

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра теорії і методики фізичної культури

Боднарчук О. М.

Лекція з навчальної дисципліни

ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ
для студентів 2 курсу спеціальності 014 Середня освіта

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

на засіданні кафедри теорії та
методики фізичної культури

«30» серпня 2018 р. протокол № 1

Зав.

каф

_____ Боднар І. Р.

ОСНОВИ ТЕОРІЇ АДАПТАЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ

1. Види та стадії формування адаптаційних реакцій організму людини.
2. Закономірності формування накопичувальної адаптації в процесі фізичного виховання.

1. Види та стадії формування адаптаційних реакцій організму людини.

Розглядаючи фізичне виховання як процес цілеспрямованої зміни функціонального стану організму людини, необхідно враховувати основні біологічні закономірності її життєдіяльності, котрі пояснюють пристосованість до умов навколишнього середовища, що змінюються, – гомеостаз та адаптацію.

Ці основні властивості у процесі індивідуального розвитку живого організму забезпечують його «**біологічну надійність**».

Під **надійністю біологічної системи** прийнято розуміти такий рівень регулювання процесів в організмі, при якому забезпечується їх оптимальне протікання з екстреною мобілізацією та взаємозамінністю, що гарантує пристосування до нових умов, та зі швидким поверненням до вихідного рівня.

За цією концепцією, весь шлях розвитку людини проходить при наявності **запасу життєвих можливостей**. Ці резервні можливості забезпечують розвиток та оптимальне протікання життєвих процесів при змінних умовах зовнішнього середовища.

Так, щоб людина не вмерла від кровотечі, в її крові у 500 разів більше тромбіну (речовина, що викликає згортання), ніж потрібно для згортання крові; стінки сонної артерії можуть витримати тиск у 20 атмосфер, тоді як тиск крові не перевищує 1/5 атмосфери.

Людина може підніматися у гори, де тиск знижується до 1/3 нормального, та опускатися під воду на глибину 50–80 м без акваланга, де надлишок тиску становить 7 атмосфер.

Зупинимось на двох фундаментальних властивостях організму – здатності до **гомеостазу та адаптації**, які пояснюють поведінку організму як саморегулюючої системи.

Гомеостаз („гомеос” – однаковий, „стаз” – стан) полягає в тому, що організм, протидіючи зовнішнім впливам, прагне зберегти незмінність низки найбільш суттєвих для нього показників внутрішнього середовища в межах біологічно доступних границь.

Прикладом може служити терморегуляція в організмі.

Клітини організму теплокровних тварин можуть нормально функціонувати у досить низьких температурних межах (у людини 36–38 °С). Зсув температури за

межі цих границь призводить до порушення життєдіяльності та загибелі клітин, але людина живе в умовах холодного клімату при температурі $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ і париться у фінській лазні при температурі $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Це пояснюється тим, що у цілісному організмі регулюється її теплообмін з навколишнім середовищем. При зниженні температури зовнішнього середовища теплотворення всередині організму збільшується, а тепловіддача зменшується, тому при коливанні зовнішньої температури (в певних межах) удається зберегти постійність температури тіла. В нашому прикладі постійність забезпечується тим, що відповідно до зміни зовнішніх умов змінюється і діяльність органів кровообігу і потовиділення. **В усіх випадках постійність одних показників внутрішнього середовища забезпечується зміною у діяльності інших обслуговуючих органів і систем.**

Роль різних органів і систем у збереженні гомеостазу різна. Найважливіша роль у цьому процесі належить нервовій системі.

Чутливо реагуючи на різні зміни зовнішнього і внутрішнього середовища вона так змінює діяльність органів і систем, що попереджає несприятливі зрушення, що могли б виникнути в організмі під дією зовнішнього середовища.

Іншим прикладом може бути величина енерготрат при виконанні фізичного навантаження в онтогенезі. Вважається, що в ранньому дитячому віці недостатня функціональна зрілість кістково-м'язової, серцево-судинної та дихальної систем обмежує адаптивні можливості підвищення енергетичного обміну при фізичних навантаженнях. При цьому, максимальний рівень енерготрат, які проводяться за рахунок аеробних метаболічних реакцій, залежить від довжини, маси та поверхні тіла індивіда, а також від його фізичної тренуваності. Цей показник збільшується з віком пропорційно довжині і масі тіла, досягаючи свого максимуму до 18–20 років (Аршавський, 1991; Апанасенко, 1992).

Важливо відмітити, що відносні (на 1 кг маси тіла) показники функцій організму, що росте (у спокої), які забезпечують транспорт кисню, також залишаються практично незмінними.

Явище гомеостазу має величезне біологічне значення. Воно розширює коло умов зовнішнього середовища, в якому може вижити живий організм, але постійність одних показників забезпечується пристосувальною зміною інших.

Адаптація — процес пристосовування будови і функцій організмів та їхніх органів до умов середовища.

Виділяють генотипну і фенотипічну адаптацію.

Генотипна адаптація являє собою процес пристосовування до умов середовища популяцій шляхом спадкових змін і природного відбору. Вона лежить

в основі еволюційного вчення – сукупності уявлень про механізми і закономірності історичних змін у живій природі.

Фенотипічна адаптація являє собою процес пристосовування, який розвивається в окремій особі протягом життя у відповідь на дію факторів навколишнього середовища.

Вивчаючи закономірності адаптації організму до різного роду подразників, можна виділити такі властивості, як *специфічність* реакцій пристосовування, їхня *перехресність* та *адекватність*, що лежать в основі управління фізичним вихованням.

Специфічність адаптації полягає у прагненні організму до найвищої пристосованості до **конкретного подразника**. З цього випливає, що можна при дотримуванні деяких правил змусити організм пристосовуватися до будь-якої довільно взятої нами дії. Підбираючи одну або декілька дій та регулюючи їхню силу, частоту і кількість повторень, можна управляти життєдіяльністю організму, при цьому буде використовуватися прагнення організму як саморегулюючої системи до найвищого ступеня пристосованості до конкретної діяльності.

В основі явища вправлення, що отримало у спеціальній спортивній літературі назву „процесу розвитку функціональних спроможностей організму” (розвиток або виховання рухових якостей і навичок), лежить біологічно важлива властивість тривалої адаптації організму до умов зовнішнього середовища, а процес фізичного виховання у вузькому аспекті можна розглядати як процес управління адаптацією організму. Практично це означає, що організм буде дуже чітко **пристосовуватися саме до тієї вправи, що багаторазово повторюється**. Цей процес може йти як у напрямку покращання координації рухів (удосконалення техніки), так і в напрямку накопичення специфічних енергетичних потенціалів і специфічних пристосувань регуляторних механізмів, що проявиться у покращанні фізичних якостей.

Перехресність адаптації. Низка **факторів навколишнього середовища** (гіпоксія, холод, фізичне навантаження) викликають комплекс однотипних зрушень у стані функцій організму. Таким чином, адаптуючись, наприклад, до умов фізичного навантаження, можна набути підвищену резистентність до дії холоду та ін. Це явище отримало назву **неспецифічної резистентності або перехресної адаптації**.

Основні фактори середовища, до яких адаптується організм (наприклад, холод, гіпоксія, фізичне навантаження), різними шляхами у результаті приводять до одного і того самого зрушення – дефіциту АТФ, креатин-фосфату, збільшення потенціалу фосфорилювання та активації гліколізу. Ці зміни ведуть до активації генетичного апарату клітин, у результаті якого збільшується синтез нуклеїнових

кислот та білків, у тому числі мітохондрій. Активація утворення мітохондрій збільшує їхню потужність, отже, ресинтез АТФ на одиницю маси клітини. Активація інших клітинних структур збільшує загальну масу клітин, зменшуючи тим самим функціональне навантаження, що припадає на одиницю маси клітинних утворень. Унаслідок цього знижується використання АТФ на одиницю маси клітини (Меерсон, 1991).

Таким чином, активізація генетичного апарату клітини, викликана дефіцитом енергії, усуває цей дефіцит і даний механізм саморегуляції стає основою перехресної адаптації, що виражається у збільшенні потужності енергетичного субстрату організму та здатності протистояти декільком різним, по суті важливішим, факторам навколишнього середовища.

Використання резервів, сформованих організмом у процесі адаптації до певного фактора для отримання стійкості до іншого, лежить в основі таких явищ, як збільшення фізіологічних резервів організму та підвищення реактивності системи імунітету, а також стійкості до перепадів температури навколишнього середовища внаслідок систематичних занять фізичними вправами.

Адекватність адаптації. Адекватні зовнішньому впливу зміни відбуваються тільки в тих випадках, коли сила цих збурюючих дій не перевищує меж фізіологічних можливостей регулюючих та обслуговуючих систем організму.

На незвичні за характером або надмірні за силою дії організм не завжди у змозі відповісти пристосувальними змінами, котрі б забезпечили постійність внутрішнього середовища. Наприклад, купання у дуже холодній воді, перебування у приміщенні з дуже високою температурою, великі фізичні та емоційні навантаження можуть призвести до короткочасного або тривалого розладу у життєдіяльності організму.

Однією з причин такого розладу може бути те, що зовнішні збурюючі дії за своєю силою перевищили межі фізіологічних можливостей регулюючих або обслуговуючих систем і вони не змогли підтримати в оптимальних межах найважливіші показники внутрішнього середовища.

Прикладом цього може бути тепловий удар, який відбувається внаслідок перегріву організму; захворювання внаслідок переохолодження організму; патологічні зміни, що відбуваються у діяльності серця внаслідок фізичних навантажень, які перевищують фізіологічні можливості однієї або кількох систем організму (неадекватність фізичних навантажень).

Якщо дія не перевищує можливості організму (гранично допустимі навантаження), то по закінченні короткочасної збурюючої дії забезпечуючі системи повертаються до рівня звичайної життєдіяльності.

Трансформація адаптації у хворобу відбувається у таких випадках
(Баевский, 1979):

1) у результаті надмірної інтенсивності дії синтез нуклеїнових кислот та білків у клітинах активується повільно, дефіцит енергії не ліквідується, виникає зрив адаптації;

2) при структурно-енергетичному забезпеченні одних систем за рахунок інших пристосувальні реакції цілісного організму стають менш ефективними;

3) після активації синтезу нуклеїнових кислот та білків у аварійній стадії адаптації наступна за нею стадія відносно стійкої адаптації, внаслідок неадекватності реакції організму, може перейти у стадію локального зношування структур.

В усіх цих випадках „ціною” адаптації є хвороба, що може розглядатися як зрив адаптації.

Проте, якщо **незнайомі для організму, але не перевищуючі його фізіологічних можливостей на даний момент дії повторюються тривалий час та досить часто, регуляторні механізми та забезпечуючі системи вдосконалюються у напрямку організації більш швидких і кращих пристосувальних реакцій. Організм набуває здатності відповідати адекватними реакціями на більш сильні і тривалі зовнішні дії.** З цього виходить, що можна виділити два види пристосувальних змін: **термінові і накопичувальні (кумулятивні, тривалі).**

Терміновою адаптацією називають безперервно протікаючі пристосувальні зміни, що виникають у відповідь на зміни зовнішнього середовища, які безперервно змінюються (наприклад, зміна величини зіниці під час зміни сили освітлення, зміна частоти пульсу під час зміни інтенсивності діяльності).

Основними закономірностями термінової адаптації є:

1. Безперервне протікання пристосувальних змін на основі саморегуляції організму.

2. Відносно нестійкий характер пристосувальних змін.

3. Специфічна психологічна, біологічна, фізіологічна та функціональна відповідність пристосувальних змін характеру та силі зовнішніх дій.

4. Наявність перехідних (перехід з одного рівня функціонування на інший) та стаціонарних (відносно стійкий рівень функціонування у нових стандартних умовах) режимів. Наприклад, зміна ЧСС при переході від стану спокою до велоергометричного навантаження (перехідний режим), ЧСС при заданому навантаженні (стандартний режим), перехід ЧСС від навантаження до рівня спокою (перехідний режим).

5. Адекватними реакціями організм може відповідати тільки на ті дії, які за своїм характером та силою не перевищують функціональних спроможностей однієї або кількох систем організму, в іншому випадку можуть настати патологічні зміни (хвороба).

З цього витікають педагогічні висновки:

1. Підбором певних дій (вправ, уроків) за рахунок саморегуляції можна викликати в організмі зміни, відповідно до педагогічних завдань. При підборі засобів необхідно враховувати усі параметри дії, на які реагує організм, в іншому випадку реакція може бути неочікуваною – імовірнісною.

2. Дії, що пропонуються, за своїм характером і силою не повинні перевищувати функціональних можливостей організму.

При повторенні з певною частотою оптимальних за силою подразників виникає накопичувальний ефект: працюючі, обслуговуючі та регуляторні системи організму будуть удосконалюватися у напрямку накопичення енергетичних потенціалів. **Такі пристосувальні зміни називають накопичувальними (кумулятивними, тривалими).**

Накопичувальна (довготривала) адаптація характеризується підвищенням функціональних резервів у результаті потужних структурних перебудов органів і тканин, значною економізацією функцій, підвищенням рухливості і стійкості діяльності функціональних систем, налагодженням раціональних і гнучких взаємозв'язків рухової і вегетативної функцій.

На відміну від спорту у фізичному вихованні виникнення адаптаційних перебудов, не пов'язаних із суттєвою **гіпертрофією органів**, є найбільш раціональним, оскільки вони більш стійкі до процесів деадаптації, потребують менших зусиль для підтримання досягнутого рівня і, що дуже важливо, не пов'язані з глибокою експлуатацією генетично обумовлених і органічних адаптаційних можливостей порівняно з адаптацією, здійсненою в основному за рахунок структурних змін органів, зокрема збільшення їхньої маси.

Формування довготривалої адаптації має свої закономірності і може бути представлене чотирма стадіями (Платонов, 1997):

- перша – пов'язана із систематичною мобілізацією функціональних ресурсів організму у процесі виконання тренувальних програм певної спрямованості для стимуляції механізмів довготривалої адаптації на основі узагальнення ефектів термінової адаптації, що багаторазово повторюється;

- друга – на фоні навантажень, які планомірно зростають і систематично повторюються, відбувається інтенсивне протікання структурних і функціональних перетворень в органах і тканинах відповідної функціональної системи. У кінці цієї стадії спостерігається необхідна гіпертрофія органів, злагодженість діяльності

різних ланок і механізмів, які забезпечують ефективну діяльність функціональної системи у нових умовах;

- третя – стійка довготривала адаптація, що виражається в наявності необхідного резерву для забезпечення нового рівня функціонування системи, стабільності функціональних структур, тісного взаємозв'язку регуляторних і виконавчих органів;

- четверта – настає у нераціонально побудованому, зазвичай надмірно напруженому тренуванні, неповноцінному харчуванні і відновленні та характеризується зношуванням окремих компонентів функціональної системи.

У процесі ФВ основним завданням є досягнення третьої стадії адаптації, яка характеризується завершенням формування системного структурного «сліду».

Особливостями цього структурного базису адаптації є не тільки пристосування організму до тренувальних навантажень, а й підвищення його резистентності до ушкоджуючих дій, що є основою для використання тренуваності як засобу профілактики, лікування та реабілітації.

Виділяють кілька *характерних ознак структурного „сліду”*, що забезпечують різнобічний оздоровчий ефект систематичних занять фізичними вправами та обумовлюють оволодіння широким колом рухових навичок.

Перша ознака характеризується зміною апарату нейрогуморальної регуляції на всіх рівнях, які виражаються у формуванні стійкого умовнорефлекторного динамічного стереотипу та збільшенні фонду рухових навичок. За рахунок екстраполяції ці зміни підвищують можливість швидкої перебудови рухової реакції у відповідь на зміни вимог навколишнього середовища.

Завдяки умовно-рефлекторним зв'язкам та іншим механізмам утворюється врівноважена система цілісного центрального регулювання, що характеризується економізацією, полегшенням процесу управління адаптаційними реакціями та забезпечує адекватне виконання м'язової роботи.

Друга ознака системного структурного „сліду” адаптації полягає у збільшенні потужності та одночасно економічності функціонування рухового апарату. Структурні зміни в апараті управління м'язовою роботою на рівні ЦНС створюють можливості мобілізувати більшу кількість моторних одиниць при навантаженні і приводять до вдосконалення міжм'язової координації.

Третя ознака системного структурного „сліду” адаптації полягає у збільшенні потужності та одночасно економічності функціонування апарату зовнішнього дихання та кровообігу.

Разом зі збільшенням максимальної вентиляції легенів при фізичній роботі та збільшенням маси мітохондрій у кісткових м'язах досягається значне

збільшення аеробної потужності організму. Дане досягнення адаптації поєднується з економізацією функціонування апарату зовнішнього дихання у спокої та при навантаженнях.

На рівні **системи кровообігу** „слід” проявляється у розвитку структурних змін у серці, що призводить до великої максимальної швидкості скорочення і розслаблення в умовах максимальних навантажень, забезпечуючи більший кінцевий діастолічний, ударний і в результаті великий максимальний хвилиний об’єм крові.

Підвищення максимального рівня функціонування серця поєднується при тренуваності з економізацією його функції у спокої і при неграничних навантаженнях, що характеризується більш низькими значеннями загальної роботи серця, інтенсивності функціонування його структур і відповідно меншими енергетичними витратами (Меерсон, 1991). При педагогічному контролі в процесі фізичного виховання це виявляється брадикардією і гіпотонією спокою і меншим приростом ЧСС при стандартному навантаженні. Таке поєднання показників призводить до зниження у тренуваному організмі „подвійного проведення” або індексу напруження міокарда у спокої та менше його збільшення при стандартному навантаженні.

Ці та інші важливі структурні зміни, що формуються у процесі тривалої адаптації до фізичних навантажень у функціональних системах, створюють „слід” дуже складної архітектури. Цей „слід” є основою підвищення резистентності організму до ряду ушкоджуючих дій та використання адаптації як засобу профілактики, лікування та реабілітації при різних захворюваннях. Ці позитивні адаптаційні зміни у тренуваному організмі дорослої людини розвиваються, як правило, при аеробних навантаженнях. При спрямованому тренуванні до силових навантажень, у культуризмі та інших видах адаптація у більшості випадків не приводить до підвищення резистентності організму до ушкоджуючих дій (Меерсон, Пшеннікова, 1988). Проте у дитячому організмі у період інтенсивного росту і розвитку скелетної мускулатури (11–16 років) відмічено позитивний взаємозв’язок не тільки з тренуванням витривалості, а й з силою та швидко-силовими якостями і підвищенням опору організму до несприятливих факторів навколишнього середовища (Круцевич, 2000). Профілактичний ефект адаптації до фізичних навантажень надто широкий: від підвищення резистентності до болі до підвищення здатності до вироблення поведінкових умовнорефлекторних зв’язків. Ця здатність організму людини до перехресної адаптації використовується у профілактично-оздоровчих заняттях, спрямованих на зниження ризику розвитку серцево-судинних захворювань, попередження стресорних ушкоджень, цукрового діабету, анемії та ін.

Основні особливості протікання накопичувальної адаптації:

А) У процесі накопичувальної адаптації відбувається саморозвиток, самовдосконалення організму, що виражається підвищенням його функціональних спроможностей.

Б) Процес накопичувальної адаптації виникає за умови оптимальної сили окремих дій, оптимальної частоти та достатньої кількості їх повторень.

З особливостей адаптаційних процесів можуть бути сформульовані такі педагогічні висновки:

- окремі дії (програма) повинні досягати необхідної сили та повторюватися через оптимальні інтервали відпочинку (режим рухової активності);
- організм прагне до точної відповідності (психічних, біохімічних, фізіологічних) пристосувальних реакцій, відповідних характеру і силі подразника;
- залежно від завдань заняття (спортивної або оздоровчої спрямованості) обирають адекватні за силою дії.

Ця основна властивість використовується у тренуванні, оскільки вона дозволяє шляхом підбору відповідних зовнішніх дій викликати внутрішні пристосувальні зміни, що відповідають педагогічним завданням, тобто управляти функціональним розвитком організму у потрібному напрямі.

У процесі накопичувальної адаптації спостерігаються перехідні стаціонарні режими діяльності організму. Перехідний, коли власне відбувається процес пристосування окремих систем та всього організму до дій, що повторюються. Стаціонарні, коли досягнутий певний, доступний для даних умов, характеру і сили дій, що повторюються, стійкий рівень пристосувальних реакцій.

Педагогічним використанням цієї об'єктивної закономірності є наступне:

- а) для збільшення функціональних зрушень в організмі необхідно змінювати силу дії (обсяг, інтенсивність);
- б) у річному циклі спортивного тренування це обумовлює виділення підготовчого, змагального і перехідного періодів, у кондиційному тренуванні — втягуючого, базового (тренувального) і підтримуючого періодів.

Відповідно до періодів адаптації і характеру процесу (спортивне тренування, кондиційне тренування) підбирають засоби, методи та режими рухової активності.

Кажучи про загальні закономірності, що лежать в основі адаптації, необхідно деталізувати механізми індивідуальної фенотипної адаптації, що лежить в основі розподілу людей на конституціональні типи. Так, показники фізичної працездатності у тесті PWC₁₇₀ суттєво залежать від соматичного типу статури — мікро-, мезо- і макросоматики.

Розвиток адаптаційних захисно-компенсаторних реакцій організму на дію ушкоджуючих факторів зовнішнього середовища залежить від типу нервової

системи. Виявляється відповідність між функціональними властивостями клітин кори головного мозку, їхнім порогом і межею збудженості та характерними особливостями реактивності організму на дію різних ушкоджуючих факторів. За інших рівних умов більш швидке включення та більш інтенсивний розвиток захисно-компенсаторних реакцій відмічається в осіб із сильним типом нервової системи.

Вивчаючи особливості накопичувальної адаптації у представників різних типів нервової системи — збуджуючого, врівноваженого і гальмівного (Круцевич, 2000) до навантажень на витривалість, було визначено, що існує значна різниця між ними. Найкраще при виконанні програм на витривалість проявляють себе представники „врівноваженого” типу нервової системи (сильний, рухливий, урівноважений), найменшою мірою – збуджуючого і гальмівного типів.

У процесі накопичувальної адаптації організм здатний одночасно адаптуватися до кількох паралельних програм дії. Кожній зовнішній програмі дії відповідає внутрішня програма пристосування. Вони можуть протікати незалежно, підкріплювати або пригнічувати одна одну. Організм за рахунок саморегуляції пристосовується до найбільш сильної, небезпечної для життя програми і може пригнічувати менш значну на конкретний момент, наприклад припинення перистальтики шлунка при важкій фізичній роботі. Отже, у процесі фізичного виховання і спортивного тренування необхідно не тільки методично правильно здійснювати кожну локальну програму (розвиток сили, швидкості, витривалості і т.д.), а й зберігати правильне співвідношення між величиною дії кожної програми, що йде паралельно (співвідношення засобів загальної спеціальної спрямованості по періодах тренування, співвідношення засобів різної спрямованості у програмах фізкультурно-оздоровчих занять).

Тривале односпрямоване тренування, що систематично пред'являє високі вимоги до певної функціональної системи, часто пов'язане зі зниженням морфофункціональних можливостей інших систем та призводить до **перeadаптації**.

Переважне кровопостачання м'язів за рахунок інших органів може призвести до серйозних негативних наслідків. У тренуванні сучасних спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту, пов'язаних із проявом витривалості, щоденний обсяг роботи аеробного спрямування досягає 4–6 год і становить близько 20% часу доби, що триває протягом багатьох тижнів. Таке тренування, сприяючи різкому приросту можливостей аеробної системи енергозабезпечення, одночасно нерідко призводить до зменшення маси і кількості клітин у печінці, нирках, надниркових залозах, функціональних порушень вищої нервової діяльності, також порушується

функція травлення у формі спазмів стравоходу, шлунка, кишок, виразкових уражень.

Припинення тренування або використання низьких навантажень, які не здатні забезпечувати досягнутого рівня пристосувальних змін, призводить до **деадаптації** – процесу, зворотному адаптації.

*Явище **деадаптації** пов'язане зі здатністю організму усувати невикористані структури, завдяки чому можливе використання структурних ресурсів у інших системах організму.*

Процес деадаптації протікає різночасово відносно перебудов різних функціональних систем. Після повного припинення фізичних навантажень аеробні можливості організму та пов'язана з ним витривалість згасають відносно швидко. Так, результати дослідження показують, що рівень адаптації, набутий у процесі п'ятирічного тренування на витривалість, може бути втрачений протягом 6–8 тижнів детренувального циклу (Вілмор, Костілл, 2001).

Гіпертрофія м'язової тканини, що є наслідком силового тренування, зникає у 2–3 рази повільніше, ніж виникає (Бе Угіез, Ноизп, 1994). Відмічається також, що чим швидше формується адаптація, тим складніше утримується досягнутий рівень і тим швидше вона втрачається після припинення тренування. Використовуючи цю залежність, можна рекомендувати в оздоровчій фізичній культурі дотримуватися помірних фізичних навантажень і не прагнути до інтенсифікації розвитку фізичних якостей, що буде сприяти більш тривалому утримуванню структурних основ адаптації.

2. Закономірності формування накопичувальної адаптації в процесі фізичного виховання.

Педагогічні основи фізичного виховання базуються на закономірностях адаптаційних процесів, які розгортаються у системах організму, внаслідок чого організм людини як цілісна система набуває нових властивостей, що полягають в утворенні рухових умінь і навичок, прояві функціональних можливостей, пов'язаних з якісним рівнем виконання рухових дій (швидше, сильніше, триваліше, економічніше і т.д.), підвищенні мобільності пристосувальних реакцій до умов навколишнього середовища, котрі змінюються, що підвищує опір організму до несприятливих факторів. Адаптаційні процеси розвиваються в усіх системах організму, фізіологічні закономірності їх формування залежно від специфіки тренувальних дій описані у підручнику В.М. Платонова (1997). У цій главі зупинимось на деяких із них.

Зміна у м'язових волокнах під дією навантажень різного спрямування. Вивчаючи адаптацію м'язової системи людини, у процесі занять фізичними

вправами слід враховувати особливості розподілу м'язових волокон різного типу в одному м'язі й у різних м'язах. У структурі м'язової тканини розрізняють два типи м'язових волокон – *повільноскоротні* (ПС) та *швидкоскоротні* (ШС). Виділені типи м'язових волокон являють собою відносно самостійні функціональні одиниці, що відрізняються за морфологічними, біохімічними і скоротливими властивостями.

ПС волокна мають повільну швидкість скорочення, більшу кількість мітохондрій („енергоцентр” клітини), високу активність оксидативних ензимів (протеїни сприяють швидкій активізації джерел енергії), чудову васкуляризацію (багато капілярів), високий потенціал накопичення глікогену.

ШС волокна мають менш розвинуту сітку капілярів, меншу кількість мітохондрій, високу гліколітичну здатність, високу активність неоксидативних ензимів і більш високу швидкість скорочення.

В одному і тому самому м'язі містяться ШС і ПС волокна. ШС волокна містять активний фермент АТФази, який потужно розщеплює АТФ з утворенням великої кількості енергії, що забезпечує швидке скорочення волокон. У ПС волокнах активність АТФази низька, у зв'язку з чим енергоутворення в них відбувається повільно. Ферментативне розщеплення АТФ вважається одним із важливих факторів, які визначають властиву м'язу швидкість скорочення. Ферменти, які розщеплюють цукор і жири, активні у ПС волокнах, що дозволяє пояснити вельми суттєві відмінності між різними типами волокон (Вілмор, Костілл, 1997).

Швидкоскоротні волокна підрозділяють у свою чергу на ШС_а, ШС_б та ШС_в. Відмінності між ними до кінця не вивчені, але вважається, що волокна типу "а" часто використовуються у м'язовій діяльності людини і лише ПС волокна використовуються частіше. Рідше за все використовуються волокна типу "в".

У середньому м'язи складаються на 50 % з ПС і на 25 % з ШС_а волокон. Інші 25 % – головним чином ШС_б волокна, а ШС_в – усього 1–3 %.

Склад у м'язах волокон та рухових одиниць детерміновано генетично. Спадкові гени вже у ранньому дитинстві визначають кількість та будову мотонейронів, які формують рухові одиниці та іннервують м'язові волокна. Після встановлення іннервації диференціюються типи м'язових волокон. По мірі старіння співвідношення м'язових волокон змінюється: зменшується кількість ШС волокон, що призводить до збільшення відсотка ПС волокон.

Обидва типи м'язових волокон мають характеристики, які можуть бути змінені у процесі тренування. Розміри та обсяг ШС волокон збільшуються під дією тренування „вибухового” типу. Одночасно підвищується їхня гліколітична здатність. При тренуванні на *витривалість* оксидативний потенціал ПС волокон може зростати у 2–4 рази.

Кількість ПС та ШС волокон в усіх м'язах тіла неоднакова. Як правило, у м'язах рук і ніг людини склад волокон схожий. У людей з переважанням ПС волокон у м'язах ніг велика кількість цих самих волокон і у м'язах рук (Вілмор, Костілл, 2001). Це стосується і ШС волокон. Разом із тим існує ряд винятків, наприклад, камбалоподібний м'яз, який знаходиться глибше литкового, в усіх людей майже повністю складається із ПС волокон.

У процесі фізичного виховання використовують фізичні навантаження, спрямовані на розвиток різних фізичних якостей – сили, швидкості, витривалості, спритності, гнучкості, що викликає безліч адаптацій у нервово-м'язовій системі. Ступінь адаптації залежить від тренувальної програми.

Підсилення активності роботи м'язів у момент виконання вправи пов'язане з **рекрутуванням** (залученням м'язових волокон до роботи) необхідного обсягу рухових одиниць та підсиленням стимуляції вже працюючих м'язових волокон. Величина сили знаходиться у прямій залежності від кількості м'язових волокон, які активізуються. При появі невеликих зусиль стимулюється лише декілька волокон. До дії скелетного м'яза входить вибіркоче включення ПС або ШС м'язових волокон залежно від потреб майбутньої діяльності.

Фактором, що визначає кількість та тип потрібних для використання волокон, є необхідна величина опірності. Мозок регулює діяльність залежно від того, яку силу повинен розвинути м'яз, а не від швидкості його скорочення.

Пояснюється це тим, що ПС волокна здатні переміщувати біоланки з великою швидкістю (понад 1000° за 1 с), але тільки за умови незначних силових проявів.

Першими до роботи залучаються рухові одиниці повільного скорочення – найдрібніші з типів рухових одиниць. Якщо вони не здатні розвинути силу, мозок рекрутує рухові одиниці швидкого скорочення.

наприклад, під час повільного плавання більша частина просуваючої сили створюється ПС волокнами. Із зростанням швидкості та необхідного рівня прикладення зусиль до роботи залучаються ШС_a волокна. Коли необхідний прояв максимальної сили у роботі, окрім перших двох типів, беруть участь ШС_b волокна. Педальовання на велоергометрі з високою швидкістю, але без обтяжень, здійснюється переважно за рахунок ПС волокон, педальовання при великому обтяженні залучає до роботи усі типи волокон як при низькій, так і при високій швидкості.

Здатність людини диференціювати інтенсивність м'язового скорочення за допомогою включення мінімально необхідної кількості рухових одиниць знаходиться у числі найважливіших реакцій адаптації м'язів і значною мірою обумовлює ефективність внутрішньом'язової координації.

Ефект довготривалої адаптації до фізичного навантаження **силового характеру** проявляється у різкому збільшенні кількості рухових одиниць, які залучаються до роботи. Так, у нетренованої людини кількість рухових одиниць, які можуть бути мобілізовані при максимальних силових напруженнях, звичайно не перевищує 25–30 %, а у добре тренованих до силових навантажень осіб відсоток залучення до роботи моторних одиниць може перевищувати 80–90%. В основі цього явища лежить адаптація центральної нервової системи, що приводить здатність моторних центрів мобілізувати більшу кількість мотонейронів і до вдосконалення міжм'язової координації.

Другим напрямом адаптації м'язів є покращання міжм'язової координації, що пов'язано з удосконаленням діяльності м'язів-агоністів, які забезпечують виконання руху; м'язів-синергістів, що сприяють виконанню руху, та м'язів-антагоністів, які перешкоджають виконанню руху. Раціональна координація діяльності цих груп м'язів не тільки забезпечує високу силу і швидкість скорочення, а й обумовлює економічність роботи.

Унаслідок спеціального тренування сила збільшується у 1,5–2,5 рази порівняно з м'язовою масою.

Існує два відносно самостійні механізми підвищення сили: перший пов'язаний з морфофункціональними змінами у м'язовій тканині – гіпертрофією і, можливо, гіперплазією м'язових волокон; другий передбачає вдосконалення здатностей нервової системи синхронізувати якомога більшу кількість рухових одиниць, що приводить до збільшення сили без збільшення об'єму м'язів. Початкове збільшення довільної сили пов'язане в основному з нервовою адаптацією. До його складу входять покращена координація, покращене засвоєння та підвищена активація первинних рушіїв. Подальше довготривале збільшення сили майже виняткове – результат гіпертрофії.

Гіпертрофія (збільшення розміру м'язів) може бути результатом короткочасної і довготривалої адаптації. Короткочасна адаптація являє собою „накачування” м'яза під час одиничного фізичного навантаження, що стається, головним чином, унаслідок накопичення рідини (набряку), що надходить із плазми крові в інтерстиціальному (проміжному) і внутрішньоклітинному просторі м'яза. Короткочасна гіпертрофія проходить протягом кількох годин після фізичного навантаження – рідина повертається у кров.

Довготривала гіпертрофія виникає протягом тривалих силових тренувань і виявляється у збільшенні розміру м'язів. В її основі відбуваються дійсно структурні зміни у м'язі внаслідок збільшення розмірів м'язових волокон (гіпертрофія) або внаслідок збільшення кількості м'язових волокон (гіперплазія).

Для пояснення цих явищ існують різні теорії, що мають багато суперечностей (Вілмор, Костілл, 2001).

Вибіркова гіпертрофія м'язових волокон різних типів приводить до приросту відповідних видів сили: гіпертрофія ПС волокон веде до приросту статичної сили, ШС волокон – до вибухової або швидкісної сили.

Гіпертрофія різних типів м'язових волокон визначається методикою тренування. ШС волокна гіпертрофуються перш за все під впливом вправ, що потребують прояву швидкісної сили.

При статичній роботі їхня гіпертрофія відбувається лише у випадку граничних за інтенсивністю та тривалістю напружень. І навпаки, застосування великих обтяжень при невеликій кількості повторень та високій швидкості рухів веде до вибіркової гіпертрофії ШС волокон, а об'єм ПС волокон залишається без суттєвих змін.

Гіпертрофії ШС волокон сприяють різні вправи з додатковими обтяженнями, або з використанням спеціальних тренажерів під час виконання, цілісні дії у боротьбі, удари у футболі, кидки у гандболі і водному поло, у метанні молота, штовханні ядра, спринтерському бігу, старті у плаванні.

Сила, набута за допомогою вправ при високих швидкостях рухів (понад 1000 за 1 с), має перенесення на більш низькі швидкості, тоді як сила, розвинена з використанням вправ при низьких швидкостях руху, перенесення на рухові дії, що виконуються з високою швидкістю, не має (Платонов, Булатова, 1995). Одночасно при тренуванні з високими швидкостями рухів відмічається велике зменшення жирової тканини порівняно з тренуванням на низьких швидкостях.

На рівень розвитку силових якостей впливають м'язова маса тіла, концентрація тестостерону, ступінь розвитку нервової системи та диференціація швидко- і повільноскоротних волокон. Як було вже сказано, початковий приріст сили у період статевого дозрівання значною мірою обумовлений змінами нервово-м'язових структур.

Механізми, що забезпечують зміни силових якостей у дитячому віці, такі, як і у дорослих, за одним винятком: приріст сили у підлітків пубертатного віку відбувається в основному без будь-яких змін розміру м'язів. Основними факторами, що забезпечують приріст сили у препубертатному періоді, можуть бути: 1) покращання координації рухових навичок; 2) підвищена активація рухових одиниць; 3) інші нез'ясовані адаптаційні реакції нервової системи. У підлітків приріст сили відбувається, головним чином, унаслідок адаптаційних реакцій нервової системи, збільшення розміру м'язів та величини зусилля, що вони проявляють

Адаптація киснетранспортної системи. Рівень аеробної продуктивності тісно пов'язаний з адаптацією киснетранспортної системи до навантажень. Тривалі адаптаційні перебудови киснетранспортної системи носять як морфологічний, так і функціональний характер і є результатом систематичного застосування тривалих фізичних навантажень, які потребують мобілізації різних ланок функціональної системи, котра визначає рівень аеробної продуктивності.

Найбільш яскраво адаптаційні можливості киснетранспортної системи виявляються вже під час розгляду такого узагальненого показника, як ЧСС. **У спортсменів високої кваліфікації ЧСС при граничному навантаженні може зростати у 5–6 разів, у той самий час у людей, що не займаються спортом – лише у 2,5–3 рази.** При особливо напружених короткочасних навантаженнях відмічаються випадки, коли ЧСС може досягати **250 уд-хв⁻¹ і більше.** Проте тут важливо зазначити, що величини максимального систолічного об'єму крові спостерігаються лише у певному діапазоні ЧСС. Нижньою межею цієї зони у нетренованої людини звичайно є ЧСС 100–110 уд-хв⁻¹, верхньою – 170–180 уд-хв⁻¹. У спортсменів високої кваліфікації нижня межа може становити 110–130 уд-хв⁻¹, верхня – 190–200 уд-хв⁻¹. При перевищенні цих величин відмічається зменшення систолічного об'єму крові.

Спеціальне тренування не тільки підвищує максимальні величини ЧСС, але й призводить до вираженої брадикардії у стані спокою. ЧСС **40–50 уд-хв⁻¹** у стані спокою є звичайною для кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають прояву витривалості. В окремих видатних бігунів на довгі дистанції, велосипедистів-шосейників, лижників часто реєструються показники ЧСС 30–40 уд-хв⁻¹. Тренування призводить до суттєвого зменшення ЧСС при виконанні стандартних навантажень, наприклад 6-місячне тренування аеробної спрямованості може призвести до зменшення ЧСС на 20–40 уд-хв⁻¹ при виконанні стандартних навантажень різної інтенсивності.

Особлива роль в адаптації серця до фізичних навантажень відводиться приросту скорочувальної здатності серцевого м'яза і, як наслідок, до збільшення ударного об'єму. Це пов'язано з тим, що збільшення серцевого викиду значно економічніше, якщо воно відбувається не за рахунок підвищення ЧСС, а за рахунок приросту ударного об'єму. Важливим моментом адаптації міокарда під дією фізичних навантажень є збільшення розтягуваності, приріст швидкості й амплітуди скорочення та ще більш високий приріст швидкості розслаблення. З цього виходить, що міокард тренованої людини може зберігати необхідну діастолу та забезпечувати скорочення при частотах, неприпустимих для нетренованого серця (Пшеннікова, 1986).

Серце добре тренованої людини вирізняється високою економічністю роботи. Зниження хвилинного об'єму, брадикардія на фоні помірної гіпокінезії призводить до того, що загальна робота серця виявляється зниженою на 17%. Якщо врахувати, що маса серця у кваліфікованих спортсменів звичайно збільшена на 20–40%, то інтенсивність функціонування структур міокарда в умовах фізіологічного спокою виявляється зменшеною на 40% і більше (Пшеннікова, 1986).

Найбільш раціональна адаптація серця у чоловіків відмічається при його об'ємі 900–1000 мл з ЧСС у стані спокою 55–60 уд-хв¹ та МСК 4500–5000 мл-хв¹. Адаптація, яка виходить за межі, пов'язана з порушенням пропорцій, що забезпечують найвищу економічність роботи серця, але сприяє збільшенню МСК, оскільки існує майже лінійна залежність між величиною здорового серця та його функціональною здатністю, що проявляється у високих показниках систолічного об'єму і величинах МСК (Ізраель, 1974).

У спокої та при інтенсивній фізичній праці коронарний кровотік, споживання серцем кисню та субстратів окиснення у розрахунку на 100 г маси міокарда у тренованих людей нижчий, ніж у нетренованих, тобто серце тренованих людей має не тільки велику потужність, а й ефективність. І якщо у стані спокою ці відмінності невеликі, то при навантаженні проявляються дуже яскраво: при рівній зовнішній роботі серце тренованих людей споживає на 100 г маси міокарда у 2 рази менше енергії порівняно з серцем нетренованих людей.

У результаті тренування збільшується і загальна маса крові. Якщо у чоловіків, які не займаються спортом, загальна **маса крові** звичайно коливається у межах 5–6 л, а у жінок – 4,0–4,5 л, то у спортсменів високої кваліфікації, котрі спеціалізуються у видах спорту, пов'язаних із проявом витривалості, **маса крові може підвищуватися відповідно до 7–8 та 5,5–6,0 л**. Загальне збільшення маси крові веде до збільшення кількості гемоглобіну, що є носієм кисню. Збільшення гемоглобіну пов'язане зі збільшенням загальної маси крові, а його концентрація залишається без змін. Ці адаптаційні перебудови дуже важливі, оскільки при тривалій роботі, яка потребує функціонування значних м'язових об'ємів, фактором, що визначає працездатність, є можливість центральної циркуляції.

Різко зростає кількість функціонуючих капілярів. Якщо у стані спокою функціонує тільки **5–7% капілярів**, то при тривалому напруженому навантаженні **працюють практично усі капіляри**, притому, що важливо, при додатковому розширенні. Збільшення мережі функціонуючих капілярів та розширення їхньої поверхні може призвести до багаторазового збільшення поверхні русла капілярів. **З допомогою спеціального тренування у процесі**

тривалої адаптації відбувається утворення нових капілярів, тобто збільшується їхня кількість на м'язове волокно.

Ефективність адаптації киснетранспортної системи пов'язана з підвищенням кровопостачання працюючих м'язів. Адекватне кровопостачання м'язів при фізичному навантаженні забезпечується залежно від його потужності і тривалості поєднанням трьох факторів: 1) перерозділу кровотоку між працюючими і непрацюючими м'язами та іншими органами; 2) збільшення об'ємного кровотоку у м'язах під час скорочення; 3) збільшення кровотоку одразу після скорочення.

Суттєвим фактором, який визначає приріст аеробної продуктивності, є збільшення артеріальної різниці вмісту кисню при навантаженнях, які висувають максимальні вимоги до аеробної системи енергозабезпечення. Адаптаційні перебудови гемодинамічного і метаболічного характеру призводять до того, що у спортсменів найвищого класу (наприклад, у велосипедистів-шосейників, лижників, бігунів на довгі дистанції) спостерігаються відмінності у вмісті кисню в артеріальній і венозній крові, що досягають 18–19% (об'єми). У той самий час у нетренованих осіб при граничних навантаженнях відмічаються величини, що звичайно не перевищують 10–11% (об'єми).

Адаптація системи утилізації кисню. Підвищення працездатності за рахунок периферичної адаптації може відбуватися шляхом гемодинамічних та метаболічних змін. **Гемодинамічні** зміни пов'язані з покращанням капіляризації, розвитком колатералей, поліпшенням розподілу крові в організмі, зокрема і внутрішньом'язового. Покращання капіляризації обумовлене залученням капілярів, які раніше не функціонували, розширенням і подовженням капілярів, які працюють, а також утворенням нових. У результаті тренування на витривалість перші адаптаційні зміни пов'язані зі зміною капілярної сітки – на початку спостерігається розширення окремих капілярів, а потім вихід ростків та ріст нових капілярів. Зміні капілярів передуює підвищення активності аеробних ферментів.

Вже двомісячне напружене тренування нетренованих людей з використанням навантажень субмаксимальної інтенсивності виявляється достатнім, щоб привести до збільшення числа капілярів у скелетному м'язі на 50%. У той самий час малоінтенсивна робота може привести до збільшення вмісту окисних ферментів без збільшення капілярної сітки.

Метаболічна адаптація до роботи аеробного характеру містить збільшення кількості і величини мітохондрій, підвищення активності оксидативних ферментів, приріст вмісту гемоглобіну, збільшення внутрішньом'язового вмісту глікогену та ін.

У тренованому м'язі об'ємна щільність мітохондрій може різко збільшуватися. Це обумовлено тим, що у спортсменів, які широко застосовують навантаження на витривалість, порівняно з нетренованими особами, відмічається збільшення частки мітохондрій у досліджуваному обсязі на 15–22 %, збільшення площі поверхні мітохондрій та тканини м'язів на 35–45%, а поверхні мітохондріальних крист – на 65–75%. Збільшення розміру мітохондрій і концентрації крист викликає підвищення окисних здатностей м'язових клітин, покращання умов для дифузії субстратів, завдяки чому зростають здатності клітин до утилізації кисню, продукування і прискорення використання енергії. Зазвичай вміст кисню в артеріальній крові становить близько 200 мл·хв⁻¹. У спокої різниця між артеріальним та змішаним венозним вмістом кисню становить близько 40 мл·хв⁻¹, а під час навантаження може досягати 160–170 мл·хв⁻¹.

Збільшення щільності мітохондрій має виключне значення, оскільки у поєднанні зі збільшенням потужності киснетранспортної системи воно забезпечує збільшення аеробної потужності організму – зростання його здатності утилізувати кисень та здійснювати аеробний ресинтез АТФ, необхідний для інтенсивного функціонування опорно-рухового апарату. Зростання аеробної потужності організму поєднується із зростанням здатності м'язів утилізувати піруват, який утворюється у збільшених кількостях при навантаженнях унаслідок активації гліколізу. Це попереджує підвищення концентрації лактату в крові, яке, як відомо, є фактором, що утрудняє фізичну роботу (зокрема, лактат — інгібітор ліпази, і збільшення його концентрації у крові гальмує використання жирів). Збільшене використання пірувату в мітохондріях попереджує збільшення концентрації лактату в крові, забезпечує мобілізацію і використання у мітохондріях жирних кислот, що у результаті дозволяє підвищити рівень максимальної інтенсивності та тривалості роботи (Матвеев, Меерсон, 1994).

Треновані спортсмени порівняно з особами, які не займаються спортом, проявляють більшу економічність не тільки при виконанні стандартної роботи, а й у тих випадках, коли величина навантаження виражається у відсотках від індивідуального МСК. Це свідчить не тільки про підвищену доставку кисню до м'язів, а й про більш ефективну його утилізацію в самих м'язах.

При однаковій відносній інтенсивності роботи, вираженій у відсотках від величини МСК, швидкість зниження глікогену у м'язах тренованих і нетренованих осіб однакова. Проте слід враховувати, що у тренованих осіб при однаковій відносній інтенсивності роботи рівень споживання кисню набагато вищий. Отже при одному і тому самому абсолютному рівні навантаження у тренованих осіб зниження запасів глікогену значно менше.

Ефект адаптації, виражений у показниках економічності роботи, у тренованих осіб порівняно з нетренованими проявляється не тільки при ідентичних абсолютних показниках навантаження, а й при однакових відносних показниках навантаження, коли тренована людина виконує роботу на більш високому рівні потужності.

Так, при виконанні роботи на рівні інтенсивності, що становить 80% МСК, вміст лактату у крові тренованих людей є більш низьким порівняно з нетренованими. Вдосконалення економічності роботи внаслідок тренування проявляється і у меншому зниженні концентрації КФ при стандартних навантаженнях.

Указані адаптаційні зміни, що відбуваються в організмі людини під час виконання фізичних навантажень, використовуються фахівцями у галузі фізичного виховання для вирішення завдань різної спрямованості. У спортивному тренуванні особливо важливим є резерв фізіологічних можливостей адаптації для підвищення продуктивності систем організму під час виконання специфічної рухової діяльності (біг, плавання, велоперегони та ін.) для досягнення максимального спортивного результату. У фізичному вихованні важливим є підвищення адаптаційних можливостей систем і організму в цілому до оптимального рівня, який забезпечує безпеку його функціонування у навколишньому середовищі, що пов'язується із широким набором рухових умінь і навичок, які сприяють орієнтації у просторі, профілактиці падінь і травм, розвитку рухових здатностей, котрі підвищують рівень фізичного здоров'я. Зміни, що відбуваються у м'язах, кістках, зв'язках, сухожиллях, киснетранспортній системі у процесі довготривалої адаптації внаслідок занять фізичними вправами з особами різного віку, справляють профілактико-оздоровчий ефект, оскільки сприяють зниженню ризику розвитку багатьох поширених захворювань, пов'язаних з віковими і професійними змінами в опорно-руховому апараті, нервовій, серцево-судинній, дихальній системах, обмінних процесів.

Таким чином, урахування і використання знань про закономірності адаптаційних механізмів функціонування організму під час м'язової діяльності є основою управління спрямованими змінами фізичних здатностей людини у процесі фізичного виховання.

Рекомендована література

Основна:

1. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів : підручник / Б. М. Шиян. – Т. : Навчальна книга – Богдан, 2008. – Ч. 1. – 272 с.
2. Теория и методика физического воспитания / под ред. Т. Ю. Круцевич. – Киев : Олимпийская литература, 2003. – Т. 1. – 422 с.

3. Линець М. М. Основи методики розвитку рухових якостей : навч. посіб. / М. М. Линець. – Львів : Штабар, 1997. – 207 с.
4. Матвеев Л. П. Теория и методика физического воспитания : учеб. для ин-тов физ. культуры / под ред. Л. П. Матвеева, А. Д. Новикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Физкультура и спорт, 1976. – Т. 1. – 303 с.
5. Курамшин Ю. Ф. Теория и методика физической культуры : учебник / под ред. проф. Ю. Ф. Курамшина. – 3-е изд., стереотип. – Москва : Советский спорт, 2007. – 464 с.

Допоміжна:

1. Вільчковський Е. С. Система фізичного виховання молодших школярів: [навч.-метод. посіб. для викл. та студ. вищ. навч. закл. освіти I–II рівнів акредитації] / Е. С. Вільчковський, М. П. Козленко, С. Ф. Цвек. – Київ : Вища школа, 1984. – 232 с.
2. Шиян Б. М. Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті : [навч. посіб.] / Б. М. Шиян, Г. А. Єдинак, Ю. В. Петришин – Кам'янець-Поділ. : Рута, 2012. – 278 с. – ISBN 978-966-2771-10-7.