

**Львівський державний університет фізичної культури ім. Івана
Боберського**

Кафедра анатомії та фізіології

Лекція № 6

**Тема. ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ РУХОВИХ
НАВИЧОК ТА РОЗВИТКУ РУХОВИХ ЯКОСТЕЙ.**

План.

1. Механізм формування та компоненти рухового навичу.
2. Фази утворення рухового навичу та його стійкість у часі.
3. Руховий навич з позиції теорії П.К.Анохіна.
4. Фізіологічні механізми прояву та розвитку сили.
5. Фізіологічні механізми прояву та розвитку швидкості
6. Фізіологічні механізми прояву та розвитку витривалості.

Склав: доц. Бергтраум Д.І.

Затверджено на засіданні

кафедри анатомії та фізіології

"__30__" серпня__2021 р.

протокол № __1__

Львів - 2021

Механізм формування та компоненти рухового навика.

Увесь фонд людини складається з рухів *вроджених* (безумовні рефлексії) та *набутих* протягом життя (умовні рефлексії). При цьому у дорослої людини вроджені рухові акти відіграють другорядну роль, зберігаючись у формі найпростіших шкірних, сухожилкових, больових, вестибулярних і ін. рефлексів. Усі більш чи менш складні рухові акти людини формуються у процесі життя в результаті навчання. Таким чином, *рухові навика* – це *індивідуально набути рухові акти, що формуються на основі механізму тимчасових зв'язків*.

Слід зазначити, що окрім безумовних рефлексів людина успадковує здатність до утворення нових рухових навиків, тобто *тренуваність*. Тренуваність неоднакова у різних людей, і навіть у однієї людини тренуваність по відношенню до різних видів діяльності неоднакова. Тренуваність значно змінюється з віком та кваліфікацією спортсмена.

Фізіологічним механізмом тренування, внаслідок якого формуються нові, індивідуально набути види рухової діяльності, у тому числі спортивна техніка, є *тимчасові зв'язки*, що утворюються за принципом умовних рефлексів. Нові умовні рефлексії формуються внаслідок набуття раніше індиферентними сигналом здатності викликати рефлекторну відповідь (*сенсорні умовні рефлексії*), чи виникненню нових рухових реакцій (*оперантні, інструментальні умовні рефлексії*). При цьому нові рухи виникають внаслідок формування нових тимчасових зв'язків, що забезпечують нову форму рухів чи нову комбінацію із уже відомих елементів. Особливістю рухових навиків є те, що у їх утворенні беруть участь обидві форми утворення нових рефлексів, одночасно формуються і сенсорні, і оперантні компоненти нового тимчасового зв'язку. При утворенні рухових навиків у людини велике значення мають тимчасові зв'язки вищих порядків, що утворюються при взаємодії через другу сигнальну систему (не лише шляхом показу, але й за допомогою словесних інструкцій).

Під час формування рухового навика спостерігається утворення не лише нових рухових актів чи їх комбінації, але і утворення тимчасових зв'язків, які забезпечують ефективне функціонування вегетативних органів, що

підтримують активність рухового апарату. Таким чином, утворюються *рухові і вегетативні компоненти* рухового навика. При цьому утворення рухових і вегетативних компонентів відбувається *неодночасно*. У навиках із простими рухами (біг) швидше формуються рухові компоненти, а у навиках із складними рухам (гімнастика, боротьба, ігри) – вегетативні. При цьому вегетативні компоненти можуть виявитись більш інертними, ніж рухові.

Засвоєння нової техніки рухів завжди відбувається на основі раніше сформованих в організмі рухових актів. Тому процес вивчення нових складних рухів доцільно розпочинати з підготовчих вправ, що включають елементи техніки руху, і лише потім поєднувати їх у єдиний цілісний комплекс рухів. При цьому слід пам'ятати про необхідність формування правильних рухів із самого початку вивчення техніки. Це зумовлено стійкістю уже вироблених навиків у часі, та складністю корекції уже засвоєних неправильних рухових актів.

Руховий навик, як правило, є не елементарним руховим актом, а комплексом рухів, що складається із ряду елементів (фаз), що зв'язані один з одним у цілісний руховий акт. Під час формування рухового навика окремі елементи формують своєрідну ланцюгову послідовність реакцій, що має назву *динамічного стереотипу*. При цьому під динамічним стереотипом розуміють стереотипну послідовність елементів або фаз руху, кожен з яких може змінюватись у залежності від зовнішніх умов чи внутрішнього стану організму (втома, травми і ін.). Утворення динамічного стереотипу характерне для циклічних вправ. У той же час у ряді ациклічних вправ (ігри, одноборства) динамічний стереотип як цілісна система зміни фаз руху, як правило, не утворюється.

Важливе значення у формуванні нових рухових навиків має процес *екстраполяції*. *Екстраполяція* – це властивість нервової системи на основі наявного досвіду вирішувати нові рухові задачі. Здатність до екстраполяції значно зростає при збільшенні запасу уже засвоєних рухів. Екстраполяція використовується не лише при засвоєнні нових рухів, але і при зміні умов

виконання уже засвоєних рухів (ходьба у різних умовах, при нахилі тіла, при поворотах і ін.). При цьому діапазон екстраполяції завжди дещо обмежений наявним фондом рухових навичок. Так, рухові навички футболіста мало сприяють екстраполяції при виконанні прийомів боротьби чи плавання. Тому при підборі комплексу підготовчих вправ важливо включати у нього вправи, які будуть сприяти засвоєнню основної вправи.

Фази утворення рухового навика та його стійкість у часі.

Утворення нового рухового навика відбувається у кілька етапів, які можна назвати стадіями або фазами. Під час *першої стадії* (фази) відбувається *іrrадіація* нервових процесів та *генералізація* реакцій. На цій стадії у виконання рухів включаються зайві м'язи, їх робота некоординована, що супроводжується меншою узгодженістю рухів, їх незграбністю та неекономністю. У цей час біопотенціали реєструються не лише у м'язах, необхідних для виконання руху, але й у ряді “зайвих” м'язів. При цьому активність спостерігається як під час виконання рухів, так і у інтервалах між ними. На другій стадії розпочинається об'єднання окремих частин дії у цілісний акт. Під час *другої стадії* відбувається *концентрація* нервових процесів, покращення координації, виключення з діяльності зайвих м'язів, зняття зайвої напруги у м'язах, рухи стають чіткими та точними. Біопотенціали реєструються переважно у м'язах, що необхідні для рухів, залпи електричної активності стають короткими і вираженими. На *третьій стадії* відбувається *стабілізація, автоматизація* компонентів рухового навика. Слід зазначити, що тривалість і наявність фаз залежить від ряду факторів, зокрема від складності та потужності вправ, тренуваності спортсмена, стану рухового апарату і ін. Наприклад, засвоєння нових рухів буде по різному відбуватись у початківців та висококваліфікованих спортсменів.

Рухові навички, як і інші прояви тимчасових зв'язків, недостатньо стабільні на початку утворення, проте на наступних стадіях розвитку стають все більш і більш стабільними. При цьому простіші рухові навички

характеризуються вищою стійкістю. Навики із складною координацією рухів менш стійкі. Тому навіть висококваліфікованому спортсмену трудно кожного разу показувати найкращу техніку виконання вправ. Крім того, на стійкість навика впливає стан нервової системи (втома, сторонні подразники, і ін.), гіпоксія, десинхронізація часових ритмів при далеких перельотах і ін. *Припинення тренувань веде до поступової втрати рухового навика.* При цьому найбільш складні *рухові компоненти* можуть втрачатись протягом перерви навіть у кілька днів. Нескладні компоненти більш стійкі, і можуть зберігатись місяцями і роками. Так, елементарні рухові навики плавання чи їзди на велосипеді зберігаються практично все життя. *Вегетативні компоненти* при *короткочасній* зміні діяльності перебудовуються повільніше, ніж рухові. Проте за умови тривалої перерви (місяці і роки) вегетативні компоненти навика, на відміну від рухових, можуть повністю згасати.

Руховий навик з позиції теорії П.К.Анохіна.

Згідно теорії Анохіна, саме потрібний результат є рушійним фактором поведінки і для його досягнення в нервовій системі формується група взаємозв'язаних нейронів - так звана *функціональна система*. Створення функціональної системи необхідне для того, щоб окремі її елементи діяли не самостійно і незалежно один від одного, а підкорялися одній меті - отримати бажаний результат.

Діяльність функціональної системи можна поділяти на такі етапи:

1. обробка всіх сигналів, які надходять із зовнішнього і внутрішнього середовища організму - так званий *аферентний синтез*;
2. *прийняття рішення*;
3. створення уявлення про очікуваний результат і формування конкретної *програми дії* для досягнення цього результату;
4. аналіз отриманого результату і *корекція* (уточнення) програми дій.

Згідно із теорією П.К.Анохіна, аферентний синтез відбувається таких основних факторів:

- мотивація (потреби організму на даний момент);
- пам'ять (нагромадження досвіду);
- обстановочна інформація (стадіон, басейн і т.д.);
- пускова інформація (свисток, прапорець і т.д.).

Складність аферентного синтезу залежить від виду спортивної діяльності. Так, у ряді випадків він досить простий, наприклад під час змагань із легкої атлетики чи гімнастики. Проте у різних видах одноборств та спортивних ігор пусковий сигнал і обстановочна інформація зливаються, під час аферентного синтезу слід враховувати не лише оточуючу обстановку, розташування суперника, місцезнаходження партнерів, але й оцінювати можливості кожного із них. Усе це ускладнює аферентний синтез. Окрім того, процеси аферентного синтезу тут надзвичайно обмежені у часі.

Під час програмування складних вправ важливе значення має інтеграція не лише пам'яті та пускової інформації, а також інформації про функціональний стан центральних і периферичних частин виконавчого апарату. Ефективне виконання вправи вимагає відповідності рухової програми і функціональних можливостей м'язів та вегетативних органів, що забезпечують їхню роботу. Оскільки функціональний стан м'язів та центральних частин виконавчого апарату весь час змінюється, максимальні результати можуть бути отримані лише за умови наявності *зворотних зв'язків*.

Надзвичайно важливою є також роль останнього етапу, тобто *сенсорних корекцій* чи *зворотних зв'язків* у забезпеченні оптимального здійснення рухового навика. При цьому розрізняють

- *внутрішні зворотні зв'язки*, які сигналізують про характер роботи м'язів, серця, інших органів
- *зовнішні зворотні зв'язки*, через які надходить інформація про зовнішнє середовище (точність рухів, напрям руху м'яча і ін.).

При цьому у залежності від характеру рухів роль зворотних зв'язків дещо різна. Так, при *повільних* рухах зворотні зв'язки забезпечують корекцію руху, чи якоїсь його фази. Під час *складних багатofазних швидких рухів* може

відбуватись корекція лише останніх фаз руху. При *дуже короткотривалих рухах* можлива лише корекція у наступній спробі.

Фізіологічні механізми прояву та розвитку сили.

До основних рухових якостей належать *сила, швидкість, витривалість, гнучкість*. В основі їх розвитку лежать морфофункціональні зміни у ряді систем організму, зокрема у опорно-руховому апараті, вегетативних органах, центральних і периферичних частинах нервової системи. Зміни ці дещо відмінні для кожної із названих якостей, більш того, розвиток сили, може, наприклад, супроводжуватись зменшенням витривалості чи швидкості рухів.

Виконання будь-яких рухів вимагає певної *сили та швидкості*. Швидкість та сила під час виконання спортивних вправ характеризується певною оберненою залежністю. Так, вправи із зовнішнім навантаженням, близьким чи рівним максимальній ізометричній силі (МІС) м'язів, належать до *силових* (стійка на кистях, хрест, рівновага на кільцях, штанга і ін.). У випадку, якщо вправа вимагає прояву сили у межах 40-70% від максимальної ізометричної сили, спостерігається поєднання максимальної швидкості та сили рухів. Такі вправи належать до *швидкісно-силових* (спринт, стрибки). При переміщенні малої маси (менше 40% від МІС) досягається максимальна швидкість руху при прикладанні невеликих зусиль. Такі вправи належать до *швидкісних* (метання і ін.).

Сила м'язів – це здатність долати зовнішній опір за рахунок скорочень м'язів. Існує кілька різновидів *сили*. Так, за умови ізометричного скорочення м'язи виявляють *максимальну статичну силу* (МСС). При цьому відношення МСС до анатомічного перерізу м'яза називається *відотною силою м'яза*, а відношення МСС до фізіологічного перерізу – *абсолютною силою м'яза* (0,5-1 Н/см²). МСС можлива за умови одночасного скорочення усіх рухових одиниць даного м'язу при довжині спокою. Практично таке скорочення можливе лише при інтенсивному зовнішньому подразненні. Тому на практиці можемо

вимірювати *максимальну довільну силу* (МДС) м'язів. МДС залежить від двох груп факторів:

- периферичних (плече важеля дії сили м'язів і кут її прикладання до кісток; довжини м'яза; переріз м'язів; композиція м'язів – чим більше швидких волокон, тим сильніший м'яз);
- координаційних (внутрішньом'язова координація – число і степінь активації рухових одиниць та їх взаємодія в часі; міжм'язова координація – взаємодія м'язів антагоністів і синергістів, фіксація суміжних суглобів і ін.).

Уся складність необхідної координації призводить до того, що МДС нижча за МСС. Ця різниця називається *силовим дефіцитом*. У той же час вдосконалення координації діяльності м'язів призводить до зменшення силового дефіциту і наближення сили до МСС. Так, за умов сильної мотивації, та у висококваліфікованих спортсменів силовий дефіцит зменшується.

Окрім змін у координації м'язової діяльності суттєву роль у збільшенні сили м'язів відіграють периферичні фактори. Так, сила м'язів зростає із збільшенням площі їх поперечного перерізу – *робочої гіпертрофії*. Виділяють два крайні типи робочої гіпертрофії:

- саркоплазматичний (збільшення об'єму саркоплазми, тобто нескоротливої частини м'язів, спостерігається збільшення кількості нескоротливих, втому числі мітохондріальних білків, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну). При цьому типі гіпертрофії спостерігається також збільшення капіляризації м'язів. Найбільш схильні до такого типу гіпертрофії повільні (I) та швидкі окислювальні (II A) м'язові волокна. Така гіпертрофія мало впливає на силу м'язів, проте супроводжується зростанням їх витривалості.
- міофібрилярна (збільшення об'єму міофібрил, тобто скоротливого апарату). Спостерігається значне збільшення МСС, зростає абсолютна сила м'язу. Найчастіше спостерігається у випадку швидких гліколітичних (II B) волокон.

В основі робочої гіпертрофії лежить інтенсивний синтез і зменшення розпаду м'язових білків, що супроводжується збільшенням синтезу ДНК та РНК. Окрім того, синтез актину і міозину може посилюватись внаслідок утворення креатину під час скорочення м'язів. Під час силового тренування також спостерігаються у композиції м'язу. Хоча співвідношення швидких і повільних волокон практично не змінюється, проте серед швидких волокон зростає частка швидких гліколітичних. Окрім того, гіпертрофія швидких волокон виражена значно більше, ніж повільних, тому об'єм, який вони займають у м'язовому волокні, значно зростає.

Сила м'язів, що вимірюється за умов динамічного режиму скорочення, називається *динамічною силою*. Вона менша за МСС під час концентричного скорочення, і значно перевищує МСС за умов ексцентричного скорочення. При цьому тренування динамічної сили під час тренувань може практично не вплинути на МСС. У той же час статичні вправи переважно збільшують МСС, значно менше впливаючи на величину динамічної сили.

Сила значно зростає у старшому шкільному віці. У 14-17 р. спостерігається сенситивний період розвитку сили м'язів. Максимального розвитку сила досягає у 18-20 р.

Фізіологічні механізми прояву та розвитку швидкості.

Швидкість – це здатність виконувати рухи у мінімальний для даних умов відрізок часу. Швидкість проявляється як у елементарних формах (швидкість поодиноких рухів, ЧРР, максимальний темп рухів), так і у комплексних формах (швидкість рухових актів у поєднанні із швидкістю розумових операцій). Для оцінки швидкісних показників можна використати ЧРР, який при світловому подразнику становить 500-800 мс у дітей 2-3 р., 190 мс у дорослих, та 120-140 мс у спортсменів. У висококваліфікованих представників ситуаційних видів спорту та у стаєрів ЧРР становить 110 мс. Іншим показником швидкості є теплінг-тест – максимальний темп постукувань пальцем за короткий інтервал

часу (10 с.). Дорослі виконують 50-60 рухів за 10 с., представники ситуаційних видів спорту – 60-80 і більше.

В основі проявів швидкості лежать індивідуальні особливості нервової та м'язової систем. Швидкість залежить від таких факторів: лабільність та рухливість нервових процесів, співвідношення швидких і повільних волокон у скелетних м'язах. Так, у спринтерів відсоток швидких волокон становить 76%, у стрибунів – 53,3%, у бігунів на середні дистанції – 48,1%.

У процесі занять фізичними вправами ріст швидкісних показників обумовлений такими змінами:

- збільшення лабільності нервових і м'язових клітин;
- зменшення часу проведення збудження через синапси;
- покращення нервово-м'язової координації (синхронізація активності РО, покращення координації діяльності м'язів-антагоністів);
- підвищення швидкості розслаблення м'язів.

Швидкість рухів у шкільному віці поступово зростає, саме на вік 10-15 р. припадає сенситивний період розвитку швидкості. У 15 р. показники швидкості досягають рівня дорослих і залишаються стабільними до 35 р.

Фізіологічні механізми прояву та розвитку витривалості.

Витривалість визначають як *здатність максимально довго виконувати спеціалізовану роботу без зменшення її ефективності*. При цьому розрізняють дві форми прояву витривалості – загальну і спеціальну. Загальна витривалість характеризує *здатність тривалий час виконувати глобальну циклічну роботу помірної потужності*. Спеціальна витривалість визначається умовами виконання тих чи інших вправ. Зокрема, розрізняють *статичну і динамічну, глобальну і локальну, аеробну і анаеробну* витривалість.

Фізіологічною основою загальної витривалості є аеробні можливості організму, що залежать від аеробних можливостей, а саме:

- аеробної потужності, тобто максимального поглинання кисню (МПК);

- аеробної ємності (здатності тривалий час підтримувати поглинання кисню на високому рівні).

Аеробні можливості спортсмена визначаються перш за все його МПК. Чим вище МПК, тим більшу швидкість може показати спортсмен на дистанції, а також об'єм роботи аеробного характеру. Якщо у нетренованих чоловіків МПК в середньому становить 3-3,5 л/хв. (45-50 мл/кг хв.), а у жінок – 2-2,5 л/хв. (35-40 мл/кг хв.), то у висококваліфікованих бігунів-стаєрів МПК становить 5-6 л/хв. (80 мл/кг хв.), у лижниць – 4 л/хв. (70 мл/кг хв.). При цьому рівень МПК визначається двома групами факторів:

- можливостями системи транспорту кисню;
- можливостями використання кисню працюючими м'язами.

Система транспорту кисню включає *систему зовнішнього дихання, систему крові, серцево-судинну систему*. Високі можливості системи зовнішнього дихання спортсменів забезпечуються такими змінами:

- більшими на 10-20% легневими об'ємами, зокрема ЖЕЛ (до 9 л), наслідком чого є більший дихальний об'єм при тій же ЧД;
- значною витривалістю дихального апарату (80% від максимуму – 11 хв., а нетреновані – лише 3 хв.);
- більша витривалість і сила дихальних м'язів;
- підвищена еластичність легень і грудної клітки;
- знижений опір повітроносних шляхів;
- підвищенням ефективності легеневої вентиляції;
- збільшенням дифузійної здатності легень.

Підвищена здатність транспортувати кисень системою крові обумовлена переважно такими змінами:

- зростання об'єму циркулюючої крові (до 20%), що забезпечує вищий центральний об'єм крові, збільшення систолічного об'єму;
- концентрація еритроцитів і гемоглобіну практично не змінюється, але у зв'язку із збільшенням об'єму циркулюючої крові загальний вміст їх

зростає (у нетренованих чоловіків гемоглобіну – 10-12 г/кг, а у стаєрів – 13-16 г/кг);

- менший вміст лактату, обумовлений такими факторами – м'язи спортсменів продукують менше молочної кислоти, пришвидшене впрацьовування киснево-транспортної системи, посилена утилізація молочної кислоти у працюючих м'язах, знижена концентрація внаслідок більшого об'єму циркулюючої крові.

Збільшення МПК відбувається також у результаті змін в серцево-судинній системі:

- висока продуктивність серця, обумовлена здатністю значно підвищувати CO (спокій – 70 мл – 100-120 мл.; навантаження – 120 мл – 190 мл.). Збільшення CO досягається збільшенням кінцевого діастолічного об'єму та підвищенням скоротливої здатності міокарду ;
- вища ефективність роботи серця, обумовлена здатністю досягти максимального ХОК за нижчих значень ЧСС;
- підвищення системної артеріо-венозної різниці по кисню (АВР-О). АВР-О у нетренованих чоловіків становить 140 мл/л О, а у спортсменів – 155 мл/л О. Зміни АВР-О обумовлені зменшенням вмісту кисню у венозній крові, тобто його більш ефективній утилізації м'язами;
- збільшення капіляризації працюючих м'язів.

Витривалість також залежить від *властивостей працюючих м'язів*. Зокрема, у представників видів спорту, у яких важливою є витривалість, значно вищим є відсоток повільних волокон (І тип) – до 80%, що у 1,5 рази більше, ніж у нетренованих. Зараз вважають, що вміст повільних волокон визначається переважно генетичними факторами. У той же час у м'язах стаєрів зростає вміст швидких окислювальних волокон (ІІ А). Це підвищує загальний вміст волокон із аеробним метаболізмом. Тренування витривалості веде переважно до саркоплазматичної гіпертрофії. При цьому зростає вміст мітохондрій (до 300%), ферментів аеробного метаболізму, міоглобіну (1,5-2 рази), глікогену і

ліпідів (на 50%), зростання здатності м'язів окислювати вуглеводи та, особливо, жири.

Спеціальна витривалість організму визначається рядом інших факторів. *Статична* витривалість визначається здатністю нервових центрів і м'язів підтримувати безперервну активність у анаеробних умовах. *Силова* витривалість залежить від здатності витримувати багатократні максимальні м'язові зусилля та явища натужування. При цьому має значення величина запасів міоглобіну та глікогену. *Швидкісна* витривалість визначається здатністю нервових центрів підтримувати максимальний ритм активності, а також швидкістю відновлення АТФ у анаеробних умовах.

Сенситивним періодом розвитку витривалості вважається вік 15-20 р., коли досягають високого розвитку вегетативні системи організму. Проте на момент закінчення школи витривалість, як правило, не перевищує 90% від рівня витривалості дорослих. Максимального рівня показники витривалості досягають у 25-30 років.

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. Клевец М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / М. Ю. Клевец– Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
13. Клевец М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник / М. Ю. Клевец, 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>