



دفاع غیر اختصاصی

نظریه میکروبی بیماری‌ها، پس از اختراع میکروسکوپ و دیدن دنیای میکروب‌ها ارائه شد.

ویژگی عمومی

- در مهره‌داران و بی‌مهرگان وجود دارد.
- بین عوامل بیگانه مختلف فرقی قائل نمی‌شود.
- روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها دفاع می‌کند.

- پوست و مخاط را شامل می‌شود.
- بهترین راه در امان ماندن بدن از میکروب‌ها می‌باشد.
- قادر به شناسایی و تفاوت بین عوامل بیگانه و عوامل خودی نمی‌باشد.
- به هر نوع ماده یا یاخته خودی و بیگانه اجازه ورود به بدن نمی‌دهد.

اندامی در بدن با لایه‌های بیرونی (اپیدرم) و درونی (درم) می‌باشد. هر دو لایه پوست در جلوگیری از ورود میکروب‌ها نقش دارد.

- چندین لایه یاخته پوششی از نوع سنگ‌فرشی دارد.
- لایه بیرونی (اپیدرم) خارجی‌ترین یاخته‌های آن، مرده‌اند که به تدریج می‌ریزند و میکروب‌های چسبیده به آن نیز دور ریخته می‌شوند.
- گیرنده درد (رنرپریت آزار عصبی) و یاخته پوششی دارد.

- بافت پیوندی رشته‌ای در زیر غشای پایه دارد. از لایه اپیدرم، قطورتر می‌باشد.
- محکم و بادوام همراه رشته‌هایی است که به‌طور محکم به هم تابیده‌اند.
- سدی محکم بوده که در حالت سالم خود، غیرقابل نفوذ است.
- رشته‌های کلاژن و کشسان دارد.
- لایه درونی (درم) انواع مختلف گیرنده‌های حواس پیکری (بهر گیرنده وضعیت) در آن قرار دارد.
- واجد گیرنده‌های درد، تماسی (ضرب، لمس، ارتعاش) و دمایی می‌باشد.
- گیرنده فشار در عمق آن، دندریتی است که توسط چند لایه پیوندی پوشیده شده است.
- چرم از همین لایه پوست جانوران گرفته می‌شود.

پوست سالم

- آنزیم لیزوزیم ندارد.
- چربی اسید چرب آن برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا مناسب نیست.
- نمک دارد. برای باکتری‌ها مناسب نیست.
- عرق آنزیم لیزوزیم دارد. دیواره باکتری‌های بیماری‌زا را نابود می‌کند.

- در شرایط اسیدی روی پوست زنده می‌مانند.
- میکروب‌های غیربیماری‌زای سطح پوست از تکثیر سایر میکروب‌های مضر یا بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند.
- با سایر میکروب‌ها رقابت غذایی دارند. در رقابت برای کسب غذا پیروز می‌شوند.
- پوست همه جای بدن را نپوشانده است.

خط اول: ورود ممنوع

- در سطح درونی مجاری دستگاه تنفس، سازوکارهای دیگری نیز برای مبارزه با میکروب‌ها دارند.
- از بافت پوششی سد مانند به هم چسبیده با آستر پیوندی تشکیل شده است. ماده چسبناکی به نام ماده مخاطی ترشح می‌کند.
- ماده مخاطی چسبناک است و میکروب‌ها را به دام می‌اندازد. از پیشروی میکروب جلوگیری می‌کند.
- لیزوزیم برای کشتن باکتری‌ها دارد (مشترب به عرق پوست و اشک چشم).

مخاط

- مخاط مزک‌دار در دستگاه تنفس وجود دارد. مانع نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود.
- از یاخته‌های مزک‌دار ترشح می‌شود.
- اسید معده و لیزوزیم بزاق میکروب‌های درون مواد غذایی را از بین می‌برند.

عطسه، سرفه، استفراغ، ادرار و مدفوع در این خط سبب بیرون راندن میکروب‌ها و یاخته‌های بی‌اثر می‌شوند.

اشک چشم

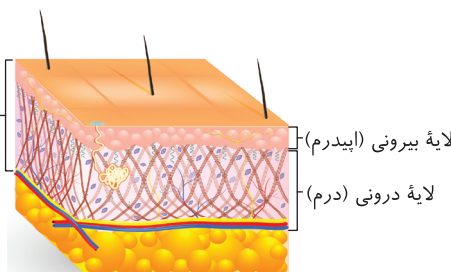
- مایعی شفاف روی قرنیه است.
- مانند عرق پوست دارای نمک و لیزوزیم می‌باشد.
- چشم را از عوامل بیگانه محافظت می‌کند.
- ترشح آن توسط پل مغزی کنترل می‌شود.

هر میکروبی ابتدا با خط اول دفاع بدن روبه‌رو می‌شود که سدی برای ممنوعیت ورود آن‌ها می‌باشد.

پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آن‌ها، سدی برای جلوگیری از ورود ایجاد می‌کنند.

بصل‌النخاع (مرکز سرخه و عظم) به همراه پل مغزی (ترشح اشک)، در خط اول دفاعی نقش دارند.

رشته‌های کلاژن و کشسان



دفاع غیر اختصاصی

خط دوم: واکنش‌های
عمومی اما سریع

این خط برای مقابله عمومی با میکروب‌هایی است که از خط اول (پوست و مخاط) عبور کرده‌اند.

عوامل بیگانه را براساس ویژگی‌های **عمومی** شناسایی کرده و غیراختصاصی با آن‌ها برخورد می‌کنند. ← عوامل بیگانه را از عوامل خودی تفکیک می‌دهد.

اولین بار توسط مچنیکو، با مشاهده عمل یاخته‌های بیگانه‌خوار درون بدن شفاف لارو ستاره دریایی پیدا شد. ← این یاخته‌ها، میکروب‌ها و ذرات خارجی را کاملاً بلعیدند و از بین بردند.

دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر بیگانه پاسخ می‌دهد.

عوامل خط دوم دفاعی

بیگانه‌خوارها

گویچه‌های سفید

پروتئین‌ها

التهاب

تب

در همه جای بدن حضور دارند و عوامل بیگانه را پس از شناسایی، می‌بلعند (آنزیم گوارش درون یاخته‌ها دارند).

پس از عمل پروتئین‌های مکمل، اینترفرون‌ها، پادتن‌ها و پرفورین‌ها به بیگانه‌خواری می‌پردازند.

بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

درشت‌خوارها
(ماکروفاژها)

منشأ آن‌ها از برخی مونوسیت‌های خارج شده از خون می‌باشد ← منشأ اصلی آن‌ها از یاخته‌های میلوئیدی مغز استخوان می‌باشد.

در اندام‌های مختلف و گره‌های لنفی وجود دارند.

یاخته‌های مرده بافت‌ها و بقایای آن‌ها را از بین می‌برند.

در کبد و طحال، سبب از بین بردن گویچه‌های قرمز پیر و فرسوده می‌شوند.

به‌طور ویژه پس از عمل اینترفرون نوع ۲، التهاب، پادتن و پرفورین‌ها فعالیت می‌کنند.

در التهاب، با تولید پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد، گویچه‌های سفید را به موضع آسیب فرا می‌خوانند.

یاخته‌های دارینه‌ای
(دندریتی)

منشأ آن‌ها از مونوسیت‌های خارج شده از خون می‌باشد ← منشأ اصلی از یاخته میلوئیدی مغز استخوان دارند.

انشعابات دندریت‌مانند دارند.

در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط هستند، مثل پوست و لوله گوارش به فراوانی وجود دارند (در کلاسیک یاخته اپیدرم وجود دارند).

قسمتی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند ← وارد نزدیک‌ترین گره لنفی می‌شوند ← میکروب را به سایر یاخته‌های ایمنی معرفی می‌کنند.

لنفوسیت‌های غیرفعال را در گره لنفی فعال می‌کنند.

انواع

ماستوسیت‌ها

در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط هستند، به فراوانی وجود دارند.

هیستامین ترشح می‌کنند ← سبب گشادی رگ‌ها و افزایش نفوذپذیری آن‌ها می‌شود ← سبب افزایش فشار خون در ناحیه می‌شود.

حضور گویچه سفید و نشست پلاسما به ناحیه میکروب‌دار را زیاد می‌کنند.

در التهاب، با ترشح هیستامین و ورود بیشتر گویچه‌های سفید به ناحیه، سبب قرمزی، تورم و گرمای موضعی در ناحیه می‌شود.

در موقع حساسیت‌ها به همراه بازوفیل‌های خونی، هیستامین ترشح می‌کنند ← سبب قرمزی و آبریزش از بینی می‌شود.

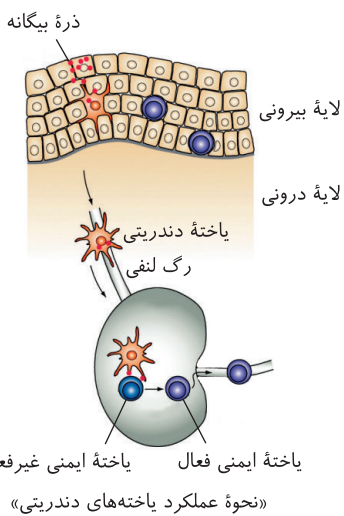
نوتروفیل‌ها

یاخته خونی بیگانه‌خوار دفاعی با هسته چندقسمتی و میان‌یاخته با دانه‌های روشن ریز می‌باشند ← منشأ اصلی آن، یاخته میلوئیدی مغز استخوان می‌باشد.

توانایی دیapedز و فاگوسیتوز دارند ← در التهاب سبب حمله به میکروب‌های بافتی می‌شود.

نیروی واکنش سریع هستند و چابک هستند زیرا مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند.

برخی یاخته‌ها نیز مانند یاخته‌های پشتیبان اطراف نورون‌ها و یاخته سرتولی لوله اسپرم‌ساز نیز ویژگی بیگانه‌خواری دارند.



تب

یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا را کاهش می‌دهد. ورود میکروب به بدن ← برخی ترشحات میکروب‌ها ← از راه خون به بخشی از هیپوتالاموس می‌رود ← دمای بدن بالا می‌رود.

پروتئین‌های مکمل

گروهی از پروتئین‌های محلول در پلاسما می‌باشند. در افراد غیرآلوده به صورت **غیرفعال** در پلاسما قرار دارند. موقع نفوذ میکروب‌ها به بدن **فعال** می‌شوند. وقتی یکی از آن‌ها در خون فعال می‌شود، به صورت زنجیره‌ای بقیه را فعال می‌کند. انواع فعال به صورت دسته جمعی، در عرض غشای میکروب ساختار حلقه‌مانند یا منافذی (**پورنها**) ایجاد می‌کنند. روزه‌ای در غشای میکروب ایجاد می‌کنند ← عبور و مرور مواد در میکروب‌ها مختل می‌شود ← سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد. فراگیری آن روی میکروب، سبب آسان شدن عمل بیگانه‌خوارها می‌شود. هم در التهاب‌ها کمک می‌کنند و هم در کمک به فعال کردن پادتن‌های دفاع اختصاصی نقش دارند.

پروتئین‌ها

نوع ۱

از هر یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شوند (**حق نفوسیت B و T**). یاخته آلوده و سالم مجاور را در برابر ویروس‌ها مقاوم می‌کند. انواع تولید شده آن در مهندسی ژنتیک، به دلیل پیوندهای نادرست فعالیت بسیار کمتری از نوع عادی دارد. انواع تولید شده توسط مهندسی پروتئین، فعالیتی به اندازه نوع عادی ولی با پایداری بیشتر دارد. سبب فعال شدن درشت‌خوارها نمی‌شود.

نوع ۲

از یاخته‌های سالم لنفوسیت کشته شده طبیعی و لنفوسیت **T** ترشح می‌شوند. درشت‌خوارها را فعال می‌کنند. در مبارزه با یاخته‌های سرطانی نقش مهمی دارند.

اینترفرون‌ها

نوعی پروتئین دفاع غیراختصاصی است ← توسط یاخته‌های دفاع اختصاصی و غیراختصاصی تولید می‌شوند.

پاسخ التهابی

همراه با آسیب بافتی رخ می‌دهد ← نوعی پاسخ موضعی است ← قرمزی، تورم، گرما و درد در موضع می‌دهد. با ورود میکروب ← ابتدا ماستوسیت‌های آسیب دیده، پیک شیمیایی کوتاه‌برد هیستامین رها می‌کنند. ورود گویچه سفید به ناحیه زیاد می‌شود. پلاسمای بیشتری به بیرون نشت می‌کند. یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارهای بافتی ← پیک شیمیایی می‌سازند ← گویچه‌های سفید را به سوی موضع آسیب دیده می‌برند. دیپدز نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها زیاد شده. نوتروفیل‌ها فاگوسیتوز می‌کنند. مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند. ← بیگانه‌خواری را زیاد می‌کنند. پروتئین مکمل هم نقش دارد ← سبب ایجاد منفذ در غشای میکروب‌ها می‌شود. سبب از بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار آن‌ها و تسریع بهبودی می‌شود.

گویچه‌های سفید مؤثر در سد دوم دفاعی

اغلب توسط مغز استخوان و برخی در اندام‌های لنفی تیموس، طحال و آپاندیس ساخته می‌شوند. تعداد آن‌ها در جریان بیماری‌های میکروبی زیاد می‌شود. همگی متحرک‌اند و می‌توانند از دیواره مویرگ‌های خونی خارج شوند که به این عمل تراگذاری (ریپرز) می‌گویند. با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ فهمیدند که هم در خون و هم در بافت وجود دارند. انواع مختلفی دارند و به روش‌های مختلفی با میکروب مبارزه می‌کنند. به‌جز لنفوسیت‌ها، سایر گویچه‌های سفید، فقط از یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان منشأ می‌گیرند.

نوتروفیل‌ها

- یک هستهٔ چندقسمتی و سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن ریز دارند.
- نیروهای واکنش سریع می‌باشند و بسیار چابک‌اند.
- با دیپدز وارد بافت شده و بیگانه‌خواری می‌کنند.
- مواد دفاعی زیادی را حمل نمی‌کنند.

بازوفیل‌ها

- هستهٔ دوقسمتی روی هم افتاده با سیتوپلاسم شامل دانه‌های تیره دارند.
- منشأ میلوئیدی از مغز استخوان دارند.
- به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند.
- دانه‌های تیرهٔ آن **هیستامین** در حساسیت‌ها ترشح می‌کند $\leftarrow$ نفوذپذیری رگ را زیاد می‌کند.
- هپارین** ترشح می‌کند $\leftarrow$ عملی برای جلوگیری از انعقاد خون و تولید فیبرین دارند.

انوزینوفیل‌ها

- بر عوامل بیماری‌زای **بزرگ‌تر** مثل کرم‌های انگل اثر می‌گذارند.
- روی کرم‌های انگل، بدون بیگانه‌خواری عمل می‌کنند.
- محتویات دانه‌های خود را روی انگل‌ها می‌ریزند $\leftarrow$ کوچک‌تر از ۱۵ میکرومتر هستند.
- هستهٔ دوقسمتی دمبلی و سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن درشت دارند.

مونوسیت‌ها

- هستهٔ تکی خمیده یا لوبیایی همراه سیتوپلاسم **بدون** دانه دارند.
- قدرت دیپدز دارند و در بافت تمایز می‌یابند.
- پس از دیپدز یا به درشت‌خوارها و یا به یاخته‌های دندریتی بیگانه‌خوار تبدیل می‌شوند.

برخلاف سایر گویچه‌های سفید، این گروه یا منشأ لنفوئیدی از مغز استخوان دارند و یا در اندام‌های لنفی آپاندیس، تیموس، طحال و گرهٔ لنفی ساخته می‌شوند.

هستهٔ تکی گرد یا بیضی همراه سیتوپلاسم بدون دانه دارند.

ویژهٔ دفاع غیراختصاصی است.

یاختهٔ سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کند.

پس از اتصال با یاختهٔ سرطانی $\leftarrow$ پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده را با آگزوسیتوز ترشح می‌کند $\leftarrow$ پرفورین، سبب ایجاد منفذ در غشای یاختهٔ سرطانی می‌شود

در نهایت فعالیت بیگانه‌خوارها را زیاد می‌کنند $\rightarrow$ با ورود آنزیمی برای مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ آن‌ها را نابود می‌کنند $\rightarrow$

پرفورین در غشای یاختهٔ سرطانی، منفذ ایجاد می‌کند و وارد یاختهٔ سرطانی نمی‌شود.

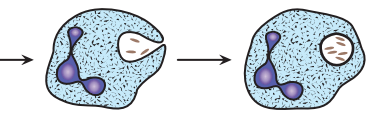
آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده بدون آندوسیتوز، از راه منفذ ایجاد شده توسط پرفورین وارد یاختهٔ سرطانی می‌شود.

لنفوسیت‌های B و T در ایمنی اختصاصی (سد دوم دفاعی) نقش دارند.

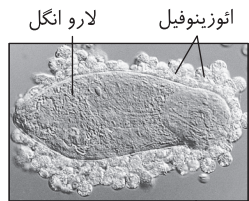
در غشای میکروب منفذ ایجاد نمی‌کند.

پرفورین تولید شده از آن‌ها $\leftarrow$ در غشای یاختهٔ سرطانی منفذ ایجاد می‌کند.

در غشای یاختهٔ پیوند زدهٔ بیگانه منفذ ایجاد می‌کند.

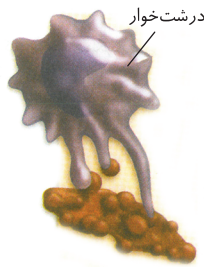


«بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها»



۱۵ میکرومتر

«آنوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.»



یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.



(ج)

یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.



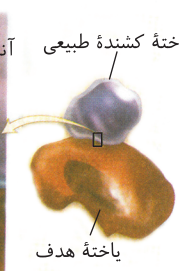
(ب)

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کنند. باعث مرگ یاخته می‌شود.



(الف)

ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.



(ج)

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

«نحوهٔ عملکرد یاختهٔ کشندهٔ طبیعی»

سد سوم دفاعی: دفاع اختصاصی

لنفوسیت‌های
دفاع اختصاصی

انواع

لنفوسیت B

- ویژه مهره‌داران است و قدرت تشخیص و اثر بر یک نوع عامل بیگانه به‌طور اختصاصی دارد.
- این دفاع با عمل لنفوسیت‌های B یا T صورت می‌گیرد که یک نوع میکروب خاص را شناسایی کرده و بی‌اثر می‌کند.
- از دفاع غیراختصاصی سرعت کمتری دارد و تأثیر آن به نوع عامل بیگانه بستگی دارد.

- یاخته‌هایی دفاعی با منشأ **لنفوئیدی** از مغز استخوان می‌باشند ← در خون، لنف و آب میان‌بافتی وجود دارند.
- هستهٔ تکی گرد یا بیضی با سیتوپلاسم بدون دانه دارند ← در دفاع غیراختصاصی نوع کشندهٔ طبیعی و در نوع اختصاصی دو نوع B و T دارد.
- هرکدام در سطح خود تعدادی از یک نوع گیرندهٔ آنتی‌ژنی دارند که به صورت اختصاصی به آن نوع آنتی‌ژن متصل می‌شوند.
- هر لنفوسیت به برخی آنتی‌ژن‌های مشابه از یک نوع میکروب مکمل می‌شود.

- در مغز قرمز استخوان ساخته شده و در همان‌جا بالغ می‌شوند ← پس از بلوغ و توانایی شناخت آنتی‌ژن وارد خون و محیط داخلی می‌شوند.
- آنتی‌ژن سطح میکروب یا ذرات محلول سم یا ویروسی را شناسایی کرده و به سرعت تکثیر می‌شوند.
- از تقسیم لنفوسیت B بالغ هم یاختهٔ پادتن‌ساز (*پلاسموسیت* یا *لنفوسیت B فعال*) و هم لنفوسیت B خاطره ایجاد می‌شود.
- پادتن تولید شده در محیط داخلی (*خون*، *لنف* و *مایع بین‌بافتی*) گردش کرده و در برخورد با میکروب آن را نابود یا بی‌اثر می‌کند.
- یاختهٔ پادتن‌ساز پلاسموسیت ← گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارد ← توانایی شناسایی پادگن (*آنتی‌ژن*) را ندارد.
- یاختهٔ پادتن‌ساز پلاسموسیت ← سیتوپلاسم بیشتری از لنفوسیت‌های B دیگر دارد ← گیرندهٔ هورمونی برای هورمون تیروئیدی دارد.

پادتن‌ها

- مولکول‌های پروتئینی هستند که شبیه Y و دارای دو جایگاه اتصال برای آنتی‌ژن‌های یکسان (*پارگرس*) می‌باشند.
- مشابه گیرندهٔ آنتی‌ژنی غشای لنفوسیت B می‌باشند که از یاختهٔ پادتن‌ساز (*پلاسموسیت*) ترشح می‌شوند.
- یاختهٔ پادتن‌ساز پادتن تولیدی خود را به غشای خود متصل نمی‌کند، چون این یاخته‌ها گیرندهٔ آنتی‌ژنی ندارند.
- به عنوان دارو و به نام سرم در زخم‌های شدید برای جلوگیری از فعالیت باکتری کزاز و همچنین بعد از مارگزیدگی استفاده می‌کنند.
- یاختهٔ خاطره ایجاد نمی‌کند. → ایمنی غیردائمی (*غیرفعال*) می‌دهد → سم مار را خنثی می‌کند.

مکانیسم اثر

- خنثی‌سازی ← با اتصال چند پادتن به اطراف یک ویروس یا باکتری صورت می‌گیرد.
- به هم چسباندن میکروب‌ها → یک میکروب به چند پادتن متصل شده
- برخی پادتن‌ها به دو میکروب مجاور متصل شده
- رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول (*سموم*) → یک میکروب به چند پادتن متصل شده
- یک پادتن به دو میکروب متصل شده
- فعال کردن پروتئین مکمل ← پادتن متصل به میکروب، از دم خود به پروتئین مکمل متصل شده ← پروتئین‌های مکمل در باکتری روزنه ایجاد کرده و آن را نابود می‌کنند ← بیگانه‌خواری را تشدید می‌کنند.
- همگی ابتدا آنتی‌ژن را بی‌اثر می‌کنند و سپس فعالیت بیگانه‌خوارهای (*درشت‌خوارها*) دفاع غیراختصاصی را افزایش می‌دهند.

لنفوسیت T

- از یاخته‌های لنفوئیدی مغز قرمز استخوان منشأ می‌گیرند و نوع نابالغ آن ایجاد می‌شود.
- T نابالغ از راه **خون** به تیموس در جلوی گردن و پشت جناغ رفته و در آنجا بالغ می‌شود و توانایی شناسایی آنتی‌ژن را پیدا می‌کند.
- تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد ← به تدریج کم‌کار شده و اندازهٔ آن تحلیل می‌رود ← اولین اندام تحلیل رفتهٔ بدن است.
- نوع بالغ آن، یاخته‌های خودی سرطانی شده، یاختهٔ بخش پیوند شده یا یاخته‌های آلوده به ویروس را شناسایی می‌کند ← در برابر باکتری عکس‌العملی ندارد.
- با برخورد به آنتی‌ژن سطح یاخته‌ها، تکثیر شده و به T کشنده و T خاطره تبدیل می‌شود.
- T کشنده به آنتی‌ژن یاختهٔ هدف متصل شده ← پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده را اگرزوسیتوز می‌کند ← پرفورین غشای یاخته را پاره کرده
- یاختهٔ سرطانی یا آلوده به ویروس از بین می‌رود → آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده وارد یاخته می‌شود
- در برخورد با یاختهٔ آلوده به ویروس یا سرطانی → اگر پرفورین ترشح کند ← دفاع اختصاصی آن است.
- اگر اینترفرون نوع ۱ و ۲ بسازد ← دفاع غیراختصاصی آن است.

- می‌تواند سایر گونه‌ها از جمله انسان را آلوده کند.
- به شش‌های انسان حمله می‌کند ← یاختهٔ شش در برابر آن اینترفرون نوع ۱ می‌سازد.
- سبب فعالیت بیش از حد معمول دستگاه ایمنی می‌شود.
- تولید انبوه و بیش از حد لنفوسیت T می‌کند.

پاسخ اولیه

- از دفاع غیراختصاصی دیرتر عمل می‌کند.
- بعد از اولین برخورد با لنفوسیت، فعال می‌شود.
- در هفتهٔ اول پاسخی ندارد ← ولی بدن در حال تولید لنفوسیت خاطره و لنفوسیت‌های عمل‌کنندهٔ فعال می‌باشد.
- دو هفته بعد به حداکثر پاسخ می‌رسد ← مقدار پادتن یا پرفورین به حداکثر می‌رسد.

پاسخ ایمنی اختصاصی

پاسخ ثانویه

- در دومین برخورد با خاطره‌ها صورت می‌گیرد ← تقسیم لنفوسیت خاطره ← تعدادی خاطره و تعداد زیادی لنفوسیت عمل‌کننده (*T کشنده* یا *پلاسموسیت*) می‌سازد.
- هفتهٔ اول پاسخ زیادی دارد، ولی از حداکثر پاسخ اولیه این دفاع نیز پاسخ بیشتری می‌دهد.
- سریع‌تر و قوی‌تر از پاسخ اولیه این دفاع است ← از دفاع غیراختصاصی کندتر عمل می‌کند.
- همانند پاسخ اولیه بعد از دو هفته به حداکثر پاسخ می‌رسد.

فصل ۵ : ایمنی

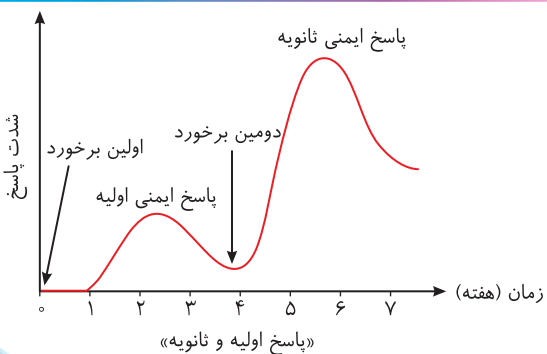
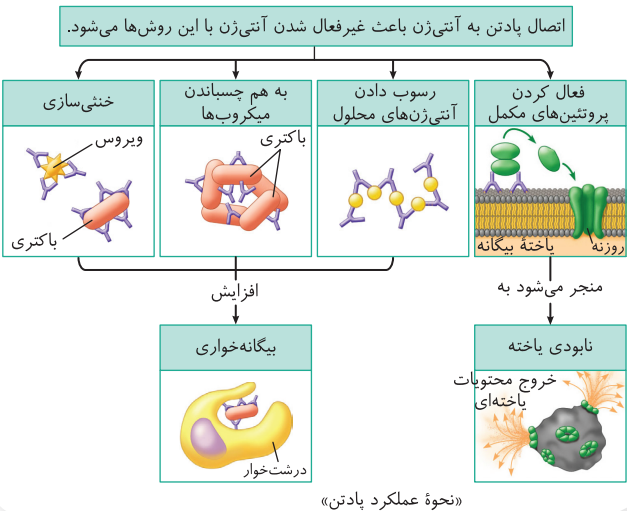
زیست یازدهم

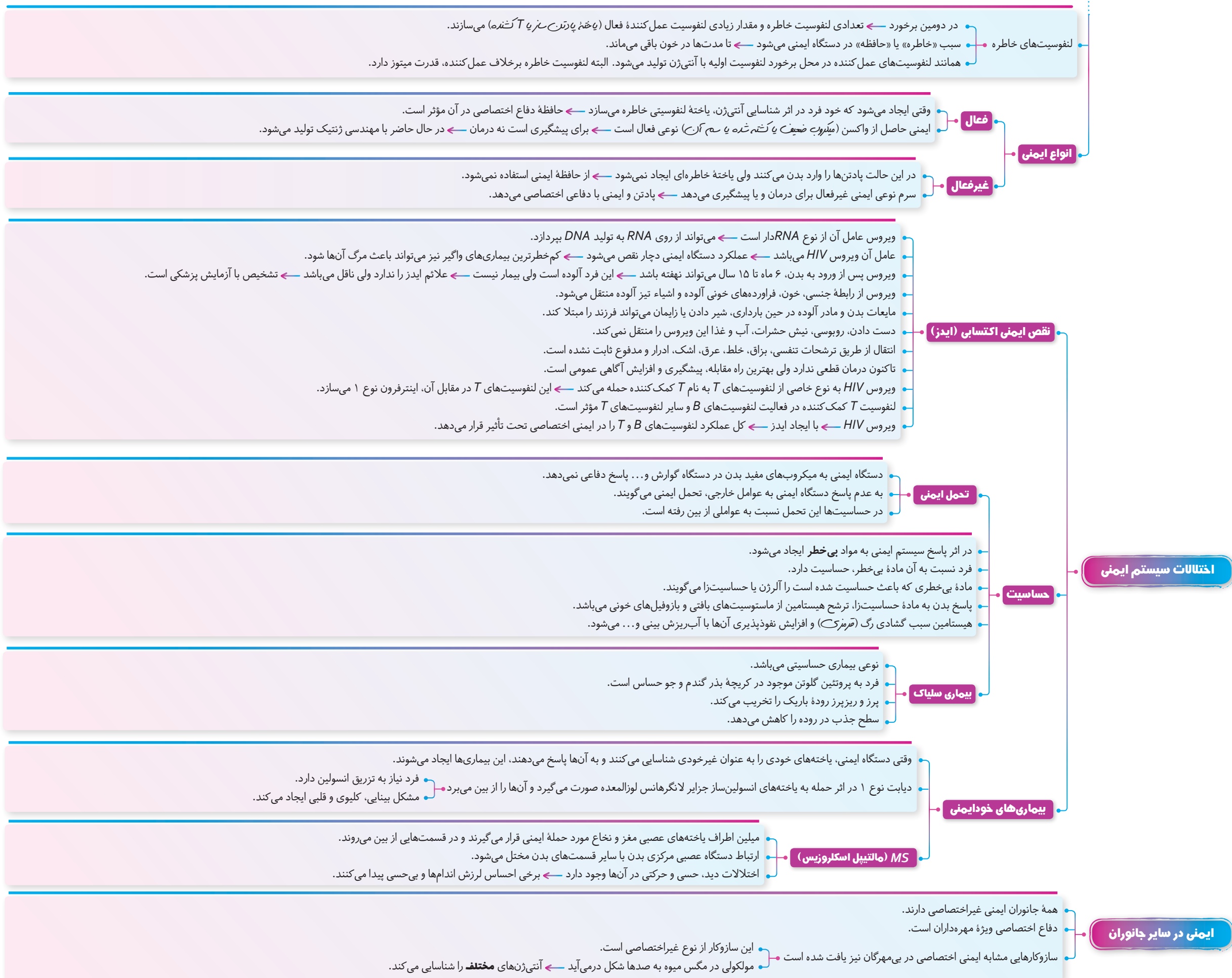
- از میان لنفوسیت‌ها، آن لنفوسیتی که گیرندهٔ آنتی‌ژنی مناسب دارد، به آنتی‌ژن متصل می‌شود.
 - لنفوسیتی که آنتی‌ژن را شناسایی کرده است، تکثیر می‌شود.
 - سپس به یاخته‌های پادتن‌ساز تمایز می‌یابند.
 - پادتن اختصاصی تولید می‌شود.
- «نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B»

جایگاه اتصال آنتی‌ژن

هر پادتن به دو مولکول آنتی‌ژن، یکسان می‌تواند متصل شود.

«مولکول پادتن»



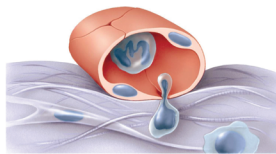




۱ کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «هر غده‌ای در خط اول دفاعی بدن انسان که را تولید می‌کند، قطعاً»
(۱) اسید چرب - مجاری مشخصی برای خروج محصول خود به سطح بدن یا حفرات داخلی دارد.
(۲) نمک و لیزوزیم - تحت کنترل پل مغزی می‌باشد.
(۳) عرق - روی شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی قرار دارد.
(۴) ماده مخاطی - تحت کنترل شبکه یاخته‌ای عصبی قرار دارد.

۲ کدام گزینه عبارت «در سد اول دفاعی بدن انسان، مخاط دارد.» را به درستی تکمیل می‌کند؟
(۱) مژک دار، همانند عطسه، مواد را از یک دستگاه خارج می‌کند. (۲) همانند بزاق، لیزوزیم و مواد اسیدی
(۳) حاوی ترشحات لیزوزیم دار، در چشم وجود (۴) برخلاف پوست، غده ترشح کننده مواد معدنی و لیزوزیم

۳ در انسان، نوعی یاخته بیگانه‌خوار که به‌طور معمول در فرایند التهاب وارد عمل نمی‌شود، کدام ویژگی زیر را دارد؟
(۱) تنها بیگانه‌خواری است که در بخش‌های مرتبط با محیط بیرون وجود دارد.
(۲) قدرت هدایت پیام عصبی را از بخش‌های رشته‌ای خود دارد.
(۳) انواعی از آن‌ها در کبد و طحال به پاک‌سازی گویچه‌های قرمز می‌پردازند.
(۴) منشأ اصلی تولیدکننده آن با منشأ تولید مگاکاریوسیت‌ها مشابه است.



۴ مورد ۴

۳ مورد ۱

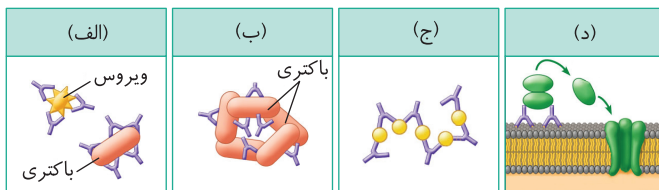
۲ مورد ۳

۱ مورد ۲

۵ در مکانیسم عمل لنفوسیت فعال در خط دوم دفاعی انسان، پس از ترشح پرفورین کدام واقعه زودتر رخ می‌دهد؟
(۱) درون‌بری آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده به یاخته هدف (۲) ایجاد منافذ در غشای میکروب هدف
(۳) اتصال ریزکیسه حاوی آن به غشای یاخته تولیدکننده (۴) قرارگیری پرفورین در عرض غشای یاخته هدف

۶ کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در انسان، هر پروتئین دفاعی که قطعاً»
(۱) در غشای میکروب، منفذ ایجاد می‌کند - همراه آنزیم مرگ برنامه‌ریزی ترشح شده است.
(۲) توسط پلاسموسیت ترشح شود - در دفاع اختصاصی نقش دارد.
(۳) از لنفوسیت T سالم ترشح شود - سبب ایجاد منفذ در یاخته دیگر می‌شود.
(۴) از یاخته بیگانه‌خوار ترشح شود - برای مقابله با یک میکروب خاص ترشح نشده است.

۷ کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
«در شکل مقابل برخلاف سبب می‌شود.»



(۱) الف - ج - خنثی‌سازی عامل بیگانه
(۲) ب - ج - بی‌اثر کردن عامل بیگانه
(۳) ب - د - فعال کردن پروتئین مکمل
(۴) الف - د - افزایش فعالیت بیگانه‌خوارها

۸ چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «اگر لنفوسیت T شخصی»
(الف) آلوده به ویروس شود به تولید اینترفرون نوع ۱ و پرفورین می‌پردازد.
(ب) به یاخته آلوده به ویروس برخورد کند، اینترفرون نوع ۲ و پرفورین می‌سازد.
(ج) شروع به تقسیم کند، قطعاً وارد دفاع اختصاصی شده است.
(د) با تولید اینترفرون، فعالیت درشت‌خوار را زیاد کند، قطعاً برعلیه سرطان فعال شده است.

۴ مورد ۴

۳ مورد ۳

۲ مورد ۲

۱ مورد ۱

۹ چند مورد، جمله مقابل را به‌طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «در انسان، ایمنی ناشی از ایمنی حاصل از»
(الف) تزریق سرم، برخلاف - واکسن، یاخته‌های خاطره تولید نمی‌شوند.
(ب) ورود آنتی‌ژن به بدن، همانند - سرم، یاخته پادتن‌ساز تولید می‌شود.
(ج) تزریق سرم، نسبت به - ورود پادتن مادر به بدن جنین، شناسایی آنتی‌ژن سریع‌تر انجام می‌شود.
(د) ورود آنتی‌ژن به بدن، همانند - تزریق واکسن، بدن فرد پادتن می‌سازد.

۴ مورد ۴

۳ مورد ۳

۲ مورد ۲

۱ مورد ۱

کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در خطی از دفاع انسان که سدهای محکمی در برابر ورود میکروب‌ها دارد، هر سدی که»

۱۰

- ۱) می‌تواند واجد یاخته بیگانه‌خوار دندریتی باشد، توانایی تولید لیزوزیم دارد.
- ۲) حاوی بافت پیوندی سست می‌باشد، در سطح خود محیطی اسیدی برای ممانعت از رشد میکروب‌های بیماری‌زا ایجاد می‌کند.
- ۳) حاوی ماده‌ای دارای نمک و لیزوزیم می‌باشد، آستری از بافت پیوندی دارد.
- ۴) ترشحاتی تحت کنترل پل مغزی دارد، یاخته‌های بیگانه‌خوار آن‌ها واکنش اختصاصی اما سریع انجام می‌دهد.

۱۱

کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در سدی دفاعی که برای دفاع از بدن برای اولین بار باید بیگانه بودن یک عامل را از خودی بودن آن تشخیص دهد، هر یاخته‌ای که»

- ۱) توانایی تولید هیستامین دارد، می‌تواند ماده‌ای ضد انعقاد خون نیز تولید کند.
- ۲) گویچه سفیدی بیگانه‌خوار است و بدون تمایز یافتن در رفع التهاب مؤثر است، واجد دانه برای حمل مواد دفاعی می‌باشد.
- ۳) برای بیگانه‌خواری مستقیماً با محیط بیرون تماس دارد، در پاک‌سازی گویچه قرمز نقشی ندارد.
- ۴) می‌تواند پرفورین تولید کند، بر روی سطح خود فقط یک نوع گیرنده برای اتصال به عوامل بیگانه دارد.

۱۲

در مورد خطی دفاعی در انسان که عکس‌العمل آن به نوع عامل بیگانه بستگی دارد، چند عبارت زیر صحیح است؟

- الف) هر یاخته آن در مغز استخوان ساخته می‌شود.
- ب) هر یاخته ترشح‌کننده پادتن آن، گیرنده‌ای مشابه آن پادتن دارد.
- ج) هر یاخته پرفورین‌ساز آن، در پاسخ به یاخته تغییر کرده خودی فعال شده است.
- د) تا یک هفته پس از برخورد اولیه به آنتی‌ژن، پاسخی ایجاد نمی‌کند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۳

کدام یک عبارت مقابل را در انسان به درستی تکمیل می‌کند؟ «در به طور قطع»

- ۱) نقص ایمنی اکتسابی - لنفوسیت‌های T و B به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازند.
- ۲) پاسخ به میکروب‌های مفید درون مخاط مری - تحمل ایمنی ایجاد می‌شود.
- ۳) MS همانند دیابت نوع ۱ - شناسایی برخی یاخته‌های خودی به اشتباه صورت گرفته است.
- ۴) مگس میوه - مولکولی ضمن دفاع اختصاصی به شناسایی آنتی‌ژن‌های مختلف می‌پردازد.

۱۴

کدام گزینه برای تکمیل عبارت «در انسان، همه پرفورین‌ها پادتن‌ها» مناسب است؟

- ۱) همانند - در نوعی دفاع عمل می‌کنند که پاسخ سریعی ندارد.
- ۲) برخلاف - مستقیماً سبب ایجاد منفذ در غشای میکروب‌ها نمی‌شوند.
- ۳) همانند - توسط یاخته تولید شده خود به خون وارد می‌شوند.
- ۴) برخلاف - فقط در یاخته‌های دارای گیرنده دفاعی تولید می‌شوند.

۱۵

کدام گزینه برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «در انسان، هر نوع یاخته سفید خونی که دارد، به‌طور قطع می‌تواند»

- ۱) دانه‌های روشن ریز سیتوپلاسمی - نیروی واکنش سریع در برخورد با مواد بی‌خطر باشد.
- ۲) هسته تکی گرد یا بیضی - فقط یک نوع گیرنده دفاعی در سطح خود داشته باشد.
- ۳) دانه‌های تیره سیتوپلاسمی - موادی با نقشی ضد فعالیت انعقادی ترشح کند.
- ۴) هسته دوقسمتی دمبلی - از محتویات دانه خود در بیگانه‌خواری استفاده کند.

۱۶

کدام یک عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در سیستم ایمنی بدن انسان، هر یاخته»

- ۱) دارای هسته دوقسمتی، فاقد توانایی بیگانه‌خواری در بافت می‌باشد.
- ۲) تولیدکننده اینترفرون نوع ۲، سبب فعالیت درشت‌خوارها می‌شود.
- ۳) هیستامین‌ساز، در واکنش‌های عمومی ولی سریع نیز شرکت می‌کند.
- ۴) لنفوسیت عمل‌کننده، یک نوع گیرنده آنتی‌ژنی در سطح غشای خود دارد.

۱۷

کدام عبارت در مورد مکانسیم عمل پادتن‌ها در بدن انسان نادرست است؟

- ۱) طی خنثی‌سازی میکروب‌ها، تعدادی از آن‌ها به دور یک میکروب قرار می‌گیرند.
- ۲) طی برخورد محل اتصال پادگنی آن‌ها به پروتئین‌های مکمل، منافذی در غشای میکروب ایجاد می‌شود.
- ۳) در رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول، هر عامل بیگانه به بیش از یک پادتن متصل می‌شود.
- ۴) طی به هم چسباندن میکروب‌ها، سبب بی‌اثر کردن عامل بیگانه می‌شوند.

۱۸

کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

- ۱) هر نوع یاخته حاصل از بخش لنفوئیدی مغز استخوان، توانایی انجام عمل دیپدز را دارد.
- ۲) فقط فعالیت برخی اینترفرون‌ها، سبب افزایش عمل بیگانه‌خوارها می‌شوند.
- ۳) هر یاخته تولیدکننده پرفورین، می‌تواند در شرایطی در خط دوم دفاعی انسان نیز شرکت کند.
- ۴) لنفوسیت‌های T در مقابله با یاخته سرطانی بدون تقسیم شدن به واکنش سریع اختصاصی می‌پردازند.



کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

۱۹

- «در پاسخ اولیه نوعی ایمنی اختصاصی که با لنفوسیت‌های بالغ شده در صورت می‌گیرد ایمنی ثانویه حاصل از آن،»
- ۱) تیموس - همانند - پادتن‌ها پس از دو هفته به حداکثر میزان خود می‌رسند.
 - ۲) محل تولید خود - برخلاف - دفاع کندتری نسبت به دفاع غیراختصاصی صورت می‌گیرد.
 - ۳) غده درون‌ریز پشت جناغ - برخلاف - پرفورین‌ها در هفته اول شدت پاسخی ایجاد نمی‌کنند.
 - ۴) مغز استخوان - همانند - پادتن‌های متنوع و یاخته خاطره تولید می‌شود.

چند مورد زیر صحیح است؟

۲۰

- الف) پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده در خط دوم و سوم دفاعی برون‌رانی می‌شوند.
 - ب) مرگ یاخته‌ای تصادفی همانند مرگ برنامه‌ریزی شده می‌تواند در اثر بیماری‌ها ایجاد شوند.
 - ج) در فرد مبتلا به آنفلوآنزای پرندگان، لنفوسیت T برخلاف یاخته ششی به تولید اینترفرون نوع ۲ و پرفورین می‌پردازد.
 - د) هر لنفوسیت عمل‌کننده‌ای که آنتی‌ژن خاص خود را شناسایی کند، در پی آن، آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده می‌سازد.
- ۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

پایس‌آزمون هدیه

۳ ۱ C غدد عرق پوست، از بافت پوششی بوده که یاخته‌های آن روی غشای پایه قرار دارند.

تله‌های تست

گزینه (۱): غدد چربی پوست فقط به مجاری **سطح بدن** راه دارد نه حفرات درون بدن. / گزینه (۲): پل مغزی در تنظیم **اشک و بزاق** و مواد درون آن نقش دارد ولی ترشح غدد عرق را تنظیم نمی‌کند (**نمک و لیزوزیم در عرق و اشک وجود دارد**). / گزینه (۴): شبکه یاخته‌ای عصبی فقط ویژه **لوله گوارش** از مری تا مخرج است ولی مخاط در سایر دستگاه‌ها مثل دستگاه تنفسی نیز وجود دارد.

۱ ۲ B عطسه و مخاط مزک‌دار مجرای **تنفسی** در یک دستگاه یا همان سیستم تنفسی نقش دفاعی دارند.

تله‌های تست

گزینه (۲): مخاط برخلاف پوست حاوی ماده اسیدی مثل چربی نمی‌باشد ولی همانند بزاق حاوی ماده مخاطی دارای لیزوزیم می‌باشد. / گزینه (۳): اشک چشم در سد اول دفاع غیراختصاصی دارای لیزوزیم است ولی اشک ماده مخاطی نمی‌باشد.

نکته

ادرار، مدفوع، سرفه، عطسه، استفراغ، بزاق و اشک عواملی در سد اول دفاعی می‌باشند ولی جزء پوست و مخاط نمی‌باشند.

گزینه (۴): هم در مخاط و هم در پوست غدد ترشح‌کننده لیزوزیم و مواد معدنی وجود دارد.

۱ ایستگاه ترشحات سد اول دفاعی انسان

(۱) مربوط به پوست ← چربی روی پوست ← خاصیت اسیدی ضد میکروبی دارد.
عرق ← حاوی نمک و لیزوزیم می‌باشد.

(۲) مربوط به مخاط ← ماده مخاطی می‌سازد ← میکروب‌ها را به دام می‌اندازد.
لیزوزیم برای از بین بردن باکتری‌ها دارد.

(۳) بزاق دستگاه گوارش ← لیزوزیم با خاصیت از بین بردن باکتری‌ها را دارد.

(۴) اسید معده (**HCl**) → توانایی از بین بردن میکروب‌های غذا را دارد.

(۵) عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار ← می‌توانند بسیاری از میکروب‌ها را از بدن خارج کنند.

(۶) اشک چشم ← نمک و لیزوزیم با خاصیت ضد عفونی‌کننده و از بین برنده میکروب را دارد.

۴ ۳ B ماستوسیت، نوتروفیل و درشت‌خوار در التهاب فعال هستند ولی فعالیت یاخته بیگانه‌خوار **دندریتی** معمولاً بستگی به محل التهاب دارد. منشأ یاخته

بیگانه‌خوار دندریتی از مونوسیت‌ها می‌باشد که از نوعی یاخته میلونیدی مغز استخوان ایجاد شده است. از طرفی مگاکاریوسیت نیز منشأ **میلونیدی** دارد.

در گزینه (۱) دقت کنید که ماستوسیت نیز این ویژگی را دارد. در گزینه (۲) دقت کنید که این یاخته یاخته عصبی نیست و پیام عصبی ایجاد و هدایت نمی‌کند. / گزینه (۳) در مورد درشت‌خوار می‌باشد.

۱ ۴ B موارد (ب) و (د) صحیح می‌باشند.

شکل دیپایز (**تراگنریس**) گویچه سفید را از خون به مایع میان‌بافتی نشان می‌دهد.

تله‌های تست

(الف) نادرست است. **چشم‌ها را باید شست، طور دیگر باید دید!!** دیپایز در هر گویچه **سفیدی** صورت می‌گیرد **نه هر گویچه خونی!** (مثلاً **لویسم** **صرم** و **پلاکت اینج ویزگی را ندارند**). / (ب) درست است. مونوسیت دارای قابلیت دیپایز می‌باشد و پس از خروج از رگ و ایجاد تغییرات به صورت حجیم شدن یا انشعاب‌دار شدن به درشت‌خوار یا یاخته بیگانه‌خوار دندریتی تبدیل می‌شود. / (ج) نادرست است. یاخته **چابک** خون **نوتروفیل** است که پس از دیپایز برخلاف مونوسیت حجیم نمی‌شود بلکه به عنوان نیروی واکنش سریع بدون تغییر به بیگانه‌خواری می‌پردازد. / (د) درست است. همه گویچه‌های سفید خون قدرت دیپایز دارند که این یاخته‌ها در سد دوم و سوم دفاعی فعال هستند.



نکته

لنفوسیت‌های **B** و **T** معمولاً در خط سوم دفاعی و بیشتر گویچه‌های سفید دیگر در خط دوم دفاعی مؤثرند ولی همگی خاصیت دیپایز دارند.

نکته

لنفوسیت‌های **B** و **T**، فقط با تولید اینترفرون می‌توانند در خط دوم دفاعی نقش ایفا کنند.

۴ ۵ A

نکته

عمل لنفوسیت کشنده طبیعی:

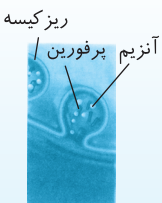
یاخته کشنده طبیعی نوعی لنفوسیت می‌باشد که در سد دوم دفاعی شرکت کرده و تنها لنفوسیتی است که به‌جز فعالیت تولید اینترفرون، در دفاع غیراختصاصی فعال می‌باشد.

در عمل این یاخته‌ها ترتیب زیر باید صورت بگیرد:

(۱) اتصال لنفوسیت به یاخته سرطانی یا آلوده به ویروس به صورت غیراختصاصی

(۲) ترشح پروتئین پرفورین به همراه آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده از آن با ریزکسه‌های حاوی هر دو ماده به روش برون‌رانی

(۳) ایجاد منفذ توسط **پرفورین** قرار گرفته در عرض غشای یاخته سرطانی یا آلوده به ویروس (درستی گزینه (۴) (رشته کنید که برخلاف عمل پروتئین مکمل، منفذ در غشای میکروب ایجاد نمی‌شود) نادرستی گزینه (۵)).



(۴) **وارد کردن آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده به یاخته آلوده** از طریق منفذ ایجاد شده (ایرج عمل از منفذ صورت می‌گیرد و درون بری یا برون‌رانی نمی‌باشد) نادرستی گزینه (۱)).

(۵) مرگ یاخته آلوده به ویروس یا سرطانی طی چند ثانیه

(۶) بیگانه‌خواری یاخته‌های تخریب شده توسط درشت‌خوارها.

حالا که این نکات را یاد گرفتید، فقط دقت کنید که علت رد گزینه (۳) این است که این عمل قبل از ترشح پرفورین رخ می‌دهد.

تلمه‌های تستی (۴) پروتئین‌های دفاعی ترشحی از یاخته‌های بیگانه‌خوار، فعالیت **غیراختصاصی** دارند. این یاخته‌ها در خط دوم دفاعی و یا تکمیل فعالیت خط سوم مؤثرند. گزینه (۱): **پروتئین مکمل** در سد دوم دفاعی سبب ایجاد منفذ در غشای میکروب می‌شود ولی برخلاف پرفورین‌ها، همراه آن‌ها آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده وارد عمل نمی‌شود. / گزینه (۲): پلاسموسیت آلوده به ویروس می‌تواند به تولید اینترفرون نوع ۱ بپردازد که در دفاع غیراختصاصی نقش ندارد. / گزینه (۳): اینترفرون‌های نوع ۲ مترشح از لنفوسیت T سالم، سبب ایجاد منفذ نمی‌شوند بلکه سبب مبارزه در برابر یاخته سرطانی می‌شوند. در شکل مورد نظر (الف) برای خنثی‌سازی میکروب‌ها (ویروس غیرزنده و باکتری)، (ب) برای به هم چسباندن میکروب‌ها، (ج) برای رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول ویروس یا سم باکتری‌ها و (د) مربوط به فعال کردن پروتئین‌های مکمل می‌باشد.

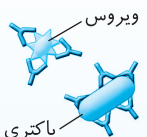
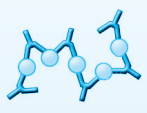
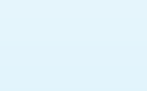
نکته

دقت کنید که مدل‌های (الف)، (ب) و (ج) هر سه فعالیت پادتن در جهت **بی‌اثر** کردن عامل بیگانه می‌باشد ولی مدل (د) با فعال کردن پروتئین مکمل سبب **ناپودی** عامل بیگانه (باکتری) می‌شود ولی همه این روش‌ها در نهایت سبب فعال کردن بیگانه‌خوارها شده تا مثل جاروبرقی همه را جمع کنند و بلعند.

فعالیت پادتن‌ها

۲

ایستگاه

خنثی‌سازی 	(۱) در قسمت خنثی‌سازی میکروب‌ها دقت کنید که چند پادتن یکسان در اطراف یک عامل بیگانه متصل شده‌اند. در حقیقت دو گیرنده آنتی‌ژنی هر پادتن، به دو آنتی‌ژن مشابه از یک میکروب برخورد کرده است. این عمل خنثی‌سازی سبب بی‌اثر شدن عامل بیگانه می‌شود و سپس درشت‌خوارها را برای بیگانه‌خواری پادتن و عامل بیگانه آماده می‌کند.
رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول 	(۲) در روش به هم چسباندن میکروب‌ها، دقت کنید که می‌توان پادتن‌هایی را مشاهده کرد که توسط یک جایگاه اتصال آنتی‌ژنی خود به یک میکروب متصل بوده و از جایگاه اتصال دیگر خود به همان نوع آنتی‌ژن از میکروب دیگری متصل می‌باشد و آن‌ها را به هم چسبانده است (البته در این روش پادتن‌هایی نیز دیده می‌شوند که هر دو جایگاه آن‌ها به دو آنتی‌ژن مشابه در یک میکروب متصل است). در این روش نیز، عامل بیگانه بی‌اثر شده و شرایط بیگانه‌خواری آن‌ها توسط درشت‌خوارها فراهم می‌شود.
فعال کردن پروتئین‌های مکمل 	(۳) در روش رسوب دادن آنتی‌ژن‌های محلول دقت کنید که هر پادتن به دو آنتی‌ژن از دو عامل بیگانه یکسان و مجاور هم متصل می‌شود ولی عوامل بیگانه را به هم وصل نمی‌کند. البته در برخی پادتن‌ها دیده می‌شوند که یک جایگاه آن‌ها پر و یکی خالی می‌باشد. در این روش نیز همانند دو روش قبل، پادتن سبب بی‌اثر شدن عامل بیگانه شده و شرایط بیگانه‌خواری آن توسط درشت‌خوارها فراهم می‌شود. (۴) در روش فعال کردن پروتئین‌های مکمل اگر به شکل دقت کنید هر پادتن از سمت دو گیرنده آنتی‌ژنی خود به غشای میکروب متصل شده است ولی از طرف دم خود سبب فعال شدن پروتئین‌های مکمل شده است که هر یک از پروتئین‌های مکمل می‌تواند حتی به دو پادتن مجاور هم متصل شود. پروتئین‌های مکمل پس از فعال شدن از پادتن‌ها جدا شده تا سبب ایجاد منفذ در غشای همان میکروب شوند. در این روش با فعال شدن پروتئین‌های مکمل، عامل بیگانه ناپود می‌شود ولی مانند سه روش قبل در نهایت شرایط برای فعالیت بیگانه‌خوارها فراهم می‌شود (در اینجا صرفاً نمی‌توان گفت درشت‌خوارها!).

(۸) موارد (الف) و (ب) عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

تلمه‌های تستی (الف) نادرست است. یاخته آلوده به ویروس، فقط اینترفرون نوع ۱ می‌سازد ولی اینترفرون نوع ۲ و پرفورین از لنفوسیت T سالم ترشح می‌شود. / (ب) نادرست است. اینترفرون نوع ۲ فقط در پاسخ به یاخته **سرطانی** ترشح می‌شود. / (ج) درست است. **تکثیر** لنفوسیت‌های برخورد کرده به آنتی‌ژن مخصوص دفاع اختصاصی است. / (د) درست است. اینترفرون نوع ۲ برخلاف ۱ سبب فعالیت درشت‌خوارها می‌شود که این پروتئین از لنفوسیت T کشته فعال شده بر علیه یاخته سرطانی ترشح می‌شود.

(۹) موارد (الف) و (د) صحیح‌اند.

تلمه‌های تستی (الف) درست و (ب) و (ج) نادرست است. در ایمنی ناشی از سرم و پادتن ورودی از بدن مادر به بدن جنین، یاخته خاطره، یاخته پادتن‌ساز و پادتن تولید نمی‌شود چون آنتی‌ژنی به بدن وارد نمی‌شود. / (د) درست است. در صورت وارد شدن آنتی‌ژن به بدن (طبیعی یا با تزریق واکسن)، پس از شناسایی آنتی‌ژن، یاخته‌های خاطره و یاخته پادتن‌ساز و پادتن تولید می‌شود.

(۱۰) یاخته‌های دندردیتی در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط هستند قرار دارد. این بخش‌ها یا در اپیدرم پوست و یا در بخش پوششی مخاط هستند که هر دو دارای ترشحاتی مثل عرق یا مایع مخاطی هستند که حاوی لیزوزیم می‌باشند.

تلمه‌های تستی گزینه (۲): پوست در سطح خود محیطی اسیدی را با تولید چربی فراهم می‌کند ولی دارای بافت پیوندی **محکم یا رشته‌ای** است (نه ست!). / گزینه (۳): ماده حاوی نمک و لیزوزیم، عرق و اشک است که در بخش‌های دارای مخاط مثل لوله گوارش دیده نمی‌شود (مخاط **آستر پیوندی** دارد). / گزینه (۴): پل مغزی مرکز تنظیم بزاق و اشک است. از طرفی یاخته‌های بیگانه‌خوار در لوله گوارش هستند اما واکنش **اختصاصی** ندارند. یاخته‌های دندردیتی قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند که واکنشی از نوع عمومی است.

(۱۱) منظور سؤال **سد دوم دفاعی** است که در آن، اولین بار تشخیص خودی از بیگانه صورت می‌گیرد. از میان گویچه‌های سفید نوتروفیل‌ها بیگانه‌خوارهای مؤثر در فرایند التهاب هستند که فقط آن‌ها نیاز به تمایز ندارند و سیتوپلاسم دانه‌دار دارند. این یاخته‌ها برخلاف مونوسیت‌ها، در دانه‌های **ریز** خود مواد دفاعی **کمی** حمل می‌کنند.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): در این سد بازوفیل‌ها و ماستوسیت‌ها توانایی تولید هیستامین را دارند ولی فقط بازوفیل‌ها هیارین (ضد انعقاد خون) تولید می‌کنند. / گزینه (۳): خود یاخته‌های بیگانه‌خوار دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها در این سد مستقیماً با محیط بیرون در ارتباط نمی‌باشند بلکه در بخشی مثل اپیدرم هستند که با محیط ارتباط دارد. این یاخته‌ها در پاک‌سازی گویچه‌های قرمز نقشی ندارند. / گزینه (۴): **یاخته‌کشنده طبیعی** در سد دوم، پرفورین تولید می‌کند که گیرنده دفاعی اختصاصی ندارد چون با اینکه نوعی لنفوسیت است ولی از نوع غیراختصاصی است.

منظور خط سوم دفاع یا دفاع اختصاصی است که فقط مورد (د) درباره آن درست است.

تلمه‌های تستی (الف) نادرست است. مثلاً یاخته‌های **خاطره** و لنفوسیت‌های **عمل‌کننده** در این سد در مغز استخوان ساخته نمی‌شوند. / (ب) نادرست است. پلاسموسیت‌ها یا یاخته‌های پادتن‌ساز، پادتن ترشح می‌کنند ولی خود گیرنده غشایی آنتی‌ژنی ندارند. / (ج) نادرست است. یاخته‌های پرفورین‌ساز در خط سوم، یاخته‌های T کشنده هستند که در پاسخ به تغییر یاخته‌های خودی از نوع سرطانی یا آلوده به ویروس و با **یاخته غیرخودی** در **پیوند عضو** فعال شده است. / (د) درست است. شناسایی توسط این سد یک هفته طول می‌کشد و بعد از یک هفته پاسخ ایمنی اولیه ایجاد می‌شود.

B (۱۳) (۳) هم بیماری MS و هم دیابت نوع ۱ نوعی بیماری خودایمنی می‌باشد که برخی یاخته‌های خود به‌طور اشتباه مورد شناسایی یاخته‌ها و پروتئین‌های دفاعی قرار گرفته‌اند.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): نادرست است. در ایدز، فقط نوعی از **لنفوسیت‌های T (T کمک‌کننده)** آلوده به ویروس است و به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازد. سایر لنفوسیت‌های سالم از نوع T و کشنده طبیعی می‌توانند در این حالت پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده ترشح کنند. / گزینه (۲): نادرست است. تحمل ایمنی، **عدم** پاسخ به برخی عوامل بیگانه می‌باشد (مثلاً بدن در مواجهه با میکروب مفید سطح پرست، اصلاح باختر انجام نمی‌دهد). / گزینه (۴): نادرست است. مولکولی که در مگس میوه به شناسایی آنتی‌ژن‌های مختلف می‌پردازد کاری **شبیه دفاع اختصاصی** انجام می‌دهد. مگس میوه بی‌مهره است. بی‌مهرگان **دفاع اختصاصی ندارند**.

C (۱۴) (۴) یاخته‌های پرفورین‌ساز بدن، لنفوسیت T با یک نوع گیرنده آنتی‌ژنی اختصاصی و لنفوسیت‌های کشنده طبیعی با گیرنده‌های آنتی‌ژنی متعدد و غیراختصاصی می‌باشند. برای تولید پادتن، یاخته سازنده پلاسموسیتی فاقد گیرنده آنتی‌ژنی می‌باشد.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): نادرست است. همه پرفورین‌ها در دفاع **اختصاصی** که دفاع **غیر سریع** است، تولید نمی‌شوند. مثلاً یاخته کشنده طبیعی نیز در سد دوم دفاعی، تولید پرفورین می‌کند. حتماً به یاد دارید که سد دوم دفاعی سریع و عمومی می‌باشد. / گزینه (۲): نادرست است. پادتن‌ها و پرفورین‌ها همانند هم هستند، هیچ کدام در غشای میکروب‌ها منفذ تولید نمی‌کنند. دقت کنید که ایجاد منفذ در **غشای میکروب**، وظیفه پروتئین مکمل است ولی پرفورین‌ها در غشای یاخته غیرمیکروبی، مثل سرطان، پیوند عضو و آلوده به ویروس منفذ ایجاد می‌کنند. / گزینه (۳): نادرست است. پرفورین تولید شده توسط یاخته کشنده طبیعی مستقیماً با یاخته آلوده به ویروس یا سرطانی تماس پیدا می‌کند و در خون نمی‌ریزد. از طرفی پادتن نیز در برخورد با میکروب در خون، لنف و آب میان‌بافتی وجود دارد.

C (۱۵) (۳) دانه‌های **تیره** سیتوپلاسمی فقط در **بازوفیل‌ها** تولید می‌شوند که هپارین را هم که ضد انعقاد است تولید می‌کنند. هپارین عملی مثل پلاسمین در ضد تولید لخته و یا تجزیه آن دارد ولی از طرفی عملی ضد انعقاد دارد (مثلاً **ترومبین** که آنزیمی برای ایجاد در شش‌هاک نامحلول فیبرین در نقطه می‌باشد را غیرفعال می‌کند).

تلمه‌های تستی گزینه (۱): نادرست است. **نوتروفیل‌ها** دانه‌های روشن ریز در سیتوپلاسم دارند که نیروی واکنش سریع هم هستند، اما در برخورد با مواد بی‌خطر نقش ندارند (مواد بی‌خطر، ایجاد تحمل ایمنی می‌کنند که بازوفیل و ماستوسیت می‌توانند بر علیه آن‌ها پاسخ دهند). / گزینه (۲): نادرست است. لنفوسیت‌ها هسته تکی گرد یا بیضی دارند که نوع **کشنده طبیعی** آن در دفاع غیراختصاصی با گیرنده‌های **متنوع** می‌باشد. / گزینه (۴): نادرست است. هسته دوقسمتی دمبلی در **آنزینوفیل‌ها** دیده می‌شود که محتویات دانه‌های خود را روی انگل می‌ریزند ولی با دانه‌های خود توانایی بیگانه‌خواری ندارند.

B (۱۶) (۴) لنفوسیت‌های عمل‌کننده شامل یاخته‌های پادتن‌ساز و T کشنده است که یاخته‌های پادتن‌ساز گیرنده آنتی‌ژنی روی غشای خود ندارند.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): درست است. هسته دوقسمتی در آنزینوفیل‌ها و بازوفیل‌ها وجود دارد که بیگانه‌خواری ندارند ولی نوع آنزینوفیلی در مبارزه با انگل‌ها محتویات دانه‌های خود را روی آن‌ها می‌ریزند. / گزینه (۲): درست است. یاخته‌های تولیدکننده اینترفرون نوع ۲ یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T هستند که فعالیت هر دو، با ترشح این نوع اینترفرون سبب عمل درشت‌خوارها در بیگانه‌خواری می‌شوند. / گزینه (۳): درست است. یاخته‌های هیستامین‌ساز ماستوسیت‌های بافتی و بازوفیل‌های خون هستند که هر دو در واکنش‌های عمومی و سریع خط دوم دفاعی شرکت می‌کنند.

A (۱۷) (۲) پادتن‌ها از بخش دم خود که فاقد محل اتصال به پادگن است به پروتئین مکمل متصل می‌شوند تا آن‌ها سبب ایجاد منفذ و نابودی میکروب شوند. در شکل کتاب که روش‌های عمل پادتن‌ها را نشان داده است. درستی سه گزینه دیگر را می‌توانید ببینید. در مورد گزینه (۴) دقت کنید که پادتن‌ها به کمک پروتئین‌های مکمل، سبب نابودی عوامل بیگانه می‌شوند ولی با روش‌های دیگر چسباندن، رسوب دادن و خنثی کردن، سبب **بی‌اثر کردن** میکروب‌ها یا آنتی‌ژن‌ها می‌شوند.

C (۱۸) (۴) واکنش دفاعی سریع، اغلب در خط دوم دفاعی دیده می‌شود که لنفوسیت T در مقابله با یاخته سرطانی، در صورت ترشح اینترفرون نوع ۲ می‌تواند به آن بپردازد ولی واکنش‌های دفاع اختصاصی به نسبت خطوط قبلی از نوع **سریع** نمی‌باشند.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): درست است. یاخته‌های تولید شده از بخش لنفوئیدی مغز استخوان، لنفوسیت‌ها هستند که مانند هر نوع گویچه سفید خونی دیگر قدرت دیapedز را دارند. / گزینه (۲): درست است. یاخته‌های تولیدکننده اینترفرون نوع ۱ یاخته‌های آلوده به ویروس هستند که موجب مقاومت کوتاه‌مدت یاخته‌های آلوده و سالم به ویروس می‌شوند. این نوع اینترفرون برخلاف نوع ۲ سبب فعالیت درشت‌خوارها نمی‌شود. / گزینه (۳): درست است. هر یاخته بدن در صورت آلوده شدن به ویروس با ترشح اینترفرون نوع ۱ در دفاع کمک می‌کند همچنین لنفوسیت‌های T و کشنده طبیعی که پرفورین ترشح می‌کنند، می‌توانند با ترشح اینترفرون نوع ۲ هم در شرایطی که سالم هستند، در این خط فعالیت کنند (**نفوسیت T آلوده به ویروس نیز شامل این نکته می‌شود که توانایی تولید پرفورین دارد**).

C (۱۹) (۳) غده پشت جناغ، **تیموس** است که لنفوسیت T را بالغ می‌کند. در هفته اول از برخورد اول با میکروب، پاسخی دفاعی از پرفورین‌های آن ایجاد نمی‌شود اما در هفته اول برخورد دوم، افزایش شدت پاسخ مشهود است.

تلمه‌های تستی گزینه (۱): تیموس در بلوغ لنفوسیت T نقش دارد که پادتن توسط آن‌ها تولید نمی‌شود. / گزینه (۲): همواره دفاع اختصاصی، سرعت کمتری از غیراختصاصی دارد. / گزینه (۴): پادتن‌ها در هر دفاع اختصاصی از یک نوع می‌باشند (نه متنوع).

C (۲۰) (۴) همه موارد صحیح می‌باشند.

تلمه‌های تستی (الف) درست است. پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی توسط ریزکبسه‌های مشترک از لنفوسیت‌های T و کشنده طبیعی برون‌رانی می‌شوند. / (ب) درست است. به‌طور مثال نکروز کبدی در مرگ بافتی تصادفی و سرطان در مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای مؤثرند. / (ج) درست است. در بیماری ویروس مورد نظر، یاخته آلوده ششی، به تولید اینترفرون نوع ۱ می‌پردازد ولی لنفوسیت T سالم به تولید پرفورین و اینترفرون نوع ۲ می‌پردازد. / (د) درست است. منظور لنفوسیت T کشنده عمل‌کننده می‌باشد که یک نوع گیرنده دارد و به تولید پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده می‌پردازد (**نفوسیت B عمل‌کننده همان پلاسموسیت است که گیرنده پادتن ندارد**).