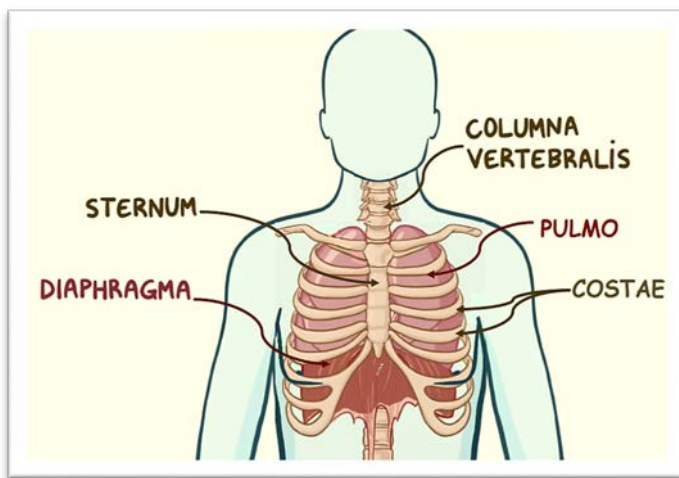


Серцево-судинна система.

(основні поняття)

Кровоносну систему також називають серцево-судинною системою, де **«карді»** відноситься до серця, а **«судинна»** відноситься до кровоносних судин. Отже, це дві ключові частини: серце, яке перекачує кров, та кровоносні судини, які несуть кров у тіло та повертають її назад у серце. Зрештою, саме так поживні речовини, та кисень, потрапляють до органів і тканин, які його потребують, і видаляються відходи, такі як вуглекислий газ, який є основним побічним продуктом клітинного дихання.

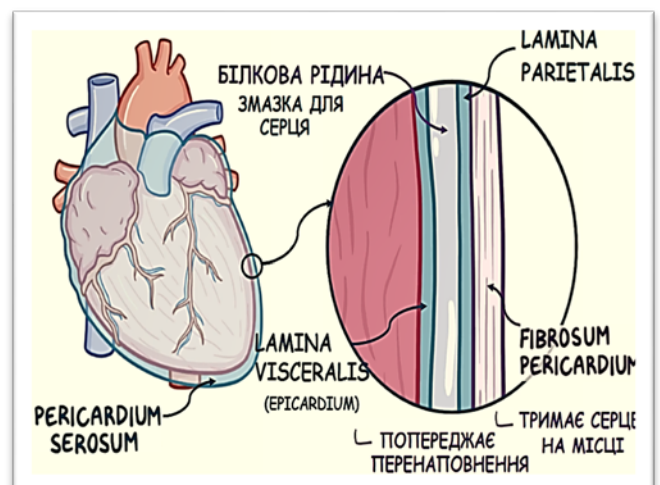


Серце розміром з кулак людини, і тому логічно, що у більшої людини кулак більше, а отже, і серце більше. Воно має форму конуса, розташоване в середостінні, яке є серединою грудної порожнини або грудної клітини, і трохи зміщено вліво. Серце розташоване поверх **діафрагми**, (яка є основним м'язом, що допомагає при диханні), позаду **грудини**,

попереду **хребців**, стиснене між двома **легенями** і захищене **ребрами**.

Якщо ви подивитесь уважніше, то побачите, що серце знаходиться всередині мішка з рідиною, що має дві стінки, і це називається **перикардом**. Він складається із **двох шарів**: зовнішнього – **фіброзного** і внутрішнього – **серозного**. **Зовнішній шар** - фіброзний перикард, біля великих судин переходить в адвентицію.

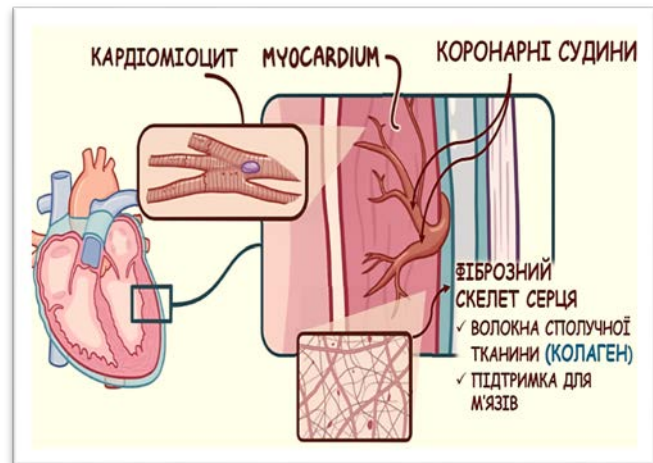
Серозний перикард, має дві пластинки – **парієтальну**, котра покриває внутрішню поверхню фіброзного перикарду, який складається з жорсткої, щільної сполучної тканини, що утримує серце на місці і запобігає його переповненню кров'ю, і **вісцеральну**, яка вкриває серце із зовні і називається – **епікардом**.



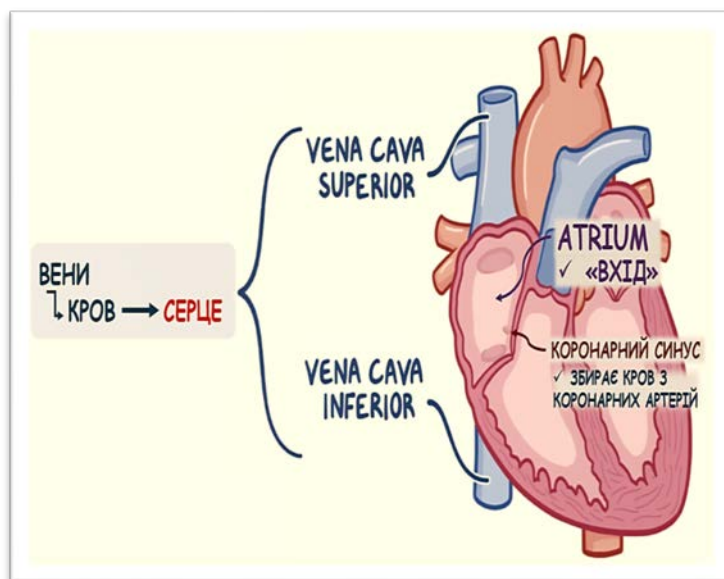
Клітини серозного перикарда, як парієтальний, так і вісцеральний шар виділяють багату білком рідину, яка заповнює простір між цими шарами і служить «мастилом» для серця, дозволяючи йому трохи рухатися з кожним ударом серця, не відчуваючи занадто сильного тертя.

Отже, рухаючись зовні всередину серця, після епікарда йде **міокард**, що є м'язовим **середнім** шаром. Це становить основну частину серцевої тканини, тому що ці клітини серцевого м'яза скорочуються та перекачують кров. На

додаток до серцевих м'язових клітин існують волокна сполучної тканини, що складаються з колагену, які разом утворюють фіброзний серцевий скелет, що підтримує м'язову тканину. Міокард також має спеціальні кровоносні судини, які називаються **коронарними судинами**, які лежать зовні серця, а потім проникають у міокард, щоб

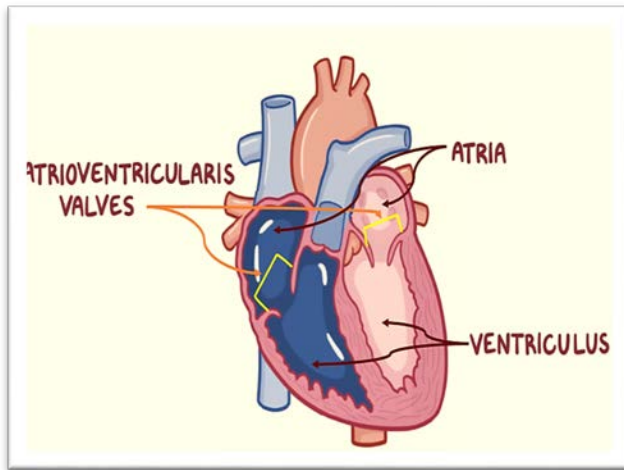


доставити кров до цього шару. Нарешті, є найвнутрішній шар серця, званий **ендокардом**, який складається з відносно тонкого шару ендотелію, який являє собою той самий шар клітин, що вистилає судини. Цей ендокард вистилає **серцеві камери** та **серцеві клапани**.



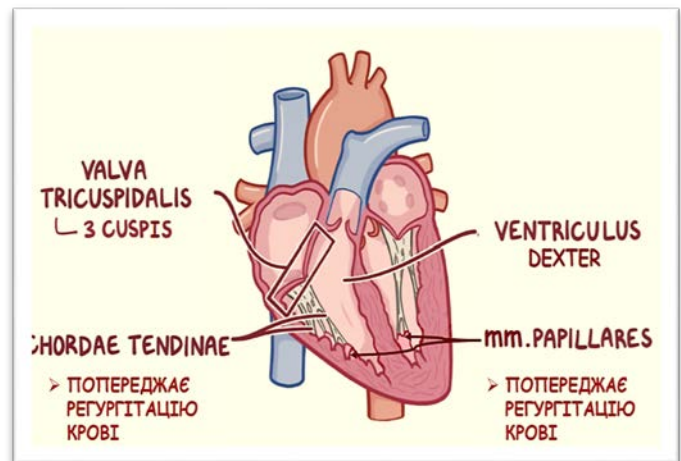
Отже, у праву частину серця деоксигенована кров надходить або через верхню кровоносну судину, звану **верхньою порожнистою веною**, або знизу, через іншу кровоносну судину, звану **нижньою порожнистою веною**, у праве передсердя. Обидві порожнисті вени є венами, які несуть кров до серця. Є також крихітний третій отвір у праве передсердя, зване

коронарним синусом, яке збирає кров із коронарних судин, що повертаються з міокарда.



Тепер вся ця кров проходить через перший із двох **атріоventрикулярних клапанів**, які відокремлюють передсердя від шлуночків. Це так званий **трикуспідальний клапан**, і він пропускає кров у правий шлуночок. Тристулковий клапан (*інша назва*) має три маленькі стулки, і кожна стулка виглядає як парашут, тому що від неї відходять крихітні нитки, які називаються **сухожильними**

хордами, котрі «прив'язують» стулку до невеликого м'яза, званого папілярним м'язом. Коли серце скорочується, цей папілярний м'яз утримує сухожильні хорди в натягнутому стані, і обидва вони допомагають запобігти регургітації (*зворотній рух*) крові назад у передсердя, дозволяючи їй витікати тільки в певному напрямку, в сторону шлуночка.

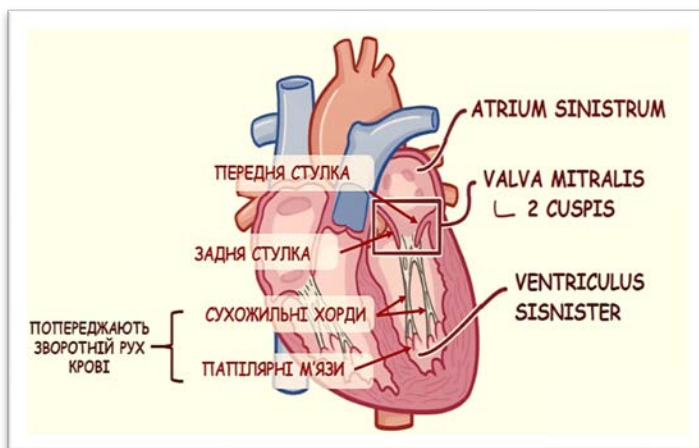


При скороченні (*систолі*) шлуночка, кров виштовхується в легеневий стовбур, через **легеневий клапан**, який, як і тристулковий клапан, має три стулки, а також запобігає руху крові назад, але, на відміну від тристулкового клапана, легеневий клапан не має жодної з цих сухожильних хорд. Пройшовши легеневий клапан, кров потрапляє в легеневі артерії, які несуть кров від серця до лівої та правої легені. Просто пам'ятайте, що артерії починаються з «а» та несуть кров «від серця», но не завжди вони несуть артеріальну крові, як в даному випадку.

Кров йде з легеневої артерії в **легеневу артеріолу**, а потім в капіляр, який є найменшою судиною. У легенях капіляри розташовані поруч із невеликим мішечком з повітрям, так званою **альвеолою**, а коли їх багато, вони називаються **альвеолами**. До цього моменту кров була насичена вуглекислим газом, через що кров виглядає темно-червоною, а не синьою, як її зазвичай малюють, так її малюють, щоб відобразити різницю між артеріальною і

венозною кров'ю. Тепер, на цьому етапі шляху, вуглекислий газ переміщається з капілярів в альвеоли, а кисень - з альвеол в кров.

У крові кожен еритроцит містить мільйони білків **гемоглобіну**, і кожен з цих гемоглобінів може зв'язуватися з **чотирма молекулами кисню**, тому кожен еритроцит може нести мільйони молекул кисню при повному завантаженні! Збагачена киснем кров рухається у венули, а потім у легеневу вену, яка скидає кров у **ліве передсердя**. Цей шлях - з правого шлуночка серця через легеневу артерію в легені і назад у ліве передсердя серця - називається **малим колом кровообігу**.

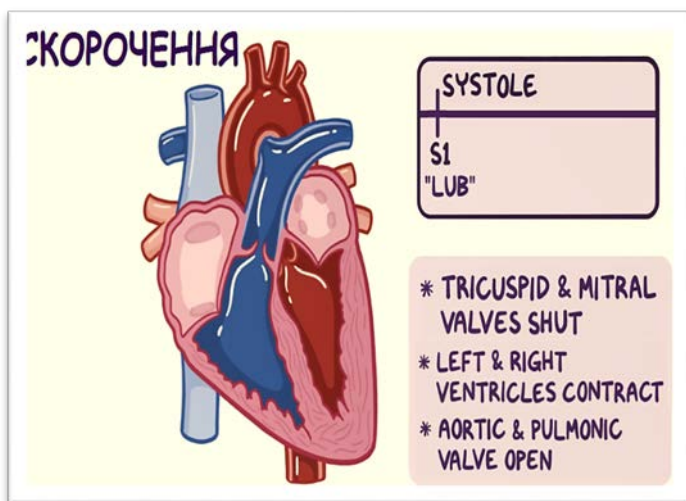
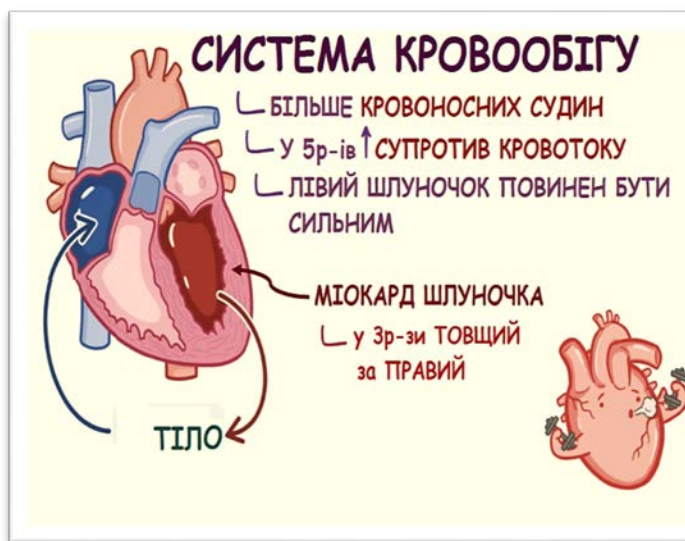


Після входу в **ліве передсердя** кров проходить через **другий атріовентрикулярний клапан**, званий **мітральним клапаном** (двохстулковий, інша назва) у лівий шлуночок. Мітральний клапан має тільки дві стулки одна спереду називається **передньою стулкою**, яка трохи менша, а інша ззаду називається

задньою стулкою. В обох від них відходять сухожильні хорди, які «прив'язують» клапан до папілярних м'язів лівого шлуночка. Подібно до правих відділів серця, коли воно скорочується, це запобігає руху крові назад.

Нарешті, кров із **лівого шлуночка** викидається через **аортальний клапан**, який зазвичай має **три стулки**, в аорту, найбільшу артерію в організмі. Так само, як і в легенях, аорта розгалужується на артеріоли, які є дрібнішими артеріями, і, нарешті, на капіляри, які є найдрібнішими, і вони знаходяться в органах та тканинах. В органах еритроцити розташовуються поруч із тканинними клітинами, віддають кисень і поглинають вуглекислий газ, що по суті протилежно тому, що відбувається у легенях (*альвеолах*). Насичена вуглекислим газом, кров набуває темно-червоного кольору, знову показаний синім кольором і починає зворотній шлях до серця, входячи в дрібні венули, а потім у більші вени. Тепер кров з нижньої половини тіла впадає в нижню порожнисту вену, а кров з верхньої половина тіла, впадає у верхню порожнисту вену, обидві з яких скидають кров назад у праве передсердя.

Отже, ця подорож – від лівого шлуночка серця до тіла та назад до правого передсердя – називається **великим колом кровообігу** (або *системним кровообігом*). Тепер, порівняно з малим колом кровообігу, системний має набагато більше кровоносних судин, а це означає, що опір кровотоку приблизно в **5 разів більше**, а значить, що через нього набагато важче перекачувати кров, навіть якщо це така ж кількість крові, в порівнянні з малим колом кровообігу. Через цю різницю лівий шлуночок повинен бути сильнішим, тому м'язовий шар стінки лівого шлуночка - або його міокарда - в **три рази товщий**, ніж м'язовий шар



міокарда правого шлуночка.

Отже, давайте трохи поговоримо про це «накачування». Кожен удар серця звучить приблизно так: "лаб-даб, лаб-даб". Отже, **перший тон** серця - «лаб», називається **S1**, і його звук походить від захлопування **тристулкового і мітрального** клапанів, коли лівий і правий шлуночки скорочуються, що

відбувається приблизно в один і той же час. Відразу після звуку **S1 аортальний клапан і клапан легеневої артерії відкриваються**, дозволяючи крові виштовхуватися в тіло, і цей період називається **систолю шлуночків**. Другий тон серця - «даб», називається **S2**, і його звук утворюється внаслідок **закриття клапанів аотри та легеневого стовбуру**, щоб запобігти зворотному потоку крові після того, як вона залишає шлуночки, що фактично завершує систолу. Відразу **після** звуку **S2 тристулковий та мітральний клапани знову відкриваються**, дозволяючи крові знову заповнити шлуночки, і цей період часу називається **діастолю шлуночків** Ось і все, кожне серцебиття можна розбити на **систолю та діастолю**. Таким чином,

систоличний артеріальний тиск - це тиск в артеріях, коли шлуночки



виштовхують кров під високим тиском у відповідні кола кровообігу, а діастолічний артеріальний тиск - це коли шлуночки наповнюються

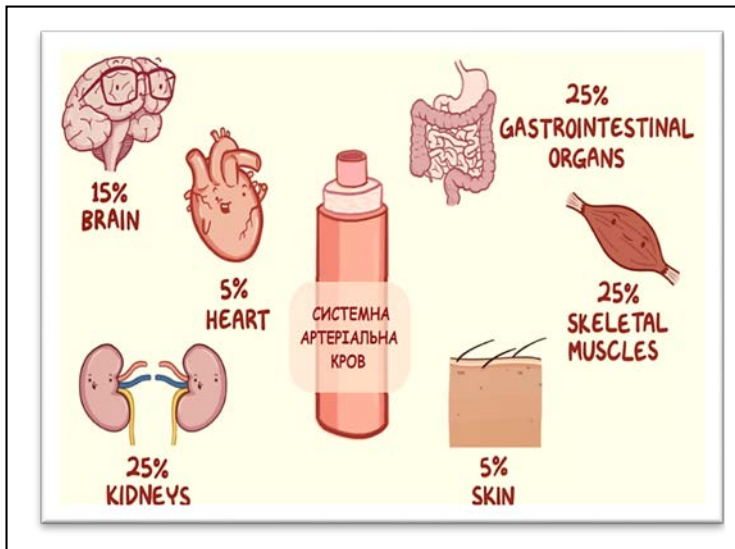


великою кількістю крові, тому тиск буде трохи нижчим.

Отже, якщо ми трохи спростимо цю задачу, то та кількість крові, що виштовхується будь-яким шлуночком за певний період часу, називають **серцевим викидом**. А швидкість, з якою вени повертають кров назад у передсердя, називається **венозним поверненням** — досить легко запам'ятати, чи не так? Оскільки кровоносна система є замкнутим контуром, серцевий викид і венозний викид рівні.

Отже, давайте скористаємося деякими цифрами, щоб зробити це трохи конкретнішим. Припустимо, за одне скорочення шлуночків викидається приблизно 70 мл при частоті серцевих скорочень 70 ударів за хвилину (або 70 скорочень за хвилину). Тоді 70×70 становить 4900 мл за хвилину, що у літрах становить 4,9 л за хвилину. Це означає, що це серце працює зі швидкістю 4,9 л на хвилину.

У середньої дорослої людини в організмі близько **5 літрів крові**, що не одне і теж відносно до серцевого викиду. Тепер, взявши цей загальний обсяг крові, то **10%** цього (або близько **0,5 л**) знаходиться в **легеневих артеріях, капілярах і венах**, що становлять мале коло кровообігу, а **5%** (або **0,25 л**) знаходяться в одній із чотирьох камер серця. Ще **15%** (або **750 мл**) знаходиться в системних артеріях, що відходять від серця, **5%** (або **250 мл**) - у системних капілярах, а решта **65%** (або **3,25 л**) - у системних венах, що повертаються до серця. Тепер, з точки зору того, куди прямує вся ця системна артеріальна кров



– близько **15 %** надходить у мозок, **5 %** живить саме серце, **25 %** – у нирки, ще **25 %** – у шлунково-кишкові органи, ще **25 %** – у скелетні м'язи, а останні **5%** йдуть на шкіру. Ці цифри можуть змінюватися, наприклад, під час вправ, але це дає вам загальне уявлення про те як відбувається кровообіг.

Отже, це була системна артеріальна кров, але ви помітили, що в системних венах набагато більше крові, при цьому артерії зазвичай мають менший об'єм, але при цьому знаходяться під набагато вищим тиском. Навпаки, вени є судинами великого обсягу з низьким тиском. Це пояснює, чому артерії та вени мають різну будову. Наприклад, вени часто мають клапани, які допомагають боротися з гравітацією та підтримувати струм крові в одному напрямку назад до серця, тоді як артерії не потребують цих клапанів, тому що вони знаходяться під вищим тиском.

Якщо ми уважно подивимося на кровоносні судини, то побачимо, що вони складаються з трьох шарів, також званих **«оболонками»**, або покриттями, що оточують просвіт судини, тобто порожню частину судини,



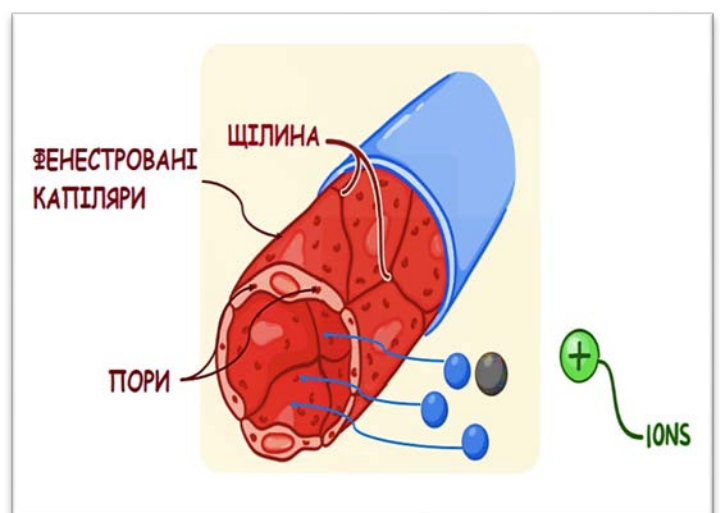
що містить кров. Сама внутрішня оболонка - це **tunica intima**, яка включає ендотеліальні клітини, що створюють гладку поверхню, що зводить до мінімуму тертя при русі крові. Далі йде **tunica media** або середня оболонка, яка в основному складається з гладком'язових клітин і білка еластину. Клітини внутрішньої, так і середньої оболонки зазвичай отримують необхідні їм поживні речовини з крові. Нарешті, є **tunica externa**, або зовнішня оболонка, яка складається з вільно сплетених волокон білка колагену, яка захищають та зміцнює кровоносну судину та фіксує її на місці. У зовнішній оболонці також є

нервові волокна, лімфатичні судини, а у найбільших судинах, білок еластин. Ще більш ускладнює ситуацію те, що деякі величезні судини мають зовнішню оболонку, яка настільки товста, що потребує власного кровопостачання! Таким чином, є крихітні кровоносні судини, які називаються **vasa vasorum**, що означає «судини судин», які повзуть по зовнішній оболонці, щоб доставляти поживні речовини до цього шару стінки кровоносної судини.

Так, найбільші артерії, розташовані найближче до серця, а саме **аорта**, її головні гілки та **легеневі артерії**, мають таку кількість еластину у зовнішній та середній оболонках, що їх називають артеріями **еластичного типу**. Ці судини справді еластичні - ніби спандекс - і це те, що дозволяє цим артеріям зберігати свою форму, а також поглинати і вирівнювати систолічний і діастолічний тиск. Ці артерії зрештою розгалужуються на **артеріоли**, найменші з артерій. В артеріолах середня оболонка може скорочуватися у відповідь на гормони та вегетативну нервову систему, що називається **вазоконстрикцією**, коли просвіт стає набагато меншим, що знижує приплив крові до капілярного русла і, зрештою, до органу або тканини. Крім того, ці судини можуть розслаблятися або розширюватися, а діаметр просвіту збільшується, що забезпечує більший кровотік.

Цей процес також може допомогти у контролі температури або терморегуляції, тому що кров несе багато тепла, і коли вона наближається до поверхні шкіри, більша частина цього тепла втрачається. Таким чином, при розширенні судин артеріол втрачається більше тепла, що, допомагає знизити температуру тіла. Так само, якщо ви хочете підвищити температуру тіла, звуження судин зменшує кровотік, що означає, що через поверхню шкіри втрачається менше тепла.

Нарешті, стінки капілярів зазвичай мають товщину всього в одну клітину - тільки шар **інтими оболонки**, а деякі більші судини ще мають шар субендотеліальної базальної мембрани, який є шаром білка відразу за ендотеліальними клітинами, який забезпечує додаткову підтримку. Капіляри не тільки дозволяють кисню та вуглекислому газу текти вперед і назад, але і є місцем, куди можуть доставлятися поживні речовини, такі як глюкоза, і куди рідина може виходити з кровоносної судини, це **інтерстиціальний простір**,



тобто у простір між кровоносними судинами та клітинами. Водорозчинні речовини, такі як **іони**, перетинають стінки капілярів або через **щілини**, які розташвані між ендотеліальними клітинами, або через великі **пори** в стінках **фенестрованих капілярів**. Крім цього ліпідо- або жиророзчинні молекули, а також кисень і вуглекислий газ, можуть розчинятися і потім дифундувати через мембрани ендотеліальних клітин.

На іншому кінці **капілярного русла** знаходиться **венула**, а **артеріолу** з венулою зазвичай безпосередньо з'єднує капілярне русло. Судини які знаходяться перед капілярним руслом і після нього називають відповідно **прекапіляр** (*інша назва метартеріолою*) і **посткапіляр**.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ

Добре, коротко про головне, мале коло кровообігу йде від правого шлуночка, який перекачує кров у легені, звідки потім насичена киснем кров прямує у ліве передсердя, після чого вона потрапляє у велике коло кровообігу, починаючи з лівого шлуночка, який перекачує кров до тіла, а потім у праве передсердя повертається дезоксигенована кров і все починається спочатку!