

Миколаївський національний університет  
імені В. О. Сухомлинського

Факультет фізичної культури та спорту  
Кафедра теорії та методики фізичної культури

**Лекція на тему:**  
**«Фізіологія крові»**

Для студентів

Галузі знань – 0102 «Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини»

Напрямам підготовки: 6.010201 – «Фізичне виховання\*»  
6.010202 – «Спорт»  
6.010203 – «Здоров'я людини\*»

Укладач  
доцент Гетманцев С. В.

Миколаїв – 2016

**Мета:** дати студентам поняття про склад та функції крові людини.

**Завдання:** висвітлити основні закономірності формування імунітету та регуляції системи крові.

### **План**

- |   |      |
|---|------|
| 1. Загальна характеристика функцій крові. | с. 3 |
| 2. Формені елементи крові. Еритроцити.    | с. 5 |
| 3. Лейкоцити.                             | с. 7 |
| 4. Тромбоцити.                            | с. 7 |
| 5. Імунітет. Групи крові.                 | с. 8 |
| 6. Регуляція системи крові.               | с. 9 |

*Ключові слова:* кров, клітини крові, еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, групи крові, імунітет.

## ***Загальна характеристика функцій крові***

Кров разом з міжклітинною рідиною і лімфою утворює внутрішнє середовище організму. Кров знаходиться в безперервному русі в замкненій кровоносній системі і безпосередньо не контактує з клітинами. Всі необхідні для життя речовини клітини одержують із міжклітинної рідини, що просочується з крові в міжклітинний простір. Міжклітинна рідина, що надходить в лімфатичні капіляри, називається лімфою. Лімфа знову повертається в кров. Таким чином, міжклітинна рідина і лімфа є похідними крові. В процесі життєдіяльності організму кров постійно оновлюється, складові частини крові руйнуються, а на їх місці синтезуються нові. Кров, кровотворні і кроворуйнівні органи (кістковий мозок, селезінка, печінка і лімфатичні вузли) утворюють цілісну фізіологічну систему — систему крові.

Кров виконує дуже важливі життєві функції.

***Транспортна функція.*** Із травного апарату в кров надходять поживні речовини, а з легень — кисень; далі вони з током крові транспортуються до тканин. З тканин у кров надходять кінцеві продукти обміну речовин (вуглекислота, аміак, сечовина) і доставляються до видільних органів. Транспортуючи до тканин кисень, а від них вуглекислоту, кров виконує також ***дихальну функцію.***

***Температурорегуляційна функція.*** В процесі життєдіяльності клітин в них утворюється значна кількість тепла. Виведення надлишків тепла і підтримання таким чином нормальної температури тіла здійснюються кров'ю, в складі якої знаходиться до 90% води, що має велику теплоємність.

***Захисна функція.*** В організм через шкіру, слизові оболонки дихальних шляхів і травний апарат постійно проникають хвороботворні мікроорганізми. Мікробні тіла, а також продукти їхньої діяльності (токсини в лімфі, міжклітинній рідині і крові) руйнуються за допомогою спеціальних білків — антитіл і білих кров'яних тілець — лейкоцитів.

***Регуляційна функція.*** Регуляція обміну речовин у клітинах здійснюється також фізіологічно активними речовинами, гормонами (продуктами секреції ендокринних залоз), різними метаболітами. Поступаючи в кров, ці речовини розносяться з током її до тканин і органів, регулюючи їхню діяльність.

В організмі людини кров становить 7,7% маси тіла, тобто для дорослих людей 4,5 ... 6 літрів. Але в стані фізіологічного спокою по кровоносних судинах циркулює тільки половина всієї крові. Друга частина крові знаходиться в депо, роль яких виконують печінка, селезінка, легені, судини шкіри. Співвідношення між циркулюючою і депонованою кров'ю непостійне. При м'язовій роботі, умовах недостачі кисню, крововтратах кількість депонованої крові зменшується, вона мобілізується із депо в кров'яне русло.

***Склад і фізико-хімічні властивості крові.*** Кров складається із плазми (55 ... 60%) і формених елементів (40 ... 45%) — еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів. Плазма — рідка частина крові, що має 90 ... 92% води і близько

10% сухого залишку, представленого органічними і неорганічними речовинами. Органічні речовини: білки (альбумін, глобуліни і фібриноген), глюкоза (120 мг %), амінокислоти, ліпіди, гормони, вітаміни і продукти проміжного обміну. Важливу роль у виконанні функцій крові відіграють білки. Вони беруть участь у регуляції водного обміну, захисній функції, транспорті продуктів обміну, зсіданні крові. Білки плазми швидко руйнуються і їх сталість підтримується за рахунок постійного синтезу. Мінеральні речовини плазми складають лише 0,9% сухого залишку. Найважливішу роль у фізико-хімічних властивостях крові відіграють катіони  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  і аніони  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,

Кров, як і інші рідини організму, характеризується такими фізичними параметрами, як в'язкість, густина, осмотичний тиск, поверхневий натяг. В'язкість цільної крові дорівнює 5,0, а в'язкість плазми 1,7 ... 2,2 (за одиницю приймається в'язкість води). Густина цільної крові 1,042 ... 1,053 г/см<sup>2</sup>, а плазми — 1,025 ... 1,034 г/см<sup>2</sup>,

**Осмотичний тиск крові.** Розчинені в крові речовини притягують до себе молекули води. Це явище називається осмосом і полягає в тому, що якщо два розчини розділити напівпроникною мембраною, то вода буде переходити в бік розчину з більшою концентрацією. Сила, яка зумовлює проникнення води через напівпроникну мембрану, називається осмотичним тиском. Осмотичний тиск крові людини і ссавців підтримується в межах 7700 ... 8205 гПа. Сталість осмотичного тиску є обов'язковою умовою підтримання нормальної структури і функцій клітин. Розчини, які мають однаковий осмотичний тиск, називаються ізотонічними. Для крові ізотонічним розчином буде 0,9%-ний розчин натрію хлориду, який називається ще фізіологічним. Розчин, осмотичний тиск якого менший за кров'яний, називають гіпотонічним, а більший за кров'яний — гіпертонічним. Осмотичний тиск, що розвивається органічними речовинами плазми крові, називають онкотичним тиском. Його величина лише 40 ... 47 гПа, але він має важливе значення в розподілі води між тканинами і кров'ю, в процесах всмоктування і фільтрації.

При тривалій інтенсивній фізичній роботі внаслідок надходження в кров продуктів розпаду органічних речовин осмотичний тиск крові збільшується, що призводить до затримки в ній води і збільшення її об'єму.

**Реакція крові.** Важливою умовою нормального протікання біохімічних процесів у клітинах є реакція оточуючого їх середовища. Активна реакція крові (рН) зумовлюється співвідношенням в ній концентрації водневих ( $\text{H}^+$ ) і гідроксильних іонів ( $\text{OH}^-$ ). У стані фізіологічного спокою рН артеріальної крові дорівнює 7,36, а венозної 7,35. У процесі діяльності клітин у них постійно накопичуються кислі продукти обміну, які зрушують рН в кислу сторону. Величина рН крові, нижча 7,0 і вища 8,0, небезпечна для життя людини. Підтримання сталості рН крові на оптимальному рівні здійснюється за рахунок буферних систем плазми крові і еритроцитів, а також діяльності органів виділення. Буферні властивості притаманні розчинам слабкої кислоти і її солям. Якщо додати до такого розчину більш сильної кислоти, то вона

витісняє слабку кислоту із її сполук з лугами. В розчині утворюються слабка кислота і сіль сильної кислоти, Якщо до буферної системи додати лугу, то утворюються сіль слабкої кислоти і вода. Тому як в першому, так і в другому випадках зміщення активної реакції в кислий або лужний бік зменшується. До буферних систем крові належать:

- 1) фосфатна система
- 2) карбонатна система
- 3) буферна система білків плазми;
- 4) буферна система гемоглобіну. Остання відіграє основну роль у підтриманні реакції крові.

Буферні властивості білків зумовлені наявністю у їхньому складі як кислотних, так і лужних груп. Тому в кислому середовищі білки дисоціюють як луги, зв'язуючи водневі іони, а в лужному середовищі зв'язують іони гідроксилу.

В основі здатності гемоглобіну виконувати роль буферної системи лежать два механізми. Проникаючи в середину еритроциту, іони  $H^+$  можуть обмінюватись на катіони  $K^+$ , зв'язані з гемоглобіном:  $NaHb + H_2CO_3 \leftrightarrow H \cdot Hb + NaHCO_3$ . Крім того, частина іонів  $HCO_3^-$  зв'язується із аміногрупами гемоглобіну.

Величина, що характеризує здатність буферних систем нейтралізувати кислі продукти, носить назву лужного резерву крові. Під час інтенсивної м'язової роботи лужний резерв витрачається на нейтралізацію кислих продуктів, що утворюються (вуглекислоти, молочної кислоти та ін.). Тому величина лужного резерву має велике значення для підтримання тривалої працездатності.

### *Формені елементи крові*

**Еритроцити** — червоні кров'яні тільця. Основна функція їх — транспорт кисню і вуглекислоти. Це без'ядерні клітини, які мають двовгнуту форму, діаметр їх дорівнює 7,5 мкм, а товщина 2,2 мкм. В одному кубічному міліметрі крові у чоловіків знаходиться 5,0...5,5, а у жінок 4,0...4,5 млн. еритроцитів. Зниження кількості еритроцитів нижче за норму свідчить про наявність анемічного стану (малокрів'я). Маленькі розміри і велика кількість еритроцитів утворюють велику сумарну поверхню, яка в 1500 разів перевищує поверхню людського тіла. Втрата ядра, двовгнута форма і малі розміри — всі ці особливості будови еритроцитів сприяють кращому виконанню функції транспорту газів. Завдяки своїй еластичності еритроцити легко змінюють свою форму, проходячи через дрібні кровоносні судини і капіляри. Утворюються еритроцити в червоному кістковому мозку. Проіснувавши 120 днів, вони руйнуються в селезінці і печінці. Щоденно їх руйнується близько 200 млрд. При цьому продукти розпаду старих еритроцитів стимулюють утворення нових — еритропоез.

В еритроцитах знаходиться складна речовина гемоглобін, яка і надає їм червоного забарвлення. Гемоглобін складається із білка — глобіну і

небілкової групи-гема. До складу гема входять атом заліза і чотири пірольних кільця, які носять назву залізопорфірину. В нормі, залізо знаходиться в закисній формі. В основі функції гемоглобіну лежать зворотне приєднання кисню до закисного заліза (оксигенація) і перетворення заліза на частково окисне. Кожна молекула гемоглобіну може приєднати чотири молекули кисню. Така сполука називається оксигемоглобіном. Вона нестійка, легко віддає кисень і знову перетворюється на гемоглобін. Гемоглобін у капілярах тканин утворює нетривку сполуку з вуглекислим газом, яка в капілярах легень розпадається. Тим самим гемоглобін бере участь в транспорті вуглекислого газу.

При надходженні в кров з повітрям чадного газу (CO) гемоглобін утворює з ним досить тривку сполуку — карбоксигемоглобін. Якщо в повітрі міститься 0,1% чадного газу, то більше половини гемоглобіну зв'язується з ним, втрачаючи здатність переносити кисень і вуглекислий газ. Це призводить до кисневого голодування і порушення функцій організму, в першу чергу центральної нервової системи. Перша допомога при отруєнні чадним газом полягає в забезпеченні потерпілого чистим повітрям.

Вміст гемоглобіну в крові позначається кількістю грамів його в 100 мл крові або процентним відношенням кількості гемоглобіну в грамах до умовно прийнятої за 100% величини 16,7 грама.

У дорослих вміст гемоглобіну знаходиться в межах 13...16 г на 100 мл, або 75...90%. Зниження вмісту гемоглобіну нижче 60% є показником анемії (малокрів'я). При спортивному тренуванні, тривалому перебуванні в умовах високогір'я збільшуються кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну в крові,

У скелетних м'язах і м'язі серця міститься м'язовий гемоглобін — міоглобін, який постачає кисень тканинам в умовах кисневого голодування.

**Резистентність еритроцитів.** Під впливом деяких речовин, а також у гіпертонічних і гіпотонічних розчинах еритроцити руйнуються, відбувається їх гемоліз. Здатність еритроцитів протистояти впливам факторів, що викликають гемоліз, позначається як їхня резистентність (стійкість). У гіпертонічних розчинах, в яких осмотичний тиск більший, ніж в еритроцитах, вода виходить з еритроцитів. Еритроцити зморщуються, функція їх порушується. В гіпотонічних розчинах вода входить в еритроцити, завдяки цьому вони набухають і лопаються. Осмотична резистентність еритроцитів визначається тією найменшою концентрацією NaCl, в якій еритроцити повністю руйнуються. У здорових людей повне руйнування еритроцитів спостерігається при концентрації NaCl 0,33...0,36%. Гемоліз еритроцитів викликається такими речовинами, як спирт, ефір, кислота, луги, а також дією променевої енергії.

**Швидкість осідання еритроцитів.** Формені елементи в плазмі крові знаходяться у вигляді суспензії. Ця властивість крові зумовлюється негативним зарядом еритроцитів, який перешкоджає їхньому склеюванню. Але якщо кров набрати в тонкий капіляр, додавши до неї натрію цитрату, що попереджає зсідання крові, то еритроцити повільно осідають на дно капіляра, а верхній шар крові стає прозорим. При цьому для діагностичних цілей має

велике значення швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). На ШОЕ значною мірою впливає функціональний стан організму; це використовується лікарями в діагностичних цілях для визначення наявності запальних процесів та інших зрушень. В нормі ШОЕ у чоловіків дорівнює 3...7 мм в годину, у жінок — 7 ... 12 мм/год. У дітей у віці 7 ... 12 років величина ШОЕ не перевищує 12 мм/год.

**Лейкоцити** — білі кров'яні тільця, які мають ядро і протоплазму. В одному кубічному міліметрі крові людини знаходиться 5...8 тис. лейкоцитів. Збільшення кількості лейкоцитів вище 8 тис. називається лейкоцитозом, а нижче 5 тис.—лейкопенією. Після тривалої м'язової роботи кількість лейкоцитів у крові людини збільшується до 14 тис. в 1 мм<sup>3</sup>. Це явище носить назву міогенного лейкоцитозу. Лейкоцити виконують захисну функцію. Вони захоплюють у цитоплазму мікроорганізми, чужеродні білки і внутрішньоклітинно перетравлюють. Це явище дістало назву фагоцитозу (І. І. Мечников). Вони також утворюють антитіла і руйнують токсини білкового походження. Лейкоцити здатні рухатись, проникаючи через капіляри в міжклітинний простір. Утворюються лейкоцити в кістковому мозку, селезінці і лімфатичних вузлах.

За своєю будовою Лейкоцити діляться на дві групи: зернисті (гранулоцити) і незернисті (агранулоцити). Походження і функції цих груп лейкоцитів різні. Гранулоцити — ацидофілоцити (еозинофіли), базофілоцити і нейтрофілоцити розвиваються з мієлобластів кісткового мозку. Нейтрофілоцити складають 70% всіх клітин білої крові, забарвлюються нейтральним барвником. Вони виконують функцію фагоцитозу. Захоплюють не тільки бактерії, а і власні відмерлі клітини.

Ацидофілоцити забарвлюються кислою фарбою — еозином. В крові їх 2...4%. Функція — руйнування токсинів білкового походження. Базофілоцити забарвлюються лужним барвником. В крові їх 0...1%. Беруть участь у процесах перетравлювання відмерлих власних клітин, забезпечуючи відновлення тканин.

До агранулоцитів відносяться моноцити і лімфоцити. Моноцити складають 4...8% всіх лейкоцитів. Основна їх функція — фагоцитоз. Лімфоцитів в крові 25...30%. Вони беруть участь у процесах фагоцитозу, знешкоджуючи мікробні клітини і їхні ядра. Процентне співвідношення різних форм лейкоцитів носить назву лейкоцитарної формули. При різних захворюваннях співвідношення форм лейкоцитів змінюється, тому визначення лейкоцитарної формули є одним із діагностичних показників.

**Тромбоцити** — кров'яні пластинки — без'ядерні плазматичні утворення. В 1 мм<sup>3</sup> крові міститься 200...400 тис. тромбоцитів. Діаметр тромбоцитів 2...5 мкм. Утворюються вони в кістковому мозку і селезінці. Відіграють важливу роль у процесах зсідання крові. При пошкодженні кровоносних судин кров, що витікає з них, швидко зсідається, і згусток, що утворюється, закриває рану і припиняє кровотечу. Суть зсідання крові полягає в тому, що розчинений в плазмі білок фібриноген під дією ферменту тромбоцитів тромбокінази і солей кальцію перетворюється на нерозчинний

білок — фібрин. Це досить складний процес, який умовно можна поділити на три фази. В першій фазі при руйнуванні тромбоцитів виділяється ряд хімічних речовин, які взаємодіють з білками плазми, в результаті ферментативних реакцій утворюється тромбопластин.

В другій фазі протромбін плазми за участю іонів кальцію взаємодіє з тромбопластином і утворюється тромбін.

В третій фазі тромбін, який має ферментативні властивості, перетворює фібриноген плазми на фібрин.

Після переходу фібриногена у фібрин кров'яний тромб зтягується, ущільнюється. В організмі існують речовини, що запобігають руйнуванню тромбоцитів у судинах людини. Це гепарин, який утворюється майже в усіх органах, і фібринолізин — фермент, що розчиняє утворений тромб.

Час зсідання крові має значні індивідуальні коливання. В середньому у дітей шкільного віку кров починає зсідатись через 1-2 хв і закінчується утворенням тромбу через 3...5 хв. після початку кровотечі. При виконанні фізичної роботи кількість тромбоцитів збільшується в 3...5 разів, тим самим збільшуючи здатність крові до зсідання.

### ***Імунітет. Групи крові***

В організмі людини існують фізіологічні механізми, які запобігають проникненню і розмноженню хвороботворних мікробів у внутрішньому середовищі організму, його клітинах.

Розрізняють два види факторів, які організм використовує для боротьби з інфекціями: неспецифічні і специфічні. Шкіра, слизові оболонки, фагоцити відносяться до неспецифічних факторів, оскільки вони захищають організм від усіх хвороботворних начал.

**Т а б л и ц я 1. Наявність (+) або відсутність (—) аглютинації при змішуванні крові різних груп**

Плазма крові Група	Аглютиногени еритроцитів в крові				
	Аглютиніни	I група Відсутні	II група А	III група В	IV група АВ
Перша 0 (I)	$\alpha, \beta$	-	+	+	+
Друга А (II)	$\beta$	-	-	+	+
Третя В (III)	$\alpha$	-	+	-	+
Четверта АВ (IV)	Відсутні	-	-	-	-

Але основну роль у боротьбі з інфекціями відіграють специфічні фактори, які забезпечують захист організму тільки від тієї інфекції, проти якої вони виробились. Таку форму захисту називають імунітетом. При проникненні в організм мікроорганізмів і взагалі чужих клітин або тканин,



які називають антигенами, організм реагує утворенням антитіл. Антитіла зв'язуються з антигеном і знешкоджують його.

В крові людини містяться природні та імунні антитіла. Природні антитіла є спадковими, імунні утворюються в крові при попаданні в неї антигенів.

Кров людей, за вмістом у ній природних антитіл, поділяють на 4 групи. Так, в плазмі крові містяться специфічні природні білкові антитіла аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$ , а в еритроцитах — аглютиногени А і В. При збігу аглютиніна  $\alpha$  з аглютиногеном А або аглютиніна  $\beta$  з аглютиногеном В відбувається склеювання еритроцитів (аглютинація). Тому при переливанні крові від людини, що дає кров (донора), до людини, якій її переливають (реципієнта), необхідно слідкувати за сумісністю груп крові (табл. 1). Група крові у людини не змінюється з віком і передається генетично.

### *Регуляція системи крові*

Відносна сталість складу крові і оптимального кровопостачання працюючих органів досягається завдяки наявності спеціальної системи регуляції процесів кровотворення, кроворуйнування і перерозподілу крові. У всіх, кровотворних і кроворуйнівних органах є рецептори, які посилають у центральну нервову систему інформацію про рівень активності цих органів. У відповідності з характером аферентної інформації центральна нервова система посилає коригуючі імпульси, змінюючи функціональний стан кровотворних і кроворуйнівних органів і викликаючи перерозподіл крові в організмі. Процес кровотворення (гемопоез) регулюється також гуморальним шляхом, спеціальними речовинами — гемопоетинами і вітамінами, а також нуклеїновими кислотами. Важливу роль у кровотворенні відіграють залізо (для синтезу гемоглобіну) і кобальт, що стимулює утворення еритроцитів.

**Вікові особливості системи крові.** З віком відбуваються суттєві зміни в системі крові. Найбільш значні вони в перші роки життя. Так, у новонародженого загальна кількість крові складає до 20% маси тіла, у грудних дітей — 10...13%. Після 6-річного віку кількість крові знижується до 7,7% і залишається такою протягом всього життя. Таким чином, абсолютна кількість крові з віком збільшується, а відносна зменшується. Вміст білків плазми у дітей поступово збільшується, досягаючи такого у плазмі дорослих в 10... 11 років. Низький вміст білків і інших органічних речовин у крові дітей зумовлює менші функціональні можливості системи крові підтримувати водно-сольовий гомеостаз при фізичних навантаженнях.

Питома вага крові у новонароджених дорівнює 1,060 ... 1,080, на другому році життя вона падає до 1,050, а потім підвищується у шкільному віці до 1,060. Такі самі зміни спостерігаються і у в'язкості крові, що зумовлено більшою кількістю у дітей еритроцитів. Після народження в крові дітей нараховується більше 7 млн. в  $1 \text{ мм}^3$  еритроцитів і міститься більше 130% гемоглобіну. До двох років кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну

зменшуються, після чого ці показники знову збільшуються і досягають рівня дорослих в період статевого дозрівання. Менша, ніж у дорослих, кількість еритроцитів і вміст у них гемоглобіну зумовлюють більш низькі функціональні можливості дихальної функції крові дітей. Однакова кількість крові дітей транспортує до тканин менше кисню. Це є однією із причин низької витривалості дітей до інтенсивної фізичної роботи. Суттєві зміни відбуваються у кількості і якості лейкоцитів. Чим менший вік дитини, тим більше в її крові молодих, незрілих форм лейкоцитів і тим нижче їх фагоцитарна активність. Розвиток системи крові у дітей значною мірою залежить від таких факторів, як харчування, режим рухової активності, перебування на повітрі.

### Контрольні питання

1. Дати загальну характеристику функцій крові.
2. Від чого залежить осмотичний тиск крові?
3. Назвіть буферні системи крові.
4. Охарактеризуйте еритроцити крові.
5. Назвіть особливості будови та функцій лейкоцитів.
6. Розкрити роль тромбоцитів у зсіданні крові.
7. Які існують види імунітету?
8. Назвіть групи крові людини.
9. Сформулюйте правила переливання крові.
10. Опишіть механізми регуляції системи крові.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Солодков А.В., Сологуб Е.Б. Физиология человека: Общая. Спортивная. Возрастная. - М.: «Терра –Спорт», «Олимпия –Пресс», 2001.-520 с.
2. Бабский Е.Б., Зубков А.А., Косицкий Г.И., Ходоров Б.И. Физиология человека. - М.: «Медицина», 1992. –655 с.
3. Кучеров І.С., Шабатура М.Н., Давиденко І.М. Фізіологія людини. – К.: «Вища школа», 1991. – 340 с.
4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин. - К.: «Вища школа». –1991.-320с.
5. Фомин Н.А. Физиология человека. -М.: «Просвещение», 1982.
6. Физиология человека / Под.ред. Н.В. Зимкина./- М.: «Фізкультура и спорт», 1975. – 382 с.
7. Ноздрачев А.Д. Общий курс физиологии человека и животных, т.1,2 – М.: «Высшая школа», 1991.-417с.
8. Нормальная физиология / Под.ред. А.В.Коробкова./- М.: «Высшая школа», 1980.- 412 с.
9. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена - М.: «Просвещение», 1990. – 423 с.

10. Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Анатомия и физиология детского организма. М.: «Просвещение», - 1986. –278 с.
11. Старушенко Л.І. Анатомія та фізіологія людини.- К.: «Вища школа», 1992.- 378 с.
12. Хрипкова А.Г. Вікова фізіологія. – К.: «Вища школа» – 1982. – 290 с.
13. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.: « Высшая школа.» – 1986.- 420 с.
14. Физиология человека / Под ред. Р.Г. Шмидта и Г. Тевса/ –М.: «Мир», 1985., Ч.1-4, - 530 с.