***Практичне заняття № 26***

*Тема:***Загальна анатомія кровоносних судин. Судини малого кола кровообігу**

*План:*

1. Характеристика артеріальних судин.
2. Будова стінки артерії.
3. Будова судин гемомікроциркуляторного русла.
4. Характеристика і будова стінки венозних судин.
5. Кровопостачання та іннервація судин.
6. Кола кровообігу.
7. Судини малого (легеневого) кола кровообігу.

До **кровоносних судин (vasa sanguinea)** належать ***артерії (arteriae)***, по яких кров відтікає від серця, ***вени (venae)***, по яких кров надходить до серця, і ***судини гемомікроциркуляторного русла***, розташованих між артеріями і венами.

Віддаляючись від серця, артерії галузяться, їхній калібр поступово зменшується до дрібних передкапілярних артеріол, які у товщі органів переходять в капіляри, що утворюють гемокапілярну сітку. Капіляри продовжуються у закапілярні венули та венули, які зливаються і утворюють вени. Вени також зливаються, їхній діаметр поступово збільшується, по них кров надходить до серця.

Кровоносні судини відсутні лише в епітеліальному покриві шкіри і слизових оболонок, у волоссі, нігтях, рогівці ока і суглобових хрящах.

***1. Характеристика артеріальних судин***

Залежно від товщини (діаметра) ***артерії*** поділяються на великі, середні і дрібні.

Артерії, що кровопостачають стінки тіла, називаються *пристінковими (arteriae parietales)*, артерії внутрішніх органів - *нутрищевими (arteriae viscerales)*. До входження артерії в орган вона називається органною, а ввійшовши в орган – внутрішньоорганною. Внутрішньоорганні артерії галузяться в межах органа і кровопостачають його окремі структурні частини (частки, сегменти, часточки). Багато артерій отримали свою назву за назвою органу, який вони кровопостачають (ниркова артерія, селезінкова артерія). Деякі артерії отримали свою назву в зв'язку з рівнем їх відходження (початку) від більш великої судини (верхня брижова артерія, нижня брижова артерія), за назвою кістки, до якої прилягає судина (ліктьова артерія, променева артерія), за напрямком судини (огинальна артерія клубової кістки, присередня огинальна артерія стегна), а також за глибиною розташування: поверхнева або глибока артерія. Дрібні судини, що не мають спеціальних назв, позначаються як *артеріальні гілки (rami arteriosi)*.

На шляху до органу або в самому органі артерії розгалужуються на більш дрібні судини. Розрізняють магістральний тип розгалуження артерій і розсипний. При магістральному типі є основний стовбур - магістральна артерія і від неї поступово відходять бічні гілки. У міру відходження бічних гілок діаметр артерій поступово зменшується. При деревоподібному типі артерія після відгалуження від магістральної судини відразу галузиться на дві і більше гілок. Таке галуження нагадує крону дерева.

Виділяють також артерії, що забезпечують окружний протік крові, в обхід основного шляху, - ***обхідні судини (vas collaterale; від латинського слова lateralis – бічний).*** При ускладнені руху по основній (магістральній) артерії кров може текти по колатеральним судинам, які починаються або від спільного з магістральною судиною гирла, або від різних гирл і закінчуються в загальній для них судинній мережі.

Обхідні судини, що з'єднуються з гілками інших артерій, виконують роль ***артеріальних анастомозів***. Розрізняють міжсистемні артеріальні анастомози - з'єднання між різними гілками різних артерій і внутрішньосистемні анастомози - з'єднання між гілками однієї артерії.

Незважаючи на варіабельність, архітектоніка кровоносних судин має певні закономірності. Між планом будови скелета і числом магістральних артерій є певні відповідності. Так, хребетний стовп супроводжує аорта, ключицю - підключична артерія. На плечі (одна кістка) є одна плечова артерія, на передпліччі (дві кістки - променева і ліктьова) - дві однойменні артерії. Відповідно до принципів двобічної симетрії і сегментної будови тіла людини більшість артерій парні, а багато артерій, що кровопостачають тулуб, є сегментними.

Артерії прямують до відповідного органа найкоротшим шляхом, приблизно по прямій лінії, що з’єднує артеріальний стовбур з органом. Кожна артерія кровопостачає прилеглі органи. Якщо у внутрішньоутробному періоді розвитку орган переміщується, то артерія видовжується і проходить за ним до місця його остаточного розташування. До органів артерії підходять із внутрішньої їх сторони, зверненої до джерела кровопостачання - аорти або іншої великої судини, а в орган артерія або її гілки в більшості випадків входять через його ворота або стінку.

Закономірності розгалуження артерій в органах визначаються планом будови органу, розподілом і орієнтацією в ньому пучків сполучної тканини. В органах, що мають часточкову будову (легеня, печінка, нирка), артерія вступає у ворота і далі розгалужується відповідно часткам, сегментам і часточкам. До порожнистих (трубчастих) органів (кишечник, маткові труби), артерії підходять з одного боку трубки, а їх гілки мають колоподібний або поздовжній напрямок. Увійшовши в орган, артерії багаторазово розгалужуються до артеріол. Кількість артерій, що входять в орган, і їх діаметр залежать не тільки від величини органу, а й від його функціональної активності. В органи, що побудовані з волокнистих структур (м’язи, зв’язки, нерви), артерії входять у декількох місцях і галузяться вздовж волокон.

Артерії кінцівок розташовані на згинальних поверхнях. Якби артерія була розташована на розгинальному боці, то при згинанні вона б перерозтягнулася і втратила цілісність.

Кровоносні судини – тонкостінні, тому мають надійний захист від пошкоджень і стиснень. Цю захисну функцію виконують кістки, різні борозни і канали, утворені кістками, м’язами і фасціями.

На шляху до суглобів від магістральних артерій відходять бічні артерії, а їм назустріч - від нижчих відділів магістральних артерій - зворотні артерії. Анастомозуючи між собою по колу суглобів, вони утворюють ***суглобові артеріальні сітки (retae arteriosi articulares)***, що забезпечують безперервне кровопостачання суглоба при рухах.

***2. Будова стінки артерії***

Стінка артерії складається з трьох оболонок: внутрішньої оболонки, середньої оболонки і зовнішньої оболонки.

***Внутрішня оболонка (tunica intima)*** утворена ендотелієм, що складається із ендотеліоцитів. Тонка базальна мембрана відокремлює ендотелій від підендотеліального шару, що представлений пухкою сполучною тканиною, тонкі еластичні і колагенові волокна якої розташовані поздовжньо. Між цими волокнами розміщені малодиференційовані сполучнотканинні клітини зірчастої форми. У внутрішній оболонці містяться поздовжньо орієнтовані гладкі міоцити. Внутрішня оболонкавідокремлена від середньої оболонки внутрішньою еластичною мембраною.

***Середня оболонка (tunica media)*** утворена гладком'язовими клітинами, які розташовані спіралеподібно, а також еластичними і колагеновими волокнами. Усі еластичні елементи середньої оболонки утворюють єдину систему, що надає судині еластичності під час розтягування і стиснення, не дає їй спадатися, забезпечуючи безперервність кровоплину. Від зовнішньої оболонки її відділяє зовнішня еластична мембрана.

***Зовнішня оболонка (адвентиція) (tunica externa (adventltia))*** дуже тонка, утворена пухкою волокнистою неоформленою сполучною тканиною, що складається з численних поздовжніх та колових пучків еластичних і колагенових волокон. Між цими волокнами містяться гладкі міоцити і клітини сполучної тканини. Зовнішня оболонка містить нерви судини судин.

Залежно від особливостей будови стінок, артерії поділяють на 3 типи: артерії еластичного типу, артерії м’язового типу і артерії змішаного типу.

**Артерії еластичного типу** – є судинами великого калібру (аорта, легеневий і плечо-головний стовбури), мають широкий просвіт, їх внутрішня оболонка товста, складає приблизно 1/5 товщини стінки судини. Внутрішня еластична мембрана відсутня, але її замінює густе сплетення еластичних волокон, зовнішній шар яких орієнтований поздовжньо, а внутрішній шар має коловий хід. Середня оболонка побудована переважно з еластичних волокон. Між еластичними мембранами залягають короткі веретеноподібні гладкі міоцити, їх відносно мало. Така конструкція середньої оболонки забезпечує високу еластичність артерій великого калібру.

Наявність великої кількості еластичних волокон протидіє надмірному розтягненню аорти і легеневого стовбура кров'ю, що надходить із шлуночків серця під час їх скорочення (систоли). Еластичні сили стінок артерій, наповнених кров'ю під великим тиском, також сприяють плавному, а не поштовхоподібному плину крові із великою швидкістю та під високим тиском (0,5–1,0 м/сек. і 120 мм рт. ст. в аорті) по судинах під час розслаблення (діастоли) шлуночків, тобто забезпечують безперервний рух циркуляції крові по судинах великого і малого (легеневого) кола кровообігу.

**Артерії змішаного типу**, або **артерії м’язовоеластичного типу**, є судинами середнього калібру (підключичні, загальні сонні та загальні клубові артерії), в їх середній оболонці міститься приблизно однакова кількість еластичних і м’язових елементів, вони розподілені рівномірно, мало колагенових волокон і фібробластів. Колагенові та еластичні волокна зовнішньої оболонки переплітаються, орієнтовані переважно поздовжньо.

Артерії змішаного типуздатні змінювати свій діаметр, тобто величину просвіту, одночасно зберігаючи стійкість до високого тиску крові завдяки еластичним структурам стінки судин.

**Артерії м’язового типу** (більшість артерій) – артерії середнього і всі артерії малого калібру. За будовою стінок артерії м’язового типу істотно відрізняються від артерій еластичного і мішаного типів насамперед конструкцією середньої оболонки. Із зменшенням калібру артерій зменшується відносний вміст еластичних структур і відповідно збільшується кількість гладких міоцитів. Така конструкція середньої оболонки відповідає гемодинамічним умовам, бо артерії м’язового типу віддалені від серця, тиск крові в них нижчий, тому скорочення гладких міоцитів підтримує необхідний тиск крові в судинах, забезпечуючи нормальний кровоплин.

У стінках артерій м’язового типу середнього калібру найтовстішою є середня оболонка. Вона утворена з 10-40 шарів спірально орієнтованих гладких міоцитів. В артеріях малого калібру в середній оболонці міститься 3-5 шарів гладких міоцитів. Із зменшенням діаметра артерій зовнішня еластична мембрана стоншується, а в судинах малого калібру вона відсутня. У стінці артерій малого калібру м’язового типу є тонкий шар переплетених еластичних волокон, завдяки яким ці судини не спадаються. В артеріях малого калібру (діаметром до 1 мм) їх внутрішня оболонка представлена шаром ендотеліальних клітин, що лежать на тонкій базальній мембрані, яку оточує внутрішня еластична мембрана. Найдрібнішою артерією м’язового типу є артеріола, якою починається гемоциркуляторне русло.

Артерії м’язового типу регулюють місцеве кровопостачання (приплив крові в судини гемомікроциркуляторного русла), підтримують артеріальний тиск крові.

Отже, із зменшенням діаметра артерій всі оболонки їхніх стінок стоншуються, зменшується товщина підендотеліального шару і внутрішньої еластичної мембрани, поступово меншає кількість гладких міоцитів і еластичних волокон у середній оболонці, зникає зовнішня еластична мембрана. У зовнішній оболонці зменшується кількість еластичних волокон.

***3. Будова судин гемомікроциркуляторного русла***

Дистальна частина серцево-судинної системи називається **гемомікроциркуляторним руслом**, до складу якого входить система найдрібніших судин: артеріоли, передкапілярні (прекапілярні) артеріоли, капіляри, закапілярні (посткапілярні) венули, венули та артеріоло-венулярні анастомози. Ця система судин забезпечує такі найважливіші функції: регулює кровопостачання органів і тканин, транскапілярний обмін, дренаж, депонування крові. Судини гемомікроциркуляторного русла дуже пластичні і миттєво реагують на зміни кровоплину та дію різноманітних чинників. Ці судини здатні змінювати проникність стінки для тканинної рідини та інших речовин, депонувати формені елементи крові, а при звуженні пропускають лише плазму крові. У кожному органі, який виконує певну функцію, судини гемомікроциркуляторного русла мають специфічну будову і розташування.

**Артеріола (arteriola)** є найдрібнішою артерією м’язового типу, їх стінка має всі три оболонки, які є найтоншими. Внутрішня оболонка артеріол представлена видовженими ендотеліоцитами, які лежать на тонкій базальній мембрані. Середня оболонка артеріол утворена одним шаром гладких міоцитів, які розташовані спірально відносно довгої осі артеріоли. Зовнішня оболонка артеріол утворена тонким шаром пухкої волокнистої сполучної тканини. Завдяки скороченню гладких міоцитів середньої оболонки артеріоли регулюють приплив крові до органів і тканин.

**Передкапілярна (прекапілярна) артеріола, або передкапіляр (arteriola precapillaris)** має в стінці колоподібно розміщені окремі міоцити. В ділянці переходу передкапіляра в капіляр декілька гладких міоцитів, щільно прилягаючи один до одного, оточують вічко капіляра і утворюють своєрідний передкапілярний замикач (сфінктер). Такий замикач регулює надходження крові в капіляр.

**Кровоносний капіляр, або гемокапіляр (vas hemocapillare)** є найтоншою судиною. Найтонші капіляри з просвітом 3–7 мкм (менші за діаметр еритроцитів) є у м’язах; ширші, з діаметром просвіту до 11 мкм, наявні в шкірі і слизових оболонках. У деяких органах (печінка, залози внутрішньої секреції, органи кровотворення й імунної системи) капіляри мають широкий просвіт, діаметром 25-30 мкм, і називаються ***синусоїдними гемокапілярами (vasa hemocapillaria sinusoidea)***. Переважно капіляри утворюють ***гемокапілярну сітку (rete hemocapillaris)***, але у певних місцях (сосочки шкіри, синовіальні ворсинки суглобів, судинні клубочки ниркових тілець) капіляри мають вигляд петель – ***петель гемокапілярів (ansae hemocapillaria)***.

Основна функція гемокапілярів: забезпечення мікроциркуляції; забезпечення обміну речовин між кров’ю і тканинами; роль гістогематичного бар’єра. Цьому сприяють гемодинамічні умови в капілярах: низький кров’яний тиск – 25–30 мм рт. ст. в артеріальній частині капіляра і 8–12 мм рт. ст. у венозному кінці; дуже мала швидкість кровоплину – до 0,5 мм/с.

Стінка кровоносних капілярів дуже тонка і утворена шаром ендотеліальних клітин, розміщених на суцільній чи переривчастій базальній мембрані, а також поодинокими перикапілярними клітинами – перицитами. Зсередини капіляри вистелені ендотелієм. Ендотеліоцити з’єднані між собою щільними замикальними та щілинними контактами – нексусами, хоча наявні і пальцеподібні контакти. Між ендотеліальними клітинами є щілини шириною від 3 нм до 15 нм, завдяки яким різні речовини легше проникають через стінку гемокапілярів. Ендотеліоцити лежать на тонкій базальній мембрані, яка побудована з тонких переплетених колагенових волокон, містить глікозаміноглікани і ліпіди. Базальна мембрана може бути суцільною або утворює пори.

Кровоносні капіляри є обмінними судинами, у яких здійснюється дифузія, активний транспорт і фільтрація речовин. Загальна площа поперечного перетину всіх капілярів великого кола кровообігу досягає 11 000 см2. Загальна кількість капілярів в організмі дорослої людини дорівнює приблизно 40 млрд. Щільність розташування капілярів залежить від функції і будови органа чи тканини. Наприклад, у скелетних м’язах щільність капілярів коливається від 300 до 1000 у 1 мм3 м’язової тканини; у головному мозку, печінці, нирках, міокарді кількість капілярів досягає 2500–3000 у 1 мм3, а в жировій, кістковій, волокнистій сполучній тканині їх щільність найменша – 150 у 1 мм3.

Із просвіту капілярів різні поживні речовини і кисень транспортуються в перикапілярний простір, розміри якого можуть бути різними. Так, широкі перикапілярні простори є у сполучній тканині. Простори найширші у легенях і печінці, а найвужчі – в нервовій і м’язовій тканинах. У перикапілярних просторах міститься пухка сітка тонких колагенових і ретикулярних волокон, а також поодинокі фібробласти.

Транспорт речовин через стінки гемокапілярів здійснюється кількома шляхами. Найінтенсивнішою є дифузія. За допомогою мікропіноцитозних пухирців через капілярні стінки в обох напрямках переносяться продукти обміну речовин, великі молекули білків. Через фенестри ендотеліоцитів і міжендотеліальні щілини діаметром 2–5 нм, розміщені між нексусами, переносяться низькомолекулярні сполуки і вода. Через широкі щілини синусоїдних капілярів проходять не тільки рідини, але й різні високомолекулярні сполуки та формені елементи крові. У кровоносних капілярах ендокринних залоз, органів сечової системи, судинних сплетень мозку, війкового тіла ока, шкіри і кишки ендотелій фенестрований, має отвори – пори. Круглі пори (фенестри) діаметром приблизно 70 нм розташовані рівномірно.

**Закапілярна (посткапілярна) венула, або закапіляр (venula postcapillaris)** є продовженням капіляра. Ці судини нагадують за будовою капіляр, але їхній діаметр більший – 8–30 мкм, в їх стінці більше перицитів. Між ендотеліоцитами можуть утворюватись щілини завширшки 10–20 нм, через які мігрують лейкоцити. Окрім того, в ендотеліоцитах закапілярів є численні актинові мікрофіламенти, завдяки яким ці клітини змінюють свою форму, бо закапілярні венули, як і капіляри, є обмінними судинами і беруть участь в обміні рідини, іонів, метаболітів тощо. При патологічних процесах (запалення, алергія), завдяки розкриттю міжендотеліальних щілин і навіть контактів, закапілярні венули здатні пропускати через свою стінку плазму і формені елементи крові.

У лімфоїдних органах, зокрема в лімфатичних вузлах, є специфічні закапілярні венули з високим ендотелієм, їх діаметр може досягати 50 мкм. Ендотеліоцити мають кубічну форму, а відростки плазмолеми виконують функцію клапанів і шлюзів. Через закапілярні венули з високим ендотелієм відбувається рециркуляція лімфоцитів з крові у паренхіму лімфатичних вузлів (та інших лімфоїдних органів), які потім потрапляють у лімфу.

Закапілярні венули переходять у **венули (venulae),** діаметр яких досягає 50 мкм (а інколи навіть до 100 мкм). Стінка венул за будовою подібна до закапілярних венул. Ендотеліоцити розташовані на базальній мембрані. У стінках дрібних венул трапляються поодинокі гладкі міоцити, але вони ще не утворюють суцільного кільця. В крупніших венулах гладких м’язових клітин більше, вони утворюють 1–2 колові шари формуючи середню оболонку. У зовнішній оболонці є фібробласти, колагенові волокна та перицити. Венули впадають у вени.

Отже, зазвичай до гемокапілярної сітки підходить артеріальна судина – артеріола, а виходить від неї венула. Але в деяких органах (нирка, печінка) є відхилення від цього правила, тому гемокапілярну сітку, що розташована між двома однотипними судинами (артеріолами чи венулами), називають ***дивовижною (чудесною) сіткою (rete mirabile)***. Зокрема, в нирці до судинного клубочка ниркового тільця (судинних петель гемокапілярів) підходить приносна клубочкова артеріола, а виходить виносна клубочкова артеріола – така сітка називається *дивовижною (чудесною) артеріальною сіткою (rete mirabile arterioarteriosum).* Синусоїдні капіляри часточок печінки (де протікає змішана кров) розташовані між двома венозними системами – ворітною печінковою веною і печінковими венами, що впадають у нижню порожнисту вену. Така сукупність синусоїдних гемокапілярів називається *дивовижною (чудесною) венозною сіткою (rete mirabile venovenosum) печінки*. У передній частці гіпофіза (аденогіпофізі) існує дивовижна (чудесна) венозна сітка: ворітні вени гіпофіза галузяться і формують вторинну (венозну) гемокапілярну сітку, від якої відходять виносні вени гіпофіза. По цій венозній системі до аденогіпофіза потрапляють гормони гіпоталамуса, а гормони аденогіпофіза – у венозні магістралі.

В межах гемомікроциркуляторного русла зустрічаються судини прямого переходу крові з артеріоли у венулу - **артеріоло-венулярні анастомози**(**anastomoses arteriolovenulares)** – своєрідні судинні шунти.При їх відкриванні зменшується або повністю припиняється кровотік через капіляри певної мікроциркуляторної ділянки, тобто кров проходить в обхід певного гемокапілярного русла. Через ці анастомози кров безпосередньо тече з артеріального русла у венозне русло, минаючи гемокапілярну сітку. Артеріоло-венулярні анастомози мають високу вазомоторну активність і дуже чутливо реагують на зміни температурних, механічних та хімічних чинників. Такі анастомози є майже у всіх органах, але найбільше їх міститься в шкірі, де вони виконують терморегулюючу функцію. Система артеріоло-венулярних анастомозів регулює кров’яний тиск, кровопостачання органів, мобілізацію депонованої крові, надходження міжклітинної рідини у венозне русло. Діаметр артеріоло-венулярного анастомозу коливається від 30 мкм до 500 мкм, а його довжина може досягати 4 мм.

Виділяють дві групи артеріоло-венулярних анастомозів:

– справжні артеріоло-венулярні анастомози, або шунти, через які чиста артеріальна кров потрапляє у венозне русло;

– атипові артеріоло-венулярні анастомози, або півшунти, по яких тече змішана кров.

Справжні артеріоло-венулярні анастомози бувають двох типів: справжні прості анастомози без спеціальних затульних (скоротливих) пристроїв та анастомози зі спеціальними затульними (скоротливими) пристроями.

У справжніх простих артеріоло-венулярних анастомозах регуляція кровоплину здійснюється гладкими міоцитами середньої оболонки артеріоли. Таких анастомозів багато у шкірі пальців кисті і стопи, ложах нігтів, в губах і носі, а також у сонних, аортових і куприковому клубочках.

Справжні артеріоло-венулярні анастомози зі спеціальними затульними пристроями мають у підендотеліальному шарі спеціальні скоротливі пристрої з поздовжньо розташованих гладких міоцитів у вигляді валків чи „подушок”, що випинаються у просвіт анастомозу. При скороченні міоцитів валики та „подушки” можуть повністю перекривати  просвіт шунта і припиняти кровотік.

Атиповий артеріоло-венулярний анастомоз, або півшунт, представлений короткою капіляроподібною судиною, що сполучає артеріолу і венулу. Кров, що протікає через такий анастомоз, є змішаною.

***4. Характеристика і будова стінки венозних судин***

В організмі людини загальна кількість вен перевищує число артерій, а об’єм вен у 18 разів перевищує об’єм артерій.

Залежно від топографії та положення вен в тілі та органах їх поділяють на поверхневі і глибокі. *Поверхневі (підшкірні) вени*, як правило, йдуть самостійно. *Глибокі вени*, в подвійній кількості (попарно) прилягають до однойменних артерій кінцівок, тому їх називають супроводжуючими венами. Назви глибоких вен аналогічні назвам артерій, до яких вени прилягають (ліктьова артерія - ліктьова вена, плечова артерія - плечова вена). Частина вен, що розташовані в порожнинах тіла, є непарними. До непарних глибоких вен належать внутрішня, зовнішня та передня яремні, непарна та півнепарна, ворітна печінкова вени та інші. Поверхневі вени з'єднуються з глибокими венами за допомогою так званих *пронизуючих вен*, які виконують роль *венозних анастомозів*. Сусідні вени також нерідко з'єднуються між собою численними анастомозами, що утворюють в сукупності ***венозні сплетення (plexus venosus)***, які добре виражені на поверхні або в стінках деяких внутрішніх органів (сечовий міхур, пряма кишка).

За діаметром судини вени поділяють на *дрібні, середні і великі.* Найкрупнішими венами великого кола кровообігу є верхня і нижня порожнисті вени, по яких венозна кров потрапляє у праве передсердя. Окремо розглядають ворітну печінкову вену з її притоками.

Від органів і тканин кров може відтікати в обхід основного шляху по ***обхідних венах (venae collaterales)***. Анастомози між притоками однієї великої магістральної вени називають внутрішньосистемними венозними анастомозами. Між притоками різних великих вен (верхня і нижня порожнисті вени, ворітна печінкова вена) існують міжсистемні венозні анастомози, що є обхідними шляхами відтоку венозної крові в обхід основних вен. Венозні анастомози трапляються частіше і розвинені краще за артеріальні анастомози. Розуміння анатомії таких анастомозів має велике клінічне значення.

*Стінка вен* тонша, ніж стінка артерій. Вона також складається з трьох оболонок і за характером будови подібна до артерій. Однак конструкція стінки вен має значні відмінності порівняно з артеріями, що зумовлено іншими умовами гемодинаміки (низький кров’яний тиск та значно менша швидкість кровоплину). У сполучнотканинних компонентах стінки вен переважають колагенові волокна, еластичних волокон менше. Зовнішня еластична мембрана в стінці вен відсутня, а внутрішня еластична мембрана слабо виражена або відсутня. У венах найтовщою є зовнішня сполучнотканинна оболонка (адвентиція), а в артеріях – середня м’язова оболонка. Більшість вен містять клапани. На гістологічних і анатомічних препаратах просвіт вен має неправильну форму, а в артеріях просвіт округлий.

Розрізняють два типи вен: безм’язового та м’язового типів.

До ***вен безм’язового типу*** належать вени твердої та м’якої оболон мозку, сітківки ока, селезінки, кісток і плаценти. Безм’язові вени зрощені зі сполучнотканинними структурами органів і тому не спадаються. Ендотеліоцити, що вистеляють такі вени, мають звивистіші межі (контури) порівняно з артеріями, середня оболонка відсутня. Базальна мембрана безпосередньо прилягає до тонкої зовнішньої оболонки, що побудована з пухкої волокнистої сполучної тканини.

Вени м’язового типу поділяють на вени зі слабким, середнім і сильним розвитком м’язових елементів.

Вени зі слабким розвитком м’язової оболонки (діаметром до 1–2 мм) розташовані переважно в ділянках верхньої частини тулуба, шиї й обличчя. Дрібні вени за будовою подібні до великих венул. Із збільшенням діаметра вен цього підтипу в їхній стінці утворюються два колові шари гладких міоцитів. Поверхневі підшкірні вени і вени внутрішніх органів є судинами середнього калібру. Їх внутрішня оболонка побудована з ендотеліальних клітин, розміщених на тонкій базальній мембрані, яка відокремлює її відї підендотеліальної сполучної тканини. Внутрішня еластична мембрана в цих венах відсутня. Тонка середня оболонка утворена 2–3 коловими шарами сплощених невеликих гладких міоцитів, розділених пучками колагенових і еластичних волокон. Зовнішня оболонка (адвентиція) утворена пухкою сполучною тканиною, у якій проходять нервові волокна, дрібні кровоносні судини („судини судин”) і лімфатичні судини. У великих венах зі слабким розвитком м’язових елементів базальна мембрана ендотелію дуже тонка. У середній оболонці гладких міоцитів небагато, вони мають колове розташування і численні міоендотеліальні контакти. Зовнішня оболонка таких вен товста, складається з пухкої сполучної тканини, у якій багато безмієлінових нервових волокон, що утворюють сплетення, проходять судини судин і лімфатичні судини.

У венах із середнім ступенем розвитку м’язових елементів (плечові вени та інші) ендотелій розміщений на добре розвиненій базальній мембрані. Внутрішня оболонка таких вен формує клапани. Середня оболонка значно тонша, ніж у відповідній артерії, складається з колових пучків гладких міоцитів, розділених волокнистою сполучною тканиною. Внутрішня і зовнішня еластичні мембрани у венах із середнім ступенем розвитку м’язової оболонки відсутні. Зовнішня сполучнотканинна оболонка (адвентиція) добре розвинена, у ній проходять судини судин і нервові волокна.

Вени із сильним розвитком м’язових елементів (великі вени нижньої половини тулуба і ніг) мають добре розвинені пучки гладких міоцитів не тільки в середній, але й у внутрішній і зовнішній оболонках: у внутрішній і зовнішній оболонках міоцити розташовані поздовжньо, а в середній оболонці – колоподібно. Ендотелій у таких венах розміщений на товстій базальній мембрані, під якою міститься добре розвинений підендотеліальний шар пухкої волокнистої сполучної тканини. Внутрішня еластична мембрана слабо виражена і майже непомітна.

Внутрішня оболонка більшості вен середнього і деяких вен великого калібру формує венозні заслінки (клапани). Але є чимало вен, у яких клапани відсутні, наприклад: порожнисті, плечо-головні, загальні і внутрішні клубові вени, вени серця, легень, надниркових залоз, головного мозку і його оболон, паренхіматозних органів, кісткового мозку. Найбільшу кількість клапанів мають вени нижніх кінцівок. Клапани пропускають кров у напрямку до серця і перешкоджають її зворотному руху і тим самим оберігаючи серце від зайвої витрати енергії на подолання коливних рухів крові.

***Клапани (valvae), або венозні заслінки (valvulae venosae)*** – це тонкі кишенеподібні складки внутрішньої оболонки вен, що побудовані з тонкого шару волокнистої сполучної тканини, вкритого з обох боків ендотелієм. Більшість клапанів складається з двох стулок, а деякі мають тільки одну стулку.

З боку просвіту судини у сполучній тканині клапана переважають еластичні волокна, а на протилежному боці, що прилягає до стінки вени, – колагенові волокна. Ендотеліоцити, що вкривають стулку клапана з боку просвіту, витягнуті поздовжньо, а на протилежному боці розташовані упоперек довжини стулки. Проксимальніше від місця прикріплення клапана вена завжди дещо розширена.

Особливими венозними судинами є ***пазухи твердої оболони головного мозку (sinus durae matris encephali)***, у які відтікає венозна кров від головного мозку. Венозні пазухи вистелені ендотелієм. Стінки венозних пазух не спадаються, забезпечуючи безперешкодний відтік венозної крові з порожнини черепа у систему позачерепних вен, тобто у внутрішні яремні вени.

Вени печінки і селезінки, венозні сплетення шкіри та черевної порожнини мають велику ємність і тому здатні депонувати велику кількість крові.

***5. Кровопостачання та іннервація судин***

Кровоносні судини кровопостачають ***судини судин (vasa vasorum)***, що є гілками артерій, розташованих у прилеглій сполучній тканині. Кровоносні капіляри є тільки у зовнішній оболонці артерій. Живлення і газообмін внутрішньої і середньої оболонок здійснюються шляхом дифузії з крові, що протікає по артерії. Відтікає венозна кров від стінки артерій у відповідну вену. Судини судин у стінках вен кровопостачають усі їхні оболонки, а капіляри відкриваються у просвіт вени.

Регулюють ділянковий кровотік як місцеві механізми (метаболітні і гуморальні фактори), так і рефлекторні чинники. У стінці судин є численні чутливі рецептори (барорецептори, механорецептори, хеморецептори тощо) аферентних нервових волокон. Зокрема, в стінці дуги аорти, сонної пазухи і пазухи легеневого стовбура є найбільше барорецепторів, які реагують на розтягнення стінки судин і рефлекторно регулюють величину просвіту кровоносних судин, в зв'язку з чим ці області називають рефлексогенних зонами..

Фактично всі кровоносні судини мають багату іннервацію, яка відіграє важливу роль в регуляції судинного тонусу і кровотоку.

Переважну більшість артерій і вен в організмі іннервують тільки післявузлові симпатичні волокна автономної частини периферійної нервової системи, що викликають скорочення гладких міоцитів і відповідно звуження просвіту судин. Ступінь звуження і розширення судин залежить тільки від частоти нервових імпульсів, що надходять до міоцитів; максимально судини звужуються при частоті 10 імпульсів за секунду.

Судини зовнішніх статевих органів та мозкових оболон іннервують холінергічні парасимпатичні волокна автономної частини периферійної нервової системи.

***6. Кола кровообігу***

У людини кровоносна система складається з двох кіл кровообігу – великого і малого.

**Велике (тілесне) коло кровообігу,** або **велике судинне коло (circulus vasculosus major)** забезпечує всі органи і тканини організму киснем і поживними речовинами. Це коло починається аортою з лівого шлуночка серця, куди з лівого передсердя надходить артеріальна кров. Від аорти відходять артерії, що йдуть до всіх органів і тканин тіла і галузяться в їх товщі до артеріол і капілярів. Площа поверхні всіх капілярів тіла людини досягає 1000 м2. Артеріальна кров, протікаючи в капілярах, віддає в тканини поживні речовини і кисень, а одержує продукти обміну речовин і вуглекислий газ, тобто через стінки капілярів здійснюється обмін речовин і газів між кров’ю і тканинами тіла. Капіляри переходять у венули, що у свою чергу формують вени, кількість яких поступово зменшується. Вени зливаються у два великі стовбури – верхню і нижню порожнисті вени, які впадають у праве передсердя, де і закінчується велике (тілесне) коло кровообігу.

**Мале (легеневе) коло кровообігу, або мале судинне коло (circulus vasculosus minor)**, починається з правого шлуночка серця легеневим стовбуром, який роздвоюється на праву і ліву легеневі артерії. Легеневі артерії галузяться в легенях на часткові, сегментні і внутрішньочасточкові артерії, що переходять у капіляри. Капіляри у вигляді сітки тісно обплітають альвеоли. Між просвітом альвеол і просвітом капілярів утворюється аерогематичний бар’єр товщиною приблизно 0,5 мкм. Через цей бар’єр за градієнтом парціальних тисків шляхом дифузії здійснюється газообмін – кров віддає вуглекислоту і збагачується киснем. Збагачена киснем артеріальна кров з капілярів надходить у внутрішньочасточкові вени, потім у сегментні вени, які формують у кожній легені по дві легеневі вени. Чотири легеневі вени (по дві від правої і лівої легень) впадають у ліве передсердя, де і закінчується мале (легеневе) коло кровообігу.

***7. Судини малого (легеневого) кола кровообігу***

**Легеневий стовбур (truncus pulmonalis)** довжиною 5-6 см, діаметром 3 см цілком розташовується внутриперікардіально, починається з правого шлуночка серця, від якого він відмежований своїм клапаном. Початок легеневого стовбура і відповідно його отвір і клапан проектуються на передню грудну стінку над місцем прикріплення ІІІ лівого реберного хряща до грудини. Праворуч і позаду легеневого стовбура знаходиться висхідна частина аорти, а зліва прилягає праве вушко серця. Легеневий стовбур направляється попереду аорти вліво і назад і під дугою аорти на рівні IV грудного хребця ділиться на праву і ліву легеневі артерії. Це місце називається біфуркацією легеневого стовбура. Кожна легенева артерія йде до відповідної легені. Між біфуркацією легеневого стовбура і дугою аорти розташована коротка *артеріальна зв'язка*, що представляє собою зарослий артеріальна (боталлов) проток. Біфуркація легеневого стовбура розташована нижче біфуркації трахеї.

***Права легенева артерія (a. pulmonalis dextra)***, що трохи довша лівої, довжиною 4 см, діаметром 2-2,5 см, лежить позаду висхідної частини аорти і верхньої порожнистої вени. В області воріт правої легені, попереду і під правим головним бронхом, права легенева артерія розділяється на три часткові гілки, кожна з яких, в свою чергу, ділиться на сегментарні гілки. У верхній частці правої легені розрізняють верхівкову гілку, спадну і висхідну передні гілки, які йдуть у верхівковий, задній і передній сегменти правої легені. Гілка середньої частки делиться на дві гілки: латеральну, медіальну, які йдуть до латерального і медіального сегментів середньої частки правої легені. Гілка нижньої частки правої легені віддає гілку до верхівкового (верхнього) сегменту нижньої долі правої легені, а також базальну частину, яка, в свою чергу, ділиться на чотири гілки: медіальну (серцеву), передню, латеральну і задню, які несуть кров в однойменні базальні сегменти нижньої частки правої легені.

***Ліва легенева артерія (a. pulmonalis sinistra)*** є як би продовженням легеневого стовбура, вона коротша і тонша за праву легеневу артерію. Вона йде спочатку вгору, а потім назад, назовні і вліво. На своєму шляху вона спочатку перехрещує лівий головний бронх, а в воротах лівої легені розташовується над ним. Відповідно двом часткам лівої легені ліва легенева артерія ділиться на дві гілки. Одна з них розпадається на сегментарні гілки в межах верхньої частки, друга (базальна частина) своїми гілками кровозабезпечує сегменти нижньої частки лівої легені. У верхній частці лівої легені розрізняють гілки, що йдуть до відповідних сегментів верхньої частки лівої легені: верхівкову, висхідну і спадну передні, задні, язичкові і, нарешті, верхівкову (верхню) гілку нижньої частки. Друга часткова гілка (базальна частина) ділиться на чотири базальні сегментарні гілки: медіальну, латеральну, передню і задню, які розгалужуються у відповідних базальних сегментах нижньої частки лівої легені. Кожна судина розгалужується до найдрібніших артерій, артеріол і капілярів, що обплітають альвеоли.

У тканині легені (під плеврою і в області дихальних бронхіол) дрібні гілки легеневої артерії і бронхіальних гілок грудної частини аорти утворюють системи межартеріальних анастомозів. Вони є єдиним місцем в судинній системі, де можливий рух крові по короткому шляху з великого кола кровообігу безпосередньо в мале коло.

Капіляри легені збираються у венули, які зливаються в більші вени і в кінцевому підсумку в кожній легені формуються по дві **легеневі вени (venae pulmonales)**, що виходять з кожної легені. Вони несуть артеріальну кров з легень у ліве передсердя. Легеневі вени йдуть горизонтально до лівого передсердя і прободаючи перикард, впадають окремими отворами в його верхню стінку. Легеневі вени не мають клапанів.

***Права верхня легенева вена (v. pulmonalis dextra superior)*** більше нижньої, так як вона збирає кров від верхньої і середньої часток правої легені. Від верхньої частки правої легені кров відтікає по трьом її притоках (верхівковій, передній і задній венах). Кожна з цих вен, в свою чергу, формується із злиття більш дрібних гілок: внутришньосегментних, міжсегментних та ін. Від середньої частки правої легені відтік крові відбувається по гілці середньої частки, що утворюється з латеральної і медіальної частин (вен).

***Права нижня легенева вена (v. pulmonalis dextra inferior)*** збирає кров з п'яти сегментів нижньої частки правої легені: верхівкового (верхнього) і базальних - медіального, латерального, переднього і заднього. Від першого з них кров відтікає по верхівковій (верхній) вені, яка утворюється в результаті злиття двох частин (вен): внутришньосегментної і міжсегментної. Від всіх базальних сегментів кров відтікає по загальній базальній вені, що формується з двох приток - верхньої і нижньої базальних вен. Загальна базальна вена, зливаючись з верхівковою (верхньою) веною нижньої частки, формує праву нижню легеневу вену.

***Ліва верхня легенева вена (v. pulmonalis sinistra superior)***, яка збирає кров з верхньої частки лівої легені (її верхівкового, заднього і переднього, а також верхнього і нижнього язичкових сегментів), має три притоки - задньоверхівкову, передню і язичкову вени. Кожна з цих вен в свою чергу утворюється зі злиття двох частин (вен): задньоверхівкова вена - з внутрисегментної і міжсегментної; передня вена - з внутришньосегментної і міжсегментної і язичкової вен - з верхньої та нижньої частин (вен).

***Ліва нижня легенева вена (v. pulmonalis sinistra inferior)*** більша, ніж однойменна права вена, збирає кров від нижньої частки лівої легені. Вона формується з верхівкової вени і загальної базальної, яка збирає кров від всіх базальних сегментів нижньої частки лівої легені. Верхівкова вена утворюється зі злиття двох частин (вен) - внутрисегментної і міжсегментної. Загальна базальна вена утворюється від злиття верхньої та нижньої базальних вен. У верхню вену впадає передня базальна вена, яка в свою чергу зливається з двох частин (вен) внутрисегментарної і міжсегментарної.

Легеневі вени розташовуються в нижній частині воріт легені. У корені правої легені позаду і зверху від вен розташований головний правий бронх, попереду і донизу від нього - права легенева артерія. У корені лівої легені зверху знаходиться легенева артерія, позаду і донизу від неї - лівий головний бронх. Легеневі вени правої легені йдуть майже горизонтально і на своєму шляху до серця розташовуються позаду верхньої порожнистої вени. Обидві ліві легеневі вени лежать під лівим бронхом і направляються до серця в поперечному напрямку. Праві і ліві легеневі вени, прободаючи перикард, впадають окремими отворами в ліве передсердя (кінцеві відділи легеневих вен покриті епікардом).