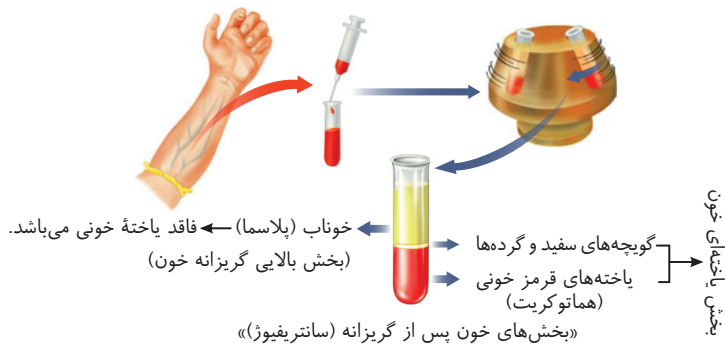


درسنامه

کفتار ۳ خون

خون نوعی بافت پیوندی می‌باشد که به صورت یک طرفه و منظم در رگ‌های خونی جریان دارد. خون در انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر نقش دارد. این مایع، علاوه بر ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن (به کمک هورمون‌ها) در تنظیم دمای بدن یا همان یکسان کردن دمای بدن در نواحی مختلف بدن نیز نقش دارد. همچنین در ایمنی و دفاع در مقابل عوامل خارجی نقش اساسی دارد و با عوامل درون خود (مثل پلاکت‌ها برخی پروتئین‌ها) جلوگیری از هدر رفتن خون (جلوگیری از خونریزی) می‌کند که در ادامه به طور کامل بررسی می‌کنیم.

قسمت‌های خون



اگر مقداری از خون را سانتریفیوژ یا در اصطلاح فارسی گریزانه کنیم، مشاهده می‌کنیم که خون به دو بخش تبدیل شده است. معمولاً در فرد سالم حدود ۵۵٪ آن پلازما یا خوناب در بالا به صورت شفاف قرار می‌گیرد و ۴۵٪ دیگر آن را بخش یاخته‌ای خون شامل گویچه‌های قرمز، سفید و گرده‌ها (پلاکت) تشکیل می‌دهد که در پایین لوله قرار می‌گیرد.

بررسی پلازما یا خوناب

همان‌طور که ذکر شد، خوناب در فرد عادی حدود ۵۵٪ حجم خون را شامل می‌شود. بیش از ۹۰٪ خوناب از آب تشکیل شده است. سایر قسمت‌های آن موادی مانند پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی است که در آب حل شده‌اند. دقت کنید که این عوامل محلول سبب ایجاد فشار اسمزی شده و در بازگشت آب به خون و عدم ایجاد خیز یا ادم مؤثرند.

یادآوری

دقت کنید که تمام مواد محلول در خوناب، در ایجاد فشار اسمزی درون رگ نقش دارند ولی اختلاف فشار اسمزی درون و بیرون رگ به دلیل مقدار پروتئین‌های درون رگ می‌باشد. به دلیل اینکه در خوناب (پلازما) مقدار پروتئین محلول از خارج رگ بیشتر است، همواره فشار اسمزی درون رگ از بیرون آن به مقدار ثابتی بیشتر است. لازم به تذکر است که عوامل موجود در بخش یاخته‌ای خون به طور مستقیم سبب ایجاد فشار اسمزی نمی‌شوند چون این بخش یا همان خود یاخته‌ها یا گرده‌ها در خون حل نمی‌شوند، البته دقت کنید که یاخته‌ها می‌توانند با تولید مواد محلول در پلازما، در ایجاد فشار اسمزی خون نقش غیرمستقیم ایفا کنند.

• آلبومین: حفظ فشار اسمزی و انتقال برخی داروها از جمله پنی‌سیلین

• فیبرینوژن و پروترومبین: کمک به انعقاد خون

• گلوبولین‌ها: ایمنی بدن (مبارزه با عوامل بیماری‌زا)

• برخی در تنظیم pH نیز مؤثرند.

نکته

یون‌های سدیم و پتاسیم چون در فعالیت‌های یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند، وجود آن‌ها در خوناب اهمیت زیادی دارد. مقدار این دو یون در دو طرف یاخته به کمک پمپ سدیم پتاسیم حفظ می‌شود که در سال بعد آن را بررسی می‌کنیم.

نکته

مواد غذایی خوناب شامل کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدها بوده و مواد دفعی آن شامل اوره، کربن دی‌اکسید و لاکتیک اسید می‌باشد.

بخش یاخته‌ای خون

بخش دوم خون که در آزمایشگاه، در زیر خوناب رسوب می‌کند، شامل گویچه‌های قرمز، سفید و گرده‌ها می‌باشد. گویچه‌های قرمز و سفید را یاخته‌های خونی می‌نامند ولی گرده‌ها یا پلاکت‌ها را قطعاتی از یاخته می‌دانند. در مقایسه آن‌ها باید بدانید که از نظر تعداد (هرمزه) گرده < سفید < هرمزه < گرده > می‌باشد.

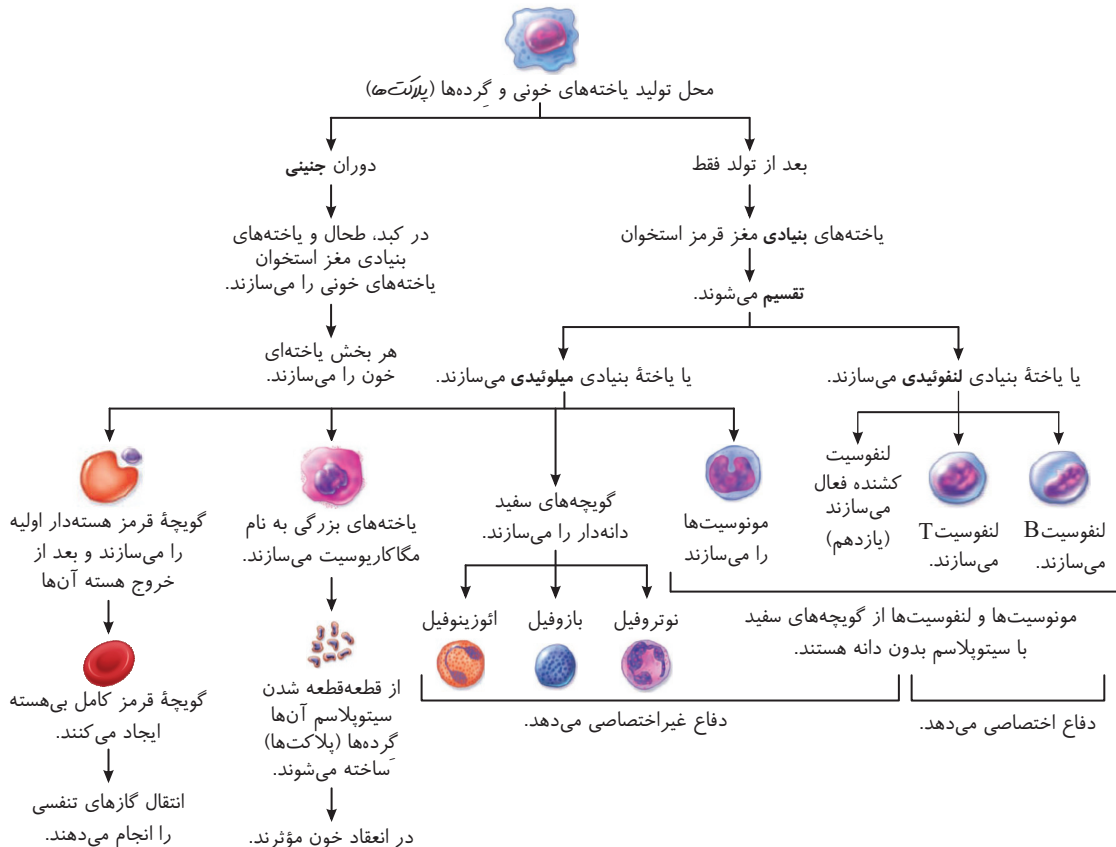
● تولید یاخته‌های خونی

در دوران جنینی، یاخته‌های خونی و گرده‌ها هم توسط مغز قرمز استخوان‌ها و هم توسط کبد و طحال ساخته می‌شوند. برحسب کتاب درسی شما بعد از تولد، محل تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها (پلاکت‌ها) را فقط باید یاخته‌های بنیادی مغز قرمز استخوان در نظر بگیرید. در حقیقت یاخته‌های بنیادی مغز قرمز با تقسیم و تکثیر خود ابتدا یاخته‌های بنیادی تمایز نیافته میلوئیدی و لنفوئیدی را می‌سازند و سپس هر کدام با تمایز و تکثیر طی نمودار زیر به یاخته‌های بالغ و رسیده خونی با فعالیت و شکل متنوع تبدیل می‌شوند.

نکته

از گفتار قبل به یاد دارید که طحال و مغز استخوان دو اندام دستگاه لنفی نیز می‌باشند. پس دستگاه لنفی نیز در تولید گویچه‌ها و بخش یاخته‌ای خون مؤثر است ولی یادتون باشه که کبد (جگر) یک اندام لنفی نمی‌باشد.

● نمودار بسیار مهم تولید یاخته‌های خونی



نکته

دقت کنید که منشأ گویچه‌های سفید خون هم از یاخته بنیادی میلوئیدی و هم از لنفوئیدی می‌باشد. از طرفی در ادامه بررسی می‌کنیم که گویچه‌های سفید دو نوع سیتوپلاسم دانه‌دار و بی‌دانه دارند. دانه‌دارها که هسته چندقسمتی دارند، فقط توسط یاخته بنیادی میلوئیدی تولید می‌شوند ولی گویچه‌های سفید بی‌دانه، همگی هسته یک‌قسمتی دارند. در بین آن‌ها مونوسیت‌ها منشأ میلوئیدی و لنفوسیت‌ها منشأ لنفوئیدی دارند.

تست ۱

چند مورد، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در صورت کاهش پروتئین در خون انسان، ممکن نیست دچار اختلال شود.»

(الف) فیبرینوژن - روند تشکیل لخته در رگ آسیب‌دیده

(ب) گلوبولین - ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا

(ج) هموگلوبین - انتقال گازهای تنفسی

(د) آلبومین - انتقال بعضی داروها

(۱) صفر مورد (۲) ۳ مورد (۳) ۲ مورد (۴) ۱ مورد

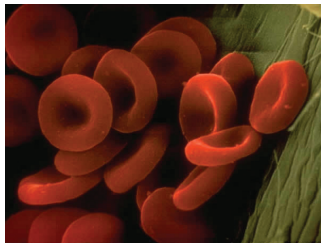
هیچ‌یک از موارد داده شده، نمی‌تواند عبارت را به درستی تکمیل کند.

تست ۱

تله‌های تستی

(الف) رگ‌ها می‌توانند دچار خونریزی‌های محدود و شدید بشوند و در خونریزی‌های شدید که با تشکیل لخته همراه است، حتماً نیاز به پروتئین فیبرینوژن وجود دارد. / (ب) گلوبولین، یکی از پروتئین‌های خوناب است که به بدن در مبارزه با عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند. / (ج) مهم‌ترین وظیفه هموگلوبین، انتقال گازهای تنفسی است. / (د) آلبومین، علاوه بر تنظیم فشار اسمزی خون، در انتقال برخی داروها مثل پنی‌سیلین مؤثر است.

(قلم‌چی)



«یاخته‌های خونی قرمز»

۱) بیش از ۹۹٪ یاخته‌های خون انسان را تشکیل می‌دهند و به خون، ظاهر قرمز رنگ می‌دهند.
 ۲) این یاخته‌ها، **گرووی** هستند و از دو طرف **فرورفته** مقعر می‌باشند تا از مجرای درون کوچک‌ترین **مویرگ‌ها** نیز با انعطاف عبور کنند. در ساخت این یاخته‌ها، یاختهٔ میلوئیدی مغز استخوان نقش دارد که در تمایز آن هسته خارج شده و در همان مغز استخوان به جایش هموگلوبین قرار می‌گیرد. بدین ترتیب این پروتئین سبب ایجاد شکلی کرووی و فرورفته از دو طرف می‌شود.

۳) به نسبت حجم گویچه‌های قرمز خون به کل حجم خون که به صورت درصد بیان می‌شود و پس از گریزانه کردن خون در پایین لوله رسوب می‌کند، خون‌بهر یا هماتوکریت گفته می‌شود. در حقیقت در خون‌بهر، گویچه‌های سفید و پلاکت را در نظر نمی‌گیریم.

۴) گویچهٔ قرمز در **مغز استخوان فم** تمایز از **یاختهٔ بنیادی میلوئیدی**، ابتدا **هستهٔ خود** را از دست داده و سپس سیتوپلاسم در همان استخوان پر از **هموگلوبین** پروتئینی می‌شود. (در مغز استخوان هر یاختهٔ بنیادی ابتدا هسته دارد ولی برخی از آن‌ها طی تقسیم ابتدا گویچهٔ قرمز نابالغ هستند اما بعداً ایجاد می‌کنند و سپس با خروج هسته به یک گویچهٔ قرمز نابالغ تمایز می‌یابند و سپس وارد خون می‌شوند.)

۵) این یاخته‌ها قبل از تولد در **مغز استخوان**، **کبد** و **طحال** ساخته می‌شوند ولی پس از تولد فقط توسط یاخته‌های **بنیادی میلوئیدی** حاصل از یاختهٔ بنیادی مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند.

۶) نقش **اصلی** گویچه‌های قرمز، **انتقال گازهای تنفسی** می‌باشد. این یاخته‌ها در انتقال قسمت اعظم اکسیژن خون (به کمک **هموگلوبین**) و همچنین در انتقال بخش اصلی کربن دی‌اکسید خون نیز نقش دارند چون هم مقداری از (حدود ۲۳٪) کربن دی‌اکسیدها توسط **هموگلوبین** و هم مقدار زیادی از آن (حدود ۷۰٪) را به کمک آنزیم **کربنیک انیدراز** خود به کربنیک اسید تبدیل می‌کند. این اسید سپس با تجزیهٔ **سریع** در گویچهٔ قرمز به یون هیدروژن و بیکربنات تبدیل می‌شود که **بیکربنات** آن برای انتقال از گویچهٔ قرمز وارد پلاسما می‌شود که در فصل تنفس کامل توضیح دادیم.

پایه‌های: لازم به یادآوری است که هموگلوبین به صورت **ناپایدار** و برگشت‌پذیر با O_2 و CO_2 واکنش می‌دهد ولی با کربن مونواکسید (CO) به صورت **پایدار** در جایگاه اتصال **اکسیژن** ترکیب می‌شود که برای بدن کشنده می‌باشد.

۷) گویچه‌های قرمز در انسان و **بسیاری** از پستانداران، هسته و **بیشتر** اندامک‌های خود را از دست می‌دهند تا فضای مناسب برای ایجاد هموگلوبین و فعالیت‌های آن داشته باشند (**ضایع‌کند**).

۸) متوسط عمر هر گویچهٔ قرمز حدود ۱۲۰ **روز** پس از تولید می‌باشد. تقریباً هر روز ۱٪ از گویچه‌های قرمز تخریب شده که باید جایگزین شوند.
 ۹) تخریب گویچه‌های قرمز **خونی** آسیب‌دیده و مرده در **کبد** و **طحال** صورت می‌گیرد. هموگلوبین آن تجزیه می‌شود و **آهن** آزاد شده آن یا در **کبد** ذخیره می‌شود و یا **همراه خون** به مغز استخوان رفته و دوباره به همراه **فولیک اسید** و **ویتامین B_{۱۲}** در ساخت گویچهٔ قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

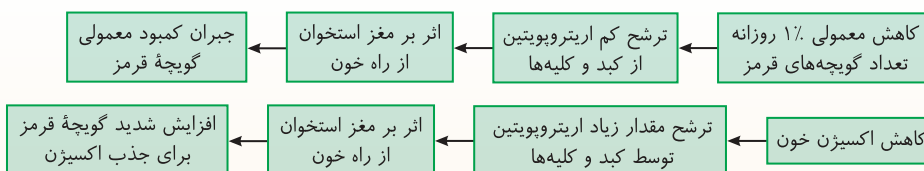
۱۰) کبد و طحال در دوران **جنینی** محل ساخت گویچه‌های خونی بوده ولی در **تمام** زندگی در تخریب گویچه‌های پیر و فرسوده نقش دارند. از طرفی دقت کنید که هم کبد و هم طحال طی تخریب این یاخته‌ها آهن آزاد می‌کنند. آهن تولید شده در طحال، در این اندام ذخیره نمی‌شود بلکه از راه سیاهرگ باب به کبد می‌رود و در آنجا مقداری ذخیره شده و مقداری نیز به جریان خون می‌رود تا در مغز استخوان به تولید گویچه‌های قرمز جدید پردازد.

۱۱) **فولیک اسید**، نوعی ویتامین محلول در آب از خانوادهٔ B می‌باشد که برای **تقسیم طبیعی یاخته‌ها** لازم است. کمبود فولیک اسید سبب می‌شود که یاخته‌ها، به ویژه در **مغز استخوان** که محل تکثیر گویچهٔ قرمز است، به مقدار **کافی** تولید نشوند و تعداد گویچه‌های **قرمز کم** شود که به آن **آمی یا کم‌خونی** می‌گوئیم (**رکت** کثیر کم فولیک اسید در تقسیم هر یاخته هر باعث بدن مؤثر است).

۱۲) **سبزیجات با برگ سبز تیره**، **حبوبات**، **گوشت قرمز** و **جگر** از منابع **آهن** و **فولیک اسید** می‌باشند. البته به یاد داشته باشید که کارکرد و عملکرد صحیح فولیک اسید (نوعی ویتامین B) به وجود **ویتامین B_{۱۲}** در بدن وابسته می‌باشد. ویتامین B_{۱۲} برخلاف فولیک اسید فقط در **غذاهای جانوری** وجود دارد، البته مقداری نیز توسط عمل باکتری‌ها و میکروب‌های رودهٔ بزرگ ساخته می‌شود. (در حقیقت برخی ویتامین‌های خانوادهٔ B در کارکرد هم‌بستر اثر دارند.)

۱۳) **تنظیم تولید گویچه‌های قرمز:** در بدن ما برای تولید گویچه‌های قرمز خون، به عواملی مثل آهن، ویتامین B_{۱۲} و فولیک اسید نیاز است ولی برای **تنظیم** تولید این یاختهٔ خونی بسیار مهم، به ترشح **هورمونی** به نام **اریتروپوئیتین** نیز نیاز داریم. این هورمون در حالت **عادی** به مقدار کم همواره ترشح شده و کمی در **خون** ما وجود دارد تا **کاهش معمولی** گویچه‌های قرمز ما را جبران کند (ارتقاء روزانه ۱٪ آن‌ها تخریب می‌شود). در هنگام **کاهش مقدار اکسیژن خون** که می‌تواند در اثر کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های **طولانی** و تنفس **بی‌هوازی** زیاد و یا قرار گرفتن در **ارتفاعات** رخ دهد، پیام کمبود اکسیژن خون به **گروه ویژه‌ای** از یاخته‌های **کلیه‌ها** و **کبد** رسیده و این اندام‌ها با تولید هورمون **اریتروپوئیتین**، مقدار آن را در خون زیاد می‌کنند. این هورمون با اثر بر **مغز استخوان سرعت تولید گویچه‌های قرمز** را زیاد کرده تا با گرفتن مقدار بیشتر اکسیژن از محیط، کمبود اکسیژن بدن جبران شود.

نکته



۱۴) کل حجم خون یک انسان سالم و بالغ حدود ۵ لیتر می‌باشد که بیشتر آن در سیاهرگ وجود دارد. دقت کنید که ۵۵٪ آن خوناب و حدود ۴۵٪ دیگر خون بهر می‌باشد.

۱۵) گویچه‌های قرمز فاقد هسته و راکیزه بوده و مادهٔ ژنتیکی ندارند. تنفس آن‌ها از نوع بی‌هوازی و بدون تولید CO_2 می‌باشد.

۱۶) گویچهٔ قرمز درون خود دو نوع پروتئین مهم دارد، یکی هموگلوبین که در انتقال مقدراری CO_2 و مقدار زیادی از O_2 خون مؤثر است و دیگری آنزیمی به نام کربنیک انیدراز که در انتقال بیشترین مقدار CO_2 به صورت یون بیکربنات نقش دارد.

تست ۲

(قلم‌چی)

در رابطه با فعالیت آنزیم کربنیک انیدراز در گویچه‌های قرمز، کدامیک از گزینه‌های زیر زودتر از سایرین رخ می‌دهد؟

۱) با رسیدن یون بیکربنات به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب آن آزاد می‌شود.

۲) کربنیک‌اسید به سرعت به یون‌های بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود.

۳) یون بی‌کربنات از گویچهٔ قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود.

۴) از ترکیب آب با کربن دی‌اکسید، کربنیک‌اسید پدید می‌آید.

پایه A

در گویچهٔ قرمز، آنزیمی به نام کربنیک انیدراز وجود دارد که مکانیسم عملکرد آن، به ترتیب، به این صورت است. ابتدا این آنزیم، کربن دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک‌اسید را پدید می‌آورد (گزینهٔ ۴)). کربنیک‌اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود (گزینهٔ ۱)). یون بیکربنات نیز از گویچهٔ قرمز خارج و به خوناب وارد می‌شود (گزینهٔ ۳)). با رسیدن به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد (گزینهٔ ۱)).

تست ۳

(قلم‌چی)

به‌طور معمول، کدام گزینه، دربارهٔ «یاخته‌هایی در انسان، که بیش از ۹۹ درصد یاخته‌های خونی را تشکیل می‌دهند»، نادرست است؟

۱) قبل از خروج از مغز استخوان هستهٔ خود را از دست می‌دهند.

۲) تقریباً یک درصد از آن‌ها، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود.

۳) برای ساخته شدن آن‌ها در مغز استخوان، فقط به وجود آهن و فولیک‌اسید نیاز است.

۴) نوعی ویتامین از خانوادهٔ B که در سبزیجات با برگ سبز تیره یافت می‌شود، در تولید این یاخته‌ها نقش دارد.

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن و فولیک‌اسید، ویتامین B_{12} نیز نیاز است.

پایه B

تله‌های تستی / گزینهٔ ۱): گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، پیش از ورود به خون هستهٔ خود را از دست می‌دهند و سیتوپلاسم آن‌ها از هموگلوبین پر می‌شود. / گزینهٔ ۲): تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند. / گزینهٔ ۴): فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌های لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسیدند.

تست ۴

در یک فرد سالم و بالغ، «آهن آزاد شده از تخریب یاخته‌های خونی آسیب‌دیده و مرده در داخل اندامی از بدن که خون لولهٔ گوارش ابتدا به آن وارد می‌شود، ذخیره می‌گردد.» چند مورد دربارهٔ این اندام صحیح است؟

(قلم‌چی)

الف) در ذخیرهٔ چربی و برخی ویتامین‌ها نقش دارد. / ب) فاصلهٔ یاخته‌های بافت پوششی در مویرگ‌های آن بسیار زیاد است. / ج) از طریق یاخته‌های بنیادی خود، گویچه‌های قرمز را تولید می‌نماید. / د) بر سرعت تولید گویچه‌های قرمز خون در مغز استخوان تأثیرگذار است.

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

پایه C

موارد الف)، ب) و د) صحیح هستند.

منظور سؤال کبد می‌باشد که محل ذخیرهٔ آهن بدن و گیرندهٔ خون بخش عمده‌ای از دستگاه گوارش است.

تله‌های تستی

الف) در کبد، موادی مانند آهن، برخی ویتامین‌ها و نیز چربی (فصل ۲) ذخیره می‌شوند. / ب) مویرگ‌های ناپیوسته در جگر یافت می‌شود. فاصلهٔ یاخته‌های بافت پوششی در این مویرگ‌ها آن‌قدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در دیوارهٔ مویرگ دیده می‌شود. / ج) دقت کنید این مورد برای جنین انسان صادق است، نه فرد بالغ! / د) اریتروپویتین هورمونی است که توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند.

تست ۵

(قلم‌چی)

در انسان سالم و بالغ، هر اندامی که به عنوان محل تخریب یاخته‌های خونی قرمز آسیب‌دیده و مرده است، قطعاً.....

۱) محل ذخیرهٔ آهن آزاد شده در طی این فرایند نیز می‌باشد. / ۲) محل تولید یاخته‌های خونی در دوران جنینی نیز می‌باشد.

۳) به عنوان منبعی برای فولیک‌اسید نیز محسوب می‌شود. / ۴) با ترشح هورمونی در تنظیم میزان گویچه‌های قرمز نقش دارد.

تخریب یاخته‌های قرمز آسیب‌دیده و مرده در کبد و طحال صورت می‌گیرد که هر دو اندام در دوران جنینی در تولید بخش یاخته‌ای خون دخالت دارند.

پایه A

تله‌های تستی / گزینهٔ ۱): فقط مربوط به کبد است که بخشی از آهن آزاد شده را در خود ذخیره می‌کند اما این ویژگی در طحال دیده نمی‌شود. / گزینهٔ ۳): ویتامین‌های مختلف می‌توانند در کبد ذخیره شوند (طحال این ویژگی را ندارد). مثلاً می‌توانیم با تغذیه از کبد جانوران، فولیک‌اسید به دست بیاوریم. / گزینهٔ ۴): اندام‌هایی که به تولید هورمون اریتروپویتین برای تنظیم میزان تولید یاخته‌های قرمز خون می‌پردازند، کلیه‌ها و کبد هستند که طحال در بین آن‌ها دیده نمی‌شود.

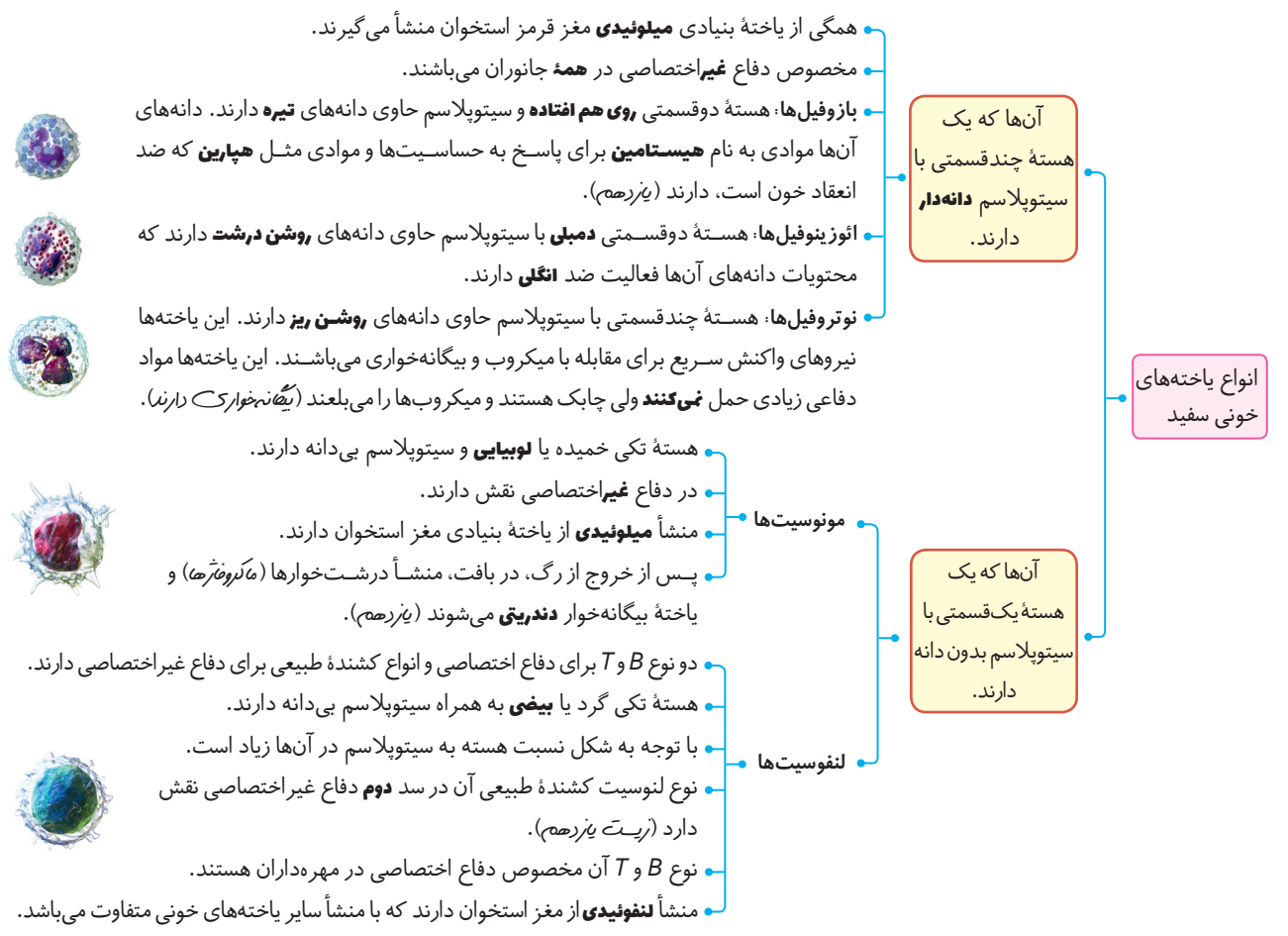
- «خون از دو بخش اصلی تشکیل شده است. بخشی از آن که بیشترین نقش در دارد، فاقد»
- (الف) انتقال اکسیژن - نقش کمک به دفاع بدن می باشد.
 (ب) تولید کربنیک اسید - قطعاتی از یاخته می باشد.
 (ج) انتقال بیکربنات - یاخته خونی می باشد.
 (د) انتقال اکسیژن محلول - یون ها و مواد غذایی می باشد.
- ۱ (۱) مورد ۲ (۲) مورد ۳ (۳) مورد ۴ (۴) مورد
- فقط مورد (ج) جمله را به درستی تکمیل می کند (سه مورد دیگر نادرست هستند). در این سؤال نیز دقت کنید که منظور دو بخش اصلی خوناب و یاخته ای خون است.



تله های تستی (الف) نادرست است. بیشترین نقش را در انتقال اکسیژن گویچه های قرمز خون دارند پس منظور بخش یاخته ای است. در این بخش گویچه های سفید به دفاع از بدن می پردازند. / (ب) نادرست است. تولید کربنیک اسید درون گویچه های قرمز خون است پس باز هم منظور بخش یاخته ای خون است که حاوی پلاکت ها به صورت قطعات یاخته ای نیز می باشند. / (ج) درست است. پلاسما یا خوناب بیشترین نقش را در انتقال بیکربنات دارد که فاقد یاخته های خونی است. / (د) نادرست است. پلاسما اکسیژن محلول را حمل می کند که دارای یون ها و مواد غذایی است.

یاخته های سفید خون (گویچه های سفید یا WBC)

در یک فرد سالم، گویچه های سفید، **کمترین** تعداد گروه یاخته های خونی می باشند و تعداد آن ها حتی از پلاکت ها (گره ها) نیز **کمتر** است. این یاخته ها ضمن گردش در خون می توانند از خون خارج شده و با فرایند **دیاپدز** (تراگذری یا خروج از رگ با تغییر شکل) در **بافت های مختلف بدن** پراکنده شوند. نقش اصلی آن ها **دفاع از بدن** در برابر عوامل خارجی می باشد. همه این یاخته ها **یک هسته** دارند که می توانند یک قسمتی یا چند قسمتی باشند که در کتاب یازدهم بیشتر با نقش و ویژگی های آن ها آشنا خواهیم شد. این یاخته ها همواره حاوی ماده ژنتیکی خطی و حلقوی بوده و تنفس **هوازی** دارند.



نگاهی به آینده

دفاع اختصاصی، مبارزه با یک میکروب خاص می باشد که مخصوص **مهره داران** بوده و توسط انواعی از **لنفوسیت ها** صورت می گیرد، ولی دفاع غیر اختصاصی در **همه** جانوران وجود دارد و در مبارزه با **اغلب** عوامل بیگانه نقش دارند (فصل ۵ بزره هم).

تست ۷

- چند مورد درباره «همه یاخته‌های خونی واجد زوائد که ضمن گردش در خون، در بافت‌های بدن انسان نیز پراکنده می‌شوند»، صادق است؟ (قلم‌چی)
- (الف) تنها یک هسته دارند.
 (ب) توانایی تولید چندین نوع یاخته را دارند.
 (ج) از بدن در برابر عوامل خارجی دفاع می‌کنند.
 (د) در دوران جنینی تنها در کبد و طحال ساخته می‌شوند.
- ۱) مورد ۲) مورد ۳) مورد ۴) مورد

C

پایه ۲

موارد (الف) و (ج) صحیح هستند.

طبق شکل کتاب درسی، مونوسیت‌ها واجد زوائد هستند. این یاخته‌ها، از گویچه‌های سفید محسوب می‌شوند و ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن انسان نیز پراکنده می‌شوند. نقش اصلی آن‌ها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این یاخته‌ها **یک هسته** دارند (درستی الف و ج). در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود (پس نباید نقش مغز استخوان را در تولید یاخته‌ها ک خون در دوران جنین نادیده بگیرد) (نادرستی د). **یاخته‌های بنیادی مغز استخوان**، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند (نادرستی ب).

تست ۸

- در یک فرد بالغ و سالم، (قلم‌چی)
- (۱) هر گویچه سفید بدون دانه، حاصل تقسیم یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی است.
 (۲) برخی از اندام‌های دستگاه لنفوی، توانایی تولید گویچه‌های قرمز دارند.
 (۳) هر گروه از یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان توانایی تقسیم و تولید حداقل دو نوع یاخته را دارد.
 (۴) محصولات نهایی یاخته‌های بنیادی میلوئیدی، همگی یاخته‌هایی هسته‌دار یا بدون هسته می‌باشند.
 در یک فرد بالغ، مغز استخوان که نوعی از اندام‌های دستگاه لنفی می‌باشد، به تولید تمام یاخته‌های خونی می‌پردازد.

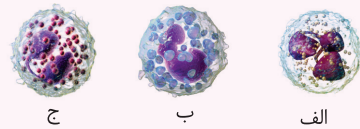
C

پایه ۲

تله‌های تستی گزینه (۱): **مونوسیت‌ها** از گویچه‌های سفید بدون دانه هستند که از یاخته بنیادی **میلوئیدی** منشأ می‌گیرند. / گزینه (۳): سه گروه یاخته بنیادی در مغز استخوان وجود دارد: ۱- یاخته‌های بنیادی اصلی مغز استخوان، ۲- یاخته‌های بنیادی میلوئیدی و ۳- یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی که از بین این‌ها، یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی، فقط به تولید یاخته‌های خونی سفید (از نوع **تفوسیت**) می‌پردازند اما یاخته بنیادی میلوئیدی می‌تواند هم یاخته‌های قرمز و هم یاخته‌های سفید تولید کند. / گزینه (۴): **گرده‌ها** نیز از یاخته‌های بنیادی میلوئیدی منشأ می‌گیرند، اما **قطعه‌ای از یاخته** هستند نه یاخته کامل.

تست ۹

- کدام گزینه در ارتباط با مقایسه شکل‌های مقابل صحیح است؟ (قلم‌چی)
- (۱) (الف) برخلاف (ب) سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت دارد.
 (۲) (ب) همانند (ج) هسته تکی خمیده یا لوبیایی دارد.
 (۳) (ج) برخلاف (الف) در بافت‌های مختلف بدن پراکنده است.
 (۴) (الف) همانند مونوسیت به دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی می‌پردازد.



B

پایه ۴

شکل در ارتباط با یاخته‌های خونی سفید (الف) نوتروفیل (ب) بازوفیل و (ج) ائوزینوفیل است که هر سه همانند مونوسیت به دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی می‌پردازند.

تله‌های تستی گزینه (۱): دانه‌های سیتوپلاسمی نوتروفیل درشت نیستند (ربر می‌باشند). / گزینه (۲): هیچ‌یک از یاخته‌های نشان داده شده، مونوسیت نیست که هسته تکی خمیده داشته باشد. / گزینه (۳): تمام یاخته‌های سفید خون در بافت‌های بدن پراکنده می‌باشند تا در صورت برخورد با عامل بیگانه، از بدن در مقابل آن دفاع کنند.

نکات گرده‌ها (پلاکت‌ها): PLT

- (۱) قطعات یاخته‌ای (نه یاخته کامل) **بی‌رنگ** و **بی‌هسته‌ای** هستند که فاقد **DNA خطی** می‌باشند ولی درون خود **دانه‌های زیادی** دارند و از گویچه‌های خونی کوچک‌ترند.
 (۲) در حالت عادی، مقدار آن‌ها در خون از گویچه‌های **قرمز کمتر** ولی از گویچه‌های **سفید، بیشتر** می‌باشد.
 (۳) پلاکت‌ها بدین صورت تولید می‌شوند که یاخته‌های بنیادی **میلوئیدی** مغز استخوان ابتدا یاخته‌های **بزرگ** مگاکاریوسیت را ایجاد می‌کنند سپس بخش سیتوپلاسم آن قطعه‌قطعه شده و به عنوان تعدادی گرده (**پلاکت**) وارد جریان خون می‌شوند. هر پلاکت یک قطعه سیتوپلاسمی فاقد هسته می‌باشد، ولی برخی اندامک‌ها را دارد. (مثلاً چند **گرده از ریب**، یاخته بنیادی **میلوئیدی** و **ریب** یاخته مگاکاریوسیت بوده است).
 (۴) درون هر گرده (**پلاکت**)، **دانه‌های کوچک** پر از ترکیبات **فعال** وجود دارد. برخی از این ترکیبات مثل آنزیم پروترومبیناز در شروع فرایند تولید لخته در خونریزی‌های **شدید** (نه محرم) نقش دارد.
 (۵) گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند که در تست‌ها بسیار دقت کنید که خونریزی محدود را ذکر کرده یا خونریزی شدید!
 (۶) **در خونریزی‌های محدود** که دیواره رگ آسیب جزئی می‌بیند، فقط گرده‌ها (**پلاکت‌ها**) نقش دارند. به این صورت که در محل آسیب دور هم جمع شده و به هم می‌چسبند که به این اجتماع **دربوش** گفته می‌شود و جلوی خروج خون از رگ آسیب دیده **جزئی** را می‌گیرد. در این مکانیسم لخته‌ای تولید نمی‌شود و ماده‌ای توسط گرده‌ها ترشح نمی‌شود (در این حالت ترشحات **گرده** و **پروتئین‌ها** **ک** **خوناب** نقش ندارند).
 (۷) در خونریزی‌های **شدیدتر** و آسیب شدیدتر دیواره رگ، گرده‌ها (**پلاکت‌ها**) در تولید لخته **نقش اصلی** دارند و با آزاد کردن موادی مانند آنزیم پروترومبیناز و به کمک پروتئین‌های همیشگی غیرفعال در **خوناب** همانند **فیبرینوژن** و **پروترومبین**، لخته را ایجاد می‌کنند تا جلوی خونریزی در محل گرفته شود.

نکته

وجود ویتامین K و یون کلسیم در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

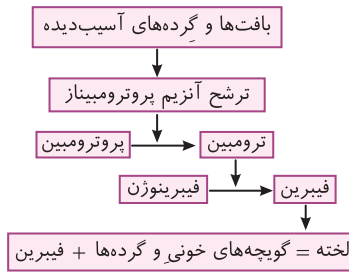
۸) آنزیم پروترومبیناز همواره به صورت فعال در خون وجود دارد. دقت کنید که این آنزیم در حالت معمولی در بخش یاخته‌ای خون در درون گرده‌ها بوده ولی فعالیتی ندارد. در خونریزی شدید، این آنزیم از گرده‌های آسیب‌دیده (نه همه آن‌ها!) به خوناب وارد می‌شود و با فعالیت **کاتالیزوری** خود سبب شروع فرایند ایجاد لخته می‌شود که در ادامه به بررسی آن می‌پردازیم.

● مکانیسم انعقاد خون

در خونریزی‌های شدید، بافت‌های آسیب‌دیده به همراه **گرده‌های آسیب‌دیده** در محل آسیب دیواره رگ با ترشح آنزیم پروترومبیناز، پروتئین انعقادی **پروترومبین** را که همواره در پلاسما وجود دارد به **ترومبین** (آنزیم **انعقاد خون**) تبدیل می‌کنند. سپس ترومبین با تبدیل فیبرینوژن که پروتئین محلول در خوناب است به فیبرین **نامحلول**، نقش مهمی در ایجاد لخته ایفا می‌کند. در حقیقت، لخته مجموعه رشته‌های پروتئینی **نامحلول فیبرین به علاوه یاخته‌های خونی (مخصوصاً گویچه‌های قرمز)** و گرده‌ها می‌باشد (البته در این فعالیت‌ها **ویتامین K** (نه یون کلسیم) و **یون کلسیم (Ca)** نیز مؤثر است).

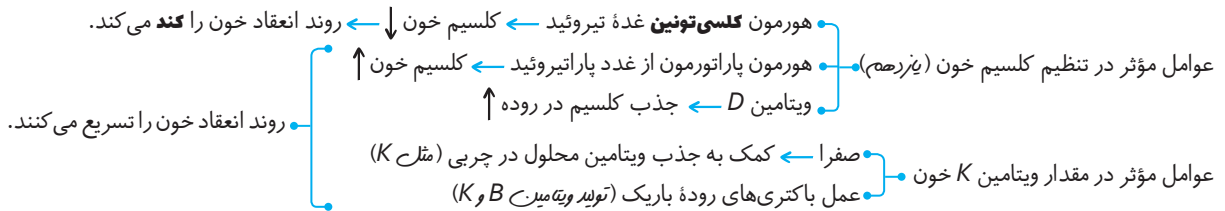


«رشته‌های پروتئینی فیبرین و یاخته‌های خونی و گرده‌ها در ایجاد لخته»



نگاهی به آینده

هر عاملی که در تنظیم کلسیم خون و ویتامین K خون نقش دارد، در انعقاد خون برای تبدیل پروترومبین به ترومبین نیز نقش دارد.



نکته

عواملی مثل ویتامین K، یون کلسیم، پروترومبین و فیبرینوژن، همیشه در خوناب وجود دارند ولی ایجاد فیبرین، ترومبین و لخته فقط موقع انعقاد صورت می‌گیرند.

تهجه! در تست‌های کنکور بسیار به این دام آموزشی دقت کنید که خونریزی محدود را سؤال داده است یا خونریزی شدید! اگر خونریزی، محدود بود، درپوشی بدون ایجاد لخته حاصل می‌شود ولی در صورت خونریزی شدید، مکانیسم انعقاد خون و تولید ترومبین و فیبرین صورت می‌گیرد.

(قلم‌چی)

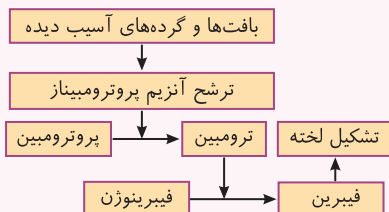
کدام عبارت نادرست است؟

- در جنین انسان، همهٔ یاخته‌های خونی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان به وجود می‌آیند.
 - در یک فرد بالغ، محل اتصال کربن مونواکسید به هموگلوبین، همان محل اتصال اکسیژن است.
 - در یک فرد بالغ، یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌تواند منشأ انواع مختلف یاخته‌های خونی باشد.
 - در جنین انسان، یک نوع یاختهٔ بنیادی می‌تواند در تولید قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای سهمیم باشد.
- در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند.
- گزینه (۲) درست است و به همین علت، اتصال این گاز به هموگلوبین، مانع اتصال اکسیژن شده و ایجاد مسمومیت می‌کند. قطعات یاخته‌ای ذکر شده در گزینه (۴) نیز، همان گرده‌ها هستند که توسط یاختهٔ بنیادی میلوئیدی مغز استخوان انسان بالغ و جنین، تولید می‌شوند.

(قلم‌چی)

در پی آسیب شدید دیوارهٔ یک رگ خونی انسان، در روند انعقاد خون پس از صورت می‌گیرد.

- به وجود آمدن فیبرین - تشکیل لخته
 - آسیب‌دیدگی گرده‌ها - ایجاد لخته خونی
 - ایجاد درپوش پلاکتی - تولید پروترومبین
 - به وجود آمدن ترومبین - ترشح آنزیم پروترومبیناز
- در روند انعقاد خون، پس از ترشح ترکیبات فعال مثل آنزیم پروترومبیناز تبدیل پروترومبین به ترومبین صورت می‌گیرد.



تله‌های تستی گزینه (۱): می‌بینید که تولید فیبرین، پیش از تشکیل لخته است. / گزینه (۲): آسیب‌دیدگی رگ‌ها، سرآغاز همهٔ اتفاقات است. / گزینه (۳): تولید درپوش، ارتباطی به ایجاد لخته و انعقاد خون ندارد.

تست ۱۰

A پاسخ ۱

تست ۱۱

A پاسخ ۴

تست ۱۲

پایه ۳

تست ۱۳

پایه ۱

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

در فردی بالغ و سالم، در رگ خونی موجود در مغز استخوان حضور دارند.

(۱) مگاکاریوسیت و گویچه قرمز هسته‌دار

(۲) گرده‌ها و گویچه‌های قرمز هسته‌دار

(۳) گرده‌ها و گویچه‌های قرمز پر شده از هموگلوبین
در رگ‌های خونی موجود در مغز استخوان به‌طور طبیعی گرده‌ها و گویچه‌های قرمز پر شده از هموگلوبین دیده می‌شود ولی مگاکاریوسیت‌ها و گویچه‌های قرمز نابالغ پیش از ورود به خون، ابتدا قطعه‌قطعه شده (*مگاکاریوسیت*) و هسته خود را از دست می‌دهند (*گویچه‌ها*) و بعد وارد خون می‌شوند. برای همین این یاخته‌های اولیه در مویرگ‌ها دیده نمی‌شوند.

به‌طور معمول در انسان، واکنش تشکیل یاخته‌ای است.

(۱) فیبرین همانند پیسین، برون

(۲) ترومبین برخلاف پیسین، درون

(۳) پروترومبیناز برخلاف لیپاز، درون

(۴) فیبرینوژن برخلاف پروترومبیناز، درون

نکته: تولید پیسین، ترومبین و فیبرین برخلاف تولید لیپاز، پیسینوژن، فیبرینوژن و پروترومبیناز برون‌یاخته‌ای می‌باشد. عملکرد لیپاز و پیسینوژن، شما را به اشتباه نیندازد. هر دوی این آنزیم‌ها درون یاخته تولید می‌شوند و بیرون یاخته عمل می‌کنند (*انتم‌پیتیزان ابتدا به پیسین تبدیل می‌شود*).

جدول جمع‌بندی کلی نکات یاخته‌های خونی

شکل	نکته تکمیلی	تنفس یاخته‌ای	منشأ در مغز استخوان	DNA	میتوکندری (راکیزه)	هسته	ویژگی یاخته
	در دوران جنینی در کبد، طحال و مغز استخوان ساخته می‌شوند.	بی‌هوازی (تخمیر)	بنیادی میلوئیدی	ندارد	ندارد	در حالت بلوغ ندارد	گویچه قرمز <i>Rbc</i>
	بی‌رنگ با دانه‌های زیاد برای انعقاد خون هستند. (<i>قطعات سیتوپلاسمی بی‌رکولیک می‌باشند</i>).	هوازی	میلوئیدی و مگاکاریوسیت	حلقوی	دارد	ندارد	پلاکت (<i>گرده‌ها</i>) <i>PLT</i>
	سیتوپلاسم با دانه تیره دارد. دفاع غیراختصاصی به بدن می‌دهد. هپارین و هیستامین ترشح می‌کنند.	هوازی	بنیادی میلوئیدی	خطی و حلقوی	دارد	یک عدد دو قسمتی روی هم افتاده	بازوفیل
	دفاع غیر اختصاصی دارد. سیتوپلاسم با دانه‌های درشت روشن دارد. فعالیت ضد انگلی با ترشح محتویات دانه‌ها دارد.	هوازی	بنیادی میلوئیدی	خطی و حلقوی	دارد	یک عدد دو قسمتی دمبل‌شکل	اتوزینوفیل
	دفاع غیر اختصاصی دارد. بیگانه‌خواری زیادی در التهاب‌ها دارد. سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز دارد. نیروهای واکنش سریع برای بیگانه‌خواری هستند. مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک هستند.	هوازی	بنیادی میلوئیدی	خطی و حلقوی	دارد	یک عدد چندقسمتی	نوتروفیل
	دفاع غیر اختصاصی دارد. منشأ درشت‌خوارها و یاخته دارینه‌ای (<i>زئدیرتیخ</i>) بیگانه‌خوار بافتی است. سیتوپلاسم بدون دانه دارد.	هوازی	بنیادی میلوئیدی	خطی و حلقوی	دارد	یک هسته تکی خمیده یا لوبیایی	مونوسیت
	اغلب مخصوص دفاع اختصاصی در مهره‌داران است. سیتوپلاسم بدون دانه دارد. دو نوع <i>T</i> و <i>B</i> برای دفاع اختصاصی و لنفوسیت کشنده طبیعی برای دفاع غیراختصاصی دارد.	هوازی	بنیادی لنفوئیدی	خطی و حلقوی	دارد	یک هسته تکی گرد یا بیضی	لنفوسیت

تکیا یا خته‌ها: جانداران تک‌یاخته چون اندازه کوچک و فقط یک یاخته دارند، نسبت **سطح به حجم بالایی** هم دارند و در همه آن‌ها غشا یا دیواره مستقیماً با محیط در ارتباط می‌باشد. تبادل گاز، غذا و دفع مواد زائد آن‌ها از **سطح** یاخته انجام می‌شود ولی در جانداران پریاخته‌ای چون همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط مستقیم ندارند، نیاز به **دستگاهی** برای گردش مواد برای تأمین غذای یاخته‌ها و دفع مواد زائد به وجود می‌آید که انواع این دستگاه‌های گردش مواد را در ادامه بررسی می‌کنیم.

نکته

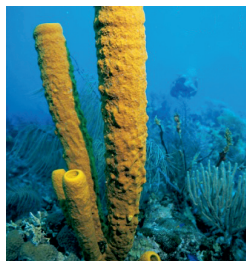
هر جاندار پریاخته‌ای به سیستم یا دستگاهی برای گردش مواد نیاز دارد که انواع سامانه گردش آب، حفره گوارشی و سامانه اختصاصی گردش مواد به صورت گردش خون باز یا بسته می‌باشد.

انواع دستگاه گردش مواد

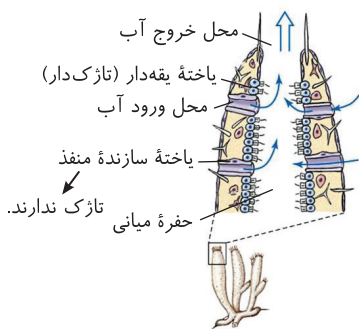
سامانه گردش آب

این سامانه در برخی از بی‌مهرگان مثل **اسفنج‌ها** دیده می‌شود که آب همراه با مواد غذایی از محیط بیرون از طریق **سوراخ‌های متعدد ورودی** دیواره که بین **یاخته‌ها** وجود دارد، وارد حفره‌ها و حفره میانی بدن می‌شود. سپس آب به کمک **یاخته‌های یقه‌دار** که در سمت داخل حفره میانی هستند و حاوی **تاژک** می‌باشند، در حفره به سمت بالا منتقل شده و به همراه **غذا** در اختیار انواع یاخته‌های جانور قرار می‌گیرد. پس از تبادل مواد، مواد زائد به همراه آب از **سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تر** خروجی بدن خارج می‌شوند (اسفنج‌ها گردش درون‌مایعات به صورت حفره گوارشی بسته ندارند و در حفره میانی آن‌ها هیچ گوارشی انجام نمی‌شود).

در سامانه گردش آب اسفنج‌ها، سوراخ (هک) خروجی آب از سوراخ‌های ورودی **بزرگ‌تر** می‌باشند. یاخته‌های تشکیل دهنده منفذهای ورودی آب، **فاقد** تاژک بوده و یقه‌دار نمی‌باشند ولی این یاخته‌ها به صورت **رشته‌ای** در عرض بدن جاندار قرار دارند که بین آن‌ها منفذ ورودی آب حاصل شده است. دقت کنید که این یاخته‌ها فقط در تماس با یاخته‌های یقه‌دار داخلی نمی‌باشند بلکه با یاخته‌های لایه‌های دیگر بدن نیز در تماس هستند.



«شکل نوعی اسفنج»



«گردش آب در بدن نوعی اسفنج»

نکته

اسفنج‌ها ساده‌ترین جانوران هستند و چون معمولاً حرکتی ندارند، پس حرکت آب در بدن آن‌ها در اثر حرکت جانور نمی‌باشد بلکه عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار با حرکت تاژک آن‌ها است.

(قلم‌چی)

- در جانوران، یاخته‌های یقه‌دار ممکن نیست (۱)
- در مجاورت با یاخته‌های سازنده منفذ قرار داشته باشند. (۲)
- به جریان آب در حفره میانی کمک کنند. (۳)
- آب را از سمت پایین به بالا جابه‌جا کنند. (۴)
- در سطح بیرونی اسفنج‌ها دیده شوند. (۱)
- یاخته‌های یقه‌دار، درون حفره میانی اسفنج‌ها واقع شده‌اند و در سطح بیرونی قرار ندارند. (۲)
- با توجه به شکل کتاب درسی، برخی از آن‌ها می‌توانند در کنار یاخته‌های سازنده منفذ باشند (نادرستی گزینه (۱)). عامل حرکت آب در حفره میانی، همین یاخته‌ها هستند که آب را از پایین به سمت بالا هدایت می‌کنند (نادرستی گزینه‌های (۲) و (۳)).

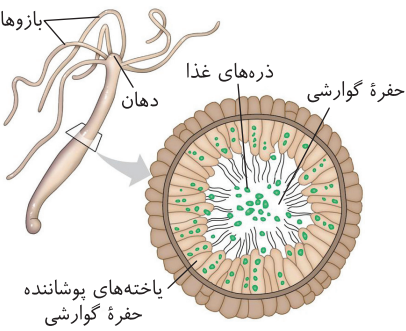
سامانه گردش مواد به صورت حفره گوارشی

همان‌طور که در فصل گوارش بررسی کردیم، هیدر و برخی کرم‌های پهن، حاوی حفره‌های گوارشی با یک منفذ ورودی و خروجی مشترک می‌باشند که ابتدا در حفره یا کیسه گوارشی پرمایع خود گوارش مکانیکی و شیمیایی مواد را انجام می‌دهند ولی گوارش نهایی غذا را در یاخته‌های جدار داخلی کیسه (حفره) به صورت درون‌یاخته‌ای به پایان می‌رسانند. کیسه یا حفره گوارشی این جانوران علاوه بر گوارش در گردش مواد جانور نیز نقش دارد. این سامانه در هیدر و همچنین در کرم‌های پهن **آزادزی** (نه انگلیز!) مثل **پلانتاریا** وجود دارد که **کمی با هم متفاوتند**. همان‌طور که ذکر کردیم، در همه این جانوران مواد ابتدا در **خارج** یاخته‌ها، گوارش مکانیکی و شیمیایی می‌یابند و سپس گوارش شیمیایی **نهایی درون یاخته** انجام می‌گیرد. این سامانه عمل **گوارش و گردش مواد** را انجام می‌دهد. در این جانوران، یک سوراخ مشترک برای ورود و خروج مواد غذایی و دفعی وجود دارد که در ادامه به معرفی آن‌ها در هر جانور می‌پردازیم.

● (۱) حفره گوارشی (کیسه) گوارشی هیدر

یک کیسه گوارشی پر از مایعات دارند که علاوه بر **گوارش**، وظیفه گردش مواد را نیز به عهده دارد. کیسه گوارشی هیدرها انشعاب کمی دارد. درون کیسه یاخته‌های تازک دار و تولیدکننده **آنزیم** وجود دارد که سبب گوارش شیمیایی و مکانیکی در **خارج** یاخته می‌شوند ولی گوارش نهایی و تولید مونومر **درون** یاخته‌های لایه **داخلی** صورت می‌گیرد. این یاخته‌ها، مواد تجزیه شده غذایی را به سایر یاخته‌های لایه خارجی نیز می‌دهند و مواد زائد را از آن‌ها می‌گیرند و به حفره گوارشی برمی‌گردانند تا در نهایت همه مواد دفعی از منفذ **اصلی** جانور که بازوهای متعددی در اطراف آن است، خارج شود. در این جانوران **یک** منفذ ورودی و خروجی مشترک در حفره جانور وجود دارد (در این جانوران برخلاف اسفنج حفره گوارش وجود دارد و حرکت جانور در گردش و جابه‌جایی مواد موثر است).

● (۲) حفره گوارشی در پلاناریا



در پلاناریا که کرم **پهن آزادی** می‌باشد، انشعابات حفره گوارشی آن در **تمام نواحی** بدن نفوذ کرده است و فاصله انتشار مواد تا یاخته بسیار **کوتاه** می‌باشد. در این جانوران نیز **همانند** هیدر، حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کنند.

- گوارش ← ابتدا برون‌یاخته‌ای و سپس درون‌یاخته‌ای به کمک کیسه گوارشی منشعب
- گردش مواد ← به کمک کیسه گوارشی با انشعابات متعدد در تمام نواحی بدن
- نکات پلاناریا
- دستگاه عصبی ← دو گره عصبی تشکیل دهنده مغز و دو طناب عصبی **فردبان‌مانند** دارند (بزرگ).
- دفاع ← غیر اختصاصی با **بیگانه‌خواری** و سدهای سطح بدن، دارند (بزرگ).

دستگاه اختصاصی برای گردش مواد

در جانورانی مثل اسفنج‌ها، هیدر و کرم‌های پهن پلاناریا که تا به اینجا بحث کردیم، مایع **مشترک** برای گوارش، جذب غذا و گردش مواد داشتند ولی هیچ کدام دستگاهی اختصاصی و مایعی **اختصاصی** فقط برای گردش مواد و رساندن مواد غذایی به یاخته‌های بدن نداشتند. در این قسمت می‌خواهیم سامانه اختصاصی برای گردش مواد را در جانوران پیچیده‌تر بررسی کنیم. در جانوران پیچیده‌تر مثل بندپایان، کرم‌های حلقوی، نرم‌تنان و مهره‌داران دستگاه اختصاصی برای گردش مواد همراه با **مایعی** برای جابه‌جایی مواد به وجود می‌آید که برحسب نوع جانور به **دو نوع** سامانه گردش مواد **باز و بسته** تقسیم بندی می‌شود که آن‌ها را در ادامه بررسی می‌کنیم:

الف) سامانه (سیستم) گردش باز

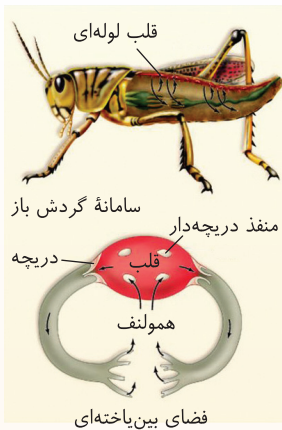
این سامانه مخصوص **بندپایان مثل ملخ** می‌باشد. در این سامانه، خون و لنف در رگ‌ها یا محل **جداگانه** قرار **ندارند**، بلکه به صورت مخلوط با هم در مایعی به نام **همولنف** قرار دارند. همولنف مجموعه **خون، لنف و آب میان‌بافتی** جانور می‌باشد که در حفره‌های بدن جریان دارد. در بدن این جانوران **مویرگ وجود ندارد**، قلب آن‌ها در **سطح پشتی** بدن قرار دارد و حاوی **منافذ دریچه‌داری** برای **گرفتن** خون می‌باشد. این منافذ در هنگام **انقباض قلب، بسته** هستند. با انقباض قلب دریچه ابتدای رگ‌های متصل به قلب باز شده تا از طریق این **رگ‌ها**، همولنف را از دو طرف **جانبی** بدن به درون حفره‌های بدن پمپ کرده (مکش) و مستقیماً وارد فضای بین اندام‌ها و یاخته‌ها کنند (در **حقیقت آنهاست این رگ‌ها بزرگ‌تر**). یاخته‌ها مستقیماً مواد مورد نیاز را از **همولنف** می‌گیرند و مواد دفعی را به آن وارد می‌کنند. مواد دفعی توسط سامانه خاص از بدن خارج می‌شوند ولی جانور از طریق سیستم گوارشی، غذای جذب شده را دوباره وارد همولنف کرده تا در هنگام **استراحت قلب**، این همولنف پر غذا را از **منافذ دریچه‌دار باز شده** به قلب برگرداند. دقت کنید که ورود همولنف به قلب جانور از طریق رگ‌هایی مثل سیاهرگ‌ها صورت نمی‌گیرد. در حقیقت این منافذ دریچه‌دار قلبی به رگ متصل نمی‌باشند. در این جانوران، رگ‌های با عملی مشابه سرخرگ‌ها و **دریچه‌دار** فقط برای **خروج** خون از قلب نقش دارند (مویرگ و سیاهرگ ندارند).

نکته

در جانوران دارای گردش مواد باز، می‌توانیم از لفظ خون نیز به جای همولنف استفاده کنیم ولی بهتر است واژه همولنف را به کار ببریم.

● گردش مواد باز در جانوران دارای تنفس ناییدیسی

حشرات چون سیستم تنفسی **نایدیدیسی** دارند، O_2 و CO_2 را مستقیماً در **انشعابات انتهایی نایدیدیسی** با یاخته‌ها تبادل می‌کنند، پس مایع همولنف آن‌ها **فاقد گازهای تنفسی** می‌باشد و نقشی در تبادل **گازهای تنفسی** ندارد. در حقیقت در **حشرات، همولنف فقط نقش گذارسانی به یاخته‌ها را دارد و خون تیره و روشن در بدن آن‌ها بی‌معنی است**. اگر به خاطر داشته باشید، خون تیره حاوی نسبت CO_2 زیادی بود و خون روشن نیز حاوی نسبت O_2 زیادی بود، پس وقتی همولنف یا خون حشرات در انتقال O_2 و CO_2 نقشی ندارد، یعنی لفظ روشن یا تیره نیز در مورد آن بی‌معنی می‌باشد.



در شکل مقابل مشاهده می‌کنید که قلب حشرات فقط به رگ‌های خروجی یا معادل همان سرخرگ‌ها متصل می‌باشد که هر رگ **دریچه‌ای** در ابتدای خود برای خروج همولنف از قلب دارد. از طرفی دقت کنید که بدن این جانوران فاقد مویرگ و سیاهرگ می‌باشد و همولنف از طریق منافذی که با فضای بین‌باخته‌ای مرتبط می‌باشد به قلب در حال **استراحت** وارد می‌شود.

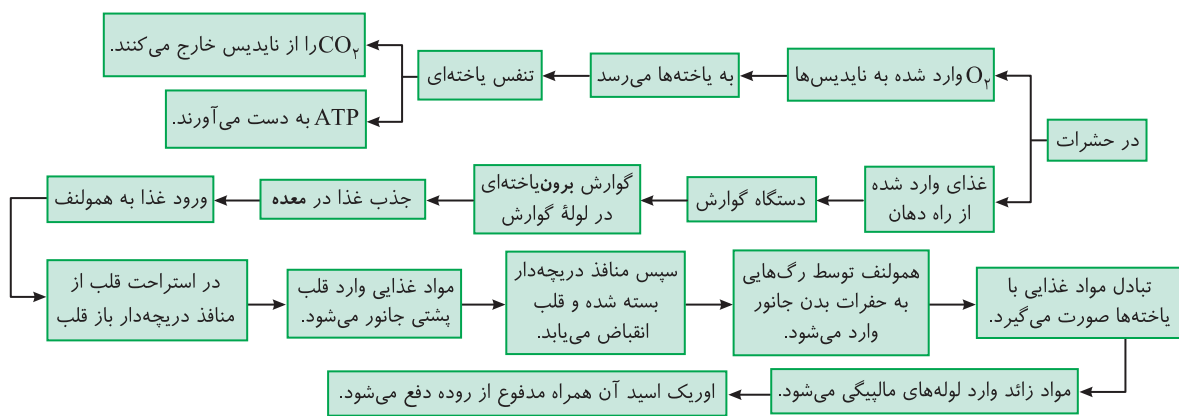
نکته

با دقت در شکل مقابل درمی‌یابید که قلب پشتی ملخ از معده و راست‌روده مواد دریافت می‌کند. در حقیقت در وسط و عقب بدن ملخ (حشره) منافذ دریچه‌دار برای ورود همولنف از **معده و راست‌روده** به قلب وجود دارد. در این قسمت‌ها نیز رگ‌های خروجی وجود دارند. (در بخش گوارش بررسی کردیم که ملخ، جذب غذا را توسط **معده و جذب آب و املاح** را توسط **راست‌روده** انجام می‌دهد. در فصل بعد می‌خوانیم که مواد زائد نیز **شیراز دار اوریک اسید** حشرات در انتهای توسط **لوله‌های مالپیگی** وارد **روده** شده تا به صورت مخلوط با مدفوع از لوله گوارش جانور دفع شوند.)

نکته

در بین جانورانی که گردش مواد باز دارند، فقط حشرات تنفس نایبسی دارند و خون تیره یا روشن در آن‌ها بی‌معنی است.

نکته



(سراسری خارج از کشور - ۸۷)

کدام عبارت، در مورد دستگاه گردش خون ملخ، نادرست است؟

تستی ۱۵

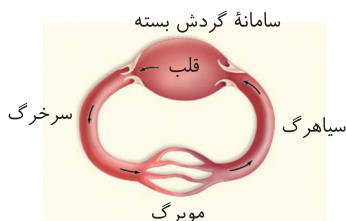
- ۱) قلب در سطح پشتی قرار دارد.
 - ۲) همولنف در فضای بین باخته‌های بدن گردش می‌کند.
 - ۳) خون از طریق چند منفذ به قلب بازمی‌گردد.
 - ۴) تعداد دریچه ورودی و خروجی همولنف به قلب آن‌ها برابر است.
- با توجه به شکل کتاب درسی در مورد ملخ، دو دریچه ابتدای رگ‌های خروجی از قلب مشاهده می‌شود ولی چهار دریچه منفذدار برای ورود همولنف مشاهده می‌شود.

B

پاسخ ۴

تله‌های تستی گزینه (۱): شکل کتاب، قلب را در سطح پشتی ملخ و کرم خاکی در نظر گرفته است. / گزینه‌های (۲) و (۳): خون (همولنف) در بین باخته‌ها گردش کرده و از چند منفذ دریچه‌دار به قلب برمی‌گردد.

ب) سامانه گردش خون بسته



این سیستم در بی‌مهرگانی مانند **کرم‌های حلقوی** (کرم خاکی) و در **مهره‌داران** دیده می‌شود که رگ‌های خونی کامل سرخرگی، **مویرگی** و سیاهرگی دارند. خون و لنف در این سامانه از هم جدا بوده و سرعت **بالایی** برای جریان مواد در بدن وجود دارد. در این سامانه، قلب برای **گرفتن** خون **منافذ دریچه‌دار ندارد** ولی برای خروج خون، در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از قلب آن‌ها **منافذ دریچه‌دار** وجود دارد. در این سامانه **مویرگ‌ها** در نزدیکی باخته‌ها وجود دارند و به کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازهای تنفسی صورت می‌گیرد.

نکته

در هر دو سامانه گردش خون باز و بسته، رگ‌هایی که از قلب خارج می‌شوند در ابتدای خود **دریچه‌ای** دارند که با **انقباض** قلب باز می‌شوند. برای برگشت خون به قلب، در سامانه گردش خون بسته، سیاهرگ‌های متصل به قلب برای ورود خون وجود دارند ولی سامانه گردش خون باز، حاوی منافذ متعدد دریچه‌دار بدون اتصال به رگ خونی می‌باشد.

● گردش خون بسته در کرم خاکی

کرم خاکی ساده‌ترین گردش خون بسته را دارد که حاوی قلب پشتی بوده و مویرگ‌هایی در کنار یاخته‌ها دارد.

نکته

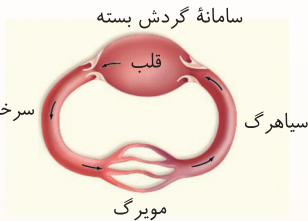
در کرم خاکی رگ خارج شده از قلب که دارای خون تیره می‌باشد، انشعاباتی مویرگی به سمت پوست دارد تا برای تبادل گاز تنفسی ابتدا به پوست برود و پس از تبادل، خون روشن پرغذا به همه اندام‌های بدن برسد.

نکته

سیاهرگ واردکننده خون به قلب کرم خاکی در انتهای خود دریچه دارد.

نکته

در گردش خون بسته، همولنف وجود ندارد. چون خون و لنف در رگ‌های متفاوتی جریان دارند.

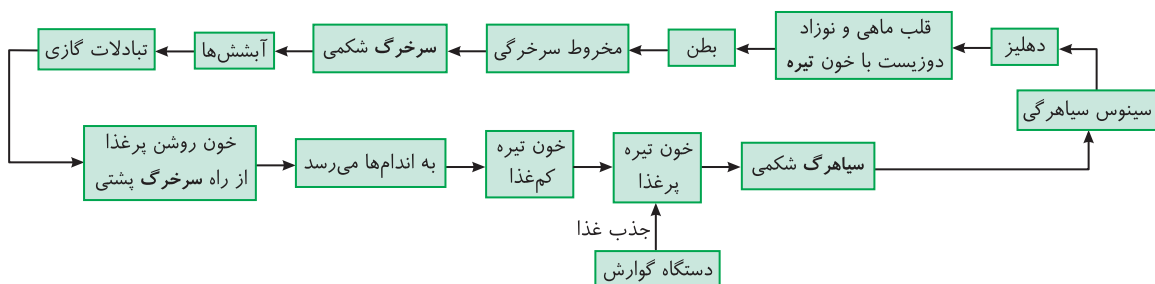
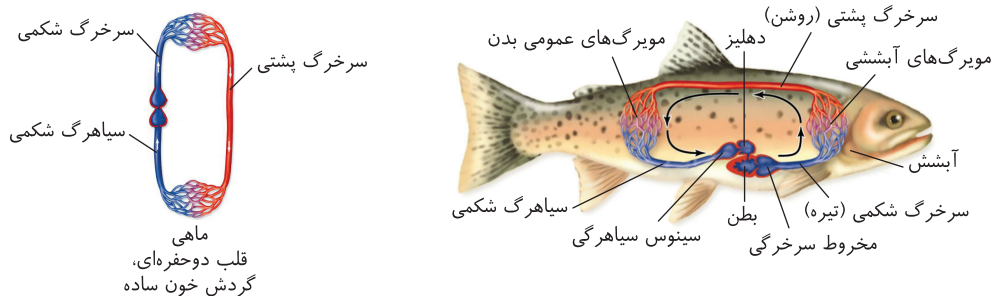


● گردش خون بسته در مهره‌داران

همه مهره‌داران گردش خون بسته دارند که به دو صورت ساده یا مضاعف تقسیم‌بندی می‌شوند.

الف) گردش خون بسته ساده

در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان دیده می‌شود که قلب دوخفره‌ای دارند. در بدن آن‌ها، خون ضمن هر بار گردش، فقط یک بار از قلب شکمی آن‌ها می‌گذرد. در این گروه خون خارج شده از بطن قلب، تیره می‌باشد که پرغذا و پر CO_2 است. این خون از طریق بطن و مخروط سرخرگی، وارد سرخرگ شکمی شده و به دو طرف سر جانور یعنی به آبشش‌ها می‌رود. پس از تبادل گازهای تنفسی در مویرگ‌های آبششی، خون‌های روشن پرغذا وارد سرخرگ پشتی بدن می‌شوند و از آنجا به صورت یک‌بار و بدون عبور از قلب به تمام مویرگ‌های اندام‌ها برای تبادل گازها و غذا می‌رسند. پس از تبادل مواد در مویرگ‌های عمومی اندام‌ها، خون‌های تیره از طریق یک سیاهرگ شکمی از عقب جانور به سمت قلب می‌روند که قبل از دهلیز به صورت یک برآمدگی به نام سینوس سیاهرگی درمی‌آیند تا وارد دهلیز شوند.



چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱ سرخرگ پشתי ماهی خون پر O_2 را از آبشش‌ها هم به سمت جلوتر یعنی به سر می‌رساند و هم به اندام‌های عقبی هدایت می‌کند. سیاهرگ شکمی ماهی خون پر CO_2 را از بخش‌های عقبی بدن به سمت جلو یعنی به سمت قلب می‌راند. از طرفی سرخرگ شکمی ماهی رگی است که خون تیره را از قلب به سمت جلوی بدن در آبشش‌ها می‌رساند.
- ۲ خون موجود درون دو حفره دهلیز و بطن قلب آن‌ها فقط خون تیره دارد ولی یاخته‌های آن‌ها باید از خون روشن O_2 بگیرند که این خون از سرخرگ پشתי تأمین می‌شود.
- ۳ در سینوس سیاهرگی، مخروط سرخرگی و درون حفرات قلب ماهی و نوزاد دوزیست، فقط خون تیره وجود دارد.
- ۴ با توجه به شکل گردش خون ماهی مشخص است که بین سینوس سیاهرگی و دهلیز، یک دریچه وجود دارد. بین دهلیز و بطن نیز یک دریچه و بین بطن و مخروط سرخرگی نیز دریچه دیگری وجود دارد.
- ۵ مویرگ آبششی ماهی، همانند مویرگ پوستی کرم خاکی و شبکه مویرگی گلومرولی در کلیه انسان (کهرمان)، در بین دو سرخرگ قرار دارد و فاقد بخش سیاهرگی می‌باشد. در حقیقت یاد بگیرید که رگ قبل از مویرگ، همواره سرخرگ می‌باشد. (به جز سیاهرگ باب ورودی به کبد که این رگ بین دو مویرگ در اندام‌ها گوارشی و کبد قرار گرفته است).
- ۶ دهلیز و سینوس سیاهرگی در سطح بالاتر ولی بطن و مخروط سرخرگی در سطح پایین‌تری قرار گرفته است که همگی در سطح شکمی جانور قرار دارند.

(قلم‌چی)

- تست ۱۶ در ماهی، مخروط سرخرگی
 (۱) خون را به سیاهرگ شکمی می‌دهد.
 (۲) خون را از حفره‌ای ماهیچه‌ای و دریچه‌دار دریافت می‌کند.
 (۳) برخلاف سینوس سیاهرگی خون روشن را از خود عبور می‌دهد.
 (۴) به انشعاباتی از مویرگ‌ها ختم می‌شود که در انتها خون تیره دارند.
- در ماهی، مخروط سرخرگی خون را از بطن دریافت می‌کند که حفره‌ای ماهیچه‌ای و دریچه‌دار است (وجود دریچه در قلب ماهی هم لازم است تا خون تیره شده در زمان انقباض بطن، به دهلیز بازنگردد).
- تله‌های تستی گزینۀ (۱): مخروط سرخرگی، خون را به سرخرگ شکمی می‌دهد. / گزینۀ (۳): از قلب ماهی و به دنبال آن، از مخروط سرخرگی، خون تیره عبور می‌کند. / گزینۀ (۴): مخروط سرخرگی از طریق سرخرگ شکمی به انشعاباتی از مویرگ‌ها (در راج آبشش‌ها) ختم می‌شود که در ابتدا خون تیره و در انتها خون روشن دارند.

(قلم‌چی)

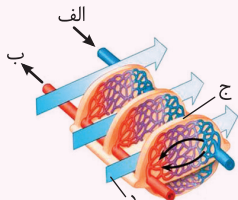
- تست ۱۷ در مهره‌دار بالغی که دارای قلب دو حفره‌ای است،
 (۱) سرخرگ‌ها تنها خون پُر اکسیژن دارند.
 (۲) بخش سیاهرگی مویرگی‌های آبششی حاوی O_2 زیادی هستند.
 (۳) گویچه قرمزی که از آبشش‌ها خارج می‌شود با عبور از یک شبکه مویرگی به دهلیز بازمی‌گردد.
 (۴) در سطح شکمی، فقط سیاهرگ و در سطح پشתי، فقط سرخرگ وجود دارد.
- در بین مهره‌داران بالغ، فقط ماهی‌ها قلب دو حفره‌ای دارند که سرخرگ شکمی آن‌ها برخلاف سرخرگ پشתי خون تیره دارد، مویرگ‌های آبششی آن‌ها، فاقد بخش سیاهرگی می‌باشند و در دو طرف آن‌ها سرخرگ وجود دارد. ماهی در سطح شکمی سیاهرگ و سرخرگ داشته ولی سطح پشתי فقط سرخرگ اصلی پشתי را دارد (نادرستی گزینه‌های (۱)، (۲) و (۴)). گویچه قرمز عبوری از آبشش‌ها، فقط از وسط مویرگ بافتی عبور می‌کند تا به قلب برسد.

(قلم‌چی)

- تست ۱۸ در مهره‌داران بالغ با گردش خون ساده ممکن نیست
 (۱) یاخته‌های ماهیچه‌ای حفرات قلب با خون روشن تغذیه شوند.
 (۲) خون پس از تبادل گازها از طریق سطح تنفسی، فقط به سمت انتهای بدن حرکت کند.
 (۳) میزان اکسیژن در خون سرخرگ شکمی و سرخرگ پشתי متفاوت باشد.
 (۴) انتقال یک‌بارۀ خون اکسیژن‌دار به مویرگ‌های اندام‌ها صورت پذیرد.
- ماهی‌ها تنها مهره‌داران بالغ با گردش خون ساده هستند و امکان ندارد خون آن‌ها پس از تبادل گازها در آبشش‌ها فقط به سمت انتهای بدن حرکت کند بلکه از طریق سرخرگ پشתי به تمام بدن از جمله سر که جلوتر است نیز هدایت می‌شود.
- تله‌های تستی گزینۀ (۱): خود یاخته‌های ماهیچه‌ای حفرات قلب نیز همانند همه یاخته‌ها با خون روشن تغذیه می‌شوند. / گزینۀ (۳): در سرخرگ شکمی خون تیره و در سرخرگ پشתי خون روشن جریان دارد که همین اختلاف رنگ نشان دهنده اختلاف سطح اکسیژن در خون این دو رگ است. / گزینۀ (۴): مزیت سیستم گردش خون ساده، انتقال یک‌بارۀ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست (به این صورت که پس از تبادل گازها، برگشت به قلب صورت نمی‌گیرد).

(قلم‌چی)

- تست ۱۹ با توجه به شکل مقابل که مربوط به دستگاه تنفسی نوعی مهره‌دار است، کدام گزینه درست است؟
 (۱) در (الف)، خون از سرخرگ پشתי منشأ گرفته است.
 (۲) در (ب) خون می‌تواند به سوی قلب نیز حرکت کند.
 (۳) (ج) نشان‌دهنده کمان‌های درون تیغه‌های آبششی می‌باشد.
 (۴) (د) محل عبور آب از بین دو رشته آبششی را نشان می‌دهد.



در شکل سؤال، (الف) خون کم اکسیژن، (ب) خون پر اکسیژن، (ج) تیغه آبششی و (د)، جریان آب را نشان می‌دهد (خون پر اکسیژن خارج شده از تیغه‌های آبششی می‌تواند به سوسک یا حشرات قلب برود ولی رگت کنید که خون موجود در حفره‌های قلب ماهی، خون تیره بوده که از سیاهرگ تکلیف منت می‌گیرد).

تله‌های تستی گزینه (۱): خون پر CO_2 وارد شده به شبکه مویرگی آبشش، از سرخرگ شکمی منشأ می‌گیرد. / گزینه (۳): بخش (ج) نشان دهنده تیغه‌های آبششی موجود در رشته‌های آبششی است. / گزینه (۴): بخش (د)، محل عبور آب از بین دو تیغه آبششی را نشان می‌دهد.

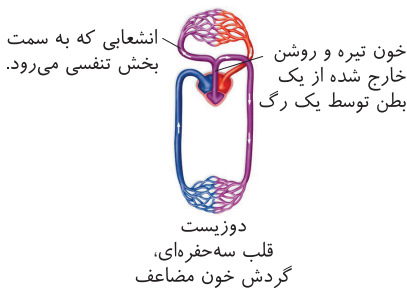
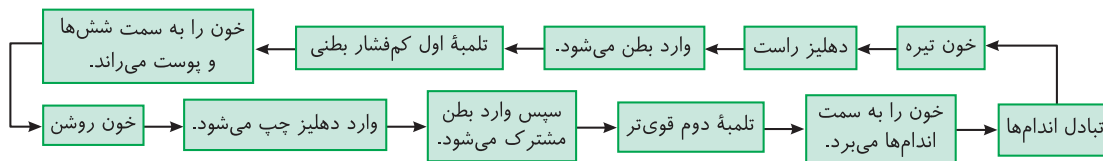
ب) گردش خون بسته از نوع مضاعف

این گردش خون در دوزیست بالغ با قلب سه‌حفره‌ای (دو دهلیز و یک بطرف) و خزندگان، پرندگان و پستانداران با قلب چهارحفره‌ای دیده می‌شود. در این جانوران، خون ضمن یکبار گردش در بدن، دوبار از قلب می‌گذرد. قلب این جانوران به صورت دو تلمبه عمل می‌کند، یک تلمبه با فشار کمتر برای رساندن خون به بخش‌های تنفسی و تبدلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی و رساندن خون به همه جای بدن عمل می‌کند. در حقیقت تلمبه با فشار کمتر از سمت راست قلب و تلمبه با فشار بیشتر از سمت چپ قلب شروع به کار می‌کند.

گردش خون در دوزیست بالغ

دوزیستان بالغ حاوی شش‌ها و قلب سه‌حفره‌ای می‌باشند که دو دهلیز و یک بطن دارند. دهلیز راست خون تیره پرغذا را از اندام‌های گوارشی می‌گیرد و دهلیز چپ خون روشن را از شش‌ها و پوست می‌گیرد. خون دو دهلیز، از دهلیز راست و از دهلیز چپ که کاملاً مجزا هستند، وارد یک بطن مشترک می‌شود. پس کمی در بطن خون تیره و روشن با هم مخلوط می‌شوند. اگر در شکل کتاب درسی نیز دقت کنید، رنگ خونی که از بطن دوزیست بالغ خارج شده است، بنفش می‌باشد. قلب جانور دو تلمبه می‌زند. تلمبه اول با فشار کمتر زده می‌شود تا خون تیره‌تر به سمت شش‌ها و پوست برود تا تبادل گاز تنفسی کند. تلمبه دوم با قدرت بیشتر زده شده و خون دارای O_2 بیشتر را به سمت اندام‌های بدن می‌برد. در این جانوران یک رگ خروجی از بطن وجود دارد که پس از طی مسافتی به دو انشعاب تبدیل شده تا به سمت اندام‌های تنفسی یا سایر اندام‌ها برود.

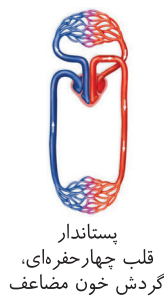
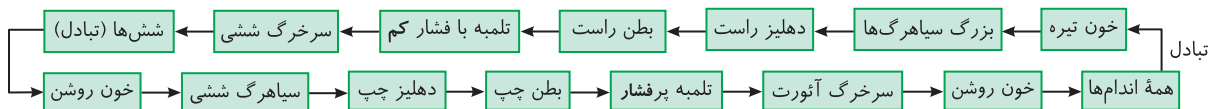
● خلاصه گردش خون در دوزیست بالغ



گردش خون در خزنده، پرنده و پستاندار

این گروه قلب چهارحفره‌ای دارند که در پستانداران، پرندگان و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها، دیواره بین دو بطن کامل است و در قلب آن‌ها خون تیره و روشن اصلاً با هم مخلوط نمی‌شوند. این ویژگی سبب می‌شود که حفظ فشار در سیستم گردش خون مضاعف، آسان شود. این فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها و اندام‌ها، با انرژی زیاد، نقش مهمی دارد و الزامی است.

● گردش خون در مهره‌داران دارای قلب چهارحفره‌ای



کدام عبارت در مورد مهره‌داران نادرست است؟

- در هر جانوری که قلب بیش از دو حفره دارد، گردش خون به صورت مضاعف است.
 - هر جانوری که با پمپ فشار مثبت هوا را به شش‌ها هدایت می‌کند، قلب چهارحفره‌ای دارد.
 - در جانورانی که جدایی کامل بطن‌ها در آن‌ها دیده می‌شود، قلب قطعاً چهارحفره‌ای است.
 - در جانورانی که تنها خون تیره از قلب عبور می‌کند، تنفس آبششی است.
- پمپ فشار مثبت در دوزیستان دیده می‌شود در حالی که قلب آن‌ها، در حالت بلوغ، سه‌حفره‌ای است.

تله‌های تستی گزینه (۱): قلب سه‌حفره‌ای (دوزیست بالغ) و قلب چهارحفره‌ای (سایر مهره‌داران به جز ماهی‌ها)، تشکیل دهنده گردش خون مضاعف هستند. / گزینه (۳): تمام قلب‌هایی که دو بطن کاملاً مجزا دارند، دو دهلیز هم دارند که مجموعاً یک قلب چهارحفره‌ای تشکیل می‌دهند. / گزینه (۴): در ماهی‌ها، خون روشن درون حفرات قلب دیده نمی‌شود که این جانوران، گردش خون ساده دارند. می‌دانید که ماهی‌ها از راه آبشش تنفس خود را انجام می‌دهند.