Методична розробка практичного заняття

Дослідження функції серцево-судинної системи. Фізіологія судин

Зміст

гемодинаміка судина кровоносний вена

Вступ

. Навчальні цілі

. Виховні цілі

. Міжпредметний зв'язок

. Зміст теми практичного заняття

. План та організаційна структура практичного заняття

. Матеріали методичного забезпечення заняття

Висновок

Література

Вступ

Система кровообігу є чи не найголовнішою системою людського організму. Саме завдяки ній всі органи і системи організму отримують необхідні поживні речовини та кисень і виділяють назовні продукти обміну, які є токсичними для організму. Система кровообігу також розносить по організму гормони, які здійснюють ендокринну регуляцію діяльності організму.

Найважливішими складовими ССС є серце і судини. Завдяки руху крові по судинах (гемодинаміці) тканини отримують всі необхідні для життєдіяльності речовини та від них відносяться продукти метаболізму. Таким чином підтримується гомеостаз.

Функціональний стан перерахованих структур ССС залежить від регуляторних механізмів їх діяльності.

Знання закономірностей руху крові по судинах та особливостей будови кровоносних судин необхідне для розуміння патогенезу багатьох хвороб, а також для проведення медичних досліджень та маніпуляцій, крім того вони дозволять визначити і оцінити параметри роботи ССС та визначити відхилення від нормальних показників в разі серцево-судинної патології

Мета:

формування знань про гемодинаміку;

уміння використовувати основні рівняння гемодинаміки для пояснення особливостей руху крові у системі кровообігу;

уміння пояснити роль різних судин у гемодинаміці та зв`язку між структурою та функціональними властивостями судин;

уміння аналізувати показники гемодинаміки (об`ємну та лінійну швидкість руху крові, кров`яний тиск) ;

формування знань про фактори, які впливають на показники гемодинаміки;

уміння визначити артеріальний тиск у людини та проаналізувати отримані результати;

вираховувати середній артеріальний і пульсовий тиски, трактувати їхні зміни.

1. Навчальні цілі

У результаті вивчення теми заняття студенти повинні знати:

. Основні закони гемодинаміки

. Лінійну та об'ємну швидкість крові

. Функціональну класифікацію кровоносних судин

. Нервовий і гуморальний механізм регуляції нервового тонусу

. Роль серцево-судинного центру

. Фізіологічні особливості реґіонарного кровообігу

. Лімфообіг та склад лімфи

У результаті вивчення теми заняття студенти повинні вміти:

. Пояснити регуляцію серцевої діяльності (міогенну, нервову, гуморальну)

. Трактувати механізми впливів симпатичної та парасимпатичної нервової системи на фізіологічні властивості серцевого м’яза

. Проводити пальпаторний метод реєстрації пульсу та давати характеристику пульсу

. Аналізувати сфігмограму

. Вимірювати артеріальний тиск (визначення тиску: систолічного, діастолічного, пульсового, середнього)

. Аналізувати частоту серцевих скорочень.

. Виховні цілі

На матеріалі теми розвинути: А) уявлення про вплив факторів зовнішнього і внутрішнього середовища на систему кровообігу, Б) почуття відповідальності за своєчасність і правильність професійних дій, які базуються на глибоких знаннях фізіології, В) розвинути у студентів клінічне мислення, вміння пов`язати матеріал теми з клінічними дисциплінами.

3. Міжпредметний зв'язок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Дисципліна | Знати | Вміти |
| 1. | Попередні ( забезпе- чуючі) дисципліни. А) біологія Б) хімія . В) фізика . Г) Анатомія людини | Еволюційний розвиток ССС 1.Будова і властивості складних білків та жирів. 2. Хімічні властивості катіонів і аніонів. 1. Рух рідин по замкнених судинах. 2. Швидкість руху ( лінійна, об`ємна) 3. Тертя поверхонь, що дотикаються та його значення для швидкості руху. 1.Будова серця та стінки судин. 2. Кола кровообігу | Пояснити значення у ссавців 4-х камерного серця та кіл кровообігу. Пояснити властивості білкових і жирових сполук та їх значення в будові клітинної мембрани, а також властивості йонів. Пояснити закони руху рідин по замкненим судинам та значення тертя для швидкості руху. Пояснити особливості будови серця як насоса ССС , роль судин в русі крові до тканин. |
| 2. | Наступні дисципліни. Всі клінічні дисципліни. | Патологічні зміни в будові і функціях судин при серцево - судинній патології. Вплив лікарських препаратів на ССС. | Пов`язати зміни, які відбуваються при хворобах ССС з будовою і функціями судин. Пояснити дію лікарських препаратів на роботу ССС. |
| 3. | Внутрішньопредмет на інтеграція. 1.Фізіологія серця та судинної системи. 2.Обмін речовин і енергії. 3.Фізіологія дихання. | Значення ССС для роботи організму в цілому та кожної системи зокрема | Пояснити значення ССС для роботи організму в цілому та кожної системи зокрема |

4. Зміст теми практичного заняття

. Функціональна класифікація кровоносних судин.

Кровообіг - це рух крові по замкнутій системі кровоносних судин, що забезпечує обмін речовин між тканинами і зовнішнім середовищем, бере участь у регуляції функцій організму та підтриманні гомеостазу. Система кровообігу водночас із нервовою системою поєднує різні функціональні системи в цілісний організм.

Кровообіг має такі основні риси :

1) кров рухається по замкненій системі судин, центром якої є серце,

2) при скороченні серце виштовхує кров в артерії, по яких вона під значним тиском рухається в бік капілярів і тканин, де відбувається обмін речовин і газів,

) з тканин кров збирається в венули, а потім вени і тече до серця, утворюючи кола кровообігу,

) судини, по яких кров тече від серця, не зважаючи на те, яка вона за змістом ( артеріальна чи венозна ) називаються артеріями, а судини, по яких кров тече до серця, називаються венами.

Будова органів кровообігу

Система кровообігу складається із серця та кровоносних судин і являє собою замкнуту систему.

Кровоносні судини представлені:

- артеріями, що несуть кров від серця,

- венами, по яких кров тече до серця,

мікроциркуляторним руслом, яке розташоване між артеріями й венами і представлене :

- артеріолами,

- гемокапілярами,

венулами,

артеріоло-венулярні анастомозами.

Схематично класифікацію кровоносних судин можна представити таким чином:



Артерії (aer - повітря, tereo - вміщаю) - це судини, по яких кров під значним тиском рухається від серця до органів і тканин.

Стінка артерій складається з 3-х оболонок:

) внутрішня оболонка - tunica intima - розташована з боку просвіту судини і представлена ендотелієм, який надає судині зсередини надзвичайної гладкості. Під ендотелієм залягає внутрішня еластична мембрана, від товщини якої залежить тип артерії (чим більший діаметр артерії, тим товща еластична мембрана);

) середня оболонка - tипіса теdіа - сама потужна оболонка, має 2 шари гладких м'язових волокон: зовнішнього - поздовжнього і внутрішнього - колового ;

) зовнішня оболонка - tипіса externa s. Adventitia -містить сполучнотканинні волокна.



В залежності від товщини еластичної мембрани всі артерії поділяються на 3 типи:

) еластичний тип - це самі крупні артерії - аорта та її гілки; кількість еластичних волокон переважає над кількістю м'язових волокон. Така будова цих судин дозволяє витримувати високий артеріальний тиск, при цьому стінка спрацьовує як амортизатор;

) м'язово-еластичний тип - це артерії середнього калібру, в них кількість еластичних волокон = кількості м'язових;

) м'язовий тип - це артерії малого калібру, кількість м'язових волокон значно переважає кількість еластичних. Ці артерії здатні скорочуватися, тому їх називають „ периферичним серцем".

По калібру розрізняють такі типи артерій:

) великі (діаметр більше 8 мм),

) середні (діаметр 2-8 мм),

) дрібні ( діаметр менше 2 мм).

Самі дрібні артерії називаються артеріолами. Вони регулюють приток крові до органа, тому їх ще називають "кранами судинної системи".

Стінка артеріоли містить один ряд міоцитів. У прекапілярних артеріолах м'язові клітини розташовані поодиноко, відстань між ними збільшується у дистальних відділах. Перед початком капілярів можуть бути розташовані прекапілярні сфінктери, які регулюють надходження крові до органів.

Артеріоли переходять в прекапіляри, в яких м'язових шар вже не суцільний і м'язові клітини розкидані по судині. Далі прекапіляри переходить в капіляри.

Капіляри - це найтонші судини, які виконують обмінну функцію і розташовані між артеріями і венами.

Будова стінки капілярів:

1 шар ендотелію,

базальна мембрана.

Розрізняють 3 види капілярів:

) невікончасті( безперервні),

) вікончасті,

) перервні.



Безперервні мають суцільну базальну мембрану і щільно розміщені ендотеліоцити. Поміж клітинами є численні пори діаметром 3-5 нм. Звичайно, такі капіляри пропускають лише низькомолекулярні речовини: неорганічні йони, глюкозу, амінокислоти, воду тощо. Вони знаходяться в тих тканинах і органах, де немає потреби переносити високомолекулярні сполуки - у скелетних і гладких м'язах, легенях, нервовій, жировій тканинах.

У вікончастих капілярах шар ендотеліоцитів пронизаний отворами - віконцями до 0,1 мкм діаметром, базальна мембрана суцільна. Капіляри цього типу знаходяться в органах, де через їхню стінку повинні проходити значні об'єми рідини або відносно великі молекули: у нирках, кишках, екзо- та ендокринних залозах.

Капіляри третього типу мають значні проміжки як між ендотеліоцитами, так і в несу- цільній базальній мембрані. Це дає змогу їм пропускати не тільки макромолекули, а й навіть цілі клітини. Такі капіляри є в кістковому мозку, селезінці, печінці; їх називають синусоїдними.



Також існують "чудові" капілярні сітки:

у нирці - артеріальна чудова сітка, де капіляри розміщені між двома артеріями,

в печінці - венозна чудова сітка, у якій капіляри розташовані між двома венами.

Артеріо-венулярні анастомози забезпечують скидання крові без переходу її через капілярне русло. У стані спокою частина капілярів закрита.

Посткапілярні венули (діаметр 8-30 мкм) переходять до збиральних венул, а далі - до дрібних збиральних вен.

Артеріоли, гемокапіляри, венули, а також артеріоло-венулярні анастомози утворюють мікроциркуляторне русло (МЦР) - функціональний комплекс кровоносних судин, оточений лімфатичними капілярами та судинами разом із навколишньою сполучною тканиною, який виконує функції кровопостачання органів, транскапілярний обмін, дренаж, депонування крові.

Мікроциркуляторне русло є головним відділом судинного русла, де кров виконує свої основні функції. Провідна роль належить капілярам.

Середній капіляр має радіус від 2-3 до 6 мкм, довжину 750 мкм. Якщо площа поперечного перерізу капіляра ЗО мкм2, то обмінна площа складає близько 14000 мкм2.

Швидкість кровотоку в капілярі найменша -0,3 мм/с, що дозволяє кожній частці крові (наприклад еритроциту) знаходитися у ньому близько 2-3 с.

У стінках капілярів м'язових волокон немає, тому регуляцією кровотоку через них займаються артеріоли і венули.

Об'єм крові, що надходить до капілярів, залежить від просвіту як артеріол, так і венул. Розширення артеріол, які розташовані попереду, інтенсифікує кровотік, підвищує тиск в устях капілярів. У результаті капіляри пасивно відкриваються. Звуження артеріол, навпаки, зменшуючи кровотік, забезпечує закривання капілярів.

Оскільки стінка капілярів складається з одного шару ендотеліальних клітин, між якими наявні ще й вузькі щілини, то це забезпечує можливість вільного обміну між кров'ю і тканинами.

Вени (з грецької - phleb, звідси запалення стінки вени - флебіт, з латинської - vеnа) - це судини, по яких кров тече від органів і тканин до серця.



Особливості будови стінки вен:

1) всі оболонки стінки значно тонші, ніж у артерій, мають менше еластичних і м'язових волокон, тому порожні вени спадаються (просвіт же артерій на розрізі відкритий),

) вени нижньої половини тіла мають більш потужний м'язовий шар, тому здатні до скорочення , що допомагає відтоку крові,

) ендотелій вен утворює парні півмісяцеві клапани, які перешкоджають руху крові в зворотньому напрямку і сприяють руху крові тільки в бік серця ( верхня порожниста вена та вени голови і шиї не мають клапанів, тому тривале знаходження вниз головою вкрай небезпечне),

) середні і дрібні артерії супроводжуються 2-ма венами, а крупні -однією.

Збиральні вени мають зовнішню оболонку, яка утворена колагеновими волокнами і фібробластами.

Стінка вен має ті ж три оболонки, що й артерії, але будова має відмінності внаслідок інших умов гемодинаміки, якими є низький кров'яний тиск та незначна швидкість кровотоку.

Підґрунтям класифікації вен є наявність м'язових елементів у стінці та ступінь їх розвитку:

вени безм'язового (волокнистого) типу,

м'язового типу (вени із слабким розвитком м'язових елементів та вени з сильним розвитком м'язових елементів).

За калібром вени поділяють на:

- великі,

- середні,

малі.

Ємність венозної системи значно більша, ніж ємність артеріальної.

Додаткові судини:

Анастомози - це судини, які, як містки, сполучають між собою судини, що проходять поряд.

Колатералі - це судини, які ідуть поруч з магістральними судинами і беруть участь в процесі кровообігу тільки при аваріях з основними судинами.

Колатералі значно тонші за магістральні судини і по них рух крові в нормі дуже повільний і незначний.

Закономірності розподілу судин.

Всі кровоносні судини відповідно до будови різних частин тіла та систем органів, особливостей їх іннервації поділяють на:

а) судини, що починають та закінчують мале і велике коло кровообігу - аорта і легеневий стовбур, порожнисті й легеневі вени;

б) магістральні судини, що розподіляють кров по організму, великі і середні позаорганні артерії м'язового типу й позаорганні вени;

в) внутрішньоорганні судини, що забезпечують обмінні процеси, внутрішньоорганні артерії, вени і капіляри.

Функціональні типи судини

|  |  |
| --- | --- |
| Тип судини | Характеристика |
| Амортизуючі судини | Аорта,легенева артерія, ділянки великих судин, що прилягають до них. У середній оболонці переважають еластичні елементи, які згладжують виникаючі під час систол підйоми кров'яного тиску |
| Резистивні судини | Кінцеві артерії та артеріоли. Мають товсті гладком'язові стінки, які спроміжні змінювати просвіт судини, що є основним механізмом регуляції кровопостачання органів і АТ |
| Судини-сфінктери | Кінцеві ділянки прикапілярних артеріол, спроможні змінювати свій внутрішній діаметр, визначаючи число функціонуючих капілярів, тобто величину обмінної поверхні |
| Обмінні судини | Капіляри, в яких відбувається обмін різних речовин та газів між кров'ю та тканинною рідиною. Стінки складаються з одного шару епітелію та зірчастих клітин |
| Ємнісні судини | Посткапілярні венули, вени та великі вени. За будовою схожі з артеріями, але середня стінка тонше, мають клапани, що перешкоджають зворотному току крові. Можуть містити та викидати великі кількості крові, сприяючи її перерозподілу в організмі |
| Шунтуючі судини | Знаходяться в деяких областях тіла (шкіра вуха, носа, стопи та ін.), являють собою анастомози, які зв'язують артеріальне русло з венозним, минаючи капіляри. Регулюють регіонарний периферичний кровотік, беруть участь у терморегуляції, в регуляції тиску крові |
| Регуляція судинного тонусу | |
| Вазоконстрикція (скорочення гладких м'язів) | Вазодилатація (розслаблення гладких м'язів) |
| Нервові впливи | |
| Симпатичні волокна (через а-адренорецептори) | • симпатичні волокна (через р-адреноре-цептори) мозку та міокарда • симпатичні волокна холінергічні, які іннервують судини скелетних м'язів • парасимпатичні волокна • соматичні аферентні волокна задніх рогів |
| Гуморальні впливи | |
| • ренін-ангіотензин • адреналін • серотонін | • гістамін • брадикінін • простагландини |
| Місцеві впливи (тканинні метаболіти) | |
|  | • зростання рС02 в міжтканинній рідині; • збільшення концентрації Н+; • зменшення р02; • підвищення концентрації кислих продуктів розпаду - лактату, аденозину та ін. |



Для тулуба характерний сегментарний розподіл судин: сегменту тіла відповідає судинний сегмент - судини хребців, спинного мозку, міжреберні артерії.

Кожна частина тіла має один великий артеріальний стовбур:

- тулуб - аорту,

- кожна половина голови і шиї - загальну сонну артерію;

верхня кінцівка - підключичну артерію, яка переходить у пахвову артерію;

нижня кінцівка - зовнішню клубову, яка переходить у стегнову артерію.

Подальший розподіл цих головних магістральних судин відповідає органам, що складають дану частину тіла.

У грудній порожнині артерії діляться на:

парні, наприклад, бронхіальні артерії легенів,

непарні - артерії серцевої сумки, стравоходу, діафрагми.

У черевній порожнині артерії мають:

парний (надниркові залози, ниркові) і

непарний (діафрагмальна, черевний стовбур, верхня і нижня брижові) поділ.

Артерії віддають гілки до кісток, суглобів, м'язів.

Розташування артерій має сувору закономірність:

- на тулубі і шиї вони розташовані по передній стінці та спереду до хребта,

- на розгинальних поверхнях, на спині і потилиці великих судин немає,

на кінцівках артерії проходять по їх згинальних поверхнях у захищених місцях,

у деяких ділянках тіла окремі частини артерій проходять поверхнево, вкриті шкірою, підшкірною жировою клітковиною і фасцією. У цих місцях артерії можна притиснути до кісток (скронева, зовнішня сонна, плечова, ліктьова, променева, стегнова тощо), пальпаторно оцінити пульс, а також зупинити кровотечу

Артерії йдуть до органів від місця розгалуження (утворення) найкоротшим шляхом.

Місце входження судинно-нервового пучка до органа називається воротами.

Топографія судин в органі відповідає його будові, функції і розвитку:

у зв'язках, м'язах і нервах, що мають паралельний хід волокон, судини проходять уздовж волокон;

у нирках, печінці, легенях, які мають частки, судини підходять до кожної із них;

в органах, що мають трубчасту будову (кишка, маткові труби), судини проходять перпендикулярно до осі органа.

Функціональна характеристика судин.

У функціональному відношенні всі кровоносні судини можна поділити на такі типи:

амортизувальні судини,

судини опору, або резистивні,

судини-сфінктери,

обмінні,

ємнісні,

шунтувальні.

Амортизувальні судини - це судини еластичного типу - аорта і легеневий стовбур. Завдяки значним пружним властивостям їхньої стінки вони згладжують, амортизують різкі коливання тиску в артеріальній системі після кожного виштовхування серцем крові й підтримують безперервний плин крові від аорти по всіх судинах.

Судини опору (резистивні судини) - це переважно артерії м'язового типу: дрібні артерії та артеріоли, які чинять найбільший опір рухові крові. Звужуючись або розширюючись за рахунок скорочення чи розслаблення гладких м'язів стінки, вони змінюють свій опір і таким чином здійснюють перерозподіл крові між органами й тканинами. Їх ще називають "периферичним серцем"

Звичайно опір руху крові чинять також інші кровоносні судини: магістральні артерії, капіляри, венули й вени різного діаметра. Проте найбільший внесок (майже 50%) у створення загального судинного опору роблять кінцеві артерії й артеріоли, через що й дістали назву судин опору. Це передкапілярні судини опору. Капіляри також беруть участь у загальному опорі, тоді як опір післякапілярних судин - венул і вен - дуже незначний (6-7%).

Передкапілярні артеріоли (судини-сфінктери)- це відгалуження артеріол, від яких відходять капіляри, де містяться останні в артеріальному руслі гладкі м'язові клітини (всього 2-3); вони утворюють передкапілярні сфінктери. Під час їх скорочення сфінктер стискається і в капіляр не надходить кров. Таким чином, передкапілярні артеріоли регулюють кількість відкритих капілярів. Це "крани судинної системи".

До обмінних судин належать капіляри й венули, стінка яких позбавлена середньої і майже повністю зовнішньої оболонок. Завдяки цьому через неї відбувається обмін речовин між кров'ю і прилеглими тканинами.

Ємнісні (акумулюючі) судини - це дрібні, середні й великі вени, які можуть розпрямлятись і розтягуватись, утримуючи досить значний об'єм крові. Так, у спокійному стані організму у венах міститься понад 70% загального об'єму крові, тоді як в артеріях - 15 і в капілярах - до 10% крові. Ємнісну функцію виконують також депо крові.

Шунтувальні судини (артеріовенозні анастомози) - це досить дрібні судини (20-500 мкм у діаметрі) з добре розвиненим м'язовим шаром, які з'єднують між собою артеріоли з венулами. Їхня функція полягає в шунтуванні, перекиданні артеріальної крові у венозне русло в обхід капілярів.

Вони є в тих тканинах, де з тих чи інших причин виникає потреба в припиненні руху крові через капіляри без зупинки кровотоку в цій ділянці судинного русла. Наприклад, у шкірі на холоді анастомози відкриваються і кров переходить з артерій у вени, не потрапляючи до поверхнево розміщених капілярів, що зменшує втрати тепла організмом. За потреби віддати надлишок тепла анастомози, навпаки, закриваються, і тоді кров тече через капіляри, шкіра набуває рожевого кольору - віддається тепло. Подібні артеріовенозні анастомози є в тонкій кишці, в легенях.

Вони регулюють капілярний кровообіг, пристосовуючи його до процесів секреції і транспорту в кишках і розвантажуючи правий шлуночок серця при звуженні судин малого кола кровообігу.

Крім артеріовенозних існують також артеріо-артеріальні та вено-венозні анастомози, які з'єднують між собою сусідні однойменні судини, забезпечуючи нормальний кровотік в органі чи тканині у разі закупорювання однієї з судин. Особливо добре розвинені вено-венозні анастомози в підшкірній клітковині, брижі, стінках травного каналу.

Депо крові - це ті органи, які не тільки здатні містити в своїх судинах великі об'єми крові, а й можуть активно виводити її до кровоносного русла.

Наприклад, селезінка, печінка, легені, шкіра, незважаючи на відносно невелику масу, разом містять майже половину всієї крові організму і можуть виштовхнути 40-50% утримуваної у своїх судинах крові. Селезінка масою, що не перевищує 1% маси тіла, утримує близько 15% усієї крові і здатна викидати у системний кровообіг до 75% депонованої крові.

Печінка також є важливим депо крові. В її судинах, переважно ворітних і печінкових венах і синусоїдах міститься до 20% всієї крові, яка не вилучається з кровообігу, як у селезінці, а постійно, хоча й повільно, тече крізь печінку.

Легені. У легенях міститься близько 10% всієї крові організму, причому вона розподіляється не тільки у венах, айвартеріях, стінка яких значно тонша і здатна більше розтягуватись, ніж в артеріях великого кола кровообігу.

Шкіра. Вени й капіляри шкіри у людини можуть містити близько 1 л крові. Депонування крові шкірою здійснюється здебільшого для забезпечення терморегуляції.

2. Нервовий і гуморальний механізми регуляції тонусу судин

Регуляція системного кровообігу здійснюється переважно центральними нервовими й гуморальними механізмами та місцевими механізмами.

Місцеві механізми - як гуморальні, так і нервові відіграють у цих процесах незначну роль. Місцеві міогенні механізми пов'язані з розтяганням стінки судин, механічним відкриттям кальцієвих каналів, входом Са2+, підвищенням сили скорочення (звуження судини) та зростанням динамічної зони контакту - посилення скорочення. До місцевих нервових механізмів відносять аксон-рефлекс, місцевих гуморальних - метаболіти, калікреїнкінінову систему, локальну ренінангіотензинову систему.

Центральні механізми регуляції системного кровообігу обумовлені симпатичними й парасимпатичними рефлексами автономної нервової системи, які можуть бути як умовними, так і безумовними, власними та спряженими. Здійснюються вони гемодинамічним центром і спрямовані на забезпечення об'ємного кровообігу. Це досягається підтриманням необхідного градієнта тиску та регуляції периферичного опору внаслідок регуляції хвилинного об'єму кровообігу.

Судинний тонус.

Кровоносні судини в тілі людини і тварин постійно перебувають у стані деякого звуження. Такий стан сталого часткового звуження судин дістав назву судинного тонусу.

Цей тонус підтримується імпульсами, які надходять до судин по симпатичних нервах з частотою 0,5-2 імп/с; він називається нейрогенним судинним тонусом.

Судинна стінка має такі властивості як:

- еластичність,

- розтяжимість,

скоротливість.

В стінці судин є багато еластичних та колагенових волокон і м`язових клітин.

Еластичних елементів особливо багато в інтимі судин. Їх натягнення створює еластичне напруження судинної стінки, яке протидіє тиску крові в судинах.

Колагенових волокон багато в середній і зовнішній оболонках судин, але їх еластичність набагато менша, тому вони створюють більших опір розтягненню, ніж еластичні волокна. Колагенові волокна починають протидіяти розтягненню тільки тоді, коли судина розтягнена до визначеної максимальної межі.

З еластичними і колагеновими волокнами анатомічно пов`язані гладком`язові клітини. Але якщо волокна є пасивною складовою тонусу судин, то м`язові клітини активно впливають на його величину і кровоток в судинах. Скорочуючись і натягуючи волокна, гладкі м`язові клітини створюють активне напруження стінки судини - судинний тонус.



Гуморальне регулювання тонусу судин

Гуморальний вплив найчастіше зумовлений взаємодією вазоактивних речовин із рецепторами мембран.

Так, більшість судин на мембранах непосмугованом'язових клітин мають а- і в-адренорецептори. Взаємодія адреналіну (норадреналіну) з цими рецепторами може спричинити виникнення різних ефектів.

Активація а-адренорецепторів призводить до звуження судин.

Взаємодія із в-адренорецепторами супроводжується розслабленням непосмугованом'язових клітин.

Судинозвужувальні речовини.

Найбільший вплив на судинний тонус мають гормони мозкового шару надниркових залоз адреналін і норадреналін. Обидва гормони виділяються у кров під час підвищення тонусу симпатичної нервової системи, спричинюючи звуження кровоносних судин і підвищення артеріального тиску.

Реакції судин на адреналін і норадреналін залежать від співвідношення у них названих рецепторів і від їхньої чутливості до відповідних гормонів.

Адреналін.

Адреналін може не тільки звужувати, а й розширювати судини, оскільки він активує як а-, так і в-адренорецептори. Активація перших зумовлює звуження судин, а других - розширення їх. Адреналін звужує ті судини, в яких переважають а-адренорецептори (судини шкіри, органів черевної порожнини) і розширює судини скелетних м'язів та серця, де переважають (в - адренорецептори). У фізіологічній концентрації взаємодіє з більш чутливими до нього в-адренорецепторами, що викликає розширення судини. У високій концентрації гормон взаємодіє з а -адренорецепторами і спричиняє звужування судини.

Норадреналін

На відміну від адреналіну норадреналін, діючи переважно через а-адренорецептори, тільки звужує кровоносні судини в усіх органах і підвищує артеріальний тиск. Такий вплив він має навіть у невеликій концентрації.

Вазопресин - гормон задньої частки гіпофіза, є й антидіуретичним гормоном. Вазопресин значно звужує кровоносні судини, особливо артеріоли. У фізіологічних концентраціях вилив вазопресину виявляється лише на нирки.

Ренін-ангіотензин-альдостеронова система є одним із найпотужніших судинозвужувачів. Під впливом ангіотенезину-ІІ зростає виділення корою надниркових залоз гормону альдостерону, який посилює зворотне всмоктування натрію й води в нирках і травному каналі. Це також підвищує артеріальний тиск за рахунок збільшення об'єму циркулюючої крові.

Серотонін також звужує судини внаслідок прямого впливу на гладкі м'язи стінки судин, а діючи через ЦНС, навпаки, розширює їх, знижуючи артеріальний тиск.

Виробляється в слизовій оболонці кишок, синтезується деякими нейронами головного мозку і тромбоцитами. При руйнуванні тромбоцитів серотонін виділяється у кров як тромбоцитарний фактор гемостазу і, звужуючи кровоносні судини, зменшує кровотечу, що сприяє утворенню тромбу.

Судинорозширювальні речовини

це велика кількість речовин різної хімічної природи, багато які з них виробляються в тканинах, регулюючи тканинний кровообіг.

Ацетилхолін - медіатор парасимпатичних нервів, виділяється нервовими закінченнями і має виразну судинорозширювальну дію. Через М-холінорецептори зумовлює розслаблення судин.

Гістамін - спочатку було виявлено у слизовій оболонці кишок і шлунка, а пізніше у більшості тканин: печінці, легенях, шкірі, базофільних гранулоцитах тощо. Гістамін зумовлює різке розширення кровоносних судин і падіння артеріального тиску.

Рефлекторне регулювання діяльності серцево-судинної системи

Подразнення практично всіх рецепторів тіла рефлекторно змінює діяльність серця і судин. Однак провідну роль у виникненні рефлекторних впливів мають рефлексогенні зони - скупчення закінчень чутливих нейронів у самій серцево-судинній системі.

У стінках багатьох відділів судинної системи серця розташовані рецептори, що подразнюються під впливом тиску крові (барорецептори) чи під дією хімічних чинників (хеморецептори).

Найбільше значення, особливо у регуляції кровотоку в умовах фізіологічного спокою, мають рефлексогенні зони, що розташовані в самому судинному руслі:

дузі аорти,

розгалуженнях сонних (каротидний синус) артерій, легеневих артерій.

Звідси починаються рефлекси, що регулюють системну гемодинаміку.

Власні рефлекси.

До цієї групи належать рефлекси, що виникають під час подразнення рецепторів, розміщених у самій серцево-судинній системі. Це, як правило, рефлекси з головних рефлексогенних зон.

. Рефлекс із дуги аорти або рефлекс Ціона-Людвіга.

при підвищенні артеріального тиску в дузі аорти подразнюються барорецептори її стінки і, як результат - збуджується судинно - руховий центр довгастого мозку, в результаті чого кровоносні судини розширюються, артеріальний тиск знижується.

За умов нормального тиску судиноруховий центр перебуває під постійним гальмівним впливом барорецепторів.

При зниженні артеріального тиску це гальмування ослаблюється, збудження судинорухового центру зростає, судинний тонус підвищується, частота і сила скорочень серця збільшуються, і в результаті відбувається рефлекторне підвищення артеріального тиску.

. Рефлекси з хеморецепторів головних рефлексогенних зон.

В ділянці розгалуження загальної сонної артерії на зовнішню і внутрішню, розміщені невеличкі округлі тільця- сонні (каротидні) та аортальні тільця. У цих тільцях скупчена велика кількість хеморецепторних нервових закінчень, подразнюваних змінами хімічного складу крові, переважно нестачею кисню (гіпоксія), а також збільшенням концентрації С02 в крові. Сигнали від цих хеморецепторів надходять до дихального й судинорухового центрів, призводячи до посилення вентиляції легень і підвищення артеріального тиску.

. Рефлекси з механорецепторів серця, які лежать в основі

рефлексу Бейнбріджа - під час подразнення механорецепторів правого передсердя розтяганням його стінок кров'ю і виникає прискорення скорочень серця .

Спряжені рефлекси зумовлюють зміни артеріального тиску у відповідь на подразнення механо- та хеморецепторів, розміщених за межами серцево-судинної системи(внутрішні органи, скелетні м'язи, шкіра). Це рецептори тиску.

Вони беруть участь переважно в місцевих перерозподільних реакціях кровотоку.

Подразнення рецепторів, що розташовані поза судинним руслом, також рефлекторно (частіше через центри симпатичної нервової системи) призводить до змін у діяльності серця. Сильні подразнення можуть різко підвищити тонус блукаючого нерва.

Наприклад, у разі сильного удару в епігастральну ділянку (рефлекс Гольца) може відбутися зупинка серця, оскільки потік імпульсів від подразнених кишок і шлунка різко підвищує тонус блукаючого нерва.

Рефлекторне зростання частоти і сили серцевих скорочень відбувається і в разі больових подразнень, м'язової роботи тощо.

Якщо власні рефлекси головних рефлексогенних зон є стабілізувальними - вони підтримують артеріальний тиск на певному сталому рівні й забезпечують нормальну роботу серцево-судинної системи, то спряжені рефлекси переважно дестабілізують систему кровообігу - спричинюють перерозподіл крові між різними органами і зумовлюють зміни артеріального тиску.

Роль різних ефекторних систем у регуляції судинного тонусу.

Симпатична адренергічна іннервація є універсальною, оскільки охоплює судини всіх органів і тканин тіла, вона є тонічно активною, підтримує судинний тонус, а її збудження звужує кровоносні судини.

Парасимпатична судинорозширювальна іннервація. Роль парасимпатичної нервової системи в безпосередній іннервації судин незначна. Парасимпатична іннервація охоплює менше органів (секреторні залози, статеві органи) і здебільшого розширює їх судини не прямо, а за допомогою фізіологічно активних речовин, що виробляються під час посиленого функціонувати, зумовленого збудженням парасимпатичних волокон.

3. Роль серцево-судинного центру в регуляції судинного тонусу.

Пресорні та депресорні рефлекси.

Гемодинамічний центр (судинно - руховий) - це складне нервове утворення, розміщене від спинного мозку до кори головного мозку.

Його частинами є:

- судинорухові центри спинного мозку і заднього( довгастого) мозку,

- нервові центри проміжного мозку й кори великих півкуль.

Разом вони складають інтегральний нервовий центр.

Судиноруховий центр.

Міститься в довгастому мозку на рівні дна IV шлуночка, він тонічно активний і через симпатичну нервову систему підтримує судинний тонус.

Він складається з двох відділів:

пресорного;

депресорного.

Пресорний відділ впливає на центри симпатичної нервової системи спинного мозку, що призводить до підвищення артеріального тиску.

Збудження депресорного відділу (імпульсами від різних рецепторів) гальмує активність пресорного, внаслідок чого артеріальний тиск знижується.

Судиноруховий центр впливає на загальний кровотік таким чином:

) регулюючи частоту і силу скорочення серця;

) регулюючи загальний периферійний опір судин через зміну тонусу резистивних судин;

регулюючи ємність судинної системи через тонус її венозного відділу;

регулюючи об'єм крові, що циркулює.

Вищі відділи інтегрального нервового центру регулюють кровопостачання окремих судинних ділянок організму, пристосовуючи їх кровообіг до різних рухових реакцій.

Передусім - це центри середнього мозку (узгоджують окремі вегетативні реакції з руховими - судинні при морській хитавиці), гіпоталамуса (забезпечують узгодження різних судинних реакцій між собою і з соматичними), ділянки моторної кори головного мозку (запускають й коригують вегетативні реакції при поведінкових реакціях, тобто соматичні й вегетативні компоненти запускаються одночасно).

Часто їхня роль полягає в запобіганні виникненню змін в організмі.

Спинний мозок.

У спинному мозку немає центрів, які регулюють судинний тонус, і що він виконує лише функцію проведення сигналів від головного мозку до симпатичних нервів

Спінальні нейрони беруть на себе функцію регуляції тонусу кровоносних судин лише в патологічних умовах, коли зв'язок спинного і головного мозку розірвано.

Гіпоталамус

Є одним з відділів проміжного мозку.

Подразнення різних ділянок гіпоталамуса спричинює значні зміни артеріального тиску, частоти і сили скорочень серця, хвилинного об'єму крові й судинного тонусу, а також перерозподіл кровотоку між різними органами.

Вплив на серцево-судинну систему гіпоталамус здійснює не прямо, а через розміщені нижче центри довгастого і спинного мозку, причому в підтриманні судинного тонусу й артеріального тиску, принаймні в стані спокою, він участі не бере. Проте у випадках фізичного чи емоційного напруження або здійснення гомеостатичних реакцій гіпоталамічні центри можуть змінювати функцію серцево-судинної системи, підтримувати певний час артеріальний тиск на вищому рівні.

Кора великого мозку.

Подразнення багатьох ділянок кори великого мозку зумовлює зміни в роботі серцево-судинної системи: підвищення або зниження артеріального тиску і частоти скорочень серця.

Біологічна роль кіркового контролю системи кровообігу полягає в гемодинамічному забезпеченні поведінкових реакцій на біологічно значущі чинники зовнішнього, в тому числі соціального, середовища.

Наприклад, у людини постійне спілкування з іншими людьми часто супроводжується позитивними чи негативними психічними реакціями, нервовим напруженням, що майже завжди позначається на рівні артеріального тиску і частоті скорочень серця.

4. Взаємозв’язок нервової та гуморальної регуляції при різних пристосувальних реакціях.

Серцево-судинні рефлекси можуть бути власними й спряженими.

Власні - це депресорні (клиностатична проба) і пресорні (ортостатична проба).

Спряжені виникають, наприклад, при вході у воду, що супроводжується початковим зниженням артеріального тиску внаслідок зменшення частоти й сили серцевих скорочень.

Ортостатична проба.

При переході тіла з горизонтального положення у вертикальне спостерігаються такі реакції організму:

звуження артеріальних (підвищиться опір судин опору) і венозних судин (викличе збільшення припливу крові до серця),

збільшиться частота й сила серцевих скорочень.

В окремих випадках різке падіння ударного об'єму і хвилинного об'єму кровообігу може призвести до недостатнього кровопостачання головного мозку з втратою свідомості (ортостатичний колапс). Лікування - горизонтальне положення, підняти ноги вгору.

У разі клиностатичної проби всі зазначені реакції будуть протилежними за напрямком

Тобто, перехід з вертикального положення в горизонтальне спричинює протилежну спрямованість змін гемодинаміки.

Проведення орто- і клиностатичних проб та проби з фізичним навантаженням дає можливість визначити тип судинних реакцій:

- нормальний тип,

- гіпо- (астенічний),

гіперкінетичний,

дистонічний.

Про нормальний стан кровообігу свідчить зменшення ЧСС на 4-6 за 1 хв під час переходу з вертикального в горизонтальне положення (кліностатичний рефлекс Данієлопуло) або збільшення ЧСС на 6-24 за 1 хв під час переходу з горизонтального у вертикальне положення (ортостатичний рефлекс Превеля).

Основні закони гемодинаміки.

Для розуміння законів гемодинаміки слід пригадати основні закономірності руху крові по судинах. До особливостей кровотоку слід віднести чинник однобічного руху крові, який зумовлений різницею тисків (градієнтом тисків) на початку і на кінці судинної системи, і його сталість, що пов'язана з еластичністю судин.

Майже у всіх відділах судинної системи кровоток має ламінарний характер - кров рухається окремими шарами паралельно до осі судини. Водночас із ламінарним для судинної системи характерний і турбулентний рух крові - рух із завихреннями, який виникає у місцях розгалуження та звуження артерій, у ділянках згинів судин.

Судини організму - це його транспортні шляхи. Розгалужуючись і утворюючи сплетіння, вони утворюють складну мережу трубок. Якби судини являли собою жорсткі трубки, заповнені водою, то для такої системи були б повністю справедливі усі закони гідродинаміки.

Більш цікавою особливістю системи кровообігу є те, що у судинах діаметром 200 мкм і менше, тобто в капілярах організму людини, при найменшій швидкості кровотоку спостерігається і найменша в'язкість крові. Це обумовлено тим, що формові елементи, в тому числі й еритроцити як частинки з найбільшою густиною на одиницю об'єму й таким самим зарядом, як у стінки судин, вистроюються в центрі судини, де найбільша швидкість течії, та рухаються змійкою.

Краєва зона судини залишається без клітин і заповнюється плазмою. Плазма утворює шар, відносно якого ковзають клітини крові (ламінарна течія). Це зменшує сили тертя, і цей феномен протидіє феномену зростання в'язкості крові з уповільненням її швидкості. Це явище має назву динамічного гематокриту.

На швидкість течії крові в судинах впливає не тільки градієнт тиску, а й тонус судин та її кількість на вдихові й видиху.

Судини утворюють складну систему з різними ділянками, що мають різне функціональне значення ( дивись попередню лекцію "класифікація судин")

Тиск визначається силою, з якою кров тисне на стінку судини, поділеною на її площу.

Трансмуральний тиск - різниця між тиском, який діє на судину зсередини, і тиском, який діє з боку навколишніх тканин.

Об`єм крові, що протікає через кожен з відділів за 1 хвилину дорівнює ХОК.

Швидкість кровотоку зменшується від аорти до капілярів, а потім поступово зростає

2. Загальний периферійний опір судин. Лінійна та об’ємна швидкості руху крові. Час повного круговороту крові.

До основних гемодинамічних показників відносять:

- судинний (гідродинамічний) опір,

- тиск,

швидкість руху крові.

Фактори, що впливають на рух крові судинами:

- різниця тисків на початку і в кінці судин,

- діаметр судин,

опір у судинах,

в'язкість крові.

Судинний опір.

Кровоносна система є дуже складною системою послідовно і паралельно сполучених судин.

Загальний периферичний судинний опір (ЗПСО) визначають за різницею між середнім тиском в аорті та порожнистій вені.

Регіонарний судинний опір (у нирці, скелетному м'язі, залозі тощо) обчислюють за різницею тиску в судинах на вході й на виході з органа та за рівнем кровотоку через цей орган.

Гідродинамічний судинний опір - це опір, який кожна судина чинить на кров, що рухається по ній.

Для подолання даного опору використовується енергія скорочення серця. Він виникає під час руху крові по судинах. У його основі лежать такі чинники:

- тертя між шарами крові,

- між плазмою крові і стінками судин.

Крім того, опір у судині залежить:

- від її радіуса (опір збільшується у разі зменшення радіуса),

- від в'язкості крові і довжини судини.

Якщо припустити, що в'язкість крові - величина постійна, то залежність опору від радіуса і довжини в кровоносній системі буде наступною:

близько 50% загального периферійного опору (ЗПО) припадає на артеріоли і лише 25% - на капіляри.

Великий опір малих артерій різко зменшує об'ємний кровоток і лінійну швидкість руху крові.

Основними гемодинамічними показниками руху крові судинами є:

об'ємна швидкість,

лінійна швидкість,

швидкість кровообігу,

тиск у різних відділах судинного русла.

. Об'ємна швидкість визначається кількістю крові, що проходить через поперечний переріз судини за одиницю часу і визначається формулою:

,

де- об’ємна швидкість; P1 - тиск на початку судини; P2 - тиск в кінці судини; R - опір судини.

Вона прямопропорційна різниці тисків на початку і на кінці судини (Р1 і Р2) й оберненопропорційна до гідродинамічного опору току крові:

У різних органах вона різна (наприклад, у судинах мозку - 750 мл/хв, нирок - 1200 мл/хв) і змінюється залежно від їх функціонального стану.

. Лінійна швидкість - це відстань, яку кров проходить за одиницю часу. Лінійна швидкість кровотоку (V) відображає швидкість руху часточок крові вздовж судини.

Вона різна у визначених ділянках судинної системи і залежить від сумарного поперечного перерізу судини даного калібру. Під час руху крові судиннним руслом вона змінюється. Так,

у аорті - 50-60 см/с;

артеріях - 20-40 см/с;

артеріолах - 5 мм/с;

капілярах - 0,5 мм/с;

венах - 7-20 см/с.

Лінійна швидкість визначається за формулою:

= Q / n . r2,

де V - лінійна швидкість; Q - об'ємна швидкість; r2 - радіус судини.

Найбільша лінійна швидкість кровотоку спостерігається в аорті (0,2-0,5 м/с), в артеріях - 0,2-0,4 м/с, а найменша (0,0003 м/с) - в капілярах, оскільки площа перерізу аорти в 600-800 раз менша, ніж сумарна площа перерізу капілярів.

У венах (0,25 м/с) лінійна швидкість кровотоку поступово збільшується, але не досягає швидкості в артеріях, оскільки сумарний переріз вен приблизно в два рази більший ніж в артеріях.

. Швидкість кровообігу характеризується часом, протягом якого кров проходить великий і малий кола кровообігу і дорівнює 20-25 с.

Швидкість кровообігу дітей у спокійному стані більша, ніж у дорослих. У новонароджених вона дорівнює 12 мм/с, у 3 роки - 15 мм/с, у 14 років - 15,5 мм/с.

Кров у судинах рухається під різним тиском. Це обумовлено різним діаметром судин. Так,

у артеріях тиск дорівнює 120/80 мм рт. ст.,

у артеріолах - 80/60 мм рт. ст.,

у капілярах - 30/10 мм рт. ст.,

у венах, розташованих далеко від серця - 5-10 мм рт. ст.,

близько до серця - 5 мм рт. ст.

Що стосується об'ємної швидкості кровотоку, то вона вподовж усієї кровоносної системи однакова і становить у середньому 80-90 мл/с, або 5 л/хв.

Рух крові у капілярах

Капіляри здатні закриватись і відкриватись, завдяки чому і змінюється їх кількість, тобто кількість функціонуючих, видимих капілярів. Проте капіляри позбавлені гладком'язових клітин, не здатні до скорочення. Тому механізм, що здійснює закривання та відкривання капілярів, знаходиться в ділянці відгалуження капіляра від артеріоли. Там знаходяться передкапілярні сфінктери, які й здійснюють регуляцію капілярного кровообігу шляхом припинення чи відновлення доступу крові до капілярів. Таку саму функцію виконують найближчі до капілярів ділянки артеріол - метартеріоли.

Функція передкапілярних сфінктерів і артеріол регулюється двома механізмами:

судинозвужувальним (вазоконстрикторним),

судинорозширювальним (вазодилататорним).

Капіляри відкриваються і закриваються не всі одночасно, а почергово з періодичністю від 3-20 с до 2-5 хв. Поки одні капіляри відкриті і живлять прилеглі до них клітини, що утворюють навколо кожного капіляра своєрідний тканинний циліндр, інші капіляри закриті - в їхніх тканинних циліндрах накопичуються метаболіти. Через певний час закриті капіляри відкриваються, а попередні, вимивши з тканин метаболіти, закриваються. Так здійснюється гра капілярів, завдяки якій кровоносна система, використовуючи відносно невеликий об'єм крові, по черзі живить усі тканини і клітини тіла. При цьому артеріальний тиск залишається сталим.

Рух крові у венах.

Вени збирають кров від капілярів, підводять її до серця, а крім того, завдяки високій здатності стінок вен до розтягнення вони можуть депонувати більший або менший об'єм крові, регулюючи таким чином повернення венозної крові до серця. Як відомо, тиск крові у венозному руслі значно нижчий, ніж в артеріальному, і поступово, але невпинно знижується вподовж цього русла від 15-20 до 2~4 і навіть 0 мм рт. ст. в порожнистих венах на рівні впадання їх у праве передсердя.

Кров надходить до венул з капілярів під сталим тиском, і в такому непульсному режимі рухається по венах. І тільки поблизу серця у венах виникають пульсації.

Це венний пульс, який є наслідком зворотних (ретроградних) впливів роботи серця, переважно правого передсердя та передсердно-шлуночкового клапана.



На запису венного пульсу - флебограмі (див. мал. 38, Б) помітні три позитивні (і, а, с) і дві негативні (х, у) хвилі, кожна з яких відображає певну фазу серцевого циклу.

Загальна площа дрібних і середніх вен значно більша, ніж однойменних артерій. Завдяки цьому лінійна швидкість руху крові у венах менша, ніж в артеріях.

Щоб запобігти порушенню відтоку крові з кінцівок чи інших частий тіла або органів, у більшості з них розвинені вено-венозні анастомози, через які кров з вени, що спалася, тече в обхід перешкоди через сусідню вену.

В організмі є засоби, що прискорюють рух крові у венах. Це насамперед клапани - складки, вирости внутрішньої оболонки венозної стінки. Клапани є у венах кінцівок, особливо нижніх, діаметром більш як 0,5 мм. Вони пропускають кров лише в одному напрямку - до серця, а її поступальний рух від одного сегмента вени до іншого відбувається завдяки скороченню прилеглих до вени скелетних м'язів або механічних впливів через шкіру на поверхневі вени.

Кров’яний тиск: артеріальний (систолічний, діастолічний, пульсовий, середній). Фізіологічні основи вимірювання кров’яного тиску.

Кров'яний тиск.

Кров'яний тиск є одним із показників гемодинаміки. Він дорівнює відношенню сили, з якою кров діє на стінки судини, до площі судини.

Величина кров'яного тиску залежить не лише від тиску крові зсередини на стінку судини (внутрішній тиск), але і від зовнішнього тиску прилеглих тканин.

Кров'яний тиск (Р) поділяють на артеріальний і венозний.

Артеріальний тиск

В артеріальному тиску вирізняють:

систолічний тиск Рс - відображає роботу серця та еластичність великих артерій;

діастолічний (Рд) - відображає опір судин м'язового типу (прекапілярних судин опору);

пульсовий тиск - відображає ОЦК;

середньодинамічний тиск СРод - тиск, який у відсутності пульсових хвиль забезпечував би той самий гемодинамічний ефект, що і пульсовий тиск (відображає еластичність великих артеріальних судин).



Величина нормального Рс в молодих людей коливається в межах 110 - 149 мм рт. ст., діастолічного - 60 - 89 мм рт. ст.

У людини, що стоїть, виникає ефект зміни тиску на стінку судини - це трансмуральний тиск крові( або гідростатичний тиск), який зумовлений впливом стовпа крові в судинах, розташованих вздовж тулуба

Відомо, що у дорослого, який стоїть, артеріальний тиск:

- на рівні серця дорівнює 100 мм рт. ст.,

- водночас у ногах він буде сягати 190 мм рт. ст.,

а над серцем( голова шия) - 70 мм рт. ст.

Пульсовий тиск - різниця між систолічним та діастолічним тиском - у нормі становить 40-50 мм рт.ст.

Середній тиск - середнє значення тиску протягом серцевого циклу. Його можна визначити після інтегрального обчислення ділянки кривої тиску. Середній тиск дорівнює сумі діастолічного тиску і третини пульсового.

Рсер = Рдіаст + 1/3 (Рсис - Р діаст)

Артеріальний тиск крові у людини вимірюють аускультативним методом (метод Короткова).

У манжетці, накладеній на плече, за допомогою гумової груші створюється тиск, що перевищує тиск в артерії. При цьому артерія перетискується, рух крові припиняється і ніяких звуків у артерії не чути. Проте в міру випускання з манжетки повітря і зниження в ній тиску настає момент, коли цей тиск дорівнює артеріальному, точніше на 1-2 мм рт. ст. нижчим, ніж в артерії. А ми вже знаємо, що тиск в артерії не сталий, а пульсуючий: під час систоли серця вій зростає - систолічний тиск, а під час діастоли знижується - діастолічний тиск.

Отже, в момент, коли тиск у манжетці стає хоч трохи нижчим від систолічного тиску в артерії, остання на якусь частку секунди розкривається і пропускає порцію крові - виникає перший коротковський звук. Тиск у манжетці в цей момент дорівнює систолічному тиску.

З подальшим зниженням тиску в манжетці час відкритого стану артерії і порція крові, що проходить через неї під час кожної систоли, збільшуються, наростає й сила звуків. Далі, коли тривалість зупинки крові в артерії зменшується, звуки поступово слабшають, і коли тиск у манжетці стає хоч трохи нижчим, ніж діастолічний тиск в артерії, потік крові стає безперервним і звуки Короткова зникають. У цей момент за шкалою манометра визначають діастолічний тиск.

У нормі ідеальним артеріальним тиском вважають: систолічний 120 ± 15 мм рт. ст., діастолічний 80 ± 15 мм рт. ст.

Рівень артеріального тиску залежить і від функціонального стану організму. Так, під час фізичного навантаження він зростає. При великих навантаженнях систолічний АТ може досягати 200 мм рт. ст. і більше, а під час сну знижується до 100 - 80 мм рт. ст.

Величину систолічного тиску можна визначити шляхом появи пульсації на променевій артерії - пальпаторний, або метод Рива-Роччі.

Венозний тиск поділяють на центральний і периферичний.

Обидва вони відображають роботу правої половини серця, об'єм крові у венах і опір венозних судин.

Вимірювання кров'яного тиску проводять кривавими й некривавими методами.

За першим - у судину вводиться канюля, до якої під'єднується манометр. Вимірювання артеріального тиску частіше проводять у міліметрах ртутного стовпа, венозного - у сантиметрах водяного стовпа.

Тиск у людини у венах можна виміряти, вводячи у поверхневу (звичайно ліктьову) вену порожнисту голку і з'єднуючи її з чутливим електроманометром.

У венах, які розташовані поза грудною порожниною, венозний тиск дорівнює 5-9 мм рт. ст.

У венах, які розташованих усередині черепа, венозний тиск негативний.

У венах, які розташованих на рівні правого передсердя і шлуночка, венозний тиск дорівнює 0 мм рт. ст

У венах, розташованих поблизу грудної порожнини, тиск близький до атмосферного і варіює в залежності від фази дихання. Під час вдиху, коли грудна клітка розширюється, тиск знижується і стає негативним, тобто нижчим за атмосферний. Під час видиху відбуваються протилежні зміни і тиск підвищується (під час звичайного видиху він не перевищує 2-5 мм рт. ст.).

Величина центрального венозного тиску у венах, розташованих нижче серця зростає і в стопах дорівнює 90 мм рт. ст.

Величина венозного тиску має широкі індивідуальні варіації.

Артеріальний пульс, його основні параметри.

Ритмічні коливання стінок артерій, зумовлені коливаннями тиску під час систоли і діастоли, називають артеріальним пульсом.

Викид крові в аорту серцем супроводжується виникненням в її стінці пружних коливань, які отримали назву пульсових хвиль (або просто - пульс).

Артеріальний пульс можна визначити пальпаторно, у тих артеріях, які розташовані близько до поверхні тіла (променевій, скроневій, сонній тощо).

Пальпація артеріального пульсу дає можливість отримати важливі дані про стан серцево-судинної системи.

Основними характеристиками пульсу є:

1) частота за 1 хв.

2) ритмічність,

) наповнення,

) напруження.

Частота (ЧП)- це кількість пульсових коливань за 1 хвилину( в нормі 60 - 80 за хв.)Відхилення від норми можуть бути в бік зменшення кількості хвиль - брадикардія, та в бік збільшення коливань - тахікардія.

Ритмічність - це відстань між пульсовими ударами (повинна бути однакова). Пульс може бути ритмічним (відстані між хвилями однакові) і неритмічним (відстані різні відсутня закономірність ритму).

Наповнення - це ступінь наповнення артерій кров`ю під час систоли. Розрізняють добре наповнення (пульс має високі пульсові хвилі), погане (малі пульсові хвилі) і ниткоподібний пульс (хвилі ледве відчуваються).

Напруження пульсу - це зусилля, з яким потрібно натиснути на артерію, щоб припинити пульсові коливання, тобто, це ступінь опору артерії натиску пальців. Воно може бути твердим (артерію важко здавати)або м`яким ( коли достатньо легкого притискання, щоб пульс зник).

Дефіцит пульсу - це стан, при якому не всі серцеві скорочення виштовхують в артерії достатню кількість крові. Деякі пульсові хвилі настільки слабкі, що не доходять до периферичних артерій і не визначаються при пальпації. Тоді між ЧСС і ЧП будуть розбіжності.

Запис артеріального пульсу називається сфігмограмою (СФГ).



На СФГ розрізняють:

- підняття кривої - анакроту (виникає унаслідок різкого зростання тиску крові на початку фази вигнання, коли до артерій надходить додатковий об'єм крові),

- спад кривої - катакроту (виникає унаслідок поступового зниження тиску на кінець фази повільного вигнання),

вирізку - інцизуру (виникає на катакроті внаслідок короткочасного зниження тиску в аорті: на початку розслаблення шлуночка тиск у його порожнині стає нижчим, ніж тиск в аорті, і кров з аорти спрямовується назад до шлуночка, що й зумовлює зниження тиску в аорті)

та дикротичний зубець (виникає унаслідок удару крові у закриті півмісяцеві клапани - відповідає відбитій хвилі зростання тиску крові). Тонкі нюанси пульсу дають можливість попередньої діагностики багатьох захворювань не тільки серцево-судинної системи, але й інших органів та систем.

Сфігмограму можна зареєструвати як на центральних, так і на периферичних артеріях. Вони дещо відрізняються.

За допомогою сфігмограми можна судити про величину ударного об'єму, розтягання судин, величину периферичного опору судин, наявність пошкодження клапанів.

Венозним пульсом називають коливання тиску й об’єму у венах, розташованих біля серця.

Ці коливання передаються ретроградно та спричинені головним чином змінами тиску у правому передсерді. Графічний запис венозного пульсу називається флебограмою. Зміни кривих венозного пульсу можуть надати велику допомогу у діагностиці захворювань серця (наприклад, під час діагностики недостатності тристулкового клапана).

Запис пульсових коливань венозного пульсу має назву флебографїї.

Флебограма має зубці:

а - систола передсердь припиняє приплив крові до передсердь і викликає затримку крові у великих венах;

с - обумовлений передачею поштовху від сонної артерії, що знаходиться поблизу;

х - зміщення атріовентрикулярної перегородки вниз у період вигнання крові з шлуночка і швидкого заповнення передсердя;- наповнення передсердь припиняє подальше надходження в них крові;

у - швидке заповнення шлуночка кров'ю.



. План та організаційна структура практичного заняття

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Етапи заняття їх функції та зміст | Навч. цілі в рівнях засвоєння. | Методи контролю і навчання | Матеріали метод. забезпечення. (контролю, наочності, інструктивні) | Розподіл часу (у хвилинах) |
| І. 1. 2. 3. 1) 2) 3) ІІ. 1. 2. 3. 4. ІІІ. 1. 2. 3. | Підготовчий етап Організаційні заходи Постановка навчальних цілей. Контроль вихідного рівня знань, навичок, умінь (короткий план змісту, що виноситься на контроль): Пояснювати фізіологічні механізми здійснення кровообігу по судинах та регуляції гемодинаміки, їхню роль у забезпеченні життєдіяльності організму, особливості кровоплину в мікроциркуляторному руслі. Оволодіти методом вимірювання артеріального тиску за методом М.С. Короткова та принципами розрахунку середнього тиску. Спостерігати реакцію капілярів на подразнення (демографію), оцінювати результат. Основний етап Формування професійних вмінь та навичок: Вимірювати артеріальний тиск, аналізувати й трактувати його величину; Зображати рефлекторну дугу регуляції системного кровообігу при різних фізіологічних станах організму; Вираховувати середній артеріальний і пульсовий тиски, трактувати їхні зміни. Розв`язувати ситуаційні задачі. Заключний етап Контроль та корекція рівня знань, професійних вмінь та навичок. Підведення підсумків заняття (теоретичного , практичного , організаційного). Домашнє завдання: В.І. Філімонов " Фізіологія людини" СПРС : "Фізіологія кровоносних судин". | ІІ ІІ ІІ ІІІ ІІІ ІІІ ІІІ | Фронтальне опитування. Тестовий контроль Практичний тренінг. Вирішування ситуаційних задач Індивід. контроль | Таблиці, інструкції, структурно - логічні схеми Ситуаційні задачі Карта ООД | 5 хв 70 хв 15 хв |

. Матеріали методичного забезпечення заняття

. Матеріали контролю для підготовчого етапу.

А) питання:

. Яка анатомічна та функціональна організація системи кровообігу?

. Які закони гемодинаміки вам відомі?

. Що ви знаєте про кров'яний тиск у різних відділах судинної системи?

. Які фактори визначають рівень кров'яного тиску?

. Що таке артеріальний тиск та які його види та методи вимірювання?

. Що таке об'ємна та лінійна швидкість кровоточу?

. Що таке артеріальний пульс, які його параметри та походження?

. Що таке мікроциркуляція та транскапілярний обмін?

. Які особливості руху крові по венах вам відомі?

. Що таке судинний тонус і які чинники впливають на його величину?

Б) тестовий контроль( правильні відповіді виділені ):

Тест 1. Укажіть, у яких судинах найбільша, а в яких найменша лінійна швидкість кровотоку:. Найбільша в аорті.

Б. Найменша в аорті.. Найбільша в капілярах.

Г. Найменша в капілярах.

Тест 2. Поясніть, чому середня лінійна швидкість кровотоку у венах менша ніж в артеріях:. Загальне венозне русло в 2-3 рази ширше артеріального.

Б. Залежить від товщини стінок судини.. У венах кров тече до серця.

Г. Залежить від властивостей венозної крові.

Тест 3. Укажіть, які органи виконують роль кров'яного депо:. Печінка.

Б. Легені.. Підшкірні судини.

Г. Селезінка.

Тест 4. Укажіть, які хімічні речовини розширюють судини:. Ацетилхолін.

Б. Гістамін.. Метаболіти.

Г. Адреналін.

Тест 5. Перелічте фактори, які визначають рівень кров 'яного тиску:. Величина сечовипускання.

Б. Кількість крові в артеріях.. В'язкість крові.

Г. Хвилинний об'єм крові та стан судин.

Тест 6. Перелічте фактори, які регулюють рівень кров'яного тиску:. Потовиділення.

Б. Зміна еластичних властивостей артерій.. Регуляція периферичного опору.

Г. Регуляція серцевого викиду.

Тест 7. Укажіть, які фактори визначають потік рідини по судинах:. Різниця тиску на початку та в кінці судини.

Б. Діаметр судини.. Турбулентний (вихрьовий) або ламінарний (шаровий) рух рідини.

Г. В'язкість рідини.

Тест 8. З наведеного переліку вазоактивних речовин виберіть судинозвужуючі та судинорозширюючі речовини:. Адреналін, норадреналін. Ж. Вазопресин.

Б. Серотонін. З. Ренін.

В. Гістамін. І. Простагландини.

Г. Ацетилхолін. Ї. СО2, аденозин.

Д. Лактат.

Тест 9. Назвіть фактори, які визначають артеріальний тиск:. Робота серця.

Б. Тонус судин.. Еластичність судинної стінки.

Г. Опір потоку крові в судинах різного діаметру.

Д. Кількість циркулюючої крові.

Е. Фази серцевого циклу.

. Матеріали контролю основного етапу заняття.

А)відпрацювання навичок:

. Вимірювати артеріальний тиск, аналізувати й трактувати його величину;

. Зображати рефлекторну дугу регуляції системного кровообігу при різних фізіологічних станах організму;

. Вираховувати середній артеріальний і пульсовий тиски, трактувати їхні зміни.

4. Розв`язувати ситуаційні задачі.

Б) вирішення ситуаційних задач:

. Хворому з вираженою інтоксікацією ввели внутрішньовенно 3 л плазмозамінюючих розчинів протягом 2 годин. Поясніть, як зміниться величина АТ та частота серцевих скорочень у цього хворого?

. Визначте час проходження крові по малому та великому колах кровообігу, якщо час повного кровообігу - 23 с. Поясніть, чому по малому колу кровообігу кров проходить швидше?

. Визначте пульсовий тиск при величині АТ 120/80 мм.рт.ст..

. Визначте середній тиск при величині АТ 140/90 мм.рт.ст.

. Як зміниться ЧСС і АТ при зміні положення з лежачого на вертикальне і навпаки?

. Матеріали методичного забезпечення основного етапу заняття.

А. Алгоритми (структурно - логічні схеми, таблиці, інструкції до ПЗ, орієнтовні карти)

Інструкція №12

Для студентів до практичного заняття з фіхіології

Спеціальність: 512 010102

Тема: Дослідження функції серцево-судинної системи (ІІ)

Оснащення: фонендоскоп, тонометр

Конкретні цілі:

Знати:

. Основні закони гемодинаміки

. Лінійну та об`ємну швидкість крові

. Функціональну класифікацію кровоносних судин

. Нервовий і гуморальний механізм регуляції нервового тонусу

. Роль серцево-судинного центру

. Фізіологічні особливості реґіонарного кровообігу

. Лімфообіг та склад лімфи

Вміти:

. Пояснити регуляцію серцевої діяльності: (міогенну, нервову, гуморальну)

. Трактувати механізми впливів симпатичної та парасимпатичної нервової системи на фізіологічні властивості серцевого м’яза

. Проводити пальпатрний метод реєстрації пульсу та давати характеристику

. Аналізувати сфігмограму

. Вимірювати артеріальний тиск (визначення тиску: систолічного, діастолічного, пульсового, середнього)

. Аналізувати частоту серцевих скорочень.

План проведення заняття:

. Співбесіда з теми

. Дослідження впливу фізичного навантаження на чсс людини

. Складання таблиці регуляції діяльності серця та регуляції кровообігу

. Вимірювання АТ. Оцінка результату

. Дослідження впливу м’язової роботи на кровообіг

. Дослідження впливу положення тіла на кровообіг.

. Оформлення щоденника

Викладач: Павлик О.А.

Орієнтовна карта.

1. Заповніть німу таблицю.

Функціональні типи судини

|  |  |
| --- | --- |
| Тип судини | Характеристика |
| Амортизуючі судини |  |
| Резистивні судини |  |
| Судини-сфінктери |  |
| Обмінні судини |  |
| Ємнісні судини |  |
| Шунтуючі судини |  |

2. Виміряти АТ у сусіда по парті і дати йому характеристику.

3. Визначити частоту пульсу у сусіда по парті.

Вимірювання артеріального тиску

Мета: Виміряти показники артеріального тиску аускультативним методом, розрахувати пульсовий та середній тиск.

Хід роботи. Цим методом вимірюється як систолічний, так і діастолічний тиск крові.

Руку досліджуваного, який сидить, повністю розслаблену кладуть на горизонтальну поверхню, яка забезпечує стійке положення кисті. На оголене плече накладають манжетку тонометра, щільно притискаючи її до шкіри. Нижній край манжетки не повинен закривати місце розгалудження плечової артерії у ліктьовій ямці. Пальпаторно визначають пульсацію однієї з артерій (променеву або ліктьову) та встановлюють в цьому місці фонендоскоп.

За допомогою груші в манжеті піднімають тиск повітря до зникнення периферичного пульсу на променевій артерії, після чого за допомогою клапану в системі апарату починають поступово знижувати тиск. За умови незначного перевищення тиску в перетиснутій плечовій артерії над тиском у манжеті на місці встановлення фонендоскопа буде прослуховуватись перший поштовх систолічної хвилі крові (тон Короткова). В данному випадку на шкалі тонометра фіксується показник, що відповідає максимальному (систолічному) тиску крові.

Поступове повільне зниження тиску в манжеті призводить до вирівнювання тиску в манжеті і в плечовій артерії. Аускультативно це відповідає спочатку наростанню сили тонів, обумовленому подоланням опору ділянки стенозованої манжетою плечової артерії, а потім послабленню тонів і, нарешті, їх зникненню. Зафіксувавши на шкалі прибору момент останнього, почутого за допомогою фонендоскопа поштовху, реєструють мінімальний (діастолічний) тиск. Для контролю цю маніпуляцію повторюють 2-3 рази, попередньо повністю випускаючи повітря з манжети.

Висновки.

Визначення частоти пульсу пальпаторним методом

Мета: Визначити частоту пульсу пальпаторним методом.

Хід роботи. Визначити пульс на променевій артерії внутрішньої поверхні зап'ястка у нижній чверті передпліччя, прикладаючи два пальці (II і III). Частоту пульсу підрахувати за 1 хв. Повторити підрахунок після фізичного навантаження (10-20 присідань).

Зробити висновки про причини та механізми зміни частоти пульсу.

Висновки.

. Матеріали для контролю заключного етапу практичного заняття.

А) задачі та завдання:

) Серце за 1 хвилину викидає в аорту 5 л крові. Скільки крові проходитиме через капіляри і порожнисті вени?

) Чи зміниться тонус судин при введенні в/в розчину адреналіну?

) Як і чому зміняться при емоційному стресі ЧСС, кров`яний тиск, ХОК і тонус ємкісних судин?

) Під час фізичного навантаження ЧСС збільшилась з 70 до 160 уд/хв., АТ підвищився з 120/60 мм.рт.ст. до 140/90 мм.рт.ст. Який механізм підвищення АТ і почащення ЧСС?

Б) тести:

. Час кровообігу крові - це ....

) Час проходження крові через велике і мале кола кровообігу; 2) Час проходження крові через ма-лий коло кровообігу; 3) Час проходження крові через велике коло кровообігу; 4) Час, за який кров проходить від легких до коронарних артерій. 2. Артерії є судинами ......

) резистивного; 2) магістральними; 3) ємнісними; 4) обмінними.

. Артеріоли є судинами......

) резистивного; 2) магістральними; 3) ємнісними; 4) обмінними.

. Вени є судинами:

) резистивного; 2) магістральними; 3) ємнісними; 4) обмінними. 5. Капіляри є судинами ......

) резистивного; 2) магістральними; 3) ємнісними; 4) обмінними. 6. Основний опір току крові виникає у .....

) венах; 2) артеріях і венах; 3) артеріолах; 4) капілярах .. 7. Об'ємна швидкість кровотоку - це ......

) Швидкість просування частинок крові вздовж судини; 2) Кількість крові, що протікає через посудину в одиницю часу; 3) Кількість крові, що повертається до серця в одиницю часу; 4) Швидкість руху крові в аорті.

. Лінійна швидкість кровотоку - це .....

) Швидкість просування частинок крові вздовж судини; 2) Кількість крові, що протікає через посудину в одиницю часу; 3) Кількість крові, що повертається до серця в одиницю часу; 4) Швидкість руху крові в аорті. 9. Лінійна швидкість кровоточу максимальна в ......

) венах; 2) артеріях; 3) аорті; 4) капілярах. 10. Систолічний тиск - це ......

) Максимальний тиск крові в артеріях при скороченні шлуночків; 2) Максимальний тиск крові в артеріях при скороченні лівого шлуночка; 3) Мінімальний тиск крові в артеріях при розслабленні лівого шлуночка; 4) Максимальний тиск крові в серці. 11. Діастолічного тиску - це ......

) Мінімальний тиск крові в артеріях при розслабленні лівого шлуночка; 2) Мінімальний тиск крові в артеріях при скороченні лівого шлуночка; 3) Максимальний тиск крові в артеріях при розслабленні лівого шлуночка; 4) Мінімальний тиск крові в серці. 12. Пульсовий тиск - це:

) Різниця між систолічним і діастолічним тиском; 2) Середня величина між систолічним і діастолічним тиском; 3) Тиск крові в момент серцевого викиду; 4) Тиск крові на променевій артерії в момент серцевого викиду. 13 Середній тиск - це.....

) Різниця між систолічним і діастолічним тиском; 2) Сума систолічного і 1/3 діастолічного тиску; 3) Сума діастолічного і 1/3 пульсового тиску; 4) Середня арифметична між систолічним і діастолічним тиском. 14. Де знаходиться основний судиноруховий центр?

) У спинному мозку; 2) У довгастому мозку; 3) У проміжному мозку; 4) У корі великих півкуль. 15. Адреналін коронарні судини ......

) Розширює; 2) Не впливає; 3) Звужує; 4) Звужує і подовжує спазм. 16. Ацетилхолін коронарні судини ......

) Розширює; 2) Не впливає; 3) Звужує; 4) Звужує і подовжує спазм. 17. Гістамін просвіт капілярів ......

) Розширює; 2) Не впливає; 3) Звужує; 4) Звужує в шкірі і розширює в інших ділянках тіла.

. Ренін артерії:

) Розширює; 2) Розширює судини нирок і звужує інші; 3) Звужує; 4) Звужує судини нирок, а на інші не впливає. 19. На який час можна накладати джгут при кровотечі?

) На 1,5-2 години; 2) На 0,5 години; 3) На 10-15 хвилин; 4) На 12 годин. 20. Основною ланкою в системі мікроциркуляції є :

) Капіляри; 2) Артеріоли; 3) Крупні артерії; 4) Вени і венули. 21. Подразнення барорецепторів аорти і сонної артерії викликають рефлекси:

) Депресорні; 2) Пресорні. 22. Базальний тонус судин -це тонус, зумовлений ....

) Впливом парасимпатичного відділу ВНС; 2) автомат гладком'язових клітин, складових судинну стінку; 3) впливом симпатичної нервової системи. 23. Як зміниться АТ після введення адреналіну?

) Збільшиться; 2) Зменшиться; 3) Не зміниться. 24. ЯКА частота пульсу в осіб середнього віку в спокої?

) 80-100 хв/хв. 2) 60-80 хв/хв. 3) 40-80 хв/хв. 25. Яким буває пульс по амплітуді?

) Швидким і повільним; 2) Великим і маленьким; 3) Малого і доброго наповнення; 4) Частим і рідким. 26. Яким буває пульс по частоті?

) Швидким і повільним; 2) Високим і низьким; 3) Великим і маленьким; 4) Малого і доброго наповнення; 5) Частим і рідкісним. 27. Яким буває пульс по швидкості?

) Швидким і повільним; 2) Високим і низьким; 3) Великим і маленьким; 4) Малого і доброго наповнення; 5) Частим і рідкісним. 28. Яким буває пульс по напруженню?

) Швидким і повільним; 4) Високим і низьким; 2) Великим і маленьким; 5) Твердим і м'яким; 3) Частим і рідкісним.

Висновок

Система кровообігу є чи не найголовнішою системою людського організму. Саме завдяки ній всі органи і системи організму отримують необхідні поживні речовини та кисень і виділяють назовні продукти обміну, які є токсичними для організму. Система кровообігу також розносить по організму гормони, які здійснюють ендокринну регуляцію діяльності організму.

Найважливішими складовими ССС є серце і судини. Завдяки руху крові по судинах (гемодинаміці) тканини отримують всі необхідні для життєдіяльності речовини та від них відносяться продукти метаболізму. Таким чином підтримується гомеостаз.

Функціональний стан перерахованих структур ССС залежить від регуляторних механізмів їх діяльності.

Знання закономірностей руху крові по судинах та особливостей будови кровоносних судин необхідне для розуміння патогенезу багатьох хвороб, а також для проведення медичних досліджень та маніпуляцій, крім того вони дозволять визначити і оцінити параметри роботи ССС та визначити відхилення від нормальних показників в разі серцево-судинної патології

Література

Навчальна

. В.І. Філімонов " Фізіологія людини" 2010.

. Допоміжна - Г.М. Чайченко "Фізіологія людини" 2009.

. І.С. Кучеров "Фізіологія людини" 2004.

. С.А. Георгієва "Фізіологія" 2011.

Методична

. В.Є. Мілерян "Методичні основи підготовки та проведення навчальних занять в медичних ВУЗах", 2009.

. Збірник нормативно - методичних матеріалів з організації навчального процесу у вищих медичних закладах освіти.