

مقدمه

- ۱- دومین عمل موفقیت آمیز پیوند قلب مصنوعی در ایران:
 - در سال ۱۳۹۴ در بیمارستان قلب شهید رجایی تهران انجام گرفت.
 - این عمل روی مردی ۵۹ ساله انجام شد.
 - این بیمار سه بار سکتته کرده بود و برون ده قلبی او به ۱۰ درصد رسیده بود.
- ۲- می توان از طریق رگ نگاری (آنژیوگرافی) متوجه شد که چه تعداد از رگ های اکلیلی (کرونری) قلب گرفته است.

گفتار ۱: قلب

- ۳- اجزای دستگاه گردش مواد در انسان : قلب، رگ ها و خون
- ۴- قلب انسان چهار حفره دارد: دو حفره بالایی دهلیز و دو حفره پایینی بطن نامیده می شوند.
 - **دهلیزها** : حفره هایی هستند که خون را از سیاهرگ ها دریافت کرده و به بطن ها تحویل می دهند.
 - دهلیز راست خون تیره را از اندام های بدن دریافت کرده و با انقباض خود، خون را وارد بطن راست می کند.
 - دهلیز چپ خون روشن را از شش ها دریافت کرده و با انقباض خود، خون را وارد بطن چپ می کند.
 - **بطن ها**: حفره هایی هستند که خون را به درون سرخرگ ها تلمبه می کنند.
 - بطن راست خون تیره دارد و با انقباض خود، خون را به شش ها می فرستد.
 - بطن چپ خون روشن دارد و با انقباض خود، خون را به تمام نقاط بدن می فرستد.
- ۵- در انسان سمت راست قلب **خون تیره** دارد. و سمت چپ قلب **خون روشن** دارد.
- ۶- خون از اندام های بدن به دهلیزها وارد می شود و خون از بطن ها به سمت اندام های بدن می رود.

- ۷- **در گردش خون کوچک (ششی)** خون به شش ها فرستاده می شود و دوباره به قلب برمی گردد.
بطن راست ← سرخرگ ششی ← اندام های تنفسی (شش ها) ← سیاهرگ ششی ← دهلیز چپ
- در گردش خون بزرگ (عمومی)** خون به اندام ها فرستاده می شود و دوباره به قلب برمی گردد.
بطن چپ ← آئورت ← اندام ها ← بزرگ سیاهرگ زیرین و زبرین ← دهلیز راست

- ۸- **ضخامت دیواره بطن چپ از بطن راست بیشتر است:** زیرا بطن چپ خون را با فشار بیشتری به سرا سر بدن پمپ می کند. در صورتیکه بطن راست خون را به سمت شش ها که در نزدیکی قلب قرار دارند، می فرستد.

- ۱- سرخرگ ششی: متصل به بطن راست است و دارای خون تیره می باشد.
- ۲- سرخرگ آئورت: متصل به بطن چپ است و دارای خون روشن می باشد.
- ۳- سرخرگ های اکلیلی: دارای خون روشن می باشند.

سرخرگ ها

رگ های متصل به قلب

- ۱- بزرگ سیاهرگ زبرین: متصل به دهلیز راست است و دارای خون تیره می باشد.
- ۲- بزرگ سیاهرگ زیرین: متصل به دهلیز راست است و دارای خون تیره می باشد.
- ۳- سیاهرگ اکلیلی: متصل به دهلیز راست است و دارای خون تیره می باشد.
- ۴- سیاهرگ های ششی: متصل به دهلیز چپ است و دارای خون روشن می باشند.

سیاهرگ ها

۱۰- مجموعاً ۹ رگ به قلب متصل هستند:

- به نیمه راست قلب ۴ رگ متصل است ← بزرگ سیاهرگ زیرین- بزرگ سیاهرگ زیرین- سیاهرگ اکلیلی- سرخرگ ششی
- به نیمه چپ قلب ۵ رگ متصل است ← چهار عدد سیاهرگ ششی - یک عدد سرخرگ آئورت

۱۱- تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می کند، نمی تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. ← به همین دلیل ماهیچه قلب با رگ های ویژه ای به نام سرخرگ کرونری ، تغذیه می شود.

۱۲- سرخرگ های اکلیلی (کرونری):

- دو عدد سرخرگ کرونری از ابتدای سرخرگ آئورت منشاء می گیرند. (در تشریح قلب، در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچه سینی، دو دهانه ورودی سرخرگ های اکلیلی مشاهده می شوند)
- سرخرگ های کرونری ماهیچه قلب را تغذیه می کنند و به یاخته های قلبی اکسیژن می رسانند.
- سرخرگ های کرونری پس از رفع نیاز تنفسی و غذایی یاخته های قلب ، با هم یکی می شوند و به صورت سیاهرگ کرونری به دهلیز راست متصل می شوند.

۱۳- تصلب شرایین:

بسته شدن سرخرگ های اکلیلی توسط لخته خون و یا سخت شدن دیواره آنها (تصلب شرایین) ممکن است باعث سکته قلبی شود. ← چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی رسد و یاخته های آن می میرند.

۱- دریچه دو لختی (میترال) :

- بین دهلیز چپ و بطن چپ قرار دارد.
- از دو قطعه آویخته تشکیل شده است.
- در هنگام انقباض بطن چپ، مانع برگشت خون از بطن چپ به دهلیز چپ می شود.

۲- دریچه سه لختی:

- بین دهلیز راست و بطن راست قرار دارد.
- از سه قطعه آویخته تشکیل شده است.
- در هنگام انقباض بطن راست، مانع برگشت خون از بطن راست به دهلیز راست می شود.

۱- دریچه های دهلیزی- بطنی

۱۴- دریچه های قلب

۱- سینی آئورتی:

- در ابتدای سرخرگ آئورت قرار دارد.
- از سه قطعه تشکیل شده است.
- در هنگام استراحت بطن چپ، مانع برگشت خون از آئورت به بطن چپ، می شود.

۲- سینی ششی:

- در ابتدای سرخرگ ششی قرار دارد.
- از سه قطعه تشکیل شده است.
- در هنگام استراحت بطن راست، مانع برگشت خون از سرخرگ ششی به بطن راست، می شود.

۲- دریچه های سینی

۱۵- بین دهلیز و بطن دریاچه های دهلیزی- بطنی قرار دارند که در هنگام انقباض بطن، از بازگشت خون به دهلیز جلوگیری می کند. ← دریاچه دو لختی و دریاچه سه لختی

۱۶- در ابتدای سرخرگ های خروجی از بطن ها، دریاچه های سینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن جلوگیری می کنند. ← دریاچه سینی آئورتی و دریاچه سینی ششی

۱۷- وجود دریاچه ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یکطرفه شدن جریان خون در آن قسمت می شود.

۱۸- دریاچه های قلبی:

- ✓ در ساختار دریاچه ها، بافت ماهیچه ای به کار نرفته است.
- ✓ همان بافت پوششی که چین خورده است، دریاچه ها را می سازد.
- ✓ وظیفه یک طرفه کردن جریان خون را دارند. (جلوی برگشت خون را به جایی که خون از آن آمده است، می گیرند)
- ✓ توسط بافت پیوندی محکم می شوند.

۱۹- علت باز و بسته شدن دریاچه های قلب: ۱- ساختار خاص دریاچه ها ۲- تفاوت فشار در دو طرف دریاچه ها

۲۰- اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می شنوید.



| تشخیص سطح پشتی قلب | سطح شکمی قلب |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • حالت صاف یا تخت دارد. • رگ آکلیلی در آن حالت عمودی دارد. • در این سطح، بیشتر سرخرگ ها دیده می شوند. | <ul style="list-style-type: none"> • حالت برآمده دارد (محدب) • رگ های آکلیلی (کرونر) در آن، حالت اریب است. • در این سطح، بیشتر سرخرگ ها دیده می شوند. |

۲۳- تشخیص سمت چپ و راست قلب

(۱) سطح پشتی قلب را روی سینه و سطح شکمی را به سمت جلو قرار می دهیم . در این حالت، چپ و راست قلب مطابق دست های چپ و راست است.

(۲) سمت چپ قلب ضخامت بیشتری دارد و با لمس کردن می توان دیواره آن را تشخیص داد.

(۳) با وارد کردن سوند به داخل سرخرگ ها و ادامه دادن حرکت آن، می فهمیم که به کدام حفره قلب وارد می شود. سوند از سرخرگ آئورت به سمت بطن چپ و از سرخرگ شش به سمت راست قلب هدایت می شود.

۲۴- قلب اندامی ماهیچه ای است و دیواره آن سه لایه دارد:

← ۱- لایه درونی قلب (درون شامه)

- شامل یک لایه نازک بافت پوششی است.
- زیر درون شامه، بافت پیوندی وجود دارد. ← این بافت درون شامه را به لایه میانی یا ماهیچه ای قلب می چسباند.
- این لایه در تشکیل دریچه های قلب نقش دارد.

← ۲- لایه میانی (ماهیچه قلب)

- ضخیم ترین لایه قلب است.
- این لایه بیشتر از یاخته های ماهیچه ای قلبی تشکیل شده است.
- بین یاخته های ماهیچه ای قلبی، بافت پیوندی متراکم نیز قرار دارد.
- بسیاری از یاخته های ماهیچه ای قلب به رشته های کلاژن موجود در این بافت پیوندی متصل هستند.
- بافت پیوندی متراکم باعث استحکام دریچه های قلبی می شود.

← ۳- لایه بیرونی

- بیرونی ترین لایه دیواره قلب برون شامه است.
- این لایه روی خود برمی گردد و پیراشامه را به وجود می آورد.
- برون شامه و پیراشامه از بافت پوششی سنگ فرشی و بافت پیوندی متراکم تشکیل شده اند.
- بین برون شامه و پیراشامه فضایی وجود دارد که با مایع پر شده است. ← مایع آبشامه ای

۲۵- نقش مایع آبشامه ای قلب : ۱- محافظت از قلب ۲- کمک به حرکت روان قلب

۲۶- ساختار ماهیچه قلبی:

۱- ماهیچه قلبی ترکیبی از ویژگی های ماهیچه اسکلتی و صاف دارد.

- تشابه ماهیچه قلبی با ماهیچه اسکلتی: دارای ظاهری مخطط است.
- تشابه ماهیچه قلبی با ماهیچه صاف: به طور غیرارادی منقبض می شوند

۲- یاخته های آن بیشتر یک هسته ای و بعضی دو هسته ای هستند.

۳- یاخته های ماهیچه ای قلب از طریق صفحات بینابینی (در هم رفته) با همدیگر ارتباط دارند.

۲۷- نقش صفحات بینابینی: ارتباط یاخته ای در این صفحات به گونه ای است که باعث می شود پیام انقباض و استراحت به سرعت بین

یاخته های ماهیچه قلب منتشر شود. ← قلب در انقباض و استراحت مانند یک توده ی یاخته ای واحد عمل کند .

۲۸- در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد ← که مانع از انقباض هم زمان دهلیزها و بطن ها

می شود.

۲۹- شبکه هادی قلب:

- بعضی از یاخته های ماهیچه قلبی ویژگی هایی دارند که آنها را برای تحریک طبیعی قلب، اختصاصی کرده است.
- تعریف شبکه هادی قلب: بعضی از یاخته های ماهیچه قلبی به صورت شبکه ای از رشته ها و گره ها در بین سایر یاخته های قلبی گسترده شده اند که به مجموعه آنها، شبکه هادی قلب گفته می شود.
- یاخته های شبکه هادی قلب با دیگر یاخته های ماهیچه قلبی، ارتباط دارند.
- شبکه هادی قلب، شامل دو گره و دسته هایی از تارهای تخصص یافته برای ایجاد و هدایت سریع جریان الکتریکی است.
- نقش شبکه هادی قلب:

۱- در این شبکه پیام های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می شوند.

۲- جریان الکتریکی را به سرعت در همه قلب گسترش می دهد.

۱- گره اول: گره سینوسی- دهلیزی (پیشاهنگ = ضربان ساز)
۲- گره دوم: گره دهلیزی- بطنی

اجزاء شبکه هادی قلب

۱- دسته تارهای دهلیزی = تارهای مسیرهای بین گرهی (بین گره اول و دوم)
۲- تارهای ماهیچه ای خاص
۳- تارهای ماهیچه بطن ها

۳۰- گره اول در شبکه هادی قلب (گره سینوسی دهلیزی)

جنس: یاخته های ماهیچه ای قلبی تخصص یافته

مکان: در دیواره پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زیرین قرار دارد.

وظیفه: شروع کننده پیام های الکتریکی است، ← به همین دلیل به آن پیشاهنگ یا ضربان ساز می گویند.

*گره سینوسی دهلیزی بالاترین و بزرگترین گره قلبی است.

۳۱- گره دوم در شبکه هادی قلب (گره دهلیزی- بطنی)

جنس: یاخته های ماهیچه ای قلبی تخصص یافته

مکان: در دیواره پشتی دهلیز راست و در عقب دریچه سه لختی قرار دارد.

وظیفه: انتقال جریان الکتریکی از دهلیزها به بطن ها

۳۲- دسته تارهای دهلیزی = تارهای مسیرهای بین گرهی (بین گره اول و دوم)

گره اول (سینوسی- دهلیزی) و گروه دوم (دهلیزی- بطنی) از طریق این دسته از رشته های شبکه هادی، به هم مرتبط می شوند. ← این

تارها جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دهلیزی بطنی منتقل می کنند.

۳۳- تارهای دیواره بین دو بطن:

رشته هایی از بافت هادی که در دیواره بین دو بطن قرار دارند، به دو مسیر راست و چپ تقسیم می شوند و پیام را از دهلیزها به نوک قلب

هدایت می کنند.

۳۴- تارهای ماهیچه بطن ها:

این تارها از نوک قلب و دور تا دور بطن ها، تا لایه عایق بین بطن ها و دهلیزها، امتداد دارند و در طی مسیر، به درون دیواره بطن ها

گسترش پیدا می کنند ← باعث انقباض همزمان دو بطن می شوند.

۳۵- قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد. ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود،

بدون اینکه مانند ماهیچه های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

۳۶- دیاستول و سیستول: دیاستول، استراحت قلب است و سیستول، انقباض قلب است.

۳۷- تعریف چرخه یا دوره قلبی: به دیاستول و سیستول قلب که به طور متناوب انجام می شود، چرخه یا دوره قلبی می گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ ها پر می شود ← سپس قلب منقبض می شود و خون را به سراسر بدن می فرستد.

- ۳۸- چرخه ضربان قلب
- ۱- استراحت عمومی
 - ۱- مدت زمان آن ۰/۴ ثانیه است.
 - ۲- تمام قلب (دهلیزها و بطنها) در حال استراحت هستند.
 - ۳- خون بزرگ سیاهرگها وارد دهلیز راست می شود.
 - ۴- خون سیاهرگهای ششی به دهلیز چپ وارد می شود.
 - ۲- انقباض دهلیزی
 - ۱- مدت زمان آن ۰/۱ ثانیه است. (بسیار زودگذراست)
 - ۲- بطنها در حال استراحت و دهلیزها در حال انقباض هستند.
 - ۳- در این مرحله بطنها به طور کامل با خون پر می شوند.
 - ۳- انقباض بطنی
 - ۱- مدت آن ۰/۳ ثانیه است.
 - ۲- دهلیزها در حال استراحت و بطنها در حال انقباض هستند.
 - ۳- خون از طریق سرخرگها، به همه قسمت های بدن ارسال می شود.

| وضعیت دریچه های قلبی از نظر باز یا بسته بودن در هر مرحله از چرخه قلبی | | |
|---|----------------|-------------------------|
| مرحله | دریچه های سینی | دریچه های دهلیزی - بطنی |
| استراحت عمومی | بسته | باز |
| انقباض دهلیزی | بسته | باز |
| انقباض بطنی | باز | بسته |

۳۹- حجم ضربه ای: مقدار خونی است که در هر ضربان از یک بطن (نه از دو بطن یا نه از قلب) خارج می شود.

۴۰- برون ده قلبی:

برون ده قلب = تعداد ضربان در دقیقه × میزان حجم ضربه ای

ویژگی برون ده قلبی: عدد ثابتی ندارد و متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می کند.

عوامل موثر بر برون ده قلبی: ۱- سوخت و ساز پایه ۲- میزان فعالیت بدنی ۳- سن ۴- اندازه بدن

میانگین برون ده قلبی در بزرگسالان: در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

۴۱- نوار قلب

- ساخته های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می دهند.
- جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می توان در سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد.
- بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می دهد، می تواند به متخصصان در تشخیص بیماری های قلبی کمک کند.

- نوار قلب
- ۱- موج P ← فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P ثبت می شود.
*این موج کمی قبل از شروع انقباض دهلیزها ثبت می شود. (در زمان استراحت عمومی)
 - ۲- موج QRS ← فعالیت الکتریکی بطنها به شکل موج QRS ثبت می شود.
*این موج کمی قبل از شروع انقباض بطنها ثبت می شود.
 - ۳- موج T ← کمی قبل از پایان انقباض بطنها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می شود.

گفتار ۲: رگ ها

۴۲- در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه ای مرتبط به هم وجود دارد. این شبکه، از قلب شروع می شود و پس از عبور از بافت ها به قلب باز می گردد.

قلب ← سرخرگ ها ← مویرگ ها ← سیاهرگ ها ← قلب

۱- سرخرگ ها

۲- مویرگ ها

۳- سیاهرگ ها

۴۳- رگ های خونی

*ساختار هر یک رگ های خونی متناسب با کاری است که انجام می دهد.

۴۴- مقایسه دیواره سرخرگ ها و سیاهرگ ها

شباهت:

دیواره همه سرخرگ ها و سیاهرگ ها از سه لایه تشکیل شده است:

- ۱) لایه داخلی آن ها بافت پوششی سنگ فرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است.
- ۲) لایه میانی آن ها، ماهیچه ای صاف است که همراه این لایه رشته های کشسان (الاستیک) زیادی وجود دارد.
- ۳) لایه خارجی آن ها، بافت پیوندی است.

تفاوت:

- ۱- ضخامت ۱- لایه میانی (لایه ماهیچه ای) و ۲- لایه خارجی (لایه پیوندی) در سرخرگ ها بیشتر تر از سیاهرگ ها است. بیشتر بودن ضخامت لایه ماهیچه ای و پیوندی در سرخرگ ها باعث شده که:
 - ✓ سرخرگ ها بتوانند فشار زیاد وارد شده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند.
 - ✓ سرخرگ ها در برش عرضی، بیشتر گرد دیده می شوند.
- ۲- سیاهرگ های هم اندازه سرخرگ ها، دیواره ای نازکتر دارند و حفره داخل آنها گسترده تر و بیشتر است.
- ۳- بسیاری از سیاهرگ ها دریچه هایی دارند که جهت حرکت خون را یک طرفه می کنند. ← دریچه های لانه کبوتری

۴۵- مویرگ ها:

- فقط یک لایه بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. ← این ساختار با وظیفه آنها (تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی) هماهنگی دارد.
- در دیواره مویرگ ها لایه ماهیچه ای وجود ندارد.
- بنداره مویرگی: در ابتدای بعضی از مویرگ ها (مثلا مویرگ های روده)، حلقه ای ماهیچه ای هست که میزان جریان خون در آن ها را تنظیم می کند و به آن بنداره مویرگی می گویند.
- عوامل اصلی تنظیم جریان خون در مویرگ ها:
 - ۱) تنگ و گشاد شدن سرخرگ های کوچکی که قبل از مویرگ ها قرار دارند.
 - ۲) میزان نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی

در سرخرگ های کوچک، میزان رشته های کشسان، کمتر و میزان ماهیچه های صاف، بیشتر است.

این ساختار باعث می شود با ورود خون، قطر این رگ ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند.

میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیشتر می شود و در هنگام استراحت ماهیچه صاف دیواره، کمتر می شود.

کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگها را تنظیم می کند.

۴۶- سرخرگ ها

- ✓ خون را از قلب خارج می کنند و به بافت های بدن می رسانند.
- ✓ دیواره سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد.
- ✓ باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در همین رگ ها می شوند.

۴۷- چگونگی حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت خون توسط سرخرگ ها:

وقتی بطن منقبض می شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می شود. ← سرخرگ ها در این حالت گشاد می شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. ← در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی شود، دیواره کشسان سرخرگ ها به حالت اولیه باز می گردد ← و خون را با فشار به جلو می راند. ← این فشار باعث هدایت خون در رگ ها و پیوستگی جریان خون در هنگام استراحت قلب می شود.

۴۸- نبض:

به دنبال هر انقباض بطن، حجم سرخرگ ها تغییر می کند. این تغییر حجم سرخرگ ها، به صورت موجی در طول سرخرگ ها پیش می رود و به صورت نبض احساس می شود.

۴۹- فشار خون

نیروی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می شود و ناشی از انقباض دیواره بطن ها یا سرخرگ ها است.
*فشار خون برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

* بیشتر سرخرگ های بدن در قسمت های عمقی هر اندام قرار گرفته اند، در حالی که سیاهرگ ها بیشتر در سطح قرار دارند.
* اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خونریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است.

۵۰- معمولاً فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار پیشینه و فشار کمینه بر حسب میلی متر جیوه است.

- فشار پیشینه: فشاری است که انقباض بطن روی سرخرگ وارد می کند. ← ۱۲۰ بر حسب میلیمتر جیوه
- فشار کمینه: در هنگام استراحت قلب، فشاری است که دیواره سرخرگ باز شده در هنگام بسته شدن به خون وارد می کند. ← ۸۰ بر حسب میلیمتر جیوه

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ۱- چاقی ۲- تغذیه نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد ۳- دخانیات ۴- استرس (فشار روانی) ۵- سابقه خانوادگی | } | ۵۱- عوامل مختلفی می تواند روی فشار خون تاثیر بگذارد مانند: |
|--|---|--|

۵۲- مویرگ ها: سرخرگ های کوچک به مویرگ هایی منتهی می شوند که کوچک ترین رگ های بدن هستند.

دیواره مویرگ ها: دیواره مویرگ ها، فقط از یک لایه یاخته های پوششی سنگ فرشی ساخته شده است و ماهیچه صاف ندارد. غشای پایه دیواره مویرگ ها: سطح بیرونی مویرگ ها را غشای پایه، احاطه می کند و نوعی صافی مولکولی برای محدود کردن عبور مولکول های بسیار درشت به وجود می آورد.

۵۳- تبادل مواد بین خون و بافت ها در مویرگ ها صورت می گیرد.

- دلایلی که مویرگ ها را برای تبادل مواد مناسب کرده است:

۱- دیواره نازک

۲- جریان خون کند

۳- ایجاد شبکه وسیعی در بافت ها

۴- فاصله بسیار کم با بیشتر یاخته های بدن

* فاصله بیشتر یاخته های بدن تا مویرگ ها حدود ۰/۲ میلی متر (۲۰ میکرومتر) است. ← این فاصله کم، مبادله سریع مولکول ها را از طریق انتشار، آسان تر می کند.

- برای تبادل مواد بین خون و بافت ها از طریق مویرگ ها، مولکول های مواد ممکن است :

۱- از غشای یاخته های پوششی مویرگ ها و یا ۲- از فاصله های بین این یاخته ها عبور کنند.

- دو نیروی مؤثر در تبادل مواد بین مویرگ و بافت ها:

(۱) فشار تراوشی : همان فشار خون است ← در سمت سرخرگی مویرگ، باعث خروج مواد از مویرگ می شود.

(۲) فشار اسمزی : به دلیل وجود پروتئین ها در خون است ← در سمت سرخرگی مویرگ باعث بازگشت مواد به مویرگ می شود.

- چگونگی تبادل مواد بین مویرگ و بافت ها:

در بخش سرخرگی مویرگ، فشار تراوشی، باعث خروج مواد از مویرگ می شود ← در این سمت مویرگ ، فقط بخشی از خوناب از مویرگ خارج شده و به بافت وارد می شود. مولکول های درشت (مثل بعضی پروتئین ها) از مویرگ خارج نمی شوند. ← فشار اسمزی درون مویرگ به تدریج افزایش می یابد. ← به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی درون مویرگ از فشار اسمزی بافت های اطراف آن بیشتر است. ← در نتیجه آب همراه با مولکول های متفاوت از جمله مواد دفعی یاخته ها، وارد مویرگ می شوند.

۱- یاخته های پوششی ارتباط تنگاتنگی دارند.

۲- منفذ ندارند. بنابراین ورود و خروج مواد را به شدت کنترل می کنند.

۲- مثال: در دستگاه عصبی مرکزی یافت می شوند.

۱- مویرگ های پیوسته

۱- منافذ فراوانی در غشای پوششی دارند.

۲- غشای پایه در این مویرگ ها ضخیم است که عبور مولکول های درشت

مثل پروتئین ها را محدود می کند.

۳- مثال: در کلیه یافت می شوند.

۲- مویرگ های منفذ دار

۵۴- انواع مویرگ ها

۱- فاصله یاخته های بافت پوششی آنقدر زیاد است که به صورت حفره هایی

در دیواره مویرگ دیده می شود.

۲- مثال: در جگر یافت می شوند.

۳- مویرگ های ناپیوسته

۵۵- خیز (ادم)

گاهی عواملی باعث می شوند که سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون کاهش یابد. ← در نتیجه، مایع بین سلولی بیش از حد طبیعی افزایش می یابد. ← بخش هایی از بدن، متورم می شود. ← به این تورم ناشی از افزایش بیش از حد مایع بین سلولی خیز یا ادم می گویند.

از عوامل خیز (ادم) می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- کمبود پروتئین های خون ۲- افزایش فشار درون سیاهرگ ها ۳- مصرف زیاد نمک ۴- مصرف کم مایعات

۵۶- سیاهرگ ها

■ سیاهرگ ها می توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند. به دلیل:

۱- داشتن فضای داخلی وسیع و ۲- دیواره ای با مقاومت کمتر

■ با اینکه باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ ها می شود اما با هم لازم است که عوامل دیگری هم به جریان خون در سیاهرگ ها کمک کنند. زیرا:

۱- فشار خون در سیاهرگ ها به شدت کاهش می یابد. ۲- در بیشتر سیاهرگ ها جهت حرکت خون به سمت بالا است.

■ عوامل مؤثر در حرکت خون درون سیاهرگ ها عبارتند از:

(۱) تلمبه ماهیچه اسکلتی:

✓ حرکت خون در سیاهرگ ها به ویژه در اندام های پایین تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه های اسکلتی وابسته است.

✓ انقباض ماهیچه های دست و پا، شکم و دیافراگم، به سیاهرگ های مجاور خود فشاری وارد می کنند تا خون درون آنها به سمت قلب حرکت کنند.

(۲) دریچه های لانه کبوتری:

✓ دریچه های لانه کبوتری در سیاهرگ های دست و پا (سیاهرگ های پایین تنه) وجود دارند.

✓ جریان خون را یک طرفه و به سمت بالا هدایت می کند.

✓ هنگام انقباض هر ماهیچه، در سیاهرگ مجاور آن ماهیچه، دریچه های بالایی باز می شود تا خون را به سمت بالا هدایت کند و دریچه های پایین، بسته می شوند تا خون به سمت پایین برنگردد.

(۳) فشار مکشی قفسه سینه:

✓ در هنگام دم به وجود می آید.

✓ در هنگام قفسه سینه باز می شود ← فشار از روی سیاهرگ های نزدیک قلب برداشته می شود ← و درون آنها فشار مکشی ایجاد می شود که خون را به سمت بالا می کشد.

۵۷- لنف: مایعی است که از مواد متفاوت و گویچه های سفید تشکیل شده است.



کار اصلی لنف: تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ ها به فضای میان بافتی نشت پیدا کرده، و به مویرگ برنمی گردند.

- ۵۸- بعضی مواقع نشت آب و مواد دیگر به فضای میان بافتی افزایش قابل توجهی پیدا می کند. مانند: ۱- هنگام ورزش ۲- بعضی بیماری ها
۵۹- لنف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون باز می گردد.

موسیر برگشت لنف به دستگاه گردش خون ← رگ های لنفی بزرگتر ← اتصال دو مجرای لنفی ← سیاهرگ های زیرترقوه ای چپ و راست ← بزرگ سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست

۶۰- تنظیم دستگاه گردش خون

- گره ضربان ساز، تکانه های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می کند تا چرخه ضربان قلب به طور منظم تکرار شود:
✓ در حالت عادی ← ضربان و برون ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام های بدن را برطرف می کند.
✓ در زمان های غیر معمول مثلاً در هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت ← برون ده قلب تغییر می کند تا بتواند نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام های بدن را برطرف می کند.

۶۱- ساز و کارهاییکه در تنظیم فعالیت دستگاه گردش خون نقش دارند عبارتند از:

- دستگاه عصبی خود مختار
- هورمون ها
- تنظیم موضعی جریان خون در بافت ها
- حفظ فشار سرخرگی توسط گیرنده ها

۱- نقش دستگاه عصبی خودمختار

- افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به وسیله اعصاب دستگاه عصبی خود مختار انجام می شود.
✓ اعصاب سمپاتیک (هم حس): افزایش فعالیت قلب
✓ اعصاب پاراسمپاتیک (پادهم حس): کاهش فعالیت قلب
*مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد.
*همکاری مراکز تنفس و مرکز تنظیم ضربان قلب، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص (مثل ورزش) به خوبی تأمین می کند.

۲- نقش هورمون ها

- وقتی در فشار روانی مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می گیریم، ترشح بعضی از هورمون ها از غدد درون ریز مثل فوق کلیه، افزایش می یابد. ← این هورمون ها مثلاً با اثر بر قلب، ضربان قلب و فشارخون را افزایش می دهند.

۳- تنظیم موضعی جریان خون در بافت ها

- افزایش کربن دی اکسید ← با گشاد کردن سرخرگ های کوچک ← میزان جریان خون را در آنها افزایش می دهد.

۴- نقش گیرنده ها در حفظ فشار سرخرگی

- گیرنده های زیر، پس از تحریک به مراکز عصبی پیام می فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای طبیعی بدن در شرایط خاص تأمین شود.

- (۱) گیرنده های حساس به فشار
- (۲) گیرنده های حساس به کمبود اکسیژن
- (۳) گیرنده های حساس به افزایش دی اکسید کربن
- (۴) گیرنده های حساس به افزایش یون هیدروژن

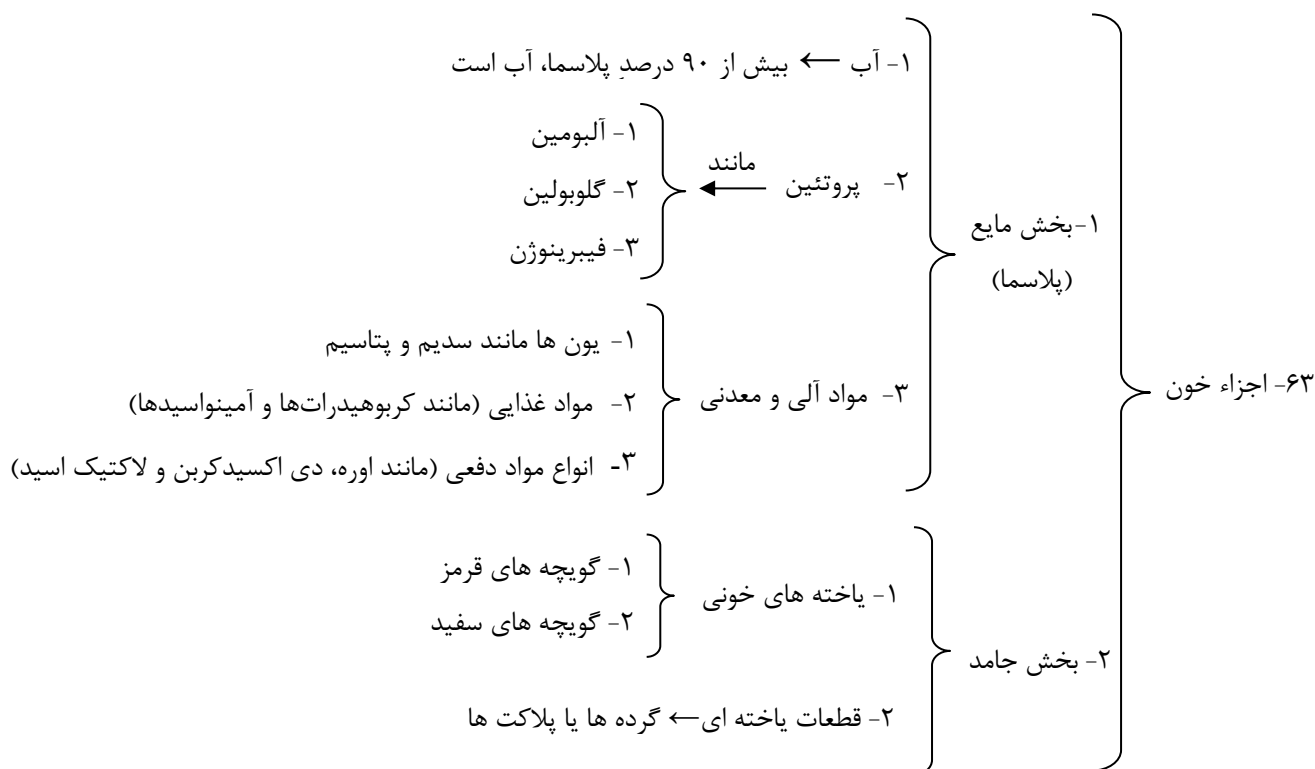
گفتار ۳: خون

۶۲- خون، نوعی بافت پیوندی است که به طور منظم و یک طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد. خون دارای دو بخش است:

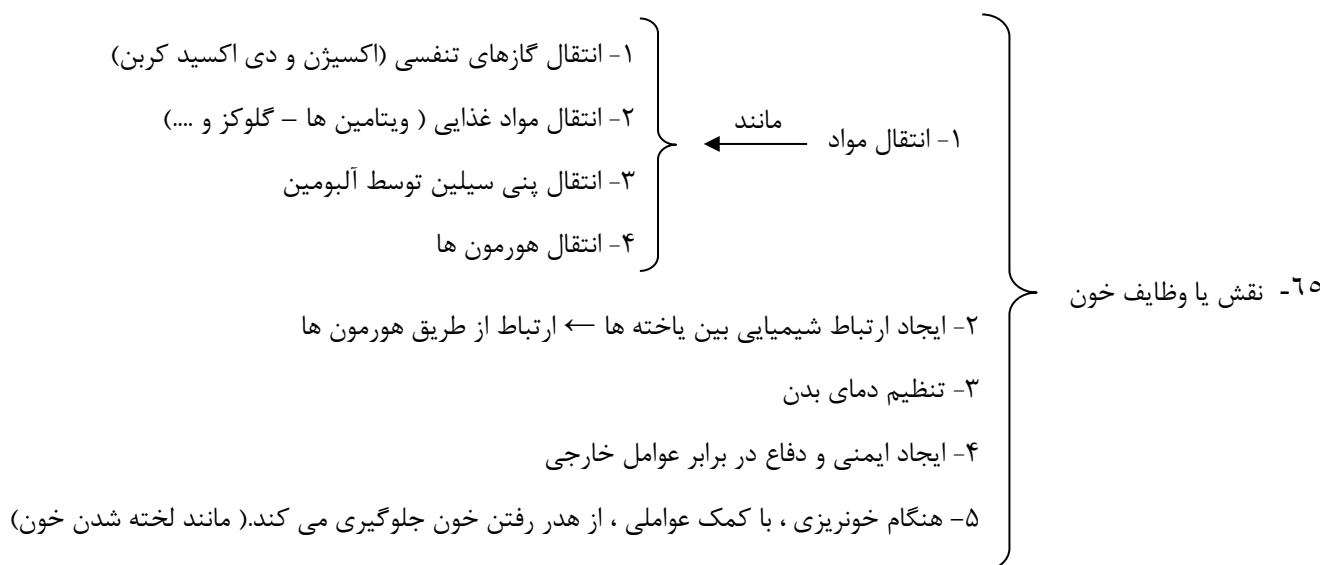
(۱) پلاسما که حالت مایع دارد.

(۲) بخش یاخته ای که گویچه های قرمز، گویچه های سفید و گرده ها (پلاکت) را شامل می شود.

*اگر مقداری از خون را گریزانه (سانتریفیوژ) کنیم، دو بخش خون از هم جدا می شود و می توان در صد هر کدام را مشخص کرد. معمولاً در فرد سالم و بالغ: ۵۵ درصد حجم خون را پلاسما تشکیل می دهد. و ۴۵ درصد را یاخته های خونی تشکیل می دهند.



۶۴- وجود یون های پتاسیم و سدیم در پلاسما، اهمیت زیادی دارد چون در فعالیت یاخته های بدن نقش کلیدی دارند.



۶۶- پروتئین های خوناب نقش های گوناگونی دارند از جمله:

- ۱- حفظ فشار اسمزی خون ۲- انتقال مواد ۳- تنظیم pH ۴- انعقاد خون ۵- ایمنی بدن
- نقش آلبومین ← ۱- در حفظ فشار اسمزی و ۲- انتقال بعضی داروها مانند پنی سیلین.
- نقش گلوبولین ها ← ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری زا
- نقش فیبرینوژن ← کمک به انعقاد خون
- بخش **یاخته ای خون شامل:** ۱- گویچه های قرمز ۲- گویچه های سفید ۳- پلاکت ها
- گویچه های قرمز و گویچه های سفید ← یاخته های خونی هستند.
- گرده ها (پلاکت ها) ← قطعاتی از یاخته هستند.

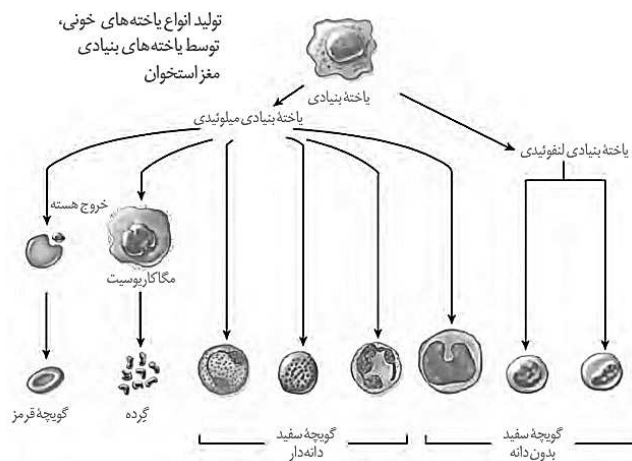
۶۷- تولید یاخته های خونی: در مغز استخوان یاخته های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، بخش یاخته ای خون را تولید می کنند.

۶۸- ویژگی یاخته های بنیادی مغز استخوان:

(۱) قدرت تقسیم زیاد

(۲) توانایی تولید انواع یاخته ها

- یاخته های حاصل از تقسیم یاخته بنیادی
- ۱- یاخته های لنفوییدی: در جهت تولید لنفوسیت ها عمل می کنند.
 - ۲- یاخته های میلوئیدی: سایر یاخته های خونی را می سازند.



- ۶۹- مکان ساخته شدن یاخته های خون
- ۱- دوران جنینی
 - ۱- کبد
 - ۲- طحال
 - ۳- مغز استخوان
 - ۲- در یک فرد بالغ ← در مغز استخوان و از تقسیم یاخته های بنیادی

۷۰- در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته های خونی را گویچه های قرمز تشکیل می دهند ← که به خون، ظاهری قرمز رنگ می دهند.

۷۱- تغییرات گویچه های قرمز هنگام تشکیل در مغز استخوان:

۱- هسته خود را از دست می دهند. ۲- سیتوپلاسم آنها از هموگلوبین پر می شود.

۷۲- ویژگی گویچه های قرمز:

- (۱) یاخته های کروی هستند که از دو طرف، حالت فرو رفته دارند. (مقعرالطرفین)
- (۲) در حالت بلوغ هسته ندارند.
- (۳) سیتوپلاسم (میان یاخته) آنها از هموگلوبین پر شده است.

۷۳- نقش اصلی گویچه های قرمز: انتقال گازهای تنفسی

۷۴- خون بهر (هماتوکریت): نسبت حجم گلبول های قرمز خون، به حجم خون که به صورت درصد بیان می شود را خون بهر می گویند.

۷۵- متوسط عمر گویچه های قرمز ۱۲۰ روز است.

* تقریباً یک درصد از گویچه های قرمز، روزانه تخریب می شود و باید جایگزین شود.

۱- در کبد
۲- در طحال } محل تخریب گویچه های قرمز مرده و آسیب دیده

۱- در کبد ذخیره می شود.
۲- همراه خون به مغز استخوان می رود ← و در ساخت دوباره گویچه های قرمز مورد استفاده قرار می گیرد. } آهن آزاد شده در فرایند تخریب گویچه های قرمز

۱- یون آهن
۲- اسید فولیک (نوعی ویتامین)
۳- ویتامین B۱۲ } مواد لازم برای ساخته شدن گویچه های قرمز

۷۷- فولیک اسید:

✓ نوعی ویتامین از خانواده B است.

✓ نقش: برای تقسیم طبیعی یاخته ای لازم است.

✓ کمبود آن باعث می شود: یاخته ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند ← تعداد گویچه های قرمز کاهش یابد.

✓ مهمترین منابع آهن و فولیک اسید: ۱- سبزیجات با برگ سبز تیره ۲- حبوبات ۳- گوشت قرمز ۴- جگر

✓ کارکرد صحیح فولیک اسید به وجود ویتامین B۱۲ وابسته است.

۷۸- منابع ویتامین B۱۲

(۱) در غذاهای جانوری وجود دارد.

(۲) مقداری در روده بزرگ توسط باکتری ها تولید می شود.

۷۹- تنظیم تولید گویچه های قرمز: در انسان تنظیم میزان گویچه های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپویتین بستگی دارد.

۸۰- هورمون اریتروپویتین

محل تولید: توسط گروه ویژه ای از یاخته های کلیه و کبد ساخته می شود و به درون خون ترشح می شود.

محل اثر: روی مغز استخوان اثر می کند.

نقش: سرعت تولید گویچه های قرمز را زیاد می کند.

میزان ترشح: این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه های قرمز را جبران کند. اما هنگام

کاهش مقدار اکسیژن خون این هورمون افزایش می یابد.

عامل محرک افزایش ترشح هورمون اریتروپویتین: کمبود اکسیژن

برخی عوامل مؤثر بر افزایش ترشح هورمون اریتروپویتین:

۱- کم خونی ۲- بیماری های تنفسی ۳- بیماری های قلبی ۴- ورزش های طولانی ۵- قرار گرفتن در ارتفاعات

اریتروپویتین از یاخته های خاصی در کبد و کلیه ترشح می شود.

بر روی سلول های بنیادی میلونیدی مغز استخوان اثر می کند.

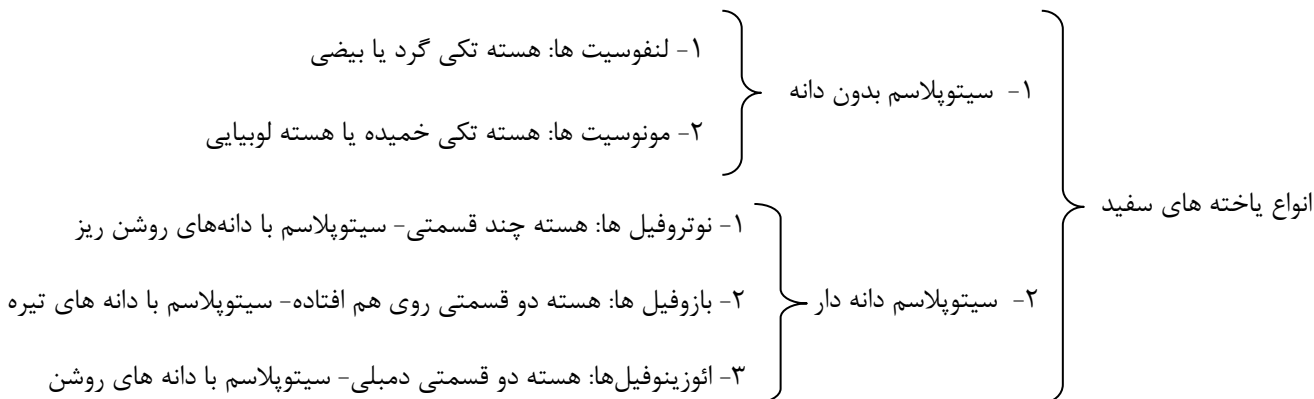
سرعت تولید گلبول های قرمز را افزایش می دهد.

۸۱- یاخته های خونی سفید

یاخته های خونی سفید ضمن گردش در خون، در بافت های مختلف بدن نیز پراکنده می شوند. ← ۱- درون رگ ها در خون و ۲- خارج از رگ ها در بین بافت ها وجود دارند.

نقش اصلی یاخته های خونی سفید: دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است.

یاخته های خونی سفید هسته دارند. (گلبول های سفید همگی تک هسته ای هستند. این هسته ممکن است یک، دو یا چند قسمتی باشد.)



۸۲- گرده ها (پلاکت ها)

✓ قطعات یاخته ای بی رنگ هستند.

✓ هسته ندارند.

✓ درون آن ها دانه های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارد.

✓ از گویچه های خون کوچک تر هستند.

محل تولید پلاکت ها: مغز قرمز استخوان

نحوه تولید: از قطعه قطعه شدن بخش میان یاخته ای یاخته های بزرگی به نام مگاکاریوسیت به وجود می آیند.

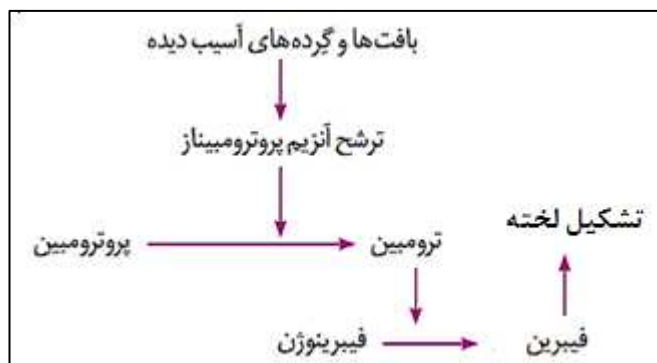
نقش گرده ها در جلوگیری از هدر رفتن خون

← در خونریزی های محدود با ایجاد درپوش:

در محل آسیب، پلاکت ها دور هم جمع می شوند ← به هم می چسبند ← درپوش ایجاد می کنند ← این درپوش جلوی جلوی خروج خون از رگ آسیب دیده را می گیرد.

← در خونریزی های شدید با ایجاد لخته خون:

گرده ها با آزاد کردن موادی و با کمک پروتئین های خوناب مثل فیبرینوژن، لخته ایجاد می کنند. ← تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خونریزی را می گیرد.



۸۳- لخته خون = گرده ها + فیبرین + یاخته های خونی

۸۴- وجود ویتامین k و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

گفتار ۴: تنوع گردش مواد در جانداران

۱- تک یاخته ای: تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می شود.
 ۲- پریاخته ای: به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته ها، همه یاخته ها با محیط بیرون ارتباط ندارند. ← لازم است در آنها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند.

۸۵- جانداران

۱- سامانه گردش آب
 ۲- حفره گوارشی
 ۳- سامانه گردش باز
 ۴- سامانه گردش بسته

۸۶- دستگاه های گردش مواد در جانوران پرسلولی

۱- ساده
 ۲- مضاعف

۸۷- سامانه گردش آب

- در بی مهرگانی مانند اسفنج ها دیده می شود.
 - مسیر سامانه گردش آب در اسفنج ها: آب از محیط بیرون از طریق سوراخ های دیواره به حفره یا حفره هایی وارد می شود، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ های بزرگ تری خارج می شود.

*عامل حرکت آب در اسفنج ها، یاخته های یقه دار هستند که تاژک دارند.

۸۸- حفره گوارشی

در ۱- هیدر و ۲- کرم های پهن آزادی مثل پلاناریا دیده می شود.

• حفره گوارشی در هیدر

- کیسه گوارشی پر از مایعات است.
 - کیسه گوارشی علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد.

• حفره گوارشی در کرم های پهن آزادی مثل پلاناریا

- انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می کند.
 - فاصله انتشار مواد تا یاخته ها بسیار کوتاه است.
 - حرکات بدن به جابه جایی مواد کمک می کند.

۸۹- در جانوران پیچیده تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می گیرد که در آن مایعی برای جابه جایی مواد وجود دارد.

در جانوران، دو نوع سامانه گردش مواد مشاهده می شود:

۱- سامانه گردش باز: در این سیستم همولنف از انتهای باز رگ ها خارج می شود.
 ۲- سامانه گردش بسته: در این سیستم همولنف از رگ ها خارج نمی شود.

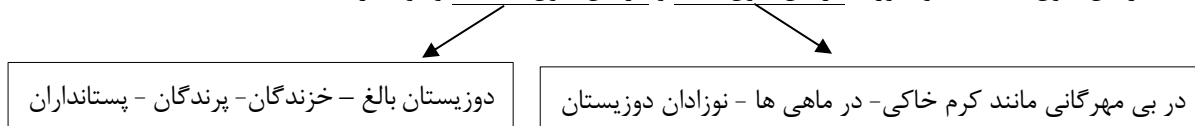
▪ سامانه گردش باز (گردش خون باز)

- در بسیاری از بی مهرگان دیده می شود.
 - بندپایانی مانند ملخ سامانه گردش باز دارند.
 - قلب مایعی به نام همولنف را به حفره های بدن پمپ می کند.
 همولنف نقش های خون، لنف و آب میان بافتی را بر عهده دارد.

- جانورانی که سامانه گردش باز دارند، مویرگ ندارند.
 - همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته های بدن آنها وارد می شود و در مجاورت آنها جریان می یابد.

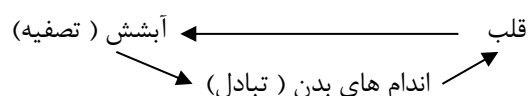
▪ سامانه گردش بسته (گردش خون بسته)

- در برخی از بی مهرگان وجود دارد. ← ساده ترین سامانه گردش بسته در کرم های حلقوی، نظیر کرم خاکی وجود دارد.
- در تمام مهره داران وجود دارد. ← ماهی ها، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران
- جانورانی که سامانه گردش بسته دارند، مویرگ دارند.
- در این سامانه مویرگ ها در کنار یاخته ها و با کمک آب میان بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می دهند.
- گردش خون بسته به دو صورت گردش خون ساده و گردش خون مضاعف وجود دارد.



۹۰- گردش خون بسته ساده:

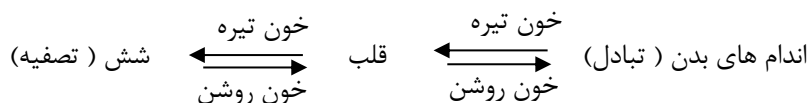
- در گردش خون بسته و ساده، خون در هر بار گردش فقط یک بار از قلب عبور می کند.



- مزیت گردش خون ساده، انتقال یکباره خون اکسیژن دار به تمام مویرگ های اندام های بدن است.

۹۱- گردش خون بسته مضاعف:

- در گردش خون مضاعف، خون در هر بار گردش کامل دو بار از قلب عبور می کند.



- در گردش خون مضاعف قلب به صورت دو تلمبه عمل می کند:

(۱) یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی فعالیت می کند. (۲) تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی، فعالیت می کند.

- سامانه گردش مضاعف، از دوزیستان به بعد، شکل گرفته است.

۹۲- قلب حفره ای در:

- ماهی ها : دو حفره ای ← یک دهلیز و یک بطن
- دوزیستان : سه حفره ای ← دو دهلیز و یک بطن
- خزندگان : چهار حفره ای ← دو دهلیز و دو بطن
- پرندگان : چهار حفره ای ← دو دهلیز و دو بطن
- پستانداران : چهار حفره ای ← دو دهلیز و دو بطن

۹۳- سامانه گردش بسته مضاعف در ماهی ها

- قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.
- خون همه بدن از طریق سیاهرگ شکمی به دهلیز و سپس به بطن وارد می شود.
- انقباض بطن، خون را از طریق سرخرگ شکمی به آبشش ها می فرستد.
- پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پستی به تمام بدن می رود.
- خون پس از تبادل مویرگی با یاخته های بدن وارد سیاهرگ شکمی می شود و به قلب برمی گردد.

مسیر گردش خون در ماهی:

سیاهرگ شکمی (CO₂) ← سینوس سیاهرگی ← دهلیز ← بطن ← مخروط سرخرگی ← سرخرگ شکمی (CO₂) ← آبشش ها ← سرخرگ پستی (O₂) ← اندام ها ← سیاهرگ شکمی (CO₂)

۹۴- سامانه گردش بسته مضاعف در دوزیستان

- دوزیستان بالغ قلب سه حفره ای (دو دهلیز و یک بطن) دارند.
- دهلیز چپ دارای خون روشن و دهلیز راست دارای خون تیره است.
- خون روشن و خون تیره درون بطن، با هم مخلوط می شوند.
- بطن، خون را یک بار به شش ها و پوست و سپس به بقیه بدن تلمبه می کند.

۹۵- قلب و سامانه های گردش در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان

- در پرندگان و پستانداران خون تیره و خون روشن، مخلوط نمی شوند.
- جدایی کامل بطن ها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان (مانند کروکودیل) رخ می دهد.
- جدایی کامل بطن ها حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می کند.
- تفکیک کامل بطن ها در پرندگان و پستانداران ← افزایش فشار خون ← افزایش سرعت خونرسانی به بافت ها ← رسیدن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت ها