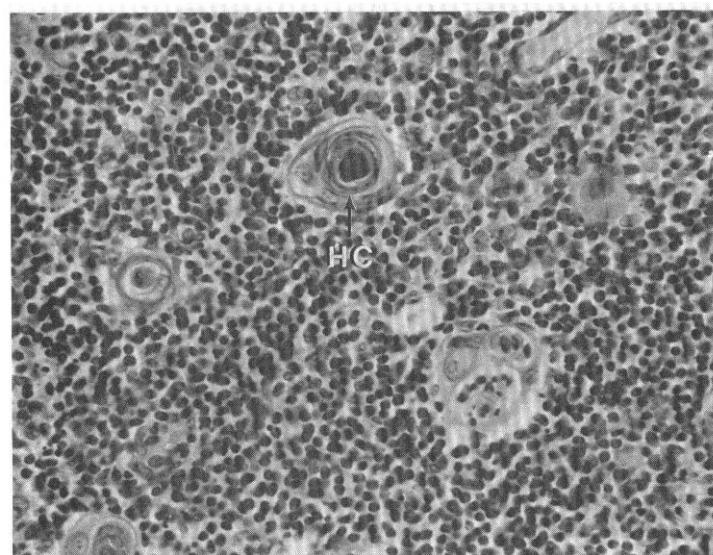
پاسخ ایمنی هومورال شامل تهیه مقدار زیادی از آنتی‌بادی‌های (ایمونوگلوبولین‌ها) اختصاصی است تا مستقیماً در مقابل آنتی‌ژن بیگانه قرار گیرند.

یک پاسخ ایمنی سلولی شامل متمایز شدن سلولهای سیتو توکسیک است که برای آنتی‌ژنها اختصاصی شده‌اند.

تغییر شکل بدخیم در سلولهای طبیعی سبب ایجاد تغییرات قابل توجهی است که در ویژگی‌های شیمیایی سطح سلول رخ می‌دهد. دستگاه ایمنی، این آنتی‌ژنهای ویژه توموری را به عنوان بیگانه تلقی نموده و پاسخ ایمنی سلولی را اغاز می‌نماید که ممکن است تخریب کننده سلولهای بدخیم باشد.



شکل ۸-۱۲. میکروگراف نوری از تیموس است که نشان دهنده علوبولهای قشری (CL) و مغز (M) آن می‌باشد.



شکل ۱۲-۹. میکرو گراف نوری از جسمکهای هاسال (HC) درون تیموس است.

اگر دستگاه ایمنی در مبارزه با سلولهای بدخیم شکست بخورد، تومور به رشد خود ادامه داده و به محلهای ثانویه منتشر می‌شود (متاستاز).

آنٹی‌ژنهای سازگار بافتی گلیکوپروتئین‌هایی هستند که در سطح همه سلولها وجود دارند و ساختمان این آنٹی‌ژنهای با یک خانواده از ژنهای به نام کمپلکس سازگاری بافتی بزرگ (MHC) مشخص می‌گردد.

والدین و فرزندان با در نظر گرفتن MHC از نظر ژنتیکی هتروژن هستند. بنابراین پیوندزن بافت از یک عضو خانواده به عضوی دیگر تقریباً به شکلی مشابه افرادی که خویشاوند نیستند، رد می‌شود.

داروهایی مثل سیکلوسپورین، پاسخ ایمنی سلولی را سرکوب می‌نمایند و باعث تسهیل پیوندهای موفق می‌گردند که از قلب، کبد، کلیه‌ها و اعضاء دیگر بین مردم غیر خویشاوند گرفته می‌شوند.

لنسوسیتها، گرچه شکل پیچیده‌ای ندارند اما عناصر سلولی آزادی در دستگاه ایمنی هستند که به طور هتروژن عمل می‌نمایند.

بررسی‌های ایمونولوژی سلولی از نظر عملکرد، ۳ گروه بزرگ از آنها را نشان داده است. **B** لنسوسیتها (سلولهای

**T** (سلولهای T) و سلولهای پوج. لنسوسیتها مذکور از پیش‌سازهای متمایز نشده‌ای در مغز استخوان (یعنی همان CFU-S هایی که لنسوسیتها را می‌سازند) مشتق می‌شوند. جدول ۱۲-۱ انواع لنسوسیتها، ویژگیهای آنها و عملکردشان را خلاصه نموده است.

## ویژگیهای سلول **B** و توزیع آنها

سلولهای **B** می‌توانند به پلاسماسل‌های تهیه کننده آنتی‌بادی تمایز یابند. بنابراین واسطه پاسخ ایمنی هومورال هستند. سلولهای

**B** مغز استخوان را ترک نموده و در سراسر بدن منتشر می‌شوند و بعد به دلیل تاثیرات القایی تقریباً ناشناخته تمایز می‌

یابند. دلیل اینکه سلولهای **B** به این شکل نامیده شده‌اند این است که دانشمندان دریافته‌اند که در پرنده‌گان سلولهای **CFU-S**

در عضوی به نام بورسای فابریسیوس به سلولهای **B** تمایز می‌یابند.

علی‌رغم اینکه در انسان هیچ ساختمانی معادل با بورسافابریسیوس شناخته نشده است ولی به کار بردن این اسم هنوز

مرسوم می‌باشد. سلولهای **B** در حدود ۳۰٪ از لنفوسيتها در گردش را تشکیل می‌دهند و عمدتاً مسئول ایمنی هومورال

هستند که در آن ایمونوگلوبولین‌های سرمی خاصی برای آنتی‌زنها محیطی تهیه می‌شود. سلولهای **B** آنتی‌بادیها را دردو

روش واضح تهیه می‌نمایند:

(I) در اولین و ساده‌ترین روش، آنتی‌زنها احتمالاً بدلیل ایمونوگلوبولین **IgM** و ایمونوگلوبولین **IgD** روی سطح لنفوسيت

**B** به آن متصل می‌گردند. سپس سلولهای **B** تحت تکثیر کلونی قرار می‌گیرند و در نهایت به پلاسماسل‌هایی تمایز می‌شوند

که برای ترشح ایمونوگلوبولین بسیار اختصاصی شده‌اند.

جدول ۱۲-۱. زیر گروههای لنفوسيتی

نوع سلول	ویژگیهای اصلی	نقش عملکردی در سیستم ایمنی
سلولهای <b>B</b>	داشتن میزان بالایی از ایمونوگلوبولین‌های <b>EAC</b> سطحی و تشکیل دادن روزت‌های <b>E</b>	به پلاسماما سللهای تمایز می‌یابند که خود ایمو نو گلوبولینها را ترشح می‌کنند و نیز به سلولهای <b>B</b> حافظه ای تبدیل می‌شود.
سلولهای <b>T</b>	داشتن میزان کمی از ایمو نو گلوبولین‌های <b>E</b> سطحی و تشکیل دادن روزت‌های <b>E</b>	پاسخ ایمنی با واسطه سلولی در خط دوم دفاعی
سلولهای <b>T</b> کمک کننده	...	محرك تمایزیافتن سلولهای <b>B</b> هستند.
سلولهای <b>T</b> سرکوب گر	...	تمایزیافتن سلولهای <b>B</b> را سرکوب می‌کنند
سلولهای <b>T</b> کشنده	...	تخربیب کردن سلولهای بیگانه
سلولهای کشنده طبیعی ( <b>NK</b> )	لنفوسيتها بزرگ دارای گرانولهای سیتو پلاسمی ازوروفیل	پاسخ ایمنی با واسطه سلولی در خط اول دفاعی
سلولهای پوچ	فاقد مارکرهای سلولهای <b>T</b> و <b>B</b> هستند.	احتمالاً جمعیتهای ذخیره ای از لنفوسيتها تمایز نیافته هستند.
	هیچگونه ایمونوگلوبولین سطحی را ندارند و نمی‌توانند روزت تشکیل دهند.	

(2) در دومین روش که پیچیده‌تر است، آنتی‌زنها به سطح سلولهای **T** کمک کننده متصل می‌شوند. بعد آنتی‌زنها از سلولهای

سلولهای **T** کمک کننده آزاد شده و به ماکروفازها متصل می‌شوند و بالاخره سلولهای **B** با این ماکروفازهای تحریک شده به طور

خاصی واکنش نشان می‌دهند و در نتیجه تکثیر کلونال و بعد تمایز پلاسماسل‌ها رخ می‌دهد.

سلولهای **B** خاصی بعد از آغاز مواجهه با آنتی‌زن بوجود می‌آیند به نام سلولهای **B** خاطره‌ای که قادرند اگر دوباره در معرض

آن‌زن قرار گیرند، سریعاً توسعه کلونی پیدا کنند و حتی اگر سلولها بعد از اولین مواجهه باشد.

سلولهای **B** عمدتاً در مراکز زایای تجمعات بافتی لنفوئید قرار می‌گیرند. مانند آنهایی که در گره‌ها و عقده‌های لنفي و طحال

وجود دارند. برای مثال سلولهای **B** حدود ۵۰٪ از لنفوسيتهاي طحال را تشکيل می‌دهدو نيز در تجمعات قشری مربوط به

غدد لنفاوي و نيز گره‌های اوليه و ثانويه پولپ سفيد تمرکز می‌يابند.

در حدود ۷۵٪ از لنفوسيتهاي مغز استخوان از نوع **B** می‌باشند.

تمایز یافتن سلول **B**، پلاسماسل‌ها از معمول‌ترین عناصر سلولی در بافت همبند بدن هستند. خصوصاً بافت‌های همبندی که در

آستر مخاط اعضاء احشایی وجود دارد یعنی جایی که آنها آنتی‌بادی تهیه می‌نمایند.

سلولهای **B** تحریک شده با آنتی‌زن، شروع به تکثیر نموده و به طور وسيعی کلونی‌هایی ایجاد می‌کند که متتشکل از سلولهای

هستند که برای تمایز پلاسماسل‌ها متعهد شده‌اند. این پدیده را تغییر شکل بلاستی می‌نامند.

همانطوری که سلولهای **B** به پلاسما سل تمایز می‌یابند، سیتوپلاسم‌شان هم تحت تغييرات خاصی قرار می‌گيرد که سلول را

برای تهیه گلیکوپروتئین (ایمونوگلوبولین‌ها پروتئین‌های گلیکوزیله‌ای هستند) آماده می‌سازد.

وقتی که سلولهای **B** دارند با پلاسماسل تبدیل می‌شوند، بازویلی در سیتوپلاسم آنها افزایش می‌یابد که خود بدلیل افزایش

ناگهانی در مقدار شبکه اندوپلاسمیک خشن است و زنهای ایمونوگلوبولین نسخه‌برداری می‌شوند و **mRNA** مخصوص که برای

ستنز ایمونوگلوبولین (**IgG**)، هسته را از طریق منافذ موجود در پوشش هسته‌ای ترک می‌نماید و به ریبوزومهای شبکه

اندوپلاسمیک خشن متصل می‌گردد. سپس **mRNA** ترجمه می‌شود و زنجیره‌های پیتیدی تازه ستنز شده وارد قنات شبکه

اندوپلاسمیک خشن می‌گردد.

وزیکولهایی محدود به غشاء، که حاوی **IgG** ناکامل هستند از شبکه اندوپلاسمیک خشن جوانه زده و به غشاء‌های گلژی

حرکت می‌کنند و زنجیره‌های **IgG** غیر گلیکوزیله را تشخیص می‌دهند و بعد افروden تناوبهای ویژه‌ای از واحدهای

کربوهیدراتات به **IgG** اغماز می‌گردد. **IgG** که گلیکوزیله شده توسط واکوئلهای ترشحی محدود به غشاء از گلزی جوانه می‌زند و به طرف سطح سلول می‌رود تا با ان یکی شود. سپس **IgG** از سلول ازاد می‌شود و به پلاسمای خون وارد می‌گردد. در پلاسمای **IgG** به طور ازادانه در سرتاسر بدن گردش می‌نماید و آماده ورود به بافت‌های همبندی خاص خود می‌شوند.

### ویژگیهای سلولهای **T** و توزیع آنها

سلولهای **T** می‌توانند به سلولهای سیتوتوكسیک تمایز یابند. بنابراین واسطه پاسخ ایمنی سلولی هستند. سلولهای **T** فراوانترین نوع لنفوسيت در عمق قشر ثالث عقده‌های لنفاوی هستند و نیز در **PALS** طحال دیده می‌شوند. مشابه سلولهای **B** نیستند و دارای مقدار کمی از ایمونوگلوبولین‌های سطحی هستند که می‌توانند به سطح آنها متصل شوند که احتمالاً بدلیل این است که سطح سلول حاوی فراورده‌هایی از ژنهای پاسخ ایمنی (**Ir**) است که می‌توانند به طور اختصاصی به آنتی‌ژنها متصل شوند.

### اعمال سلول **T**

تهیه لنفوکین. در طی تحریک آنتی‌ژنی، سلول **T** تحت تکثیر کلونال قرار می‌گیرد و سپس متمایز می‌شود تا لنفوکین‌ها (مثل فاكتور مهار کننده ماکروفاز (**MIF**) و فاكتورهای کموتاكتیک برای سایر عناصر خون محیطی و نیز مواد سیتوتوكسیک غیر اختصاصی دیگر را تهیه نماید).

سلولهای **T** کشنده، سلولهایی هستند که می‌توانند با سلولهای غیر طبیعی تماس برقرار نموده و آنها را بکشند. آنها نقش اولیه واسطه‌ای را در تخریب نمودن سلوهای غیر طبیعی یا بیگانه را در بدن بعهده دارند و این عمل را با استفاده از دو مکانیسم اصلی واضح انجام می‌دهند.

(1) در اولین مکانیسم، آنتی‌ژنهای سازگار بافتی که روی سلولهای مورد هدف **T** ها متصلند، لنفوسيتها کوچک را فعال می‌سازند و سبب می‌شوند که آنها تکثیر یابند و بعد هم به شکل جمعیت‌هایی از سلولهای **T** سیتوتوكسیک اختصاصی تمایز یابند.

(2) سلولهای **T** کشنده دارای گیرنده‌های **FC** هستند که مخصوص اتصال به قطعه **FC** آنتی‌بادیهای **IgG** هستند که خود به سطح سلولهای هدف متصلند. در دومین مکانیسم، سلولهای **T**، آنتی‌بادیهای سطح سلولهای هدف را تشخیص می‌دهند و بعد سبب تخریب نمودن آنها می‌شوند.

سلولهای  $T$  کمک کننده و سلولهای  $T$  سرکوبگر، پاسخ ایمنی هومورال سلولهای  $B$  و نیز تهیه ایمونوگلوبین‌ها توسط

پلاسماسل‌ها را تعدیل می‌نمایند. حضور سلولهای  $T$  کمک کننده و ماکروفازها برای متمایز شدن سلول  $B$  و عملکرد پلاسماسل

ضروری می‌باشد.

سلولهای  $T$  سرکوبگر دارای اثر آنتاگونیست هستند ولذا از متمایز شدن سلول  $B$  و عملکرد پلاسماسل، جلوگیری می‌نمایند.

ماهیت پاسخ سلول  $T$  در بسیاری از اعمال سلول  $T$  بوسیله محرک‌های خاصی تحریک می‌گردد. با این وجود پاسخ سلول  $T$

در هر بخش، موضعی و نسبتاً غیر اختصاصی است. برای مثال سلولهای  $T$  خاصی وقتی تحریک شوند  $MIF$  ترشح می‌کنند

که دارای یک اثر موضعی قوی (و نه سیستمیک) است. ماکروفازهایی که درست در مجاورت سلولهای  $T$  ترشح کننده  $MIF$

قرار دارند غیر متحرک شده و برای مدت طولانی ساکن باقی می‌مانند و بنابراین دارای فرصت بیشتری می‌شوند تا محرکی که

تهیه  $MIF$  را برانگیخته است، ببلعند و تخریب نمایند.

سلولهای کشته خشی ( $NK$ ). جمعیت‌های سلولی هستند که اخیراً کشف شده‌اند و واسطه تخریب نمودن سلولهای بیگانه

هستند. سلولهای  $NK$  (به قطر  $12\text{-}15\mu\text{m}$ ) بزرگتر از لنفوسيتهای کوچک (با قطر  $7\text{-}9\mu\text{m}$ ) هستند و اندازه آنها خیلی شبیه به یک

نوتروفیل است.

سلولهای  $NK$  هسته‌ای لوبوله دارند و دارای مقدار قابل توجهی سیتوپلاسم دانه‌دار هستند و درون سیتوپلاسم خود گرانولهای

آزوروфیل دارند. سلولهای  $NK$ ، اولین خط دفاعی را در مقابل سلولهای بیگانه تشکیل می‌دهند. آنها پس از متمایز شدن،

ماهیتی سیتولیتیک (تخریب کننده سلولی) می‌یابند و می‌توانند بلافاصله در مقابل سلولهای بیگانه عمل نموده و سریعاً آنها را

تخریب نمایند.

تکثیر و تمایز سلولهای **T** کشنده از لنفوسيتهای کوچک مقداری وقت می‌بردو در طی این زمان ممکن است تکثیر سلول

توموری غیر طبیعی سریعتر از سلولهای **T** کشنده‌ای باشد که برای مقابله با ان طراحی شده‌اند در طی رشد یک تومور، احتمالاً

اول سلولهای **NK** به ان حمله می‌کنند و سلولهای توموری در حال نمو را در بر می‌گیرند. در حالی که سلولهای **T** کشنده

سیتو توکسیک و سیتو لیتیک در طی فرایند نمو تومور، جزء دومین خط دفاعی در مقابل سلولهای توموری بدخیم محسوب

می‌گردد.

سلولهای **NK** سلولهای کشنده مؤثری نیز هستند و می‌توانند بیشتر از یک سلول را بکشند. یک سلول **NK** که یک سلول هدف

را تخریب نموده می‌تواند زنده بماند و به کشتن سلول هدف جدید ادامه بدهد.

سلولهای پوچ، لنفوسيتها بی هستند که ویژگیهای سلول **T** و سلول **B** را ندارند اما می‌توانند به لنفوسيتهای کشنده تمایز یابند

و نیز می‌توانند مبدل به سلولهای ریشه خونساز شوند. سلولهای پوچ احتمالاً جمعیتهای لنفوسيتی تمایز نیافته ای هستند که

اهمیت عمکرد عادی آنها ناشناخته است.

## ایمونو گلوبولین ها

انتی‌بادیها یا ایمونو گلوبولین‌ها، ملکولهای پروتئینی ویژه‌ای هستند و غلظت بالایی از آنها به طور ازادانه در خون و لنف

گردش می‌کنند و هم چنین به سطح لنفوسيتها متصل هستند.

پنج گروه عمده از ایمونو گلوبولین‌ها با حروف بزرگ **M, G, E, D, A** علامت‌گذاری می‌شوند و خلاصه آنها به فرم **IgM**

نوشته می‌شود. (جدول ۱۲-۲) ویژگیهای ۵ زیر گروه ایمونو گلوبولین‌ها را خلاصه نموده است)

ایمونو گلوبولین **G** (IgG) فراوانترین آنتی‌بادی در خون و لنف است.

ایمونو گلوبولین **IgG** از چهار زنجیره پلی‌پیتیدی که با گروههای **S-S** بهم متصلند، تشکیل می‌شود و کمپلکسی گلیکوپروتئینی با وزن

ملکولی **150-KD** است. وقتی **IgG** با انزیم پروتئولیتیکی مثل پاپائین هضم شود، به سه ماکروملکول شکسته می‌شود:

قطعه **b** (قطعات متصل شونده به انتی‌ژن) و **1 قطعه FC** (قطعه قابل کریستالین(بلوری) شدن) بخش **FC** از ملکول،

قطعه‌ای است که بوسیله رسپتورهای **FC** شناسایی می‌شود.

#### جدول ۱۲-۲. زیر گروههای ایمونو گلوبینی

عملکرد	وزن مولکولی	درصد کل سرم <b>Ig</b>	زیر گروه
انتی بادی های در گردش	مونومر <b>150-KD</b>	75%	<b>IgG</b>
انتی بادی های ترشحات بدن، کلسترول ...	مونومر <b>315-KD</b> یا دیمر همراه را با پلی پپتید <b>j</b> دیمر <b>400-KD</b> همراه با اجزاء پلی پپتیدی و ترشحی	15% NA	<b>IgA</b> سرمی ترشحی
ابشار کمپلمان را فعال میکند و جزء مارکر سلول <b>B</b> است و احتمالاً واسطه تمایز یافتن آن می‌باشد .	پتامر <b>900-KD</b> همراه با پلی پپتید <b>j</b>	10%	<b>IgM</b>
مارکر سلول <b>B</b> است و احتمالاً واسطه تمایز یافتن آن می‌باشد .	مونومر <b>180-KD</b>	ناچیز	<b>IgD</b>
فعال کردن ماست سل در واکنش الرژیک	مونومر <b>190-KD</b>	ناچیز	<b>IgE</b>

=ایمونو گلوبولین **Ig** **NA**=غیر قابل تعیین

۳. ایمونو گلوبولین **G** در حدود ۷۵٪ از ایمونو گلوبولین های سرم طبیعی فرد بالغ را تشکیل می‌دهند عملکرد مهمی را در

دستگاه ایمنیبه عهده دارد.

کمپلکس متشکل از **IgG** و آنتی ژنهای اختصاصی در گردش، سیستم مکمل را فعال می‌کنند و سبب اپسونیزاسیون می‌گردند.

به رسپتور **FC** ماکروفاز متصل می‌شود و آن را برای عملکردهای سیتو توکسیک فعال می‌سازد.

ایمونو گلوبولین **(IgA) A**

به صورت مونومرها(یادیمرهایی که توسط پلی پپتیدهای بهم متصل می‌شوند)، در سرم وجود دارد. و در حدود ۱۵٪ از

ایمونو گلوبولین های سرم را تشکیل می‌دهد.

**IgA** عمدترين انتی بادی موجود در ترشحات غدهای است در ترشحات عرق، اشک، موکوس، مهبل و پروستات وجود

دارد و شیرینیز حاوی غلظت بالایی از ان است. لنفو سیتهای بافت همبند یا آستر مخاط غدد، دیمرهای **IgA** را تهیه می‌کنند و

دیمرها به توسط پروتئین سطحی ویژهای به نام جزء ترشحی به سلولهای اپیتلیال غدهای متصل می‌گردند. سپس هر یک از

دیمرهای **IgA** به جزء ترشحی متصل شده و از طریق سلول انتقال می‌یابد. جزء ترشحی به ناحیه‌ای از دیمر **IgA** متصل

می‌شود که به پروتولیز(هضم پروتئینی) حساس است و بنابراین یک مولکول **IgA** ترشحی (**SIgA**) را تشکیل می‌دهد.

در دستگاه معدی رودهای جزء ترشحی مولکول **SIgA** را به عملکرد تخریبی همه پروتازها مقاوم می‌سازد و در نتیجه طول

عمر این انتی‌بادی را افزایش می‌دهد. **SIgA** اولین خط دفاعی سیستم ایمنی را تشکیل می‌دهد و احتمالاً توانایی

پاتوژن(بیماری‌زایی) بالقوه در میکروارگانیزم‌های وارد شده به بدن را مهار می‌کند.

#### ایمونوگلوبولین **(IgM)**

**IgM** حدود ۱۰٪ ایمونوگلوبولین‌های سرم را تشکیل می‌دهد به صورت یک پیتامر **900KD** در خون وجود دارد.

یک جزء فرعی از سطح سلول **B** است و به صورت یک شاخص برای این گروه لنفوسيتی محسوب می‌گردد وهم چنین یک

فعال کننده قوی برای ابشار سیستم مکمل است.

#### ایمونوگلوبولین **(IgD)**

یک ملکول مونومری است و ایمونوگلوبولین عمدۀ موجود بر سطح سلول **B** است و مقادیر ناچیزی از آن در سرم وجود

دارد. عمل حقيقی آن ناشناخته است اما شواهد اخیر پیشنهاد می‌کنند که ملکول **IgD** ممکن است سبب تمایز در سلول

شود.

#### ایمونوگلوبولین **(IgE)**

یک ملکول مونومری است که به مقدار ناچیز در سرم وجود دارد و با میل زیادی به گیرنده‌های **FC** اختصاصی واقع بر سطح

ماستسلها متصل می‌شود. سترز **IgE** در مواجهه با انتی‌زنها خاصی به نام **آلرژنها** (حساسیت زاهای) برانگیخته می‌شود (مثل

گرده یونجه و سم زنبور) این **IgE**‌ها به ماستسلها متصل می‌شوند.

وقتی که یک میزبان برای دومین بار در معرض یک آلرژن قرار می‌گیرد، **IgE**‌های متصل به ماستسلها، آلرژن را

تشخیص داده و بلاfacile این سلول گرانولهای خود را آزاد می‌نمایند که یا به صورت موضعی (ایجاد کننده حمله‌های

آسمی، ادم و دانه‌های پوستی) و یا به صورت سیستمیک (ایجاد کننده شوک آنافیلاکسی) عمل می‌کند.

# درسنامه دستگاه ایمنی

(بخش دوم : جنین شناسی)

گروه علوم تشریحی

بر گرفته از درسنامه دستگاه خون دانشگاه شهید بهشتی

۱۳۹۸/۹۱

تکامل جنین طحال

جوانه های پیش ساز طحال به صورت مجموعه ای از سلولهای مزودرمی در بین دو لایه مزوگاستر پشتی (*Dorsal Mesentery*) در هفته پنجم ظاهر میشود . و موقعیت آن در حین تشکیل و تکامل با چرخش های جنینی معده تغییر می کند . معده از طریق مزوگاستر پشتی به جدار خلفی بدن و از طریق مزوگاستر شکمی (*Lesser Omentum*) به جدار قدامی شکم متصل است . موقعیت این مزانترها با تفاوت رشد قسمت های مختلف معده و چرخش آن تغییر می کند .

با وجود چرخش های معده و تغییرات مزوگاستر خلفی طحال بصورت یک توده مزودرمی در حال تشکیل که از ابتدای بین دو لایه مزانتر پشتی تشکیل یافته بود موقعیت درون صفاقی خود را همیشه حفظ می کند، در ناحیه کلیه چپ از طریق رباط طحالی کلیوی (*Gastrolienal Ligament.*) به جدار بدن متصل است و با رباط معده طحال تمامًا مزودرمی به معده متصل می گردد و بدین ترتیب موقعیت ثابت خود را دارد، ساختمان طحال تمامًا مزودرمی است.

#### - تکامل جنینی تیموس

غده تیموس جزئی از بن بست حلقی سوم (*third pharyngeal pouch*) است و بن بستهای حلقی جزئی از قسمتهای آندودرمی سیستم حلقی یا برانشی هستند (جهت مطالعه سیستم برانشی یا حلقی به تکامل سروگرد مراجعه کنید).

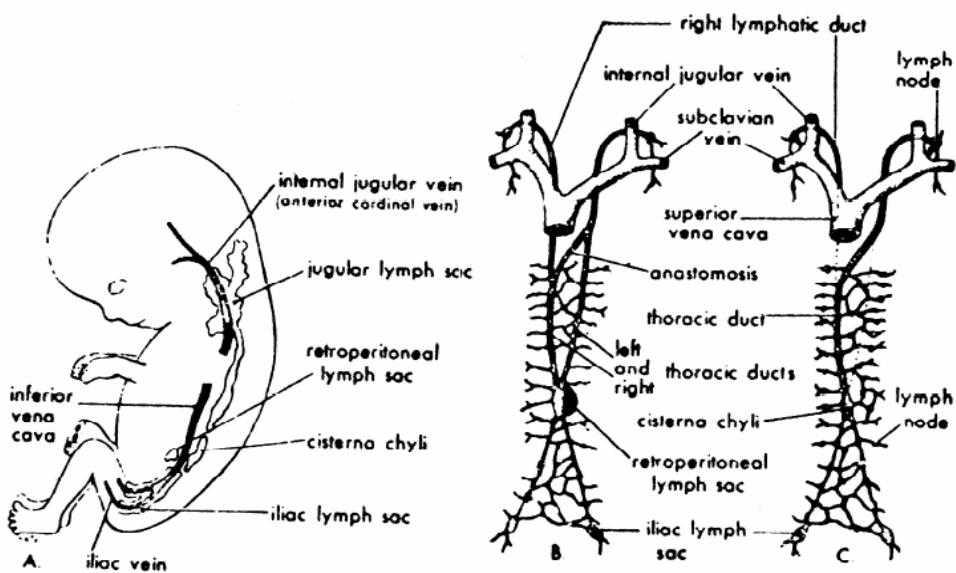
بن بست سوم حلقی باداشتن یک بال پشتی و یک بال شکمی در انتهای دیستال خود مشخص میشود در هفته پنجم اپی تلیوم بال پشتی بن بست سوم به غده پاراتیروئید تحتانی تمایز می یابد و بال شکمی تیموس را تشکیل می دهد، در ابتدای تشکیل سلولهای بال شکمی تکثیر یافته و به این ترتیب فضای حفره بن بست را کم می کنند. این قسمت ها که در حقیقت پیش ساز تیموس می باشند به سمت داخل مهاجرت نموده و پس از اتصال به یکدیگر تیموس دولوبه را بوجود می آورند. سپس تیموس و غده پاراتیروئید تحتانی ارتباط خود را با حلق از دست داده و به آهستگی بست پائین مهاجرت می کنند بعداً غده پاراتیروئید تحتانی از تیموس جدا شده و در ناحیه خلفی غده تیروئید قرار می گیرد.

در این مرحله از تکامل، غده تیروئید از ناحیه سوراخ کور زبان به طرف گردن مهاجرت می کند. بافت تیموس از سلولهای ابی تلیالی آندودرمی و هم چنین سلولهای سست مزانشیم که در آنها سلولهای ستیغ عصبی هم وجود دارد تشکیل یافته است که سلولهای مزانشیمی تیموس پیش درآمد ساخت سلولهای خون ساز در بافت آن است.

تکامل جنین دستگاه لنفاوی تشکیل دستگاه لنفاوی بعد از دستگاه قلب و عروق آغاز می شود (تشکیل دستگاه قلبی عروقی در هفته سوم آغاز می گردد) و تا هفته پنجم بارداری اثری از این دستگاه دیده نمی شود. منشاء رگهای لنفي احتمالاً از مزانشیم موجود در هر محل یا بیرون زدگی های کیسه مانند اندوتلیوم عروق ایجاد می گردد در نتیجه شش کیسه لنفي اولیه تشکیل می شود:

- ۱) دو کیسه ژوگولر (*Jugular lymph sac*) در محل اتصال وریدهای زیر ترقوه و کاردینال قدامی
- ۲) دو کیسه ایلیاک (*Iliac lymph sac*) در محل اتصال وریدهای ایلیاک و کاردینال خلفی
- ۳) یک کیسه خلفی صفاقی نزدیک ریشه مزانتر (*Retro Peritoneal Lymph sac*)
- ۴) مخزن پکه یا انبار لنف (*Cisterna chyli*) در پشت کیسه خلف صفاقی

مجاری لنفي متعددی کیسه های لنفي را بیکدیگر وصل می کنند و لنف اندامها جدار بدن و سر و گردن را تخلیه می کنند. دو مجرای مهم، مجرای سینه ای چپ و راست (*Left & Right thoracic=ducts*) کیسه های ژوگولر را به مخزن پکه وصل می کنند ولی بعد بین این دو مجرای یک پیوند (آناستوموز) ایجاد میشود که در تشکیل مجرای توراسیک بالغین شرکت می کند، مجرای لنفاوی راست از قسمت سری مجرای سینه ای راست ساخته میشود که هر دو مجرای (لنفاوی راست و سینه ای) ارتباط اولیه شان را با دستگاه وریدی حفظ می کنند و به محل اتصال وریدهای ژوگولر داخلی و زیر ترقوه تخلیه می شوند. به علت وجود آناستوموز های متعدد تنوع زیادی در شکل نهائی مجرای سینه ای دیده می شود.



شکل: ۴-۱۰: نمایش تکامل سیستم لنفا تیک: A- ساکهای لنفاتیک اولیه در جنین هفت هفته ای B- نمایش عروق لنفاتیک در هفته نهم C- وضع عروق لنفاتیکی بزرگ در موقع تولد.