Львівський державний університет фізичної культури ім. Івана Боберського

Кафедра анатомії та фізіології

"Фізіологія спортивної діяльності та фізичного виховання "

Лекція №2

Тема. **ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОМИ ТА ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ.**

План.

1. Сучасне уявлення про втому, теорії втоми. Фази розвитку втоми. Біологічне значення втоми.
2. Зміни у різних системах організму при розвитку втоми.
3. Особливості розвитку втоми при м'язовій роботі різного характеру.
4. Загальні закономірності процесу відновлення.
5. Показники відновлення працездатності.
6. Засоби та методи відновлення працездатності.

Тривалість лекції: 2 академічні години

Навчальні та виховні цілі: дати слухачам уявлення про теорії та механізми втоми, загальні закономірності процесу відновлення.

Матеріальне забезпечення: таблиці, мультимедійна презентація.

Склав: доц. Бергтраум Д.І.
Затверджено на засіданні
кафедри анатомії та фізіології
"__27____" _серпня_2025 р.
протокол № ___1___

Львів - 2025

Сучасне уявлення про втому, теорії втоми. Фази розвитку втоми. Біологічне значення втоми.

В загальному розумінні втома визначається як сукупність змін у фізичному і психічному стані людини чи тварини, що розвивається в результаті діяльності і призводить до тимчасового зниження її ефективності. *Втома - це тимчасовий фізіологічний стан організму, що виникає в результаті розумової або фізичної діяльності і супроводжується зниженням працездатності, порушенням координації рухових і вегетативних функцій та суб'єктивним відчуттям втоми*. Суб'єктивне відчуття втоми називається *втомленістю*.

Механізми розвитку втоми пояснювали з точки зору різних теорій втоми. Існує *дві основні групи теорій втоми*, які поділяють механізми розвитку втоми на *центральні і периферичні*. У першій групі теорій виникнення втоми пов'язували із діяльністю центральної нервової системи, зокрема кори великих півкуль головного мозку. У групі периферичних теорій основними механізмами розвитку втоми вважали процеси, що відбуваються у працюючих м'язах:

1. Теорія "виснаження" енергетичних субстратів;
2. Теорія "засмічення" м'язів продуктами неповного окислення енергетичних субстратів;
3. Теорія "отруєння" в результаті накопичення "кенотоксинів" – продуктів розщеплення білків;
4. Гіпоксична теорія "задушення" у результаті нестачі кисню у працюючих м'язах.

Отримані на сьогодні експериментальні дані не дозволяють локалізувати причину виникнення втоми лише у якомусь одному органі чи системі органів, в тому числі і у нервовій системі. Оскільки у м'язовій діяльності беруть участь ряд систем організму, то зниження продуктивності роботи може бути викликане погіршенням функціонування багатьох систем. Окрім того, у залежності від характеру і інтенсивності роботи втома може виникати за різного співвідношення тих чи інших механізмів її розвитку. Слід також пам'ятати, що погіршення функцій того чи іншого органу може бути *первинним*

чи *вторинним*. Первинні порушення спостерігаються за умови, що погіршення функціонування органу обумовлене змінами у ньому самому. Вторинне погіршення функцій спостерігається зумовлене погіршенням функціонування інших систем, наприклад кровопостачання чи регуляції.

В процесі розвитку втоми прийнято виділяти кілька періодів (або фаз):

- прихована або компенсована втома;
- виражена (явна), декомпенсована втома;
- відмова від роботи;
- смерть від втоми.

У період *компенсованої* втоми немає повної компенсації діяльності функціональних систем організму, проте завдяки зміни характеру їх функціонування цей період *не супроводжується зниженням працездатності*. Така компенсація короткочасна, після чого працездатність знижується, втома стає явною.

У фазі *явної* або *декомпенсованої* втоми можемо спостерігати зниження працездатності спортсмена.

Втома, що виникає у процесі м'язової чи розумової діяльності є фізіологічним явищем, корисним для організму. Робота до втоми є важливим фактором розвитку тренованості, особливо якщо вона пов'язана із розвитком витривалості. Фізіологічний зміст цього явища полягає у тому, що тренування до втоми супроводжується адаптацією спортсмена до підвищених навантажень. Проте слід зазначити, що у випадку припинення вправ до втоми тренованість не зростає, а при перевтомі – може спостерігатись погіршення функціонального стану організму спортсмена. Тому слід точно дозувати тривалість вправ, враховуючи при цьому їхній характер і інтенсивність.

Зміни у різних системах організму при розвитку втоми.

При виконання будь-якої вправи відбуваються зміни у функціональному стані нервових центрів, що здійснюють управління руховою діяльністю та регуляцію вегетативних систем, що її забезпечують. При цьому найбільш

чутливими до втоми є коркові нервові центри. Проявами втоми ЦНС є порушення у координації функцій організму (рухових та вегетативних), виникнення відчуття втоми. Згідно теорії І.П.Павлова, втома нервових центів є наслідком позамежного, охоронного гальмування, що виникає внаслідок інтенсивної чи тривалої активності. Діяльність ЦНС у процесі розвитку втоми може погіршуватись як первинно, так і вторинно (збільшення концентрації у крові продуктів метаболізму (молочна кислота, сечова кислота, аміак і ін.), зменшення концентрації глюкози, виникненні гіпоксії). При втомі ЦНС спостерігається зростання часу реакції на подразник, погіршення координації рухів, погіршення здатності до підтримання пози тіла, наростання амплітуди тремору кінцівок, зростання критичної частоти злиття спалахів.

Втома може бути пов'язана і із змінами у виконавчому апараті – м'язах. Втома м'язів також може розвиватись первинно і вторинно. Первинна (периферична) втома може бути наслідком змін у власне скоротливому апараті м'яза, або у нервово-м'язових синапсах, чи у системі електромеханічного спряження м'язових волокон. Вторинно функціонування м'яза може погіршуватись внаслідок погіршення регуляції її діяльності з боку ЦНС. При виникненні втоми знижуються сила і швидкість скорочення м'язів, затягується фаза розслаблення, зростають пороги збудливості, знижується коефіцієнт корисної дії м'язів.

Причиною втоми може бути погіршення функціонування систем вегетативного забезпечення, перш за все – серцево-судинної системи. Зокрема, спостерігається зменшення ефективності роботи серця, перерозподіл крові від працюючих м'язів у шкіру з метою запобігти гіпертермії та ін. В стані гострої втоми у спортсменів спостерігається різке почастішання або зменшення частоти пульсу, спад діастолічного АТ до нуля, атипова відповідь на функціональні проби. Перетренування супроводжується змінами показників дихальної системи. Цей стан супроводжується зменшенням ЖЕЛ, скороченням часу у пробі Штанге та Генчі, високою частотою дихання при одночасному зменшенні легеневої вентиляції

Особливості розвитку втоми при м'язовій роботі різного характеру.

При виконанні вправ анаеробного характеру у зоні *максимальної потужності* найбільш важливу роль в розвитку втоми відіграють процеси, що відбуваються у *ЦНС* і *нервово-м'язовому* апараті. Під час виконання таких вправ вищі нервові центри здійснюють активацію максимально можливого числа мотонейронів працюючих м'язів і забезпечити максимально високу частоту їх імпульсації. Така інтенсивна робота коркових центрів може тривати лише кілька секунд. Тому однією з причин втоми *стає розвиток гальмування і зменшення рухливості нервових процесів*. Особливо швидко зменшується частота імпульсів швидких мотонейронів. Під час такої роботи відбувається також швидке *вичерпування* у працюючих м'язах *запасів високоенергетичних фосфатів, особливо креатинфосфату*. Таке виснаження може бути одним із провідних механізмів втоми. Окрім того, спостерігається *зростання концентрації АДФ*, що призводить до інгібування взаємодії актину і міозину. Спостерігається зміна функціональних властивостей самих м'язів – *зниження збудливості, лабільності, швидкості розслаблення*.

При виконанні анаеробної роботи *субмаксимальної потужності* не виявлено помітного зменшення фосфагенів. Головна причина втоми при виконанні таких вправ – *інтенсивний гліколіз, накопичення лактату у м'язах і крові та викликане цим зниження pH у міоцитах і крові*. Ці зміни викликають зменшення швидкості глікогенолізу і є причиною первинного погіршення функцій м'язів. У той же час спостерігається як первинне, так і вторинне погіршення функціонування ЦНС. Так, потужна аферентна імпульсація призводить до *пригнічення діяльності нервових центрів*. У той же час певна нестача кисню, накопичення у крові лактату та зниження її pH здійснюють негативний вплив на ЦНС. При анаеробній роботі субмаксимальної потужності додатковим фактором, що лімітує працездатність, служать функціональні можливості кисневотранспортної системи.

Вправи аеробного характеру *великої потужності* вимагають значної активації функціонування органів серцево-судинної системи. Таким чином, важливу рол у розвитку втоми відіграє недостатність кардіореспіраторної системи, яка повинна протягом тривалого часу підтримувати інтенсивне надходження кисню до працюючих м'язів. У цій зоні потужності спостерігається повільне зростання кисневого боргу. Енергозабезпечення працюючих м'язів у цьому випадку здійснюється за рахунок аеробних процесів окислення глікогену м'язів і глюкози крові. Головним механізмом розвитку втоми при виконанні таких вправ *є виснаження запасів глікогену у працюючих м'язах і печінці*. Певну роль в розвитку втоми відіграє також *робоча гіпертермія*, тобто підвищення температури тіла у процесі роботи. Спостерігається також *зниження вмісту у крові гормонів ряду залоз*, в т.ч. наднирників. Погіршення функціонування ЦНС може бути обумовлене монотонністю дії імпульсів.

Вправи аеробного характеру *малої потужності* в значній мірі характеризуються тією ж локалізацією і механізмами розвитку втоми, що і вправи субмаксимальної потужності. Проте для таких вправ характерна *менша швидкість розвитку* цих процесів, *більша мобілізацією жирів* та *більше накопичення у крові продуктів обміну*, що можуть бути одним із важливих факторів розвитку втоми. Такі вправи супроводжуються також гіпертермією, дегідратацією, змінами водно-сольового складу внутрішнього середовища, втомою нервових центрів внаслідок монотонної роботи. Під час цієї роботи спостерігається також зниження вмісту ряду гормонів, зокрема мінералокортикоїдів, катехоламінів, гормонів щитоподібної залози. .

При *ациклічних вправах* можемо спостерігати різні види втоми. У всіх *спортивних іграх* внаслідок необхідності безперервної зміни програми рухових дій та необхідності вирішення складних тактичних завдань спостерігається *втома вищих відділів ЦНС*. Це призводить до зниження швидкості і координації рухів, погіршення функціонування деяких аналізаторів. В таких видах спорту, як хокей, футбол, наявні також механізми розвитку втоми,

характерні для циклічних вправ субмаксимальної потужності, тобто накопичення значного кисневого боргу.

У таких видах спорту, як *гімнастика та важка* атлетика відбувається перш за все *зміна функціонального стану м'язів*. Знижується їх збудливість, зменшується сила, змінюється тонус, в'язкість, здатність до скорочення та розслаблення. При статичних зусиллях із значним напруженням однією із причин виникнення втоми є зниження сили внаслідок виключення діяльності деяких найменш витривалих м'язових РО.

Під час виконання статичної роботи зміни в організмі характеризуються рядом особливостей. Зокрема, під час статичної роботи м'язи працюють у ізометричному режимі, тобто розвивають напруження, не змінюючи своєї довжини. Окрім того, відсутнє розслаблення м'язів. При цьому кількість задіяних рухових одиниць визначає важкість статичної роботи. Найлегшою статичною роботою є підтримання сталої пози тіла за умов відсутності додаткових навантажень. Під час такої роботи від пропріорецепторів м'язів у ЦНС надходить невеликий потік аферентних імпульсів, а у м'язах відсутнє виснаження енергетичних ресурсів та накопичення продуктів обміну. Така робота виконується за участю повільних рухових одиниць і може тривати значний час. Показано, що якщо сила скорочень становить менше, ніж 20% від МСС, робота може виконуватись тривалий час. Максимальні статичні зусилля виконуються у режимі тетанічного скорочення за умов активації практично всіх рухових одиниць даного м'язу. При цьому у нервові центри від м'язів надходить надзвичайно потужна аферентна імпульсація, що призводить до швидкого розвитку охоронного гальмування. У зв'язку із збільшенням внутрішньом'язового тиску та перетискання капілярів відбувається погіршення кровопостачання м'язів. Таким чином, статична робота виконується практично у анаеробних умовах, що призводить до накопичення у м'язах молочної кислоти. Оскільки максимальні статичні зусилля виконуються за участю швидких рухових одиниць, що не здатні до тривалих скорочень, час утримання таких зусиль невеликий (секунди).

Статичну роботу за кількістю задіяних у ній м’язів можна поділити на *локальну, регіональну і глобальну*. Під час глобальної статичної роботи (підйом штанги, виконання стійки на руках, вправи “хрест” і ін.) спостерігається явище натужування (видих при закритій голосовій щілині), що веде до значного зростання тиску у грудній та черевній порожнині. Наслідком цього є затримка або утруднення дихання, погіршений венозний притік до серця, частий пульс із малим наповненням.

Після завершення глобальної статичної роботи може спостерігатись активація вегетативних функцій (феномен Ліндгарда-Верещагіна) – збільшення частоти пульсу і систолічного об’єму, поглиблення та зростання частоти дихання. Це збільшення є наслідком зникнення гальмівних впливів з боку рухових центрів на центри регуляції вегетативних функцій.

Загальні закономірності процесу відновлення.

Як відомо, м’язова діяльність супроводжується зниженням працездатності, що веде до її припинення. Тому такою важливою проблемою у ФС є *відновлення працездатності*, яке відбувається у період після завершення роботи. *Вся сукупність фізіологічних, біохімічних і структурних змін, які забезпечують перехід організму від робочого рівня до вихідного стану і називається відновленням.*

Власне після фізичного навантаження відбувається не просто відновлення організму до вихідного стану, а *перехід до нового із іншими якісними і кількісними показниками*, із дещо вищими функціональними можливостями. Саме такі зміни лежать в основі тренувань.

На сьогодні більшість дослідників (Волков В., Солодков А і ін.) виділяють такі *основні фізіологічні закономірності процесів відновлення*:

- гетерохронність
- фазний характер
- вибірковість
- здатність до тренування

Гетерохронність - процес відновлення після важкої м'язової роботи відбувається із різною швидкістю в різних вегетативних системах організму, і навіть у межах одної системи різні показники відновлюються із різною швидкістю. Процеси відтворення енергетичних субстратів у м'язах відбуваються у різні терміни. Вміст АТФ повертається до норми надзвичайно швидко – протягом кількох секунд чи хвилин, вміст креатинфосфату – дещо повільніше, а рівень глікогену відновлюється десятки хвилин або й годину. Швидкість відновлення вмісту глікогену у різних органах також різна – найшвидше його запаси поновлюються у головному мозку, потім – у серці, далі – у скелетних м'язах і, з великою затримкою, - у печінці.

Фазність відновлення виражається у наявності різних періодів з точки зору швидкості відновних процесів та працездатності організму. У загальному виділяють 4 фази періоду відновлення:

- швидке відновлення;
- сповільнене відновлення;
- надвідновлення;
- пізнє відновлення.

Наявність, тривалість і характер цих фаз залежать від потужності і характеру роботи, тренованості спортсмена, а також значно відрізняються для різних функцій. *За рівнем працездатності організму* перші дві фази відповідають зниженню працездатності, третя фаза – підвищенню працездатності, а четверта – поверненню до вихідного рівня працездатності. Тривалість періодів залежить від характеру фізичного навантаження. Так, у випадку силових вправ "до відмови" тривалість фази зниженої працездатності становила 12 хв., надвідновлення – з 13 по 25 хв., далі спостерігалось повернення до вихідного рівня. У випадку бігу на 200-400 м перша фаза тривала 15 хв., а період надвідновлення – наступні 5 хв.

Вибірковість відновлення означає специфічність протікання відновних процесів у залежності від характеру фізичного навантаження (Павлов, Кузнєцова, Сологуб). При цьому вибірковість відновлення у значній мірі

визначається характером енергозабезпечення. Так, після завершення навантаження аеробного характеру відновлення показників зовнішнього дихання, фазової структури серцевого циклу та ін., відбувається повільніше, ніж після навантажень анаеробного характеру.

Здатність до тренування означає, що відновні процеси також піддаються тренувальним впливам, тобто підвищення адаптації до фізичних навантажень супроводжується зростанням ефективності процесів відновлення. У нетренованих людей період відновлення триваліший, а фаза надвідновлення виражена слабше, ніж у тренованих спортсменів.

Закономірності відновлення тісно пов'язані із *механізмами*, що регулюють відновні процеси. Процеси відновлення в організмі регулюються двома шляхами – нервовим і гуморальним. Очевидно, що у цілісному організмі обидва шляхи регуляції діють одночасно. Проте нервовий шлях, як більш швидкий, відіграє більшу роль у період швидкого відновлення. При цьому спостерігається погашення робочого збудження, відновлення діяльності ЦНС, ЧСС, АТ. Повільніший гуморальний механізм регулює сповільнене відновлення у пізніших фазах відновного періоду. Він забезпечує відновлення параметрів внутрішнього середовища, водно-сольового обміну, запасів глюкози і глікогену, ферментів і гормонів.

Показники відновлення працездатності.

Найбільш повним показником відновлення організму є рівень працездатності, тобто об'єм повторної роботи, яку людина може виконати після навантаження. Проте виконання додаткової напруженої роботи не може бути рекомендоване як тест у спортивній практиці. Більш зручними та достатньо інформативними засобами оцінки працездатності є *вивчення особливостей реакції організму на різноманітні тестові навантаження*, які виконуються до тренувального заняття чи у період відновлення. До цих тестів належить *непряме визначення МПК, PWC_{170}, дослідження параметрів*

внутрішнього середовища організму (оксигенації крові, вмісту продуктів обміну), особливостями напруження і розслаблення рухового апарату і ін.

Проте у зв'язку із гетерохронністю відновлення ні одна із цих величин не може бути критерієм відновлення усіх функціональних систем організму. *Величина ЧСС* розглядається як визначальний критерій готовності до циклічних вправ максимальної та субмаксимальної потужності. Відновлення *інших показників функціонального стану органів кровообігу* дуже варіативне, тому вони менш точно визначають готовність організму до наступної роботи.

Велике значення для відновлення має нормалізація *параметрів внутрішнього середовища організму*. Тривалість відновлення pH крові, формених елементів залежить від потужності і тривалості роботи. Вміст еритроцитів і гемоглобіну після тривалої напруженої роботи може тривати кілька діб. Кілька діб може займати і відновлення кількості лейкоцитів. Так, після напруженої м'язової роботи параметри внутрішнього середовища відновлюються у такій послідовності:

- відновлення запасів кисню – 10-15 с;
- відновлення анаеробних резервів (АТФ, КрФ) – 2-5 хв.;
- видалення молочної кислоти – 0,5-1,5 год.;
- ресинтез глікогену – 12-48 год.;
- ресинтез структурних білків – 12-72 год.

Після виконання циклічної роботи *максимальної потужності* найбільші зміни спостерігаються у функціональному стані рухового апарату. Відновлення після швидкісної роботи тісно корелює також із погашенням кисневого боргу та функціональним станом ЦНС.

Після роботи *субмаксимальної потужності* для відновлення працездатності велике значення має погашення кисневого боргу та нормалізація параметрів внутрішнього середовища. При цьому швидка (алактатна) фракція кисневого боргу ліквідується протягом 2-3 хв., а повільна (лактатна) – протягом 1,5-2 годин.

Виконання тривалої роботи великої і помірної потужності характеризується повільним відновленням дихальної функції і енергетики організму (глікоген), формені елементи крові.

Засоби та методи відновлення працездатності.

Засоби відновлення у спорті поділяються *на педагогічні, психологічні та медико-біологічні*. Слід зазначити, що наявність окремих груп не означає ізольованого, виключного застосування лише засобів однієї групи. Для досягнення оптимальної швидкості відновних процесів необхідне *комплексне* застосування засобів різних груп.

Основними засобами відновлення є група *педагогічних засобів*. До них належать засоби, пов'язані з *учбово-тренувальним процесом*. Педагогічні засоби визначають режим і правильне поєднання навантажень і відпочинку, що дозволяє покращити ефективність тренування за рахунок активізації процесів відновлення. У роботах І.М.Сеченова та інших вчених (Маршак М.Е., Розенблат В.В., Зімкін Н.В. і ін.) показано, що більш швидке відновлення забезпечується *активним відпочинком* – переключенням на інший вид діяльності або зменшенням інтенсивності роботи. В основі активного відпочинку лежать центральні (переключення активності на інші центри з одночасним підтриманням високого загального рівня активності ЦНС) та периферичні механізми (підтримання високої швидкості кровообігу у працюючих м'язах) механізми.

Найбільш розповсюдженою є група *медико-біологічних засобів*, які враховують *раціональне харчування, використання фізіотерапевтичних процедур, гідропроцедур, різних видів масажу та фармакологічних препаратів*. При цьому *фізіопроцедури* мають протизапальну, знеболювальну, антибактеріальну дію, мікромасаж, розширення судин. В основі *гідропроцедур* лежать *температурний, хімічний і механічний фактори* впливу. Організм відповідає на них складним комплексом реакцій, що включають зміни у шкірі, серцево-судинній, нервовій, ендокринній, м'язовій системах, а також зміни

енергетичного обміну, окисно-відновних процесів і ін. Вплив *масажу* ґрунтується на механічній дії на тканини, зміні температури тканин, впливі на нервову систему внаслідок зростання аферентації, шкірно-вісцеральних рефлексах. Серед *фармакологічних* можна виділити наступні: засоби впливу на ЦНС (седативні, збуджуючі), засоби впливу на серцево-судинну систему, препарати, що покращують функцію нирок і печінки, речовини, що впливають на тканинний обмін, стимулятори гемопоезу, гормони, анаболічні засоби, харчові добавки, вітаміни і ін. адаптогени (женьшень, аралія маньчжурська, заманиха висока, золотий корінь, лимонник китайський, елеутерокок). З допомогою *психологічних* засобів відновлення вдається знизити рівень психоемоційного напруження, зняти пригнічення, швидше відновити втрачену нервову енергію. При цьому стабілізується діяльність вегетативних систем організму спортсмена, міняються показники серцево-судинної, дихальної систем, тонус м'язів. Характер застосування відновних засобів визначається завданнями учбово-тренувального процесу, контингентом спортсменів, їхнім функціональним станом, матеріально-технічними можливостями.

Рекомендована література

Базова

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Л.С.Вовканич, Д.І. Бергтраум– Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – 344 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua:8080/bitstream/34606048/6545/1/%D0%9C%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%83%20%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80.pdf
2. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / М.Р. Гжегоцький, В.І.Філімонов, Ю.С.Петришин, О.Г. Мисаковець– К.: Книга плюс, 2005. – 494 с.
3. Коритко З.І. Загальна фізіологія / З.І.Коритко, Є.М. Голубій – Львів: 2002. – 172 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/11475

4. Кучеров І.С. Фізіологія людини і тварин / І.С. Кучеров – К.: Вища школа, 1991 – 327 с.
5. Нормальна фізіологія / Під ред. В. І. Філімонова. – К.: Здоров'я, 1994. – 608 с.
6. Физиология человека / Под ред. Н.В. Зимкина. – М: Физкультура и спорт, 1975 – 256 с.
7. Физиология мышечной деятельности / Под ред. Я.М. Коца. – М: Физкультура и спорт, 1982 – 347 с.
8. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 326 с.
9. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Г.М.Чайченко , В.О. Цибенко, В.Д. Сокур– К: Вища школа, 2003. – 463 с.

Допоміжна

1. Агаджанян Н. А. Основы физиологии человека / Н.А. Агаджанян– М., 2004. – 408 с.
2. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Н. М.Амосов, Я. А.Бендет – Киев: Здоров'я, 1989. – 212 с.
3. Апанасенко Г.Л. Избранные статьи о здоровье. – Киев, 2005. – 48 с.
4. Батуев А. С. Высшая нервная деятельность / А. С. Батуев– М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
5. Вілмор Дж. Фізіологія спорту / Дж. Вілмор– К.: Олімп. л-ра, 2003. – 656 с.
6. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И.Волков, Э. Н.Несен, А. А.Осипенко, С. Н. Корсун– К.: Олимп. л-ра, 2000. – 504 с.
7. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: Підручник / Переклад з англ. Наук ред. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів.: БаК, 2002. – 784 с.
8. Дембо А. Г. Спортивная кардиология / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский – Л.: Медицина. 1989. – 494 с.

9. Душанин С. А. Физиология сердца у юных спортсменов / С. А.Душанин, В. В. Шигалевский– Киев: Здоров'я, 1988. – 163 с.
10. Зима А. Г. Адаптация сердца к физическим нагрузкам и работоспособность / А. Г.Зима, В. А. Сычугова– Алма-Ата, 1985. – 83 с.
11. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л.Карпман, З.Б.Белоцерковский, И.А. Гудков– М.: Физкультура и спорт,1988. – 208 с.
12. Клевець М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / М. Ю. Клевець– Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
13. Клевець М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник / М. Ю.Клевець, В. В. Манько – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
14. Мак-Комас Дж. Скелетные мышцы / Дж.Мак-Комас – К.: Олімп. л-ра, 2001. – 406 с.
15. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З.Меерсон, М.Г. Пшенникова– М.: Медицина., 1988. – 254 с.
16. Моногаров В.Д. Утомление в спорте / В.Д.Моногаров – К.: Здоров'я, 1986. – 120 с.
17. Солодков А. С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам // Л., ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта., 1988. – 38 с.
18. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир, 1986. – Т.3. – 287 с.
19. Физиология человека. Пер. с англ. /Под ред. П. Г.Костюка, М.: Мир, 1985, т. 1. Мышцы. – 345 с.
20. Физиология человека: Пер. с англ. / Под ред. Р.Шмидт, Г. Тевса. – М.: Мир, 1985, Т. 1. – 270 с.
21. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності / Г. М. Чайченко– К.: Либідь, 1993. – 216 с.
22. Яремко Є.О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я / Є.О.Яремко, Л.С. Вовканич– Львів, Сполом, 2009. – 76 с. Режим доступу :

http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/8030

23. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посіб. для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" : у 2 ч. / Л.С.Вовканич, Д.І. Бергтраум– Л. : ЛДУФК, 2011 – Ч. 1. – 344 с. Режим доступу : http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/10059

24. Фізіологія людини: навч. посіб. – Вид. 2-ге, доп. / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич, Д. І. Бергтраум [та ін.] – Л. : ЛДУФК, 2013. – 208 С. Режим доступу : http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9261