

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
імені ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

“Фізіологія рухової активності різних груп населення”

ЛЕКЦІЯ № 1

Тема лекції: ВСТУП ДО ФІЗІОЛОГІЇ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ.
ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИЧНИХ
ВПРАВ

План.

1. Фізіологія рухової активності як наука. Предмет та завдання фізіології рухової активності.
2. Особливості методів дослідження фізіології рухової активності.
3. Історія розвитку фізіології спорту та фізіології рухової активності.
4. Фізіологічна класифікація та характеристика фізичних вправ

Тривалість лекції: 2 академічні години

Навчальні та виховні цілі: дати студентам уявлення про фізіологію рухової активності як науку, об'єкт, предмет, методи дослідження у фізіології рухової активності, ознайомити з основними історичними етапами розвитку фізіології рухової активності, охарактеризувати фізіологічні підходи до класифікації фізичних вправ та поділу вправ на зони потужності.

Матеріальне забезпечення: мультимедійна презентація.

Склав: доц. Вовканич Л.С.

Затверджено на засіданні
кафедри анатомії і фізіології

" 15 " серпня 2024 р.

протокол № 1

Зав. кафедри _____ Вовканич Л.С.

1. Фізіологія рухової активності різних груп населення (ФРА) як прикладна наука. Предмет та завдання фізіології рухової активності.

Фізіологія рухової активності різних груп населення (ФРА) – це прикладна наука, яка є одним із відгалужень фізіології людини.

ФРА вивчає такі основні питання:

- Фізіологічна класифікація та загальна характеристика фізичних вправ.
- Характеристика функціональних станів, які виникають в результаті занять фізичними вправами.
- Фізіологічні основи рухових навичок і рухових якостей.
- Фізіологічні механізми розвитку натренованості за даними різноманітних систем організму.
- Фізіологічні механізми аеробної та анаеробної працездатності.
- Вплив різноманітних факторів довкілля на спортивну працездатність.
- Фізіологічні особливості тренування різних груп населення: жінок, дітей, підлітків та осіб літнього і старечого віку.

ФРА 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).*

2. Особливості методів дослідження ФРА.

У загальному слід зазначити, що ФРА, як і фізіологія, є експериментальною наукою, усі її положення базуються на дослідженні змін,

що відбуваються в організмі людини під впливом фізичних навантажень. У ФРА 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 ФРА 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 ФРА 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 міотонометра “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. Історія розвитку фізіології спорту та фізичного виховання.

Теоретична основа ФРА була закладена працями багатьох видатних фізіологів.

Зокрема, у роботі “Рефлекси головного мозку” *Сеченов І.М.* розкрив основні механізми функціонування нервової системи, що мають значення для розуміння взаємозв’язку психічної діяльності та рухової активності людини. Ці процеси тісно взаємопов’язані, оскільки всяка м’язова активність викликає зміни у психічних процесах. Ідеї *І.М.Сеченова* про функціональний стан (збудження, гальмування), а також про активний відпочинок знайшли широке застосування у спортивній практиці, увійшли у комплекс засобів відновлення. Саме у зв’язку з цим на сучасному етапі приділяється велика увага дослідженню психологічних процесів, що супроводжують м’язову діяльність. Ці дослідження відбуваються із використанням сучасної електрофізіологічної та комп’ютерної апаратури.

Теорія домінанти, розроблена *О.О.Ухтомським*, знайшла широке застосування у розумінні механізмів формування рухового навика, передстартових станів. Вчення про взаємозв’язок функцій як основу розвитку натренованості і дискоординації зв’язків – як основа зниження тренуваності, в наш час широко застосовується для теоретичного обґрунтування і пошуку слабких місць в структурі натренованості.

М.Е.Введенський у своїй праці “Збудження, гальмування і наркоз” дав теоретичну основу змін збудливості м’язового апарату в складних умовах діяльності (гіпоксія, виснаження, і ін.).

Велике значення для СФ мають роботи *І.П.Павлова*, що присвячені вивченню вищої нервової діяльності, зокрема вчення про типи ВНД, стадії позамежного гальмування, рухові умовні рефлекси. Роботи *І.П.Павлова* мають важливе значення для розуміння механізму та фаз утворення умовних рефлексів, що лежать в основі теорії утворення рухового навика. Вчення про типологічні особливості ВНД актуальне при обґрунтуванні рекомендацій для відбору і спортивної орієнтації юних спортсменів.

Академік *П.К.Анохін* на основі багаторічних досліджень сформував теорію функціональної системи – тимчасового об'єднання нервових центрів і різних функцій для забезпечення кінцевого результату. Це вчення використовують теоретики спорту (Л.П.Матвеев, В.М.Платонов, В.С.Келлер) для пояснення механізмів змін, які виникають в організмі спортсмена під час формування натренованості у обраному виді спорту. Ця теорія широко використовується фізіологами спорту (руховий навик у стрільбі з луку – Г.Б.Сафронова).

Засновником ФРА у нашій країні вважається О.М.Крестовніков (1885-1955). Свої наукові дослідження він розпочав у лабораторії І.П.Павлова, працював у Л.А.Орбелі. Закінчив природничий факультет Московського університету (1912) і Ленінградський медичний інститут. У 1927 р. Крестовніков очолює кафедру фізіології Ленінградського інституту фізичної культури, якою керує до 1955 р. За час своєї наукової діяльності О.М.Крестовніков опублікував близько 200 наукових робіт, у яких були обґрунтовані, зокрема, такі положення:

- фізичні вправи підвищують силу і рухомість нервових процесів, а також збудливість і лабільність м'язів;
- під час тренувань покращується функціонування зорової, рухової та вестибулярної сенсорних систем;
- тренування полягає у виробленні рухових умовних рефлексів, що мають усі характеристики, встановлені І.П.Павловим;
- підвищення працездатності базується на вдосконаленні регуляторних механізмів;
- сформовані фізіологічні характеристики багатьох видів спорту, зокрема легкої атлетики, важкої атлетики, лижного спорту, плавання, спортивних ігор, боксу і ін.;
- видана перша монографія по фізіології фізичних вправ (1939, 1951);
- виданий перший підручник по фізіології для інститутів фізичної культури.

Учнями О.М.Крестовнікова були проф. В.В.Васільєва (серцево-судинна система спортсменів), проф. О.Б.Гендельман (дихальна система спортсменів), проф. Е.Б.Сологуб (електрофізіологія в спорті).

Професор *Микола Васильович Зімкін*. Під його редакцією вийшли у світ три підручники з фізіології людини для інститутів фізичної культури. Він є автором сучасної теорії формування рухового навика, особливу увагу приділяв руховому компоненту рухового навика.

Професор *В.С.Фарфель* очолював кафедру фізіології в ГЦОЛІФК (Москва). Вивчав енергетичну вартість фізичних навантажень, він є автором класифікації спортивних вправ (подані у підручнику), розробив принцип швидкої інструментальної інформації про параметри рухів, підготував близько 100 кандидатів науку галузі ФРА. Співавтор 3-х видань підручника “Фізіологія людини”.

У київському інституті фізичної культури кафедру фізіології очолював проф. *М.Я.Горкін*. Він з проф. *Л.Я.Євгенєвою, В.Д.Моногаровим, Радзієвським* вивчав вплив значних навантажень на серцево-судинну і дихальну систему спортсменів, досліджував процес впрацьовування, початковий та віддалений періоди відновлення після великих навантажень у висококваліфікованих спортсменів. Його дослідження стали одним із перших взірців роботи комплексних наукових груп, які з 70-х рр. допомагали у підготовці спортсменів збірних команд УРСР та СРСР.

На кафедрі фізіології ЛДІФК велися дослідження фізіологічних характеристик стрільби із луку (проф. *Г.Б.Сафронова, к.б.н. А.Я.Стьоопіна*), проблем відновлення (*Ю.М.Панишко, В.П.Горобець*), механізмів впливу статичних навантажень на гемодинаміку (проф. *Є.О.Яремко* і ін.). Видано перший посібник українською мовою для лабораторних занять із ФРА (під. ред. проф. *Є.О.Яремка*).

Фізіологія фізичного виховання детально вивчається у педінститутах, зокрема випущений підручник “Фізіологія людини” під редакцією *І.С.Кучерова, Шабатури*. Слід зазначити, що у цих навчальних закладах основна увага

приділяється дослідженню впливу фізичних навантажень на дітей дошкільного та шкільного віку, у той же час мало уваги приділено особливостям певних видів спорту, ролі фізичних навантажень у юнацький, дорослий та зрілий періоди. У персі публікують багато популярних матеріалів по фізичному вихованню людей старших вікових груп.

4. Фізіологічна характеристика фізичних вправ.

Як у повсякденному житті, так і під час занять тими чи іншими вправами, людина виконує величезну кількість різноманітних рухів. У фізичній 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 фосфор-вмісних сполук (АТФ, КФ) чи гліколіз);
- змішані (обидва джерела енергії відіграють значну роль).

5. 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 тренованістю, 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 ФРА і є однією із найбільш поширених.

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

Підтримання *позу* 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 втомі 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 мінералкортикоїдів, катехоламінів, гормонів щитоподібної залози.

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

- швидко-силові (стрибки, метання);
- власне силові (штанга, пауерліфтинг);
- 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.

Література.

1. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж.Х. Вілмор, Д.Л. Костіл – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2013. – Ч. 2. – 196 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/10059>

3. Яремко Є. О. Фізіологія фізичного виховання і спорту : навч. посіб. для практ. занять / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич - Львів : ЛДУФК, 2014. - 192 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7190>
4. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є.О.Яремко – Львів, "Сполом", 2006. – 159 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9319>
5. Вовканич Л.С. Методичні вказівки до оцінки стану здоров'я школярів (антропометричні та фізіологічні методи) / Л.С.Вовканич, М.Я.Гриньків – Львів, 2003. – 13 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>
6. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. — 68 с.
7. Exercise physiology / John P. Porcari, Cedric X. Bryant, Fabio Comana. – Davis Company. – 2015 – 905 p.
8. Exercise physiology : integrating theory and application / William J. Kraemer, Steven J. Fleck, Michael R. Deschenes. – 488 p.
9. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual Tests, procedures and data Third Edition Volume Two: Physiology / Edited by Roger Eston and Thomas Reilly Routledge – 2009. – 342 p.
10. Recovery for performance in sport / Christophe Hausswirth, Iñigo Mujika, editors; The National Institute of Sport for Expertise and Performance (INSEP) 2013 Human Kinetics – 280 p.
11. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I - Sport Testing / Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. C. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. H.: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. – Routledge., 2007 – 342 p.