

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

Кафедра анатомії та фізіології

**"Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту"**

**Лекція № 4**

**Тема. ВСТУП У ФІЗІОЛОГІЮ СПОРТУ**

План.

1. Фізіологія спорту як наука. Предмет та завдання фізіології спорту.
2. Особливості методів дослідження фізіології спорту.
3. Фізіологічна класифікація та характеристика спортивних вправ.
4. Фізіологічна характеристика передстартових станів.
5. Фізіологічна характеристика розминки.
6. Фізіологічна характеристика впрацьовування
7. Фізіологічна характеристика стійкого стану.

Тривалість лекції: 2 академічні години

Навчальні та виховні цілі: дати слухачам уявлення про предмет і завдання фізіології спорту та фізичного виховання, охарактеризувати зміни у функціонуванні фізіологічних систем організму під час станів, що виникають при виконанні фізичних вправ.

Матеріальне забезпечення: таблиці , мультимедійна презентація.

Склав: доц. Бергтраум Д.І.  
Затверджено на засіданні  
кафедри анатомії та фізіології  
" \_\_30\_\_ " \_серпня\_ 2021 р.  
протокол № \_\_1\_\_

## **1. Фізіологія спорту (ФС) як прикладна наука. Завдання фізіології спорту, як прикладної науки.**

**Фізіологія спорту (ФС)** – це *прикладна* наука, яка є одним із *відгалужень фізіології людини*.

ФС вивчає такі основні питання:

- Фізіологічна класифікація та загальна характеристика спортивних вправ.
- Характеристика функціональних станів, які виникають в результаті занять фізичними вправами: розминка, передстартові стани, впрацьовування, стійкий стан, втома, відновлення.
- Фізіологічні основи рухових навиків і рухових якостей (сили, швидкості, витривалості).
- Фізіологічні механізми розвитку натренованості за даними різноманітних систем організму: нервової, м'язової, серцево-судинної, дихальної, крові, ендокринної.
- Фізіологічні механізми аеробної та анаеробної працездатності.
- Вплив різноманітних факторів оточуючого середовища на спортивну працездатність (гіпоксія, знижена та підвищена температура, зміна часових поясів).
- Фізіологічні особливості тренування жінок, дітей, підлітків та осіб похилого віку.

ФС є складовою комплексу наук, що вивчають вплив фізичних вправ на функціонування організму людини. До цього комплексу входить також **фізіологія фізичного виховання (ФВ)**, яка *вивчає питання механізмів покращення здоров'я та підвищення працездатності здорових людей під впливом фізичних навантажень*. Фізіологія ФВ вивчає ФВ дітей різного віку, осіб певних професій (студентів, військових, робітників різних

спеціальностей, службовців, людей похилого віку). Особливо великою стало її значення у зв'язку із недостатньою руховою активністю населення – гіпокінезією. *Вплив фізичних навантажень на хворих людей вивчає лікувальна фізкультура (ЛФК).* Слід зазначити, що ФС вивчає механізми розвитку натренованості у спортсменів-інвалідів, що зближує її із ЛФК.

## **2. Особливості методів дослідження фізіології спорту.**

У загальному слід зазначити, що ФС, як і фізіологія, є *експериментальною наукою*, усі її положення базуються на дослідженні змін, що відбуваються в організмі людини під впливом фізичних навантажень. У СФ застосовують як *метод спостереження* за змінами функцій під час тренування або змагання, так і *експериментальний метод*, зокрема *метод лабораторного експерименту* із використанням дозованих фізичних навантажень (велоергометр, бігова доріжка і ін.), *метод функціональних проб*.

Оскільки під час досліджень реєструють зміни у діяльності різноманітних систем організму людини, то методи ФС фактично аналогічні до методів, що використовуються у фізіології людини. Зокрема, тут часто використовують методи дослідження таких систем:

- дихальної (спірометрія, спірографія, пневмотахометрія, гаакаказовий аналіз)
- серцево-судинної (вивчення ЧСС, АТ, ЕКГ, реографія)
- нервової (хронаксиметрія, рефлексометрія, ЕЕГ)
- м'язової систем (динамометрія, ЕМГ)
- системи крові (фізико-хімічні параметри, склад крові, кількість формених елементів).

Проте у ФС існують певні вимоги до інформації, яку потрібно отримати, що і обумовлює особливості застосування її методів та їх підбір.

Однією з *основних вимог* є *отримання даних безпосередньо під час виконання спортсменом тієї чи іншої вправи, чи у точно визначені проміжки*

часу після її завершення. Все це висуває певні вимоги до апаратури та методики реєстрації. Основними вимогами до апаратури можна назвати такі:

- малогабаритність;
- швидкодія;
- наочність

Так, вимога *малогабаритності* означає, що прилад не повинен заважати спортсмену під час виконання вправ, і в той же час забезпечувати надійну реєстрацію інформації. *Швидкодія* приладу повинна бути достатньою для реєстрації змін у фізіологічних параметрів під час виконання вправ. Вимога *наочності* є актуальною, оскільки інформацією повинні користуватись не лише спеціалісти із СФ, але й тренери, а у ряді випадків – і самі спортсмени. Усім цим вимогам відповідають нескладні прилади типу міотонметра “Сірмаї”, різних рефлексометрів, полідинамометри, телеметрична апаратура. Останнім часом значного поширення набула обробка отриманої інформації з використанням ЕОМ.

Дослідження змін у функціонуванні організму під впливом фізичних навантажень передбачає необхідність застосування в умовах лабораторного експерименту *точно дозованих фізичних навантажень*. З цією метою найчастіше застосовують велоергометри різних конструкцій або інші прилади (тредбан, тредміл).

Найчастіше аналіз інформації про функції спортсмена відірваний від її отримання, оскільки методики ЕКГ, ЕЕГ, ЕМГ вимагають досить складної обробки отриманого запису. При цьому дослідник проводить не лише *розшифрування графіків*, а також їх *порівняння* із відомими даними, із створеними моделями поведінки тих чи інших систем. Аналіз даних відбувається із використанням методів *математичної статистики*, в тому числі кореляційного, дисперсійного і регресійного аналізу, методики математичного моделювання. Лише після цього можна зробити висновки, розробити практичні рекомендації.

Велике значення має також *комплексність досліджень*, оскільки вона дозволяє одночасно виявити зміни у функціонуванні кількох систем організму. У цьому випадку використовують поліграфи – ЕЕГ-ф, ЕМГ-ф, багатоканальний ЕКГ-ф.

На лабораторних заняттях із СФ студенти працюють як “комплексна наукова група”, в складі якої є спеціалісти з різних галузей фізіології – фізіології серцево-судинної системи, дихальної системи, нервово-м’язового апарату. Поєднуючи дані, отримані різними студентами, отримуємо комплексну оцінку зміни функцій організму під впливом фізичного навантаження. При цьому, як правило, нами будуть використані більш прості методики, що уже добре засвоєні на практичних заняттях із фізіології людини.

### **3. Фізіологічна характеристика спортивних вправ.**

Як у повсякденному житті, так і під час занять тими чи іншими вправами, людина виконує величезну кількість різноманітних рухів. У спортивній діяльності складність рухів, швидкість і точність їх виконання значно вищі, ніж у звичайній побутовій діяльності. Проте з метою дослідження впливу тих чи інших вправ на організм виникла потреба класифікувати рухи. Існує цілий ряд подібних класифікацій (Астранд, 1926, Фарфель, 1975, Коц, 1946, Фомін, 1987 і ін.), в основі яких лежать різні підходи до класифікації.

Найбільш *загальна класифікація* фізичних вправ може бути здійснена на основі трьох основних характеристик активності м’язів:

1. об’єму м’язів, задіяних у виконанні вправи;
2. форми скорочень м’язів (статичний, динамічний);
3. сили і потужності скорочення.

У залежності від *об’єму активних м’язів* виділяють наступні види фізичних вправ:

- локальні (до 1/3 м'язів – стрільба з лука, пістолета, окремі гімнастичні вправи);
- регіональні (1/3 – 1/2 м'язів – гімнастичні вправи за участю м'язів лише верхніх кінцівок і ін.);
- глобальні (більше 1/2 м'язів – біг, гребля, велоспорт і ін.) – більшість фізичних вправ.

За *формою основних м'язів*, що беруть участь у виконанні даної вправи, виділяють:

- статичні (пози у гімнасті чи стрільців) вправи;
- динамічні (всі види переміщень) вправи.

У залежності від сили і потужності скорочення м'язів виділяють кілька груп вправ. На основі залежності між силою і швидкістю скорочення м'язів під час виконання вправ виділяють наступні групи:

- силові – вправи, під час яких спостерігається максимальне, чи близьке до максимального скорочення основних м'язів за статичної чи динамічної форми скорочення і при малій швидкості руху. Максимальна тривалість – кілька секунд. Приклади - стійка на кистях, хрест, вправи із штангою максимальної чи близької до максимальної ваги;
- швидкісно-силові – динамічні вправи, у яких м'язи виявляють відносно найбільшу силу (50-60% від максимальної) і швидкість (30-50% від максимальної статичної) скорочення. Тривають такі вправи від 3 с. до 1-2 хв. Приклади – біг на короткі дистанції, стрибки;
- на витривалість – скорочення м'язів характеризується невеликою силою і швидкістю, проте відбуваються тривалий час – від кількох хвилин до кількох годин. Сюди належать усі аеробні вправи циклічного характеру – біг на дистанціях від 1500 м, спортивна ходьба, шосейні велогонки, біг на ковзанах на дистанціях від 3000 м, плавання на дистанціях, більших ніж 400 м.

У *залежності від характеру основних джерел енергозабезпечення* фізичної роботи виділяють такі групи вправ:

- аеробні (основним джерелом енергії служить окислення біологічних субстратів);
- анаеробні (основним джерелом енергії служать процеси розщеплення багатих енергією фосфоровмісних сполук (АТФ, КФ) чи гліколіз);
- змішані (обидва джерела енергії відіграють значну роль).

#### **4. Характеристика відносних зон потужності при циклічній роботі.**

Усі ці способи класифікації хоча й дають змогу у загальному охарактеризувати ту чи іншу вправу, проте не дають уявлення про зміни у функціонуванні різноманітних систем організму спортсмена. Характер та вираженість таких замін залежать від фізіологічного навантаження (визначається і потужністю, і тренуваністю, віком, статтю і ін.) на організм людини під час виконання вправи. Показником такого навантаження є максимальний час виконання даної вправи. Саме за цим принципом В.С.Фарфелем були виділені кілька зон відносної потужності вправ циклічного характеру. Слід зазначити, що відносна потужність також визначає характер енергозабезпечення виконання вправи. Відомо, що енергетичні потреби працюючих м'язів забезпечується двома основними шляхами – аеробним та анаеробним (алактатний і гліколітичний). Співвідношення різних шляхів енергозабезпечення у значній мірі визначає характер і міру змін у діяльності різних фізіологічних систем організму. Саме тому *класифікація фізичних вправ за В.С.Фарфелем* має важливе значення у спортивній фізіології і є однією із найбільш поширених.

Згідно із цією схемою перш за все виділяють *пози та рухи*.

Підтримання *пози* тіла, тобто незмінного положення тіла чи його ланок вимагає певного напруження м'язів та енергетичного його забезпечення. При цьому тип скорочення м'язів – статичний, а напруження, що його розвиває м'яз, може змінюватись у широких межах. максимальне напруження може підтримуватись кілька секунд, тонічне напруження – дуже тривалий час.

Максимальне напруження погіршує кровообіг у працюючих м'язах, що є одним із факторів відмови від роботи.

*Пози поділяються* згідно положення тіла – лежачи, сидячи, стоячи і т.д. Поза *лежачи* зустрічається у двох видах: з опорою (стрільба) та без опори (плавання). Вони мають різні координаційні механізми, значно відрізняючись у різних видах плавання. Проте об'єднуючим є необхідність дотримання правильного стилю плавання, а також включення багатьох груп м'язів (шиї, рук, ніг, тулуба) в ритмічну активність. На відміну від плавання, поза стрільця характеризується розслабленням м'язів нижньої половини тіла, статичним напруженням м'язів спини, верхньої половини тулуба і рук.

Поза *сидячи* зустрічається у велоспорті, мотоспорті, бобслеї, кінному спорті, греблі, під час гри у шахи і ін. Вона може комбінуватись як із динамічним скороченням м'язів (циклічні рухи у греблі, велоспорті), так і з статичним напруженням спрямованим на підтримання пози (бобслей, мотоспорт). На відміну від інших видів спорту, у шахах підтримання пози фактично не має значення для кінцевого спортивного результату. Поза стоячи у різних варіантах зустрічається як основна чи на певному етапі виконання вправ (важка атлетика, кульова стрільба, стрільба з луку, бокс, гімнастика і ін.).

Поза *стоячи* може комбінуватись із неповною опорою, наприклад під час ковзання (ковзани, лижі), з малою опорою (гімнастичні вправи на снарядах). Зустрічається така поза і в акробатиці (з опорою на іншу людину). Зустрічаються також антигравітаційні варіанти (стійка на кистях).

Всі *рухи* можна розділити на дві групи:

- *стереотипні* (стандартні) – виконуються у строго постійних умовах і характеризуються строгою послідовністю рухів. Такі вправи утворюються на основі формування рухового динамічного стереотипу. Сюди належать вправи легкої атлетики, важкої атлетики, плавання, ковзанярського спорту, велоспорті і ін. У таких вправах за умов стандартності рухів і умов виконання спортсмен



намагається показати найкращий результат у техніці, силі, швидкості чи витривалості.

- *ситуаційні* (нестандартні) – виконуються за нестандартних умов, строга послідовність рухів відсутня. Характер дій спортсмена визначається взаємодією з противником, учасниками команди чи зміною зовнішніх умов подолання дистанції. Сюди належать
  - одноборства,
  - спортивні ігри
  - кроси.

У різних видах спорту стандартні та нестандартні рухи можуть комбінуватись.

Кожна із цих груп видів спорту із стандартними і нестандартними вправами ділиться на більш дрібні підгрупи. Так, види спорту із *стандартними* (стереотипними рухами) поділяються на дві великі групи:

- *рухи кількісного значення* (результат оцінюється у метрах, кілограмах, секундах). Ця група підрозділяється на вправи
  - циклічні
  - ациклічні.
- *рухи якісного значення* (оцінюються в балах). Основною метою таких вправ показати максимальну координацію, швидкість рухів, гнучкість, вміння орієнтуватись у просторі, артистизм. Сюди належать спортивна і художня гімнастика, акробатика, фігурне катання, стрибки у воду і на батуті.

Як уже було зазначено вище, до *стереотипних* рухів належать циклічні та ациклічні.

Найбільш детально вивченою групою рухів як з точки зору фізіологічних процесів, так і біомеханічних та біохімічних процесів, є *циклічні* рухи. Циклічна рухова активність є головною у таких видах спорту, як біг, спортивна ходьба, їзда на велосипеді. В основі циклічної рухової активності лежить послідовний повтор циклу (*kiklos* - круг) рухів. Всі

елементи циклу при цьому повторюються у тій самій послідовності. У їх основі лежать ланцюжки умовно-безумовних рефлексів, які виробляються під час тренувань і є основою спортивної техніки.

Циклічні рухи згідно класифікації В.С.Фарфеля розподіляються на 4 зони *потужності* (максимальна, субмаксимальна, велика, помірна), а згідно класифікації Я.М.Коца – на 8 зон *потужності*. Більш детальна класифікація Коца пов'язана із поглибленням знань про біохімічні механізми змін під час роботи, проте визначені ним зони не мають чітких меж, у зв'язку з чим дана класифікація вживається рідше.

Першою зоною, згідно із класифікації В.С.Фарфеля, є зона *максимальної потужності* (за Коцом – зона *максимальної анаеробної потужності*). Тривалість роботи у цій зоні становить 20-30 с. Сюди належить біг на 60-200 м, плавання на 25-50 м, гіт на 200-500 м. Енергозабезпечення такої роботи здійснюється за допомогою анаеробних алактатних механізмів – розпаду АТФ і КФ. Відносні витрати енергії максимальні – до 4 ккал/с., проте сумарні – невеликі (до 80 ккал). Величезний кисневий запит (до 40 л/хв.) задовольняється під час роботи лише на 10% (МПК у спортсменів становить лише 7-8 л/хв.), проте внаслідок незначної тривалості роботи кисневий борг досягає лише 7-8 л. Процеси дихання і кровообігу під час виконання вправ посилюються незначно. Середня легенева вентиляція під час виконання вправи - 20-30% від максимальної. ЧСС зростає під час роботи, проте найбільших значень досягає після завершення роботи - до 90% від максимального. Концентрація лактату у крові під час вправи змінюється незначно, проте значно зростає у працюючих м'язах. В результаті посиленого виходу вуглеводів з печінки спостерігається гіперглікемія. Робота аферентного і еферентного відділів нервової системи відбувається у максимальному режимі, що може бути причиною розвитку втоми. Інша причина – вичерпування запасів АТФ, КФ та накопичення продуктів анаеробного розпаду.

Друга зона – робота *субмаксимальної потужності* (анаеробної близько максимальної, анаеробної субмаксимальної потужності). Тривалість – від 20-30 с. до 3-5 хв. Сюди належить біг на середні дистанції – 400-1500 м., плавання на 100-400 м., біг на ковзанах – 500-3000 м., гіт на 1000 м., гребля на 500-1000 м. Енергозабезпечення – анаеробно-аеробне (85-60% анаеробного). Внаслідок зменшення швидкості пересування відносні енергозатрати спадають до 1,5-0,6 ккал/с., проте досить висока тривалість вправи підвищує загальні затрати енергії до 150-450 ккал. Високий кисневий запит (8,5-25 л/хв) задовольняється на дистанції лише на 1/3. Внаслідок цього кисневий борг становить 50-80% кисневого запиту і може досягати до 20-22 л. Забезпечення енерговитрат здійснюється переважно за рахунок гліколізу. В результаті цього утворюється максимальна кількість молочної кислоти, яка і надходить в кров (до 200 мг% або 20-25 мМ) і викликає зниження рН крові до 7,0. Тривалість роботи достатня для посилення функцій дихання (60%-100%) та кровообігу (80%-100%), що дозволяє досягнути МПК. У загальному можна сказати, що робота у цій зоні викликає максимальні фізіологічні зсуви в організмі. Втома обумовлена як великими зсувами у параметрах внутрішнього середовища організму, так і викликаним цими змінами погіршенням функціонування клітин ЦНС.

Третя зона – робота *великої потужності* (максимальної і близької до максимальної аеробної потужності). Тривалість її – від 5-6 хв. до 20-30 хв. Сюди належить біг на 3-10 км, плавання на 800-1500 м, біг на ковзанах на 5-10 км, лижні гонки на 5-10 км, гребля на 1,5-2 км. Енергозабезпечення – аеробно-анаеробне (60-95% аеробного). Як субстрат окислення використовуються переважно вуглеводи, в більшій мірі – глікоген м'язів, ніж глюкоза крові. Відносні енерговитрати – невисокі (0,4-0,5 ккал/с), проте велика тривалість вправ зумовлює високі сумарні енергозатрати – до 450-900 ккал. Оскільки дихальна і серцево-судинна системи встигають активуватись максимально, споживання кисню під час роботи становить 80% кисневого запиту. Проте внаслідок значної тривалості роботи сумарний кисневий борг

весь час зростає під час роботи (уявний стійкий стан) і досягає 12-15 л. У крові спостерігається висока концентрація лактату (10 мМоль/л), що викликає значне зниження рН. Така робота ставить високі вимоги перед серцево-судинною системою, системою терморегуляції та ендокринною системою. Втома обумовлена зниженням функціональних показників кардіореспіраторної системи, накопиченням молочної кислоти, частковим зниженням рівня глюкози у крові, зменшенням концентрації у крові гормонів окремих залоз внутрішньої секреції (гіпофізу, наднирників).

Четверта зона – робота *помірної потужності* (субмаксимальна, середня і мала аеробні потужності). Сюди належить біг на 20-30 км, марафон, шосейні велогонки (>100 км), лижні гонки на 15-50 км, гребля 10 км. Тривалість – понад 30-40 хв. Відносні енерговитрати незначні – 0,3 ккал/с, проте сумарні дуже великі – до 10000 ккал. Енергозабезпечення – переважно аеробне (більше 90%). При цьому у залежності від потужності роботи може переважати розщеплення жирів (ДК – 0,8). Споживання кисню у цій зоні становить 70-80% МПК, кисневий запит дорівнює споживанню кисню (*стійкий стан*). Кисень при цьому витрачається як на відновлення КФ та АТФ, так і на безпосереднє окислення жирів і вуглеводів. Кисневий борг формується переважно на початку виконання вправ і досягає 4 л, накопичення молочної кислоти практично відсутнє (4 мМ). Дихання і ЧСС зростають, проте не досягають максимального рівня (80% і нижче). Можливе зменшення вмісту глюкози у крові (від 110 мг% до 50-40 мг%). Посилене потовиділення призводить до значної втрати води (до 1 л/год.) та порушення водно-сольового балансу. Може спостерігатись зміна у кількості та співвідношенні формених елементів крові. Причиною втоми може бути монотонність роботи (поза межне гальмування нервових центрів), виснаження запасів вуглеводів, збільшення температури тіла, зміна хімічного складу внутрішнього середовища, зменшення концентрації у крові глюко- і мінералокортикоїдів, катехоламінів, гормонів щитоподібної залози.

*Ациклічні* рухи характеризуються відсутністю повторюваності циклу рухів. Це певна стереотипна послідовність рухів із чітким завершенням. Ациклічні рухи поділяють на:

- швидкісно-силові (стрибки, метання);
- власне силові (штанга, пауерліфтінг);
- прицільні (стрільба з луку, кульова стрільбу, дартс )

У зв'язку з тим, що в основі кожного виду спорту лежить динамічна або статична рухова активність різної потужності. то основну увагу у СФ приділяють тим принципам класифікації, які не залежать від виду спорту, його біомеханічних та техніко-тактичних особливостей. Це класифікація циклічних рухів за потужністю, класифікація зусиль по обсягу працюючих м'язів.

### **5.Фізіологічна характеристика передстартових станів.**

Проблему передстартових станів вивчали у ФС досить давно і детально. Ще у 1945 р. А.Н.Крестовников підкреслював, що збільшення ЧСС і підвищення кров'яного тиску у передстартовий період є результатом підготовки організму до майбутньої м'язової роботи. Передстартові стани вивчали й інші вчені, використовуючи при цьому різні методи для аналізу передстартових станів у різних видах спорту.

У сучасній спортивній практиці, коли рівень розвитку фізичних якостей, ступінь натренованості, підготовленість багатьох спортсменів приблизно однаковий, вивчення передстартових станів набуває значної актуальності. Від перебігу передстартових реакцій організму у значній мірі залежить його успіх у змагальній діяльності.

*Передстартовим станом називають посилення ряду фізіологічних функцій перед стартом, тобто перед початком роботи, не зважаючи на те, що організм у цей час знаходиться у стані спокою. Суб'єктивно воно сприймається спортсменом як відчуття хвилювання перед стартом. Навіть думка про майбутні змагання, розмова про них, уже викликають зміну*

фізіологічних функцій, що супроводжують роботу, але відсутні у стані повного спокою. *Передстартовий стан виникає* за багато годин і навіть діб до початку змагання, а власне *стартовий стан* є продовженням і, у більшості випадків, посиленням передстартових реакцій.

Механізмом виникнення передстартових та стартових станів є *умовно-рефлекторний процес*, що включає нервовий і гормональний компоненти. Ці рефлекси можуть бути специфічними і неспецифічними. *Специфічні* – зумовлені особливостями майбутньої м'язової діяльності. У цьому випадку чим більша потужність майбутньої роботи, тим різкіше виражені передстартові зміни. Наприклад, ЧСС у марафонців на старті вища, ніж у спринтерів, на тренуванні боксерів ЧСС, АТ та газообмін збільшуються у більшій мірі перед роботою із великою грушею, у порівнянні із збільшенням перед роботою з малою. *Неспецифічні* – зумовлені не важкістю роботи, а суб'єктивними факторами, зокрема важливістю даного змагання для спортсменів.

У кожному окремому випадку у передстартовому стані можуть переважати специфічні або неспецифічні умовно-рефлекторні реакції. У випадку переважання специфічних ступінь передстартових зрушень відповідає трудності майбутньої роботи. Наприклад, у бігунів та стрибунів у висоту перед стартом ЧСС може бути однаковою, хоча характер м'язової роботи при цих фізичних вправах різний. У той же час, передстартові зрушення можуть бути різними при виконанні однакової роботи, у залежності від важливості її для спортсмена.

Слід зазначити, що передстартові стани спостерігаються не лише в умовах спортивних змагань. Зміни у вегетативних і соматичних функціях організму виявлені і перед початком тренувальної діяльності, а також і в лабораторних умовах при дії сигналів, які повідомляють про майбутню м'язову діяльність.

Як правило, у передстартовому стані відзначають такі зміни функцій організму:

- збільшення частоти і глибини дихання, що призводить до зростання легеневої вентиляції (навіть у 2-2,5 разів),
- збільшення ЧСС (до 160 уд./хв.) та АТ,
- посилення газообміну,
- зростання ЖЕЛ,
- збільшення показників кистьової динамометрії,
- підвищення вмісту цукру і молочної кислоти в крові,
- підвищення температури тіла,
- збільшення швидкості і сили реакцій скелетних м'язів.

Зміни у фізіологічних функціях організму у передстартових станах і під час виконання м'язової роботи мають однаковий характер, тому вони, очевидно, спрямовані на підготовку організму до майбутньої роботи шляхом посилення його функцій.

Зміни вегетативних і соматичних функцій організму, що виникають у передстартових станах, очевидно, є наслідком зміни збудливості рухових та вегетативних центрів головного мозку. На основі зміни характеру мигального рефлексу можна говорити про два можливі варіанти зміни стану коркових центрів. Найчастіше спостерігається концентрація збудження в сенсорних центрах кори. Ця очікування сигналу до дії описане як *стан "оперативного очікування"* і характеризується незначною руховою активністю, оптимальною готовністю організму до дії. Іншою можливою реакцією є генералізоване поширення збудження у корі головного мозку. При цьому спостерігається *підвищена рухова активність*. Крім описаних вище двох варіантів передстартових станів, можливий третій – *гальмування коркових реакцій* в результаті надто сильного збудження ЦНС (при дуже сильних зовнішніх подразниках або при ослабленій реактивності ЦНС) за механізмом позамежного гальмування. У цьому випадку спокій буде не оперативним, а депресивним. При цьому усі реакції, у тому числі стартові, сповільнені і ослаблені, погіршуються робочі реакції та процес впрацювання. Вид передстартового стану може змінюватись при тренуванні, із набуттям

спортивного досвіду, проте він у значній мірі залежить від навколишньої ситуації, значення змагань, мотивації спортсмена і ін.

Описані зміни функціонального стану ЦНС співпадають із класифікацією передстартових станів, запропонованою психологами. Згідно із цією класифікацією виділяють

- стан бойової готовності,
- стан передстартової лихоманки,
- стан передстартової апатії.

При цьому стану *бойової готовності* відповідає стан гальмування рухів із збереженням адекватних і сильних рефлексорних реакцій. Стану *передстартової апатії* відповідає ослаблення і сповільнення рефлексорних реакцій на старті, що виникає внаслідок гальмування рефлексорних центрів кори головного мозку внаслідок слабкості ЦНС чи надмірної сили подразника. Можна також припустити, що стан передстартової лихоманки відповідає стану генералізованого збудження кори головного мозку із посиленням рухової активності.

*Бойова готовність.* Зміни у ЦНС забезпечують оптимальні зрушення в функціональному стані рухового апарату і внутрішніх органів. Обмін речовин і температура тіла помірно зростають. ЧСС збільшується, зростає легенева вентиляція і поглинання кисню. Ці зміни забезпечують збільшення працездатності організму. Фізіологічні зрушення при цьому відповідають інтенсивності майбутньої роботи, психологічно цей стан характеризується у впевненому очікуванні старту, у прагненні до перемоги.

*Передстартова лихоманка.* Збудливість ЦНС значно зростає, що веде до змін інших функцій організму. Вегетативні зсуви надзвичайно великі. Різко зростає температура тіла, прискорюється ЧСС, зростає інтенсивність газообміну. Фізіологічні зміни при цьому перевищують необхідні для виконання майбутньої роботи. Може спостерігатись тремтіння рук, тіла. У загальному стан людини схожий на лихоманку, при цьому значно змінюється працездатність та психологічний стан спортсмена. У такому стані велике



збудження призводить до помилок на початку змагань, погіршення результатів.

*Передстартова апатія.* У цьому стані в ЦНС переважають гальмівні процеси, збудливість нервових центрів знижена. Зміни соматичних і вегетативних функцій виражені слабо. Спортсмен не готовий до боротьби, боїться суперника. Передстартова апатія найчастіше виникає при недостатній готовності спортсмена до змагань.

Фізіологічні зміни у корі головного мозку в передстартовому стані, можливо, опосередковуються через ретикулярну формацію стовбуру мозку і гіпоталамус. Окрім того, у реалізації передстартових станів велику роль відіграє симпатoadреналова система, яка активується лімбічною системою головного мозку (гіпоталамус, лімбічна закрутка і ін.). Про підвищену активність цих систем свідчить збільшення концентрації адреналіну і норадреналіну. Під впливом цих гормонів відбувається прискорення процесів розщеплення глікогену у печінці, жирів у жирових депо, підвищується концентрація у крові глюкози та вільних жирних кислот.

Слід зазначити, що характер і вираженість передстартових станів у певній мірі залежать від віку та кваліфікації спортсменів. Так, у більшості юних спортсменів різко виражені емоційні напруження у передстартовому стані супроводжуються дискоординацією регуляторних механізмів вегетативних функцій, що супроводжується реакціями апатії та лихоманки. У кваліфікованих спортсменів передстартові реакції виражені сильніше і у більшій мірі адаптовані до потреб майбутньої фізичної активності.

Одним із можливих прийомів, що регулюють передстартові стани, є *розминка*. Розминка може зняти гальмівні процеси, чи, навпаки, посилити збудження у гальмівному аналізаторі. Регуляція стартових станів можлива також шляхом словесних інструкцій, застосування масажу чи поглибленого дихання.

## **6. Фізіологічна характеристика розминки.**

Під *розминкою* розуміють виконання комплексу вправ, що передують основній змагальній чи тренувальній діяльності. Розминка сприяє оптимізації передстартового стану, забезпечує прискорення процесів впрацьовування, підвищує працездатність. Розминка складається із загальної і спеціальної частин. *Загальна частина* забезпечує оптимізацію збудливості ЦНС та рухового апарату, прискорення обміну речовин, підвищення температури тіла, посилення роботи органів дихання та серцево-судинної системи. Вона може бути практично однаковою у різних видах спорту. *Спеціальна частина* спрямована на підвищення працездатності тих частин рухового апарату, які будуть брати участь у майбутній діяльності. Вправи, що використовуються у цій частині, визначаються спеціалізацією спортсмена.

Механізми позитивного впливу розминки на подальшу змагальну чи тренувальну діяльність різноманітні пов'язані із зміною у функціонуванні цілого ряду систем організму:

- ЦНС (підвищення збудливості та рухомості нервових процесів у коркових та підкоркових структурах, зменшення часу сенсомоторних реакцій, зменшення хронаксії нервово-м'язового апарату, створення умов для ефективного подолання інерції центрально-нервових процесів, зменшення супутніх гальмівних процесів у ЦНС, полегшення розгортання посиленої діяльності систем);
- Серцево-судинна (прискорюється і посилюється серцебиття, підвищується АТ, зростає ХОК, венозне наповнення, розширюються капіляри у легенях, серці, скелетних м'язах, внаслідок підвищення температури тіла зменшується в'язкість крові, спостерігається вихід крові із депо);
- Дихальна (посилюється легенева вентиляція і поглинання кисню, пришвидшується дифузія кисню у альвеолах);
- М'язова (зменшення хронаксії м'язів, прискорення формування біопотенціалів м'язів, підвищенням температури м'язів - зниження

в'язкості м'язів, підвищення швидкості їх скорочення і розслаблення);

- Ендокринна (підвищує збудливість центрів регуляції вегетативних функцій, посилює діяльність залоз внутрішньої секреції, що призводить до створення умов для прискорення процесів встановлення оптимальної координації вегетативних і рухових функцій під час виконання наступних вправ);
- На обмін речовин та терморегуляцію (посилює шкірний кровообіг і знижує поріг початку потовиділення, що покращує терморегуляцію, полегшує тепловіддачу, запобігає надмірному перегріванню тіла під час виконання фізичних вправ, прискорює процесів обміну речовин, що пов'язано із підвищенням температури тіла і збільшенням швидкості проходження біохімічних реакцій).

М'язова робота, що виконується через 5-10 хвилин після розминки характеризується зменшенням вираженості початкових зусиль, покращенням засвоєння ритму подразнень, більшою швидкістю формування рухової функції скелетних м'язів, підвищенням сили та точності виконуваних рухів, підвищенням ефективності використання кисню, меншим накопиченням молочної кислоти в крові і меншим зростанням кисневого боргу, Прискореним впрацьовуванням вегетативних систем - більш швидким збільшенням легеневої вентиляції, прискореним початком потовиділення, швидшим зростанням ХОК, прискоренням протікання біохімічних процесів у скелетних м'язах.

Слідові процеси у ЦНС і інших системах організму зберігаються певний час після розминки. Оптимальні величини тривалості розминки і тривалості інтервалу між його закінченням і початком роботи визначається видом спортивної діяльності, натренованістю спортсмена і іншими факторами. Середня тривалість розминки повинна становити 10-30 хв. Розминка не повинна викликати втоми, тому об'єм роботи під час розминки

повинен визначатись строго індивідуально. Оптимальна величина інтервалу між розминкою і початком основної роботи становить 3-5 хв.

## **7. Фізіологічна характеристика впрацювання**

*Впрацювання – це поступове підвищення працездатності організму під час виконання роботи, або перша фаза функціональних змін, що відбуваються в процесі роботи. Із впрацюванням тісно пов'язані явища “мертвої точки” та “другого дихання”. Під час впрацювання відбувається адаптація організму до більш високого рівня діяльності за рахунок посилення активності усіх систем, що беруть участь у роботі.*

Підвищення працездатності організму у процесі впрацювання пов'язане із змінами у ряді функціональних систем організму:

- Налагоджування функціонування нервових і нейрогуморальних механізмів управління руховою діяльністю і роботою вегетативних систем.
- Поступове формування необхідного стереотипу рухів (встановлення характеру, форми, амплітуди, швидкості, сили, ритму), тобто покращення координації рухової діяльності.
- Досягнення необхідного рівня функціонування вегетативних систем організму, що забезпечують м'язову діяльність.

Під час налагоджування нервових механізмів координації рухової діяльності відбувається виникнення специфічної для даної діяльності домінанти, яка забезпечує координацію усіх фізіологічних процесів в організмі, . Важливу роль відіграє також тісний взаємозв'язок рухових та вегетативних функцій. Чим сильніше працюють м'язи, тим сильніша надходить пропріоцептивна і інтероцептивна аферентація, що рефлекторно посилює діяльність організму. Посилення діяльності різних систем організму відбувається переважно за умовно-рефлекторним механізмом. Так, виявлено, що у випадку наявності інформації про майбутню важку і тривалу роботу період впрацювання продовжується.

Процес впрацювання характеризується рядом особливостей.

Перш за все це *сповільнене впрацювання вегетативних систем*, що пов'язано із характером нервової і гуморальної регуляції цих процесів у даний період. Так, на початку напруженої роботи у нервових центрах, які забезпечують регуляцію вегетативних функцій, виникає гальмування по механізму від'ємної індукції у зв'язку із сильним збудженням рухових нервових центрів. Гальмування на початку роботи виражене тим сильніше, чим важча і незвична робота. З розвитком натренованості тривалість гальмування зменшується. Так, під час напруженої роботи близькі до максимального рівні ЧСС спостерігаються через 1 хв., споживання кисню – через 1,5 хв., серцевий викид – через 2 хв. після початку роботи.

Другою особливістю процесу впрацювання є його *гетерохронність*, що виявляється у неодночасному виході різних функціональних систем організму на свій максимальний рівень функціонування. Руховий апарат, який володіє відносно високою збудливістю і лабільністю, впрацюється швидше, ніж вегетативні системи (приклад – спринтерські дистанції). Швидкість бігу на 1 с становить 55% від максимальної, на 2 с – 76%, і лише на 5-6 с досягає максимуму. Таке відносно повільне збільшення швидкості бігу зумовлене біомеханічними особливостями рухів на старті і поступовим впрацюванням рухового апарату. У той же час, вегетативні системи організму впрацюються значно повільніше. Так, максимальна активація дихання спостерігається, як правило, уже після закінчення спринтерської дистанції. Проте і *вегетативні функції виходять на свій максимальний рівень неодночасно*. Найшвидше наростають частотні параметри (ЧСС, ЧД), потім – об'ємні (СО, ДО, ХОК, ХОД). За ними досягає необхідних значень споживання кисню. Найпізніше налагоджується терморегуляція, що супроводжується потовиділенням.

Третьою особливістю впрацювання є наявність *прямої залежності між інтенсивністю (потужністю) роботи і швидкістю зміни фізіологічних функцій*. Чим інтенсивніша робота, тим швидше відбувається початкове

посилення функцій організму, які пов'язані із її виконанням. Отже, тривалість періоду впрацювання обернено пропорційна до інтенсивності (потужності) роботи. Наприклад, при виконанні вправ у зоні помірної аеробної потужності впрацювання триває 7-10 хв., середньої – 5-7 хв., субмаксимальної – 3-5 хв., максимальної – 1,5-2 хв.

Тривалість впрацювання також *залежить від характеру роботи* – під час роботи, що вимагає складної координації рухів впрацювання проходить повільно.

Ще однією особливістю впрацювання є його *залежність від тренуваності спортсмена*. Більш швидко впрацювання спостерігається у кваліфікованих спортсменів, у молодшому (підлітковому) віці, в період оптимального функціонального стану.

Оскільки діяльність дихальної і серцево-судинної систем, які забезпечують надходження кисню до працюючих м'язів, посилюється поступово, то на початку будь-якої роботи скорочення м'язів відбувається в основному за рахунок анаеробних механізмів енергозабезпечення (розщеплення АТФ, креатинфосфату, анаеробний гліколіз). Невідповідність кисневого запиту і споживання кисню на початку роботи призводять до утворення кисневого дефіциту. Цей дефіцит при вправах аеробного характеру (помірна потужність) покривається за рахунок деякого надлишку у споживанні кисню. При важчих вправах він покривається після завершення роботи і становить значну частину кисневого боргу.

Через кілька хвилин після початку напруженої роботи у нетренованої людини виникає стан “мертвої точки”. У цьому стані спортсмен задихається, відчувається запаморочення, біль у м'язах, виникає бажання припинити роботу. Об'єктивно цей стан виявляється у частому і поверхневому диханні, збільшенні споживання кисню, високому ЧСС, порушенні серцевого ритму, підвищеним вмістом вуглекислого газу у крові і альвеолярному повітрі, зниженні рН крові до 7,2, на ЕЕГ фіксують десинхронізацію активності. Причиною виникнення цього стану є, очевидно, невідповідність між високим

кисневим запитом м'язів та недостатнім посиленням функцій кисневотранспортної системи. У випадку продовження роботи виникає відчуття раптового полегшення, яке супроводжується відновленням комфортного дихання – так зване “друге дихання”. При цьому легенева вентиляція дещо зменшується, частота дихання зменшується, а глибина його зростає, ЧСС може дещо знижуватись. Цей стан свідчить про достатню мобілізацію функцій організму для виконання потрібної роботи.

## **8. Фізіологічна характеристика стійкого стану**

При виконанні вправ помірної аеробної потужності (малої аеробної потужності – менше 50% МПК) після періоду впрацювання настає період, який А.Хіллом був названий періодом *стійкого стану*. Сюди належать побутові дії, вправи масової фізичної культури і ін. Досліджуючи споживання кисню під час виконання вправ такої потужності він встановив, що після швидкого зростання на початку вправ цей показник встановлювався на певному рівні і залишався стабільним протягом десятків хвилин (при виконанні вправ помірної потужності). За цих умов у період стійкого стану спостерігається кількісна відповідність між кисневим запитом (потребою організму у кисню) та споживанням кисню. Кисневий борг при цьому не зростає. Тому такі вправи були віднесені до вправ із справжнім стійким станом. Кисневий борг після нетривалого їх виконання фактично дорівнює кисневому дефіциту, що спостерігався на початку виконання вправ.

Під час виконання вправ великої потужності (середньої, субмаксимальної і близької до максимальної аеробної потужності) слідом за періодом швидкого збільшення швидкості споживання кисню під час впрацювання спостерігається стан, за якого вона хоча і повільно і незначно, але підвищується. Це вправи – біг 5000 м і більше, плавання 1500 м і більше, біг на лижах 15 км і більше. Такий період прийнято називали *умовно стійким* станом. У випадку аеробних вправ великої потужності кисневий запит під час роботи перевищує споживання кисню, тому після їх

завершення реєструють кисневий борг, пропорційний до потужності та тривалості роботи.

При виконанні вправ максимальної аеробної потужності після короткого періоду впрацьовування споживання кисню досягає величин, близьких до МПК (максимального споживання кисню) і далі збільшуватись не може. Далі воно підтримується на стабільному рівні, хоча може трохи зменшуватись до кінця вправи. Цей другий робочий період називають періодом *псевдостійкого* (квазістійкого) стану. У цьому періоді також спостерігається збільшення кисневого боргу.

Таким чином, в усіх аеробних вправах, споживання кисню під час яких перевищує 50% МПК, та у всіх вправах анаеробного характеру не можна виділити період із (справжнім) стійким станом за характером споживання кисню чи іншими функціями організму. Основний робочий період у цих вправах можна охарактеризувати як умовно стійкий чи квазістійкий стан. Зміни, які відбуваються в цей час в організмі, відображають складні процеси адаптації до навантаження у поєднанні із розвитком втоми.

При виконанні вправ будь-якої потужності аеробного характеру протягом другого періоду, тобто стійкого стану, багато основних фізіологічних функцій організму повільно змінюються. Такі повільні зміни отримали назву “дрейф”. Швидкість “дрейфу” прямо пропорційна до потужності вправ. У період квазістійкого стану в організмі відбувається поступова перебудова діяльності серцево-судинної, дихальної, ендокринної систем, опорно-рухового апарату. Протягом цього періоду спостерігається повільне зменшення СО за компенсаторного зростання ЧСС із збереженням ХОК. Зменшується, а потім поступово відновлюється, хоча і не до вихідних значень, також об’єм циркулюючої крові. Спостерігається збільшення шкірної фракції ХОК, що сприяє тепловіддачі. Не зважаючи на це температура тіла продовжує зростати. У період квазістійкого стану постійно зростає АТ, особливо систолічний. Дихальний коефіцієнт поступово знижується, що вказує на збільшення долі окислення жирів і зменшення долі



окислення вуглеводів у аеробному забезпеченні працюючих м'язів. Спостерігається зростання легеневої вентиляції як за рахунок частоти, так і за рахунок глибини дихання. Відбувається зростання електричної активності м'язів, що є відображенням процесів рекрутування нових рухових одиниць для компенсації втоми м'язів. Під час виконання вправ збільшується активність симпатoadреналової системи, що виражається у підвищенні вмісту в крові адреналіну та норадреналіну.

При виконанні вправ анаеробного характеру, тобто максимальної і субмаксимальної потужності, взагалі не можна виділити другий робочий період, оскільки під час їх виконання відбувається зростання споживання кисню та перехід на анаеробне енергозабезпечення. Під час виконання цих вправ наявний лише період впрацьовування.

## 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, Сполум, 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>