

Міністерство освіти та науки України  
Дніпропетровський національний університет  
імені Олеся Гончара

Г. О. Задорожна, Т. Г. Турицька

Практичний посібник  
для студентів  
з курсу «Фізіологія здорового способу  
життя та спорту»

Дніпропетровськ 2014

Практичний посібник для студентів з курсу «Фізіологія здорового способу життя та спорту» / Г. О. Задорожна, Т. Г. Турицька. – Дніпропетровськ. 2014. – 98 с.

Практичний посібник затверджений на засіданні кафедри фізіології людини і тварин ДНУ імені Олеся Гончара, протокол № 2 від 15 вересня 2014 р.

Рекомендовано на засіданні Ради факультету біології, екології та медицини пр. № 8 від 22.09.2014 року. Для студентів факультету біології, екології та медицини ДНУ імені Олеся Гончара

Затверджено на науково-методичній Раді факультету біології, екології та медицини ДНУ імені Олеся Гончара протокол № 81 від 24 вересня 2014 р.

## Зміст

Список скорочень.....	2
Тема 1. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ.....	4
Тема 2. ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ.....	30
Тема 3. ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНА. ПРЯМІ ТА НЕПРЯМІ ПОКАЗНИКИ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ. ДИНАМІКА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ.....	52
Тема 4. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ І ВІДНОВЛЕННЯ .....	71
Тема 5. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТРЕНОВАНОСТІ.....	77
Додатки .....	88
Список використаної літератури.....	96

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АТ - артеріальний тиск  
АП - адаптаційний потенціал  
БВ - біологічний вік  
ВІК - вегетативний індекс Кердо  
ВООЗ – всесвітня організація охорони здоров'я  
ВТ – вага тіла  
Вт - ват  
ДТ - діастолічний артеріальний тиск  
ДК - дихальний коефіцієнт  
ЖЄЛ - життєва ємкість легень  
ІАП - індекс функціональних змін  
ІРПСС – індекс рівня психосоціального стресу  
ІГСТ - індекс Гарвардського степ-тесту  
КВП - коефіцієнт відновлення пульсу  
КБ - кисневий борг  
КЄК - киснева ємність крові  
КЗ - кисневий запит  
КО - комплексна оцінка  
КП - кисневий пульс  
л/хв - літри у хвилину  
ЛВ - легенева вентиляція  
МВЛ - максимальна вентиляція легень  
мм рт.ст. - міліметри ртутного стовпа  
МСК - максимальне споживання  
кисню  
об/хв - обертів на хвилину  
НБВ - належний біологічний вік  
ПІ - патологічний індекс  
ПТ - пульсовий артеріальний тиск  
РВУЖ - рівня вдовolenості умовами життя  
РЗОЖП - рівня задоволення основних життєвих потреб  
РПІС – рівень психосоціального стресу

РФЗ – рівень фізичного здоров'я  
с - секунда  
СО<sub>2</sub> - споживання кисню  
СК - споживання кисню  
СТ - систолічний тиск  
СОЗ - самооцінка здоров'я  
СОК - систолічний об'єм крові  
ср АТ - середній артеріальний тиск  
ТС - темп старіння  
уд/хв - удари на хвилину  
ФЖЄЛ - фактична життєва ємкість легень  
ФП - фізична працездатність  
хв - хвилинка  
ХОД - хвилинний об'єм дихання  
ХОК - хвилинний об'єм крові  
ЦНС - центральна нервова система  
ЧД - частота дихання  
ЧСС - частота серцевих скорочень

## Тема 1

### **ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ**

#### Частота серцевих скорочень (ЧСС) у спокої

Цей показник дозволяє оцінити роботу серця. При частому пульсі нетреноване серце робить за 1 добу 14 тис. "зайвих" скорочень і швидше зношується. Чим рідше ЧСС у спокої, тим потужніше серцевий м'яз. У цьому випадку серце працює в більш економічному режимі: за одне скорочення викидається більший об'єм крові, а паузи для відпочинку збільшуються.

ЧСС заміряється в положенні лежачи після 5-хвилинного відпочинку або вранці після сну шляхом накладення вказівного, середнього та безіменного пальців однієї руки під основу великого пальця іншої руки.

У міру збільшення стажу занять оздоровчим фізичним тренуванням, особливо аеробної спрямованості (ходьба, плавання тощо), ЧСС у спокої знижується. Якщо через кілька років занять людина не зможе довести кількість ударів до інтервалу 50-70 скорочень, то значить, вона займається не тим, що потрібно: наприклад, захоплюється тільки збільшенням об'єму м'язів або порушує основні закономірності тренування.

Знижувати ЧСС до 40 уд/хв і нижче не обов'язково. Однак необхідно знати, що після 24-36-годинного голодування або після обливання холодною водою ЧСС може знижуватися на 6-10 уд/хв. Але при підрахунку балів треба враховувати кількість ударів у хвилину у звичайному стані (тобто зранку, лежачи після сну). Підвищення ЧСС понад 80 уд/хв. називається тахікардією, а уповільнення (рідше 60 уд/хв) – брадикардією.

При контролі за ЧСС слід простежити і за ритмічністю пульсу і його хорошим наповненням. Якщо

при вимірюванні відчуються "провали" (серце ніби завмирає), то в наявності екстрасистоли (позачергові скорочення серцевого м'яза), або аритмія (неритмічний пульс). Це є сигналом для проведення поглибленого обстеження. Причинами таких негативних відхилень можуть служити вогнища інфекції в організмі (каріозні зуби, запалені мигдалини тощо), які вимагають термінового лікування. Оздоровче тренування і вогнища інфекції - неприпустиме поєднання. Якщо ж тут все гаразд, потрібно зняти електрокардіограму в стані спокою і при навантаженні (в поліклініці або в лікарсько-фізкультурному диспансері). Частота "провалів" менше 4:40 (тобто менше 4 пауз в роботі серця за 40 с) може бути обумовлена розладами функціонального характеру, пов'язаними з фізичними та емоційними перевантаженнями. У цьому випадку необхідно знизити фізичне навантаження і за рекомендацією лікаря деякий час приймати заспокійливі засоби. Уважно слід вивчити принципи оздоровчого тренування і пошукати помилки методичного характеру, які також можуть бути причиною неритмічного пульсу. При частоті " збоїв " у роботі серця більше 4:40 необхідно звернутися до лікаря-кардіолога.

#### Артеріальний тиск (АТ) .

Наступним цілком доступним для контролю показником, що характеризує надійність серцево-судинної системи, є артеріальний тиск. Для його вимірювання потрібний тонометр. Необхідно оголити ліву руку випробуваного. На плече надягають манжету так, щоб її нижній край знаходився на 2,5-3 см вище ліктьового згину. Манжета повинна прилягати до шкіри досить щільно, але не стискати тканин плеча. Для цього під нижній край манжети слід підвести вказівний і середній пальці (вони повинні вільно розташовуватися в манжеті). Шланги, що

йдуть від манжети до манометру, не повинні перекручуватися і стискати один одного. Стрілки в манометрі повинні відповідати нулю. Фонендоскоп встановлюють в області ліктьового згину на променевої артерії.

В манжету нагнітають повітря до тих пір, поки стрілка манометра не покаже 160-180 мм рт.ст. (до повного зникнення пульсу). Для людей із високим артеріальним тиском (180-220 мм рт.ст.), тобто з вираженою гіпертонією, нагнітають повітря в манжету до рівня 200-220 мм рт.ст.

Як тільки стрілка піднялася до необхідного рівня, починають повільно випускати повітря з манжети. Випускаючи повітря з манжети (знижуючи тиск), уважно прослуховують фонендоскопом пульс і при появі першого звуку фіксують показання манометра. Це буде величина максимального (систоличного) тиску, тобто в цей момент під час систоли лівого шлуночка кров проштовхується через задавлену ділянку судини. Продовжують прослуховувати пульсові поштовхи. Вони поступово загасають, і в момент повного зникнення пульсових поштовхів знову фіксують показання манометра. Ця величина відповідає мінімальному (діастолічному) тиску.

Середні показники систолічного тиску в спокої: 110-130 мм рт.ст. Середні показники діастолічного тиску в спокої: 60-80 мм рт.ст.

Нормалізувати АТ при початкових стадіях гіпертонії або гіпотонії можна за допомогою фізичного навантаження. Слід знати, що спортивні ігри, швидкісно-силові та силові види спорту підвищують АТ, а малоінтенсивні циклічні (ходьба, повільний біг, плавання, ходьба на лижах, веслування, велоспорт) – знижують. Ідеальним АТ, до якого необхідно прагнути, тренуючись для зміцнення здоров'я, є 110/70 мм рт. ст.; АТ 120/80



також вважається хорошим. Ці показники АТ бажано зберігати все життя.

### Життєвий показник

Встановлено залежність між обсягом повітря, яке людина може видихнути за один раз (цей обсяг називається життєвою ємністю легень, або скорочено ЖЕЛ), і його працездатністю, витривалістю і стійкістю до різних захворювань.

Визначити ЖЕЛ можна в поліклініці або лікарсько-фізкультурному диспансері, а також самостійно за допомогою компактного спірометра.

Розділивши ЖЕЛ (виражений в мл) на масу тіла (в кг), можна визначити життєвий показник. Нижня його межа, за якою різко зростає ризик виникнення захворювань, для чоловіків - 55 мл/кг, для жінок - 45 мл/кг.

При регулярному оздоровчому тренуванні (але не при активному відпочинку) життєвий показник навіть у осіб старше 60 років може перевищувати 70 мл/кг для чоловіків і 60 мл/кг для жінок. Для цього необхідно дотримуватися правильного співвідношення засобів оздоровчого тренування.

### Зрісто-ваговий індекс.

При оцінці рівня здоров'я замість життєвого показника можна використовувати зрісто-ваговий індекс, показник якого також свідчить про життєздатність людини. Зрісто-ваговий індекс визначається шляхом вирахування з росту (в см) маси тіла (в кг). Будь-яка зміна індексу у віці понад 18-20 років свідчить про порушення в обмінних процесах організму і про необхідність вживання термінових заходів для стабілізації зрісто-вагового індексу в оптимальних межах. Для розрахунку нормальної маси тіла неприпустимо робити поправки на вік (особливо після

30 років), які рекомендуються деякими авторами. Орієнтування на таку "виправлену" масу тіла призводить до зниження рівня здоров'я і до "нормальних хвороб старості".

Досягти ідеальної для здоров'я і довголіття маси тіла (індекс 105-115 залежно від ширини кістки) дозволяють спеціальне харчування й аеробне фізичне навантаження.

#### Стаж занять фізичним тренуванням

Наступним важливим фактором при оцінці загального рівня здоров'я є стаж безперервних занять оздоровчим тренуванням. Зі збільшенням стажу занять фізичним тренуванням показники рівня здоров'я зростають.

#### Загальна витривалість .

За відсутності тренування показники загальної витривалості починають погіршуватися вже з 13 років. Найважливішим тестом, який характеризує витривалість серцево-судинної і дихальної систем, а отже, і загальну працездатність, є подолання дистанції в 2 км .

Вчені виявили взаємозв'язок між рівнем витривалості людини та її стійкістю до цілого ряду захворювань, у першу чергу - до серцево-судинних та онкологічних. Тому для оцінки життєстійкості людини дуже інформативним виявився тест на загальну витривалість. Чоловіки, котрі долають дистанцію 2 км за 8.00-9.00 хв, і жінки, що пробігають її менше, ніж за 11 хв, володіють високим або дуже високим рівнем здоров'я в будь-якому віці.

#### Силова витривалість.

Рівень здоров'я залежить не тільки від показників загальної витривалості, а й від ступеня розвитку силових якостей.

Оцінити силову витривалість м'язів верхнього плечового пояса у чоловіків можна по максимальному числу підтягувань на високій перекладині або згинання-розгинання рук в упорі лежачи на підлозі. У чоловіків, що виконують ці вправи 15 разів і більше, показник рівня здоров'я знаходиться на значно вищому рівні, ніж у тих, хто нехтує вправами на виховання силової витривалості. Для жінок більш важливий рівень розвитку м'язів черевного пресу. Він оцінюється за максимальною кількістю згинань тулуба у положенні лежачи на спині, руки за головою, ноги закріплені.

#### Спритність, швидкісно-силові та інші якості

Рівень цих фізичних якостей за відсутності тренування з віком знижується. Швидкісно-силові якості (динамічна сила м'язів ніг і черевного преса), спритність та, в деякій мірі, вестибулярну стійкість і гнучкість хребта дозволяє оцінити стрибок у довжину з місця. Тест виконують після обов'язкової розминки з вихідного положення стоячи на невисокій опорі. Вимірюється відстань від шкарпеток ніг до найближчого місця торкання м'якого ґрунту п'ятами. Хорошими показниками для чоловіків будуть 220-240 см, а для жінок 160-180 см.

#### Ефективність роботи імунної системи організму

Від роботи імунної системи залежить стійкість організму людини до простудних та інших захворювань. Її здатність можна оцінити лабораторним шляхом, досліджуючи кількість антитіл, що знаходяться у крові. Найбільш просто оцінити імунну систему можна по кінцевому результату її роботи, а саме – за кількістю

випадків простудних захворювань протягом року. Відмінним показником, звичайно, буде відсутність простудних захворювань: 1-2 рази – це норма, якщо більше – результат говорить про збої .

### Наявність хронічних захворювань

Доведено, що особи, котрі нехтували фізичним тренуванням, у набагато більшій мірі схильні до ризику виникнення захворювань: серцево-судинних, шлунково-кишкових, органів дихання та ін. Однак оцінювати стан здоров'я тільки за рівнем функціональної підготовленості не завжди виправдано. Зменшити ризик виникнення хронічних захворювань, а в деяких випадках і позбутися від них, допомагають індивідуально підібрані величина і спрямованість фізичного навантаження та нормальне харчування .

### Максимальне споживання кисню (МСК)

Здоров'я - це не тільки відсутність хвороб, а й певний рівень фізичної підготовленості та функціонального стану організму. Основним критерієм здоров'я людини слід вважати його енергопотенціал, тобто можливість споживати енергію з навколишнього середовища, накопичувати її та мобілізувати для забезпечення фізіологічних функцій. Чим більше організм може накопичити енергії, а також чим ефективніше її витрачання, тим вище рівень здоров'я людини. Оскільки частка аеробного (за участю кисню) енергопродукції є переважаючою в загальній сумі енергетичного обміну, то саме максимальна величина аеробних можливостей організму є основним критерієм фізичного здоров'я і життєздатності. З фізіології відомо, що основним показником аеробних можливостей організму є величина споживаного кисню в одиницю часу (МСК). Відповідно,

чим вище показник МСК, тим більшим здоров'ям володіє людина. Для більш повного розуміння цього моменту, давайте докладно розберемо, що таке МСК і від чого воно залежить.

МСК - це така кількість кисню, яку організм здатний засвоїти (спожити) в одиницю часу (береться за 1 хвилину). Не треба плутати з тією кількістю кисню, яку людина вдихає легеньми, тому що тільки частина цього кисню в кінцевому рахунку надходить до органів. Зрозуміло, що чим більше організм здатний засвоїти кисню, тим більше у нього виробляється енергії, яка витрачається як на підтримку внутрішніх потреб організму, так і на здійснення зовнішньої роботи. Оскільки механізм цього процесу полягає в поглинанні кисню з навколишнього середовища, доставки його до органів і споживання кисню самими органами (в основному скелетними м'язами), то залежати МСК буде від двох факторів: функції кисневотранспортної системи і здатності скелетних м'язів засвоювати кисень. У свою чергу, кисневотранспортна система включає систему зовнішнього дихання, систему крові і серцево-судинну систему. Кожна з цих систем вносить свій внесок у величину МСК, а порушення якої-небудь ланки може відразу негативно позначитися на всьому процесі. Зв'язок між величиною МСК і станом здоров'я вперше був виявлений американським лікарем Купером. Він показав, що люди, які мають рівень МСК 42 мл/хв/кг і вище, не страждають хронічними захворюваннями і мають показники артеріального тиску в межах норми. Більше того, було встановлено тісний взаємозв'язок величини МСК і факторів ризику ішемічної хвороби серця: чим вище рівень аеробних можливостей (МСК), тим краще показники артеріального тиску, холестерину, обміну і маси тіла.

Мінімальна гранична величина МСК для чоловіків 42 мл/хв/кг, для жінок - 35 мл/хв/кг, що позначається як безпечний рівень соматичного здоров'я. Залежно від величини МСК виділяють 5 рівнів фізичного стану (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Залежність рівня фізичного стану від величини максимального споживання кисню

Рівень фізичного стану	Величина МСК (мл/мін/кг)				
	Вік (років)				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Низький	32	30	27	23	20
Нижче середнього	32-37	30-35	27-31	23-28	20-26
Середній	38-44	36-42	32-39	29-36	27-32
Вище середнього	45-52	43-50	40-47	37-45	33-43
Високий	>52	>50	>47	>45	>43

Для більш точного визначення рівня фізичного стану прийнято оцінювати його по відношенню до нормованих величин МСК (НМСК), відповідним середнім значенням норми для даного віку і статі (таблиця 1.2).

Визначення фактичної величини МСК можливе двома способами:

1. Прямий метод (за допомогою приладу - газоаналізатора)
2. Непрямий метод (з використанням функціональних тестів)

Визначення МСК прямим методом досить складне і вимагає наявності дорогої апаратури, тому він не отримав широкого розповсюдження. Розрахунок МСК непрямим методом має невелику погрішність, якою можна знехтувати, а в іншому, він є дуже доступним та інформативним методом, що робить його найбільш уживаним у різних фізкультурно-оздоровчих установах і реабілітаційних центрах. Для визначення МСК непрямим методом найбільш часто використовується тест  $PWC_{170}$ , що визначає фізичну працездатність людини.

Таблиця 1.2. – Середні значення норми максимального споживання кисню відповідно віку і статі людини

Рівень фізичного стану	% НМСК
Низький	50-60
Нижче середнього	61-74
Середній	75-90
Вище середнього	91-100
Високий	101 и вище

МСК виражає граничну для даної людини "пропускну" здатність системи транспорту кисню і залежить від статі, віку, фізичної підготовленості та стану організму.

До непрямих методів визначення МСК належать метод Астранда; визначення за формулою Добельна; за величиною  $PWC_{170}$  та ін.

Для визначення рівня фізичної працездатності можуть бути використані тести з максимальним і субмаксимальним навантаженням: максимальне споживання кисню (МСК), PWC<sub>170</sub>, Гарвардський степ-тест та ін.

### Тест PWC<sub>170</sub> - визначення фізичної працездатності

Тест PWC<sub>170</sub> розшифровується як фізична працездатність при пульсі 170 ударів на хвилину. Величина PWC<sub>170</sub> відповідає такій потужності фізичного навантаження, яка призводить до підвищення ЧСС до 170 уд/хв. Тест PWC<sub>170</sub> полягає у виконанні двох навантажень, відповідній потужності та розрахунку величини PWC<sub>170</sub>, виходячи зі значень пульсу після кожного навантаження.

Психічне здоров'я - це стан рівноваги між людиною і зовнішнім світом, адекватність його реакцій на соціальне середовище, а також на фізичні, біологічні й психічні впливи, відповідність нервових реакцій силі і частоті зовнішніх подразників, гармонія між людиною і оточуючими людьми, узгодженість уявлень про об'єктивну реальність даної людини з уявленнями інших людей, критичний підхід до будь-яких обставин життя. Показниками психічного здоров'я є індивідуальні особливості психічних процесів і властивостей людини, наприклад, збудженість, емоційність, чутливість.

Показники соціального здоров'я пов'язані з економічними чинниками, стосунками індивіда зі структурними одиницями соціуму (сім'єю, організаціями), з якими створюються соціальні зв'язки: праця, відпочинок, побут, соціальний захист, охорона здоров'я, безпека існування тощо. В загальному вигляді соціальне здоров'я детерміноване характером і рівнем розвитку, які



притаманні головним сферам суспільного життя в певному середовищі — економічній, політичній, соціальній, духовній.

### Лабораторна робота № 1

*Мета:* Вивчити методику комплексної оцінки рівня фізичного, психічного, соціального здоров'я. Провести комплексну оцінку рівня здоров'я за наданими методиками.

*Оснащення:* ростомір, ваги, тонометр, спірометр, динамометр, секундомір.

*Хід роботи.* Сьогодні вам надається можливість вивчити методику визначення рівня здоров'я, випробувати її на собі, друзях, рідних і близьких, і самим відповісти на поставлені питання. Рівень здоров'я ми будемо оцінювати в балах. Кожному результату, отриманому при відповідних вимірах чи відповіді на питання буде присвоюватися бал. Наприкінці роботи ви з'ясуєте, якому рівню здоров'я відповідають ваші показники.

Оцінка окремих параметрів (у балах) покаже слабкі сторони вашого організму і допоможе їх усунути: прийняти рішення нормалізувати вагу, збільшити силу, життєву місткість легень, функцію серцево-судинної системи і т. д. Крім того, якщо навіть 1 раз на місяць протягом року проводити подібну оцінку свого стану, то можна буде виявляти і свої «зони ризику» - зони зниження функціональних можливостей організму в річному циклі.

**Методичні підходи до кількісного визначення потенціалу здоров'я**

Фізичного	Психічного	Соціального
а) Визначення та оцінка рівня фізичного стану	а) Визначення рівнів особистісної та	а) Визначення рівня вдовolenості

<p>(потенціалу фізичного здоров'я) за Пироговою та співавторами;  б) Експрес-скринінг рівня фізичного здоров'я (РФЗ) за Г. Апанасенком та співавторами;  в) Визначення та оцінка адаптаційного потенціалу системи кровообігу за Р. Баєвським та співавторами;  г) Самооцінка здоров'я за анкетною В. Войтенка;  д) Визначення темпу старіння організму у порівнянні з однолітками.</p>	<p>реактивної тривожності за Ч. Спілбергом та Ю. Ханіним;  б) Визначення рівня психосоціального стресу за Л. Рідером (РПСС)</p>	<p>життям у цілому за О. Копіною та Є. Суисловою;  б) Визначення рівня вдоволеності умовами життя за О. Копіною та Є. Суисловою;  в) Визначення рівня задоволення основних життєвих потреб за О. Копіною та Є. Суисловою</p>
--	---	--

### 1. Комплексна оцінка ПФЗ (потенціалу фізичного здоров'я) за методикою О. Пирогової

Розрахувати індекс потенціалу фізичного здоров'я за рівнянням:

$$\text{ПФЗ} = \frac{700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \text{ АТ сер.п.} - 2,7 \times \text{В} + 0,28 \text{ ВТ}}{350,0 - 2,6 \times \text{В} + 0,21 \times \text{Зр}}, \text{ де}$$

ПФЗ – індекс потенціалу фізичного здоров'я;

ЧСС – частота серцевих скорочень у спокої;

АТ сер.п – середній показник артеріального тиску у спокої, який визначається за формулою:

$$СТ - ДТ$$

$$АТ \text{ сер.п} = ДТ + \frac{\quad}{3}$$

В – кількість повних років;

ВТ – вага тіла, кг;

Зр – зріст, см

Шкала визначення ПФЗ

Кількісне визначення ПФЗ	РПФЗ
0,375 і менше	низький
0,376 – 0,525	нижче за середній
0,526 – 0,675	середній
0,676 – 0,825	вище за середній
0,826 і більше	високий

## 2. Комплексна оцінка РФЗ за методикою

### Г. Апанасенка

РФЗ визначається сумою балів за такими показниками:

#### 1. Відношення ваги тіла (ВТ, кг) до зросту (Зр, м)

Чоловіки	Жінки	Оцінка у балах
≤ 18,9	≤ 16,9	-2
19 - 20	17,0 – 18,6	-1
20,1 – 25,0	18,7 – 23,8	0
25,1 – 28,0	23,9 – 26,0	-1
≥ 28,1	≥ 26,1	-2

#### 2. Відношення життєвої ємкості легенів (ЖЄЛ, мл) до ВТ (кг)

Чоловіки	Жінки	Оцінка у балах
----------	-------	----------------

50 і <	40 і <	-1
51 - 55	41 - 45	0
56 - 46	46 - 50	1
61 - 65	51 - 55	2
66 і >	56 і >	3

3. Відношення показників динамометрії сильної кисті (кг) до ВТ (кг), помноженої на 100

Чоловіки	Жінки	Оцінка у балах
60 і <	40 і <	-1
61 - 65	41 - 50	0
66 - 70	51 - 55	1
71 - 80	56 - 60	2
81 і >	61 і >	3

4. Один відсоток добутку ЧСС (уд/хв.) на систолічний артеріальний тиск (мм рт.ст.)

Чоловіки і жінки	Оцінка в балах
111 і >	-2
95 - 110	-1
85 - 94	3
70 - 84	5
69 і <	7

5. Час відновлення ЧСС (с) після 20 глибоких присідань за 30 секунд

Чоловіки і жінки	Оцінка в балах
180 і >	-2
120 - 179	-1
90 - 119	3
60 - 89	5
59 і <	7

## Комплексна оцінка РФЗ:

Сума балів за 5 показниками	РФЗ
$\leq 3$	Низький
4 – 6	Нижче за середній
7 – 11	Середній
12 – 15	Вище за середній
16 – 18	Високий

### 3. Комплексна оцінка адаптаційного потенціалу системи кровообігу (АП) за методикою Р. Басєвського і співавторів

АП оцінюється в залежності від величини індексу функціональних змін (ІАП), який розраховується за рівнянням такого виду:

$$\text{ІАП} = 0,011 \text{ ЧСС} + 0,014 \text{ СТ} + 0,008 \text{ ДТ} + 0,014 \text{ В} + 0,009 \text{ ВТ} - 0,009 \text{ Зр} - 0,27, \text{ де}$$

ЧСС – частота серцевих скорочень у спокої, уд/хв.;

СТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

ДТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт.ст.;

В – вік, кількість повних років;

ВТ – вага тіла, кг;

Зр – зріст стоячи, см

## Комплексна оцінка АП системи кровообігу:

Значення ІФЗ, ум. од.	Стан АП
$< 2,6$	Задовільна адаптація
2,60 – 3,09	Функціональне напруження механізмів адаптації

3,10 – 3,49	Незадовільна адаптація
3,50 і більше	Зрив механізмів адаптації

#### 4. Самооцінка здоров'я (СОЗ) та патологічного індексу (ПІ)

4.1 Опитати за анкетною СОЗ за В.П. Войтенком (вибір відповіді здійснюється підкресленням або обведенням відповідної цифри)

№	Стан	Так	Ні
1.	Вас турбує головний біль.	1	0
2.	Ви легко прокидаєтесь від сну через будь-який гомін.	1	0
3.	Вас непокоїть біль у ділянці серця.	1	0
4.	У Вас погіршився зір.	1	0
5.	У Вас погіршився слух.	1	0
6.	Ви намагаєтесь пити тільки переварену воду.	1	0
7.	Вам молодші за віком поступаються місцем у транспорті.	1	0
8.	Вас непокоїть біль у суглобах.	1	0
9.	Ваше самопочуття залежить від змін погоди.	1	0
10.	Через занепокоєння Ви інколи втрачаєте сон.	1	0
11.	Вас непокоять часті затримки випорожнення шлунку, закріп.	1	0
12.	Вас непокоїть біль у правому підбер'ї.	1	0
13.	У Вас бувають запаморочення.	1	0
14.	Вам стало важче зосереджувати увагу, ніж у минулі роки	1	0
15.	Вас непокоїть послаблення пам'яті, забудькуватість.	1	0
16.	Ви відчуваєте печіння, поколювання, «повзання мурашок» в різних ділянках		

	тіла.	1	0
17.	Вас непокоїть шум або дзвін у вухах.	1	0
18.	У домашній аптечці Ви маєте для себе одне з ліків: валідол, нітрогліцерин, серцеві краплі.	1	0
19.	У Вас бувають набряки ніг.	1	0
20.	Ви відмовляєтесь від уживання окремих страв.	1	0
21.	У Вас буває задишка при швидкому ходінні.	1	0
22.	Вас непокоїть біль у попереку.	1	0
23.	Ви вживаєте мінеральну воду з лікувальною метою.	1	0
24.	Вам зараз легше заплакати, ніж раніше.	1	0
25.	Ви покинули відвідування пляжу.	1	0
26.	Ви зараз менш працездатні, ніж колись.	1	0
27.	У Вас бувають періоди, коли відчуваєте себе радісно збудженим, щасливим, повним наснаги.	0	1
28.	Вас непокоїть неприємний смак у роті.	1	0
29.	<b>Ваша оцінка стану власного здоров'я: Дуже добре – 5 Добре – 4 Задовільне – 3 Погане – 2 Дуже погане - 1</b>		

4.2 Самооцінка здоров'я індивіда відповідає відповіді за п. 29 анкети

4.3 Інтегровану СОЗ групи розрахувати за формулою:

$$ICO3 = \frac{\Sigma a (5) + \Sigma b (4) + \Sigma c (3) + \Sigma d (2) + \Sigma e (1)}{n}, \text{ де}$$

a – відповідь стан здоров'я «дуже добрий»

b – відповідь стан здоров'я «добрий»

- c – відповідь стан здоров'я «задовільний»
- d – відповідь стан здоров'я «поганий»
- e – відповідь стан здоров'я «дуже поганий»
- n – число респондентів

4.4 Розрахувати ПІ за такими формулами:

$$\text{ПІ чоловіків} = 0,05 \times \text{КВ} + 0,93 \times \text{СОЗ} - 1,327$$

$$\text{ПІ жінок} = 0,011 \times \text{КВ} + 0,057 \times \text{СОЗ} - 0,103, \text{ де}$$

КВ – календарний вік, кількість повних років

СОЗ – самооцінка здоров'я, кількість позитивних відповідей («так»)

#### 5. Розрахунок темпу старіння (ТС) у порівнянні з популяцією ровесників

Визначити ТС – відношення фактичного біологічного віку (БВ) до відповідного (належного) біологічного віку ровесників (НБВ)

а) для чоловіків

- розрахувати БВ за формулою:

$$\text{БВ} = 26,985 + 0,723 \text{ СОЗ} + 0,215 \text{ СТ} - 0,149 \text{ ЗДВ} - 0,151 \text{ СБ}, \text{ де}$$

СОЗ – самооцінка здоров'я, кількість позитивних відповідей («так»);

СТ – систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

ЗДВ – затримка дихання після повного вдиху, с;

СБ – статичне балансування у позі лелеки на лівій нозі, права стопа притиснута до лівої гомілки, руки вздовж тулуба, очі заплющені, с;

- Визначити належний біологічний вік ровесників (НБВ) за формулою:

$$\text{НБВ} = 0,629 \times \text{КВ} + 18,56, \text{ де}$$

КВ – календарний вік та його ровесників, кількість повних років;

- Визначити ТС за формулою;



$$TC = \frac{БВ}{НБВ}$$

б) для жінок здійснювати за формулами:

$$БВ = -1,463 + 0,415 ПТ - 0,14 СБ + 0,248 ВТ + 0,694 СОЗ,$$

де:

ПТ – пульсовий тиск (АТП = СТ – ДТ), мм рт.ст.;

СБ – статичне балансування у позі лелеки на лівій нозі, права стопа притиснута до лівої гомілки, руки вздовж тулуба, очі заплющені, с;

ВТ – вага тіла, кг;

СОЗ – самооцінка здоров'я, кількість позитивних відповідей «так»

$$НБВ = 0,581 КВ + 17,24;$$

$$TC = \frac{БВ}{НБВ}$$

## 6. Розрахунок і оцінка РПСС за Л. Рідером

а. Опитати за наведеною нижче анкетой

Визначте наскільки ви згодні з кожним нижче наведеним твердженням:

№	ТВЕРДЖЕННЯ	Зго- ден	Мабуть згоден	Мабуть не згоден	Зовсім не згоден
1	Мабуть, я людина нервова	1	2	3	4
2	Я дуже турбуюсь про своє життя, працю	1	2	3	4
3	Я часто відчуваю нервову напругу	1	2	3	4
4	Моя повсякденна				

5	діяльність викликає велику напругу	1	2	3	4
6	Спілкуючись з людьми, я часто відчуваю нервову напругу	1	2	3	4
7	Під кінець дня я цілковито виснажений фізично і психічно	1	2	3	4
	У моїй родині часто виникають напружені стосунки	1	2	3	4

б. Визначте індекс РПСС за формулою:

сума балів за всіма 7 відповідями

$$\text{РПСС} = 4 - \frac{\text{сума балів за всіма 7 відповідями}}{7}$$

с. Визначити РПСС за наведеною нижче шкалою

Значення ІРПС		РПСС
чоловіки	жінки	
2,00 – 3,00	2,18 – 3,00	Високий
1,00 – 1,99	1,18 – 2,17	Помірний
0,00 – 0,99	0,00 – 1,17	низький

**7. Визначення і оцінка рівня задоволеності життям у цілому (РВЖЦ) за О. Копійкою і Суисловою**

7.1 Опитати за наведеною нижче анкетною;

№	ТВЕРДЖЕННЯ	Ні	Мабуть ні	Мабуть так	Так
1	Я задоволений останнім роком свого				

	життя	1	2	3	4
2	Мій душевний стан і настрої стали гіршими	1	2	3	4
3	У цілому моє життя складається вдало	1	2	3	4
4	Моє благополуччя розладилося	1	2	3	4
5	Я відчуваю себе щасливою людиною	1	2	3	4
6	Моє життя змінилося в гірший бік	1	2	3	4
7	У моєму житті є джерела радощів і підтримки	1	2	3	4
8	У мене є проблеми, які дуже псують мій настрій	1	2	3	4
9	Моє життя змінилося на краще	1	2	3	4
10	Мені багато з бажаного не вдається здійснити	1	2	3	4

7.2 Розрахувати кількісний показник РВЦЖ за формулою:

Кількісний показник РВЦЖ = сума кількісних показників відповідей на ствердження за непарними номерами мінус сума кількісних показників відповідей на ствердження за парними номерами.

7.3 Оцінити РВЦЖ за наведеною нижче шкалою:

Значення КП РВЦЖ	РВЦЖ
мінус 15 – мінус 5	низький

мінус 4 – плюс 4 плюс 5 – плюс 15	середній високий
--------------------------------------	---------------------

## 8 Визначення і оцінка рівня вдоволеності умовами життя (РВУЖ)

### 8.1 Опитати за наведеною нижче анкетною

№	Умови життя	Оцінка				
		Дуже погані	Погані	Задовільні	Добрі	Дуже добрі
1.	Ваші житлові умови.	1	2	3	4	5
2.	Побутове, транспортне, торгове та інше обслуговування у районі мешкання.	1	2	3	4	5
3.	Екологічний стан у районі мешкання (чистота повітря, питної води і т.ін.).	1	2	3	4	5
4.	Умови Вашої праці (колишньої праці).	1	2	3	4	5
5.	Ваш сімейний матеріальний достаток.	1	2	3	4	5
6.	Ваші можливості щодо використання грошей.	1	2	3	4	5
7.	Медичне обслуговування.	1	2	3	4	5
8.	Можливості щодо одержання інформації по телебаченню, радіо, у пресі.	1	2	3	4	5
9.	Політична ситуація у	1	2	3	4	5

10.	країні. Дозвілля, розваги, можливості для групового, організованого оздоровлення	1	2	3	4	5
11.	Можливості щодо спілкування з мистецтвом.	1	2	3	4	5
12.	Соціальна і правова захищеність.	1	2	3	4	5
13.	Свобода віросповідання, політичної активності.	1	2	3	4	5

8.2 Визначте індекс РВУЖ, який дорівнює сумі балів за всіма 13 відповідями

8.3 Визначте РВУЖ за наведеною нижче шкалою:

Сума балів	Рівень задоволеності умовами життя
< 32	Низький
33 – 46	Задовільний
> 47	Високий

## 9 Визначення й оцінка рівня задоволення основних життєвих потреб (РЗОЖП)

9.1 Опитати за наведеною нижче анкетною:

№	Сфери життя	Оцінка				
		Вкрай невдово лений	Недово лений	Важко сказати	Вдоволе ний	Цілком вдоволе
1	Робота (характер, стосунки у колективі,					

	можливості). Якщо на цей час не працюєте, оцініть Ваше відношення до цього факту	1	2	3	4	5
2	Відносини у сім'ї (якщо мешкаєте самотній, визначте оцінку сімейному положенню)	1	2	3	4	5
3	Діти: їх здоров'я і благополуччя. Якщо дітей не маєте, визначте оцінку цього факту	1	2	3	4	5
4	Харчування	1	2	3	4	5
5	Відпочинок	1	2	3	4	5
6	Матеріальне благополуччя	1	2	3	4	5
7	Спілкування з друзями, однолітками	1	2	3	4	5
8	Положення у суспільстві (колективі)	1	2	3	4	5
9	Життєві перспективи	1	2	3	4	5
10	Любов, сексуальні почуття	1	2	3	4	5
11	Улюблене заняття, хобі, можливість проявляти себе у будь-чому	1	2	3	4	5

9.2 Підсумувати оцінки за всіма 11 позиціями та визначити РЗОЖП за наведеною нижче шкалою:

Сума балів	Рівень задоволеності умовами життя
< 30	Низький, потрібна психологічна допомога
31 – 41	Задовільний
> 42	Високий (психологічне благополуччя)

**10 На основі отриманих даних зробіть висновок, в якому дайте кількісне визначення потенціалу свого здоров'я за фізичними, психічними та соціальними складовими.**

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Що таке здоров'я, норма, хвороба?
2. З яких параметрів складається оцінка рівня здоров'я за Апанасенко?
3. Чи можна впливати на свій рівень здоров'я? Якщо так, то якими способами?
4. Що дозволяє оцінити показник ЧСС, як його вимірюють?
5. Поясніть фізіологічне значення показника АТ, СТ, ДТ.
6. Що таке життєвий показник?
7. Як дослідити загальну витривалість організму?
8. Як можна перевірити ефективність роботи імунної системи?
9. Що характеризує показник МСК і як його вимірювати?
10. Що мається на увазі під поняттям «психічне здоров'я»?
11. З чим пов'язане соціальне здоров'я людини?

## Тема 2

### ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

На даний час загальноприйнятою вважається класифікація фізичних вправ, запропонована В. С. Фарфелем (1970). У цій системі в силу різноманіття і різнохарактерності фізичних вправ застосовані різні критерії класифікації (див. Схему класифікації).

Схема фізіологічної класифікації вправ у спорті (за В. С. Фарфелем, 1970)

#### ПОЗИ

- Лежання
- Сидіння
- Стояння
- Опора на руки

#### РУХИ

I. Стереотипні (стандартні) рухи

- 1) Якісного значення (з оцінкою в балах)
- 2) кількісного значення (з оцінкою в кілограмах, метрах, секундах)

#### Циклічні

По зонах потужності:

- Максимальної
- Субмаксимальної
- Великої
- Помірної

#### Ациклічні

- Власне-силові
- Швидкісно-силові
- Прицільні



## II. Ситуаційні (нестандартні) рухи

- Спортивні ігри
- Єдиноборства
- Кроси

Всі спортивні вправи за Фарфелем розділені спочатку на пози і рухи. Потім усі рухи поділені за критерієм стандартності на стандартні або стереотипні (з повторюваним порядком дій) і нестандартні або ситуаційні (спортивні ігри єдиноборства). Стандартні рухи розбиті на 2 групи за характером оцінки спортивного результату - на вправи якісного значення (з оцінкою в балах - гімнастика, фігурне катання, стрибки у воду та ін.) та кількісного значення (з оцінкою в кілограмах, метрах, секундах). З останніх, виділені вправи з різною структурою - ациклічні та циклічні. Серед ациклічних вправ виділені власне-силові (важка атлетика), швидко-силові (стрибки, метання) і прицільні (стрільба).

Працюючи в умовах певної пози, людина виконує статичну роботу. При цьому м'язи знаходяться в ізометричному режимі, їх механічна робота дорівнює нулю. З фізіологічної точки зору, людина виконує певне навантаження, витрачає на це енергію. Отже, така робота оцінюється за тривалістю її виконання. В ЦНС створюється робоча домінанта, викликаючи гальмування інших незадіяних нервових центрів. При виконанні статичної роботи активні м'язові скорочення безперервні. Це характеризує статичну роботу як більш тяжку порівняно з динамічною роботою. Під час такої роботи відзначається значне зниження кровопостачання м'язів при одночасному підвищенні артеріального тиску. При м'язовій напрузі, що перевищує 30% від максимальної, кровообіг у м'язах повністю припиняється.

Статичні вправи характеризуються «феноменом статичних зусиль» (феномен Ліндгарта-Верещагіна). Він полягає в тому, що посилення дихання і кровообігу при статичних зусиллях відбувається не стільки під час виконання роботи, скільки після неї. Причину виникнення «феномена статичного зусилля» пояснюють великою напругою м'язів, в результаті якої настає стиск кровоносних судин, зменшення кровопостачання і надходження кисню до м'язів. Після виконаної роботи відновлюється кровопостачання м'язів, продукти анаеробного розпаду (молочна кислота та ін.) всмоктуються в кров і стимулюють нервові центри дихальної та серцево-судинної систем, викликаючи посилення їх функціонування. Статичне зусилля найчастіше супроводжується явищем «напружування», яке вчиняється на видиху при закритій голосовій щілині та супроводжується зупинкою дихання, підвищенням артеріального тиску, СОК, зменшенням притоку крові до серця. У деяких випадках це може призвести до порушення мозкового кровообігу та втрати свідомості (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристика змін в організмі при статичній роботі

Сумарний кисневий запас	2 л.
Величина кисневого боргу	2 л.
Відношення спожитого кисню до кисневого запиту	1/2 – 9/10

Циклічні вправи за граничним часом роботи розділені по зонах відносної потужності - максимальної потужності (що продовжуються до 10-30с), субмаксимальної (від 30-40 с до 3-5 хв), великої (від 5-6 хв до 20-30 хв) і помірної потужності (від 30-40 хв до декількох годин). При цьому враховувалося, що фізичне

навантаження не дорівнює фізіологічному навантаженню на організм людини, а основною величиною, що характеризує фізіологічне навантаження, є граничний час виконання роботи у бігунів, ковзанярів, плавців.

Робота максимальної потужності забезпечується переважно за рахунок надходження енергії в результаті процесів анаеробного окислення і відноситься до анаеробних алактатних навантажень, тобто виконується на 90-95% за рахунок енергії фосфогенної системи. Така робота здійснюється під час спринтерського бігу на 60, 100 і 200 метрів, плавання на 25 і 50 метрів, велогонки на 200 і 500 метрів і т.п.

У цьому випадку граничні одиничні енерговитрати можуть досягати значних величин, проте сумарні - мінімальні. Величезний кисневий запит задовольняється вкрай незначно, але кисневий борг не встигає досягти значної величини через короткочасність навантаження. Короткий робочий період недостатній для формування помітних адаптивних зрушень у системах дихання і кровообігу. При цьому через високий рівень передстартового збудження ЧСС може досягати великих значень. У результаті активного виходу з печінки вуглеводів у крові виявляється підвищений вміст глюкози і формується стан гіперглікемії.

Ведучими системами організму при роботі в зоні максимальної потужності є ЦНС і руховий апарат (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Характеристика змін в організмі при роботі максимальної потужності

Відносна витрата енергії	4ккал/с
Сумарна витрата енергії	20-80 ккал/с
Хвилинний кисневий запит	40,0 л/мин

Сумарний кисневий запит	6-13л
Сумарне споживання кисню	0,3 на 100м
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	Менш 1/10
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	незначне
Кисневий борг	7-10 л
Концентрація молочної кислоти в крові	незначна
Хвилинний об'єм дихання	30-40 л/хв
Частота подихів	90 подихів/хв
Дихальний об'єм	0,4 л
Частота серцевих скорочень	150-200 уд/хв
Ударний об'єм крові	100-120мл
Систолічний артеріальний тиск	150-180 мм.рт.ст.
Концентрація глюкози в крові	3,9-6,1 ммоль/л

Робота субмаксимальної потужності забезпечується за рахунок надходження енергії в результаті процесів анаеробно-аеробного окислення. Однак через незначну за часом виконання навантаження переважним способом енергозабезпечення є реакції анаеробного гліколізу, що призводить до граничного наростання концентрації молочної кислоти в крові. В таких умовах значення рН крові може знижуватися до 7,0 і більше. Високий кисневий запит формує кисневий борг, який може досягати максимальних величин. Провідні фізіологічні системи в забезпеченні роботи в зоні субмаксимальної потужності - ЦНС та системи транспорту газів крові (дихальна, серцево-судинна система і система крові). Їх показники досягають максимальних значень. При такому вигляді навантаження рекомендується визначати величину прямого показника

фізичної працездатності - максимальне споживання кисню (МСК) (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 - Характеристика змін в організмі при роботі субмаксимальної зони потужності

Відносна витрата енергії	1,5-0,6 ккал/с
Сумарна витрата енергії	150-450 ккал
Хвилинний кисневий запит	8,5-25,0 л/хв
Сумарний кисневий запит	19-32 л
Сумарне споживання кисню	4-5 л/хв
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1/3
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	100%
Кисневий борг	До 20-22 л
Концентрація молочної кислоти в крові	20-25 ммоль/л
Хвилинний об'єм дихання	До 150 л/хв
Частота подихів	50-70 подихів/хв
Дихальний об'єм	До 2-3 л
Частота серцевих скорочень	180-200 уд/хв
Ударний об'єм крові	150 200мл
Систолічний артеріальний тиск	180-220 мм рт.ст.
Концентрація глюкози в крові	3,9-5,5 ммоль/л

Адаптивні зрушення в системі енергозабезпечення організму при роботі великої потужності визначаються, перш за все, потребами в кисні - кисневим запитом (КЗ). Величина КЗ при виконанні роботи великої потужності набагато перевищує можливості серцево-судинної системи в транспортуванні кисню до працюючих органів. Однак співвідношення величин споживання кисню і кисневого запиту в цьому випадку вище, ніж при роботі в зонах максимальної і субмаксимальної потужності. Енергетичне

забезпечення роботи великої потужності відбувається переважно за рахунок аеробного обміну. Значна тривалість і висока інтенсивність роботи великої потужності забезпечує повне розгортання функцій серцево-судинної та дихальної систем.

Виконання роботи помірної потужності забезпечується переважно за рахунок аеробного шляху окислення. Після вичерпання запасів глюкози обмінні процеси залучають до окислення жири. Така робота виконується під час бігу на дистанції 20, 30 км, марафонського бігу, шосейних велогонок, лижних гонок на 30, 50 км, спортивної ходьби.

Граничні одиничні енерговитрати незначні, зате сумарні енерговитрати можуть досягати дуже значних величин. Споживання кисню при виконанні таких навантажень становить близько 70-80% від МСК, що сприяє практично повній компенсації кисневого запиту під час роботи. Кисневий борг до кінця роботи може бути мінімальним, а концентрація молочної кислоти не перевищує нормальних значень. Досить тривалий робочий період сприяє розвитку адаптивних реакцій у роботі основних газотранспортних систем - дихання і кровообігу. Завдяки цьому, при роботі помірної потужності можна спостерігати істинний «стійкий стан». У результаті активного використання з печінки запасів вуглеводів у крові зменшується вміст глюкози, і накопичуються ознаки гіпоглікемії. Ведучими системами організму при роботі в зоні помірної потужності є серцево-судинна система, дихання, кров, тканинне окислення і руховий апарат (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Характеристика змін в організмі при роботі помірної потужності

Відносна витрата енергії	0,3 ккал/с
--------------------------	------------

Сумарна витрата енергії	2-3 тыс. ккал
Хвилинний кисневий запит	3,0-4,0 л/мин
Сумарний кисневий запит	500 л и більше
Сумарне споживання кисню	3-4 л/хв
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	85%
Кисневий борг	До 4-5 л
Концентрація молочної кислоти в крові	4 ммоль/л
Хвилинний об'єм дихання	80-130 л/хв
Частота подихів	50-60 подихів/хв
Дихальний об'єм	1,0-1,5 л
Частота серцевих скорочень	160-180 уд/хв
Ударний об'єм крові	120-140мл
Систолічний артеріальний тиск	160-180 мм рт.ст.
Концентрація глюкози у крові	2,4-3,0 ммоль/л

Виконання роботи змінної потужності постійно вимагає нового зсуву активності різних органів і систем спортсмена. Особливостями вегетативного забезпечення є неможливість одночасної швидкої перебудови систем постачання організму – серцево-судинної, дихальної та інших. Системи забезпечення завжди «спізнаються» за оптимальним кисневим постачанням, що сприяє зростанню кисневого боргу. Така робота особливо характерна для спортивних ігор ідиноборств, а також для стандартних ациклічних вправ. Висока лабільність вегетативного забезпечення є важливою умовою успішного виконання подібної роботи.

Ведучими системами організму при роботі в зоні змінної потужності є центральна і вегетативна нервові системи, органи кровообігу, дихання, система крові, а також тканинне окислення і руховий апарат. Рівень фізичної активності визначається величиною ЧСС. Отже, розрахунок кореляції ЧСС і потужності навантаження в експерименті дозволяє судити про пристосованість організму спортсмена до даної роботи.

## **Лабораторна робота № 2**

Частина 1. Фізіологічна характеристика статичних зусиль

*Мета:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні статичного навантаження.

*Матеріали та обладнання:* тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундоміри, спирт, вата.

*Хід роботи*

З числа студентів вибирають двох піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою ЧСС, СТ, ДТ, систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), коефіцієнт відновлення пульсу (КВП), частоту дихання (ЧД), життєву ємність легень (ЖЕЛ), максимальну вентиляцію легень (МВЛ), поглинання кисню (ПК), кисневий пульс (КП). Дані фіксуються в таблиці 4.

Піддослідним пропонується виконати статичне навантаження, яке полягає в утриманні ногами кута  $90^\circ$  в упорі на руках протягом 30 с або утримання гантелей, вагою 5 кг кожна, на витягнутих руках протягом 1 хв.

Систолічний об'єм крові (СОК) – це кількість крові, яка викидається шлуночком серця при кожному його скороченні. Норма СОК у стані спокою у здорових людей 40–90 мл. У спортсменів величини СОК у спокої



найчастіше коливаються в діапазоні від 50 до 100 мл. При м'язовій діяльності СОК збільшується до 100-150 мл (в окремих випадках до 180-200 мл). Широке застосування отримала формула Старра для визначення СОК:

$$\text{СОК} = (101 + 0,5 \times \text{ПД}) - (0,6 \times \text{ДД}) - 0,6 \times \text{А}, \text{ де}$$

СОК - систолічний об'єм крові;

ПТ- пульсовий тиск;

ДТ - діастолічний тиск;

А - вік (у роках).

Хвилинний об'єм крові (ХОК) – це кількість крові, яка викидається серцем протягом 1 хв. Він характеризує собою рівень кровопостачання тканин і пов'язану з ним доставку до тканин кисню і виведення з них вуглекислоти. Норма МОК у стані спокою у здорових людей 3-6 л / хв і більше. При легкій роботі ХОК збільшується до 10-15 л/хв і більше. При дуже важкій – ХОК досягає 25-40 л/хв.

У зв'язку з неможливістю широко використовувати існуючі лабораторні методи визначення СОК і МОК в мілілітрах, дослідники на підставі експериментальних даних вивели формули для їх розрахунку. Для визначення ХОК користуються такою формулою:

$$\text{ХОК} = \text{СОК} \times \text{ЧСС}, \text{ де}$$

ХОК - хвилинний об'єм крові;

СОК - систолічний об'єм крові;

ЧСС - частота серцевих скорочень за 1 хв.

Коефіцієнт відновлення пульсу (КВП) розраховують за формулою:

$$\text{КВП} = \text{ЧСС (через 3 хв після навантаження)} / \text{ЧСС (на 1 хв відпочинку)} \times 100\%$$

Чим менше КВП, тим краще швидкість відновлення ЧСС.

Частота дихання (ЧД) визначається візуально по рухах грудної клітки (фази вдиху і видиху). В нормі у спокої середня ЧД у здорових осіб коливається в межах 16-18 за хвилину; у спортсменів - 8-12 за хвилину. В умовах максимального навантаження ЧД зростає до 40-60 за хвилину.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) - обсяг повітря, отриманий при максимальному видиху, зробленому після максимального вдиху. ЖЄЛ є одним з найважливіших показників функціонального стану системи зовнішнього дихання. Вимірюється ЖЄЛ спірометром і виражається в одиницях об'єму (літрах і мілілітрах).

Середні показники ЖЄЛ в нормі:

- Для чоловіків: 3500-5000 мл;
- Для жінок: 2500-3200 мл;
- Для спортсменів: 4500-8000 мл;
- Для спортсменок: 3500-5300 мл.

Висока ЖЄЛ спостерігатиметься у спортсменів, що тренуються переважно на витривалість і володіють високою кардіореспіраторною продуктивністю (плавання, веслування і т.д.).

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) - об'єм повітря, вентиляований легкими в одиницю часу при максимальній глибині та ЧД. МВЛ визначається за формулою:

$$\text{МВЛ} = (\text{ЖЄЛ} / 2) \times 35$$

*Середні показники МВЛ у спокої:*

- у чоловіків - 120-170 л/хв;
- у жінок - 125-140 л/хв.

Величину споживання кисню (СК) визначають шляхом наступного обчислення.

У стані спокою з вдихуваного повітря поглинається близько 4% кисню. Отже, при легеневій вентиляції, рівній, наприклад, 6000 мл/хв, поглинається 240 мл кисню.

$$\begin{array}{l} 100\text{мл} - 4\text{мл} \\ 6000\text{мл} - X \text{ мл} \end{array} \quad X = 4 \times 6000 / 100 = 240\text{мл}$$

При м'язовій діяльності відсоток споживання кисню зростає до 5%. Отже, 5% по відношенню до легеневої вентиляції складуть величину споживання кисню (мл) при роботі.

Студентам необхідно розрахувати за своїми даними величину поглинання кисню.

З метою більш повної оцінки транспортної функції кровообігу необхідно обчислити кисневий пульс (КП) за формулою:

**КП мл / уд = СК (мл) / ЧСС уд/хв (на 1 хв після навантаження)**

Збільшення КП у стані спокою і під час 4 м'язових навантажень зумовлює велику економічність кисневих режимів організму і відповідно більш високу тренованість.

Вищевказані показники кардіореспіраторної системи фіксуються у таблиці 2.5 протягом 5 хвилин відновного періоду.

Таблиця 2.5 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						

ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						
СК						
КП						

На основі аналізу результатів комплексного дослідження слід зробити висновок про особливості фізіологічних реакцій організму на статичну роботу.

Частина 2. Фізіологічна характеристика роботи максимальної потужності

*Мета роботи:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні навантаження максимальної потужності.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, фізіологічний розчин, манометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундоміри, спирт, вата.

*Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою ЧСС, СТ, ДТ, ПТ, СОК, ХОК, КВП, ЧД, ЖЄЛ, МВЛ, СК, КП. Дані фіксуються в таблиці 2.6.

Для виконання роботи максимальної потужності випробуванним пропонується здійснити роботу на велоергометрі протягом 20с при навантаженні 250 Вт і частоті педалювання 50 об / хв, або біг на місці протягом 20с з частотою 240 кроків / хвилину. Для визначення ЧСС за 1 хв дані пульсу множаться на 3.

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються в таблиці 2.6 протягом 5 хв відновного періоду.

Таблиця 2.6 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						
СК						
КП						

На основі аналізу результату дослідження оформляється висновок про особливості змін в організмі при виконанні навантаження максимальної потужності

### Частина 3 Фізіологічна характеристика роботи субмаксимальної потужності

*Мета:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні навантаження субмаксимальної потужності.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені в фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата.

*Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них фізіологічні показники у стані спокою. Дані фіксують у таблиці 2.7.

Для виконання роботи субмаксимальної потужності випробуваному пропонується виконати роботу на велоергометрі протягом 5 хв при навантаженні 200 Вт і частоті педалювання 50 об / хв або біг на місці (можна на третбане) в темпі 180 кроків на хвилину тривалістю 5 хвилин.

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються протягом 5 хв відновного періоду.

Для визначення величини прямого показника фізичної працездатності - максимального споживання кисню (МСК) абсолютної з урахуванням ЧСС на 1 хв відновного періоду і ваги випробовуваного користуються номограмою Астранда (додаток 2).

Таблиця 2.7 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

Якщо робота виконувалася на велоергометрі, то для розрахунку абсолютної МСК (л/хв) по номограмі необхідно Вт перевести в кгм/хв ( $200 \text{ Вт} \times 6 = 1200 \text{ кгм/хв}$ ).

У нетренованих чоловіків від 20 до 30 років МСК абсолютна не перевищує 2-4 л/хв.; у жінок - від 2 до 3 л/хв або на 25-30% нижче, ніж у чоловіків. У спортсменів міжнародного класу воно може досягати 6-6,5 л/хв.

Оскільки відносна величина МСК залежить від розмірів тіла, її ділять на вагу людини.

При перерахунку на 1кг ваги у нетренованих чоловіків відносна МСК становить 40-60 мл/кг/хв; у жінок - 30-40 мл/кг/хв або на 15-20% менше, ніж у чоловіків. У спортсменів високого класу (залежно від спеціалізації) - 80-90 мл/кг/хв. (таблиця 2.8).

Таблиця 2.8 - Показники МСК в різних видах спорту

Вид спорту	л/хв	мл/кг ваги
Лижний спорт	5,6	79-83
Легка атлетика:		
– спринтерський біг	4,8	60-79
– біг на 800 і 1500 м	5,4	69-75
– біг на 400 м	4,9	67-69
Велосипедний спорт	5,2	71-79
Плавання	5,0	66-72
Важка атлетика	4,5	56
Спортивні ігри	4,6	62
Гімнастика	3,5	47

Отримані дані заносяться в протокол заняття. На основі аналізу результатів дослідження оформляється висновок про особливості змін в організмі при виконанні навантаження субмаксимальної потужності.

Частина 4. Фізіологічна характеристика роботи великої потужності

*Ціль:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні навантаження великої потужності.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені у фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата.

*Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою фізіологічні показники. Дані фіксують у таблиці 2.9.

Для виконання роботи великої потужності випробуваному пропонується виконати роботу на велоергометрі протягом 10 хв при навантаженні 150 Вт і частоті педалювання 50 об/хв.

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються протягом 5 хв відновного періоду.

Таблиця 2.9 – Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						



МВЛ						
-----	--	--	--	--	--	--

При такому вигляді навантаження рекомендується визначити величину МСК (абсолютну і відносну величини) за номограмою Астранда (додаток 2).

Отримані дані заносяться в протокол заняття,. На основі аналізу результатів дослідження оформляється висновок про особливості змін в організмі при виконанні навантаження великої потужності.

#### Частина 5. Фізіологічна характеристика роботи помірної потужності

*Мета:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні навантаження помірної потужності.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені в фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата.

#### *Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою фізіологічні показники. Дані фіксують у таблиці 2.10.

Для виконання роботи помірної потужності випробуваному пропонується виконати роботу на велоергометрі протягом 15 хв при навантаженні 150 Вт і частоті педалювання 40 об/хв., або біг на місці в темпі 150 кроків на хвилину. Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються в таблиці 13 протягом 5 хв відновного періоду.

Таблиця 2.10 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

При такому вигляді навантаження рекомендується визначити величину МСК (абсолютну і відносну величини) за номограмою Астранда (додаток 2).

Отримані дані заносяться в протокол заняття. На основі аналізу результатів дослідження оформляється висновок про особливості змін в організмі при виконанні навантаження помірної потужності.

#### Частина 6. Фізіологічна характеристика роботи змінної потужності

*Мета:* ознайомитися з особливостями змін в організмі при виконанні навантаження змінної потужності.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені у фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата.

#### *Хід роботи*

З числа студентів вибирається випробуваний. Сформовані групи студентів реєструють у нього у стані спокою ЧСС, АТ, ПТ, СОК, ХОК, ЧД, ЖЕЛ, МВЛ. Дані фіксують у таблиці 2.12.

Для виконання роботи змінної потужності випробуваному пропонується виконати роботу на велоергометрі, де можна легко дозувати потужність навантаження. Після 5-хвилинної розминки, що проводиться у довільній формі, випробовуваний виконує роботу. Загальна тривалість роботи становить 12 хвилин. Використовується наступне чергування темпу і потужності:

- На перших 4 хв темп 60 об / хв, потужність 100 Вт;
- На 5 хв темп збільшується до 70 об / хв, а потужність до 250 Вт;
- На 7 хв темп зменшується до 60 об / хв, а потужність до 150 Вт;
- На 9 хв темп зменшується до 50 об / хв, а потужність до 150 Вт;
- На 10 хв темп збільшується до 70 об / хв, а потужність до 250 Вт;
- На 12 хв темп зменшується до 60 об / хв, а потужність до 100 Вт

В процесі роботи для кожного ступеня потужності на останніх 10 с реєструється ЧСС і фіксується в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Показники ЧСС на щаблях потужності

Потужність, Вт Оберти, хв	ЧСС					
	4 хв	5 хв	7 хв	9 хв	10 хв	12 хв
100 /60						
250/70						
150/60						

150/50						
250/70						
100/60						

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються в таблиці 15 протягом 5 хв відновного періоду.

Таблиця 2.12 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

Аналогічне навантаження може бути виконане як степ-тест. У цьому випадку потужність можна варіювати зміною темпу сходження (частотою кроків).

Використовуються наступні 10 ступенів потужності за кількістю кроків за 1 хв: 90, 60, 120, 60, 150, 90, 150, 60, 120, 60. При розрахунку виконуваного навантаження враховуються такі моменти. Оскільки потужність визначається як робота, виконана за одиницю часу, то в цьому випадку робота є добуток маси тіла випробуваного (М) в кілограмах, висоти сходинки (h) в метрах і числа підйомів (n) за 1 хв.

$A = M \times h \times n$ , де

A – робота в кгм/хв;

M – маса тіла досліджуваного (кг);

h – висота сходинки (м);

n – число підйомів за 1 хв (для 60 кроків/хв - це 15 підйомів, для 90 кроків/хв - 23 підйоми, для 120 кроків - 30 підйомів, для 150 кроків - 38 підйомів).

Рівень фізичної активності вегетативної нервової системи визначається величиною ЧСС. Для цього визначають співвідношення компонентів симпатичної і парасимпатичної нервової системи в організмі досліджуваного, тобто розраховують вегетативний індекс Кердо (ВІК).

Про пристосуванні організму досліджуваного до роботи в змінній потужності судять по реакції відновлення ЧСС за 30 хв, тобто розраховують коефіцієнт відновлення пульсу (КВП).

При такому вигляді навантаження рекомендується визначити величину МСК (абсолютну і відносну) за номограмою Астранда за кожен період і дати порівняльну характеристику.

Отримані дані заносяться в протокол заняття. На основі аналізу результатів дослідження оформляється висновок про особливості змін в організмі при виконанні навантаження змінної потужності (звернути увагу на ступінь почастішання ЧСС при збільшенні потужності роботи і ступінь зниження її при зменшенні потужності).

### **Питання для самоконтролю**

1. Фізіологічна характеристика роботи статичного характеру, динамічної роботи максимальної, субмаксимальної, помірної і змінної потужностей.

2. В якому режимі м'язових скорочень відбувається робота статичного і динамічного характеру?
3. При якій потужності роботи відбуваються максимальні зміни фізіологічних показників?
4. У чому полягає феномен Лінгардта-Верещагіна?
5. За яких потужностей відбувається робота в аеробних і анаеробних режимах?
6. Джерела та способи отримання енергії організмом при виконанні роботи максимальної і субмаксимальної потужності.
7. Джерела та способи отримання енергії організмом при виконанні роботи великої і помірної потужності.
8. Особливості роботи в змінній зоні потужності.

### Тема 3

#### ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНА. ПРЯМІ ТА НЕПРЯМІ ПОКАЗНИКИ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ. ДИНАМІКА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Фізична працездатність є вираженням життєдіяльності людини, що мають у своїй основі рух, універсальність якого була блискуче охарактеризована ще І.М. Сеченовим. Вона проявляється в різних формах м'язової активності і залежить від здатності і готовності людини до фізичної роботи.

Під працездатністю розуміється здатність людини виконувати в заданих параметрах і конкретних умовах професійну діяльність, що супроводжується оборотними в терміни регламентованого відпочинку функціональними змінами в організмі. Працездатність слід оцінювати за критеріями професійної діяльності та станом функцій

організму, іншими словами, за допомогою прямих і непрямих її показників.

Прямі показники у спортсменів дозволяють оцінювати їх спортивну діяльність як з кількісної (метри, секунди, кілограми і т.д.), так і з якісної (надійність і точність виконання конкретних фізичних вправ) сторони. З цієї точки зору всі методики дослідження прямих показників працездатності поділяються на кількісні, якісні та комбіновані. За допомогою комбінованих методик дослідження можна оцінювати як продуктивність, так і надійність, точність спортивної діяльності.

До непрямих критеріїв працездатності відносять різні клініко-фізіологічні, біохімічні та психофізіологічні показники, що характеризують зміни функцій організму в процесі роботи. Іншими словами, непрямі показники являють собою реакції організму на певне навантаження і вказують на те, якою фізіологічною ціною для людини обходиться ця робота, тобто чим, наприклад, організм спортсмена розплачується за досягнуті секунди, метри, кілограми і т.д. Встановлено, що непрямі показники працездатності в процесі праці погіршуються значно раніше, ніж прямі критерії. Це дає підставу використовувати різні фізіологічні методики для прогнозування працездатності людини, а також для з'ясування механізмів адаптації.

При оцінці працездатності та функціонального стану людини необхідно також враховувати його суб'єктивний стан (втома), що є досить інформативним показником. Відчуваючи втоми, людина знижує темп роботи або зовсім її припиняє. Цим самим вона запобігає функціональному виснаженню різних органів і систем та забезпечує можливість швидкого відновлення працездатності. А.А. Ухтомський вважав відчуття втоми одним із найбільш

чутливих показників зниження працездатності і розвитку втоми.

Узагальнені дані з оцінки працездатності людини з урахуванням його суб'єктивного і функціонального станів, прямих і непрямих показників працездатності представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Стадії фізичної працездатності

Періоди працездатності	Суб'єктивний стан	Клініко-фізіологічні показники	Психофізіологічні показники	Професійна працездатність	Функціональний стан організму
Стадія включення в роботу	покрощується	покрощується	покрощується	покрощується	Нормальний стан
Стабільна працездатність	Добра	Стійкість показників	Стійкість показників	Зберігається на стабільному рівні	Нормальний стан (стомлення)
Нестійка працездатність	Погіршується	Різностямовані зрушення вегетативних функцій	Різностямовані зрушення вегетативних функцій	Незначне зниження	Перехідний стан (хронічне стомлення)
Прогресуюче зниження працездатності	Постійне відчуття втоми, що не проходить після додаткового відпочинку	Односпямоване погіршення всіх показників	Односпямоване погіршення показників	Виразене зниження, поява грубих помилок	Патологічний стан (перевтома)

Маючи у своєму розпорядженні такі дані, і зіставляючи їх з фактично спостережуваними зрушеннями у людини в період будь-якої його діяльності, можна з достатньою достовірністю судити про динаміку



працездатності, втоми і перевтоми та при необхідності рекомендувати проведення відповідних оздоровчих заходів

З позиції загальної теорії адаптації працездатність слід розглядати як динамічний процес взаємозв'язку і взаємодії організму та факторів середовища. В динаміці спортивної працездатності виділяються передстартові стану і розминка, стадія включення в роботу, стійкий (істинний і умовний) стан, стомлення і відновлення.

При правильно побудованому тренувальному процесі в організмі розвивається стан тренуваності, в основі якого лежать механізми термінової і довгострокової адаптації до фізичних навантажень. З фізіологічної точки зору, тренуваність являє собою рівень функціонального стану організму, що виникає в процесі систематичних тренувань і характеризується підвищенням функціональних резервів і готовністю до їх мобілізації, що проявляється збільшенням працездатності людини. Іншими словами, тренуваність спортсмена характеризується рівнем його спеціальної фізичної працездатності, прогнозувати яку можна показниками фізіологічних функцій як у стані відносного спокою, так і при дозованих фізичних навантаженнях, про що сказано вище.

Під час раціонально побудованих тренувальних навантажень можливості організму не тільки відновлюються до вихідних констант, але і закріплюються на новому рівні, забезпечуючи підвищення і розширення функціональних резервів організму (стан суперкомпенсації). Біологічний сенс цього феномена величезний. Повторні навантаження, що призводять до суперкомпенсації, забезпечують підвищення робочих можливостей організму. В цьому і полягає основний ефект систематичних тренувань. З фізіологічної точки зору, головним у тренуванні є повторність і зростання фізичних

навантажень, що за рахунок зворотних біологічних зв'язків дозволяє удосконалювати рухи та їх вегетативне і енергетичне забезпечення на основі механізмів саморегуляції. Цей процес забезпечується оптимальним станом різних систем організму при їх синхронній скоординованій діяльності. З поліпшенням функціонального стану спортсмен здатний при тій же витраті енергії виконати роботу більшої потужності.

Існує лінійна залежність між потужністю виконаної роботи і ЧСС. Така залежність зберігається до рівня ЧСС - 170 уд / хв. Це характеризує оптимальний за продуктивністю режим роботи кардіореспіраторної системи. При більш високій ЧСС ця залежність зникає, що веде до збільшення СОК і, відповідно, до збільшення роботи серця.

### **Лабораторна робота № 3**

#### Частина 1. Визначення фізичної працездатності за допомогою степ-тесту

*Мета:* визначення відносної та абсолютної величини фізичної працездатності за допомогою степ-тесту

*Матеріали та обладнання:* сходинка або тумба висотою 50 см (для чоловіків) і 43 см (для жінок), метроном, ваги, секундомір.

#### *Хід роботи*

Тест полягає в підйомах на сходинку, висота якої встановлюється в залежності від довжини ноги випробуваного. Стегно і гомілка утворюють при підйомі кута 90 градусів. Частота підйомів - 30 на хвилину. Кожен підйом виконується на 4 рахунки (під метроном): 1 - одна нога на сходинці; 2 - встати на сходинку обома ногами; 3 -

опустити одну ногу на підлогу; 4 - стати двома ногами на підлогу. Час виконання роботи - 2 хвилини.

З числа студентів вибирають двох піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою ЧСС, СТ, ДТ, ПТ, СОК, ХОК; випробовувані зважуються. Дані фіксують у таблиці 3.2.

Після завершення роботи вищевказані показники фіксують протягом 5 хвилин відновного періоду.

Таблиця 3.2 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						

Знаючи масу випробуваного, висоту сходинки і число підйомів на хвилину, необхідно розрахувати потужність роботи, виконуваної при підйомі на сходинку за такою формулою:

$$W = P \times n \times h, \text{ де}$$

$W$  – потужність роботи (кгм/хв);

$P$  – маса тіла досліджуваного (кг);

$n$  – число підйомів за хвилину.

$h$  – висота сходинки (м).

Для визначення абсолютної величини фізичної працездатності застосовують формулу Г. П. Юрко (1978р.):

$$\text{ФП}_{170} = W \times (170 - \text{ЧСС}_{\text{спокою}}) / (\text{ЧСС}_{\text{навантаження}} - \text{ЧСС}_{\text{спокою}})$$
, де

ФП<sub>170</sub> – фізична працездатність;

W – потужність роботи (кгм/хв);

ЧСС – частота серцевих скорочень.

Більш інформативним показником є відносна величина фізичної працездатності, розрахована на 1 кг маси тіла. Вона залежить від статі, віку та тренуваності людини.

Для цього отриману величину абсолютної фізичної працездатності (ФР<sub>170</sub>) ділять на вагу випробуваного.

У нетренованої здорової людини вона дорівнює 10-15 кгм/хв/кг;

У спортсменів - до 20 кгм/хв/кг.

Залежно від величини АТ, отриманої відразу після виконання роботи, розрізняють такі типи реакцій на фізичне навантаження:

Нормотонічний тип: СТ досягає 180-190 мм рт.ст., ДТ змінюється в порівнянні з даними спокою в межах 10 мм рт.ст.;

Гіпертонічний тип: СТ перевищує 190 мм рт.ст., ДТ збільшується більш ніж на 10 мм рт.ст.;

Гіпотонічний тип (астенічний тип): СТ змінюється в межах 20 мм рт.ст., ДТ залишається колишнім або змінюється незначно;

Дистонічний тип: СТ досягає 180-200 мм рт.ст., ДТ знижується в межах 30 мм рт.ст. Нормотонічний тип реакції прийнято вважати нормальною реакцією організму на фізичне навантаження. Всі інші типи реакцій свідчать про деяке порушення співвідношення симпатичної і парасимпатичної іннервації в організмі.

Отримані дані заносяться в протокол заняття, і оформляється висновок (характеризується абсолютна і

відносна фізична працездатність, порівнюються показники КВП, ВІК, визначається тип реакції на навантаження і оцінюється функціональний стан організму спортсменів).

### Частина 2. Визначення фізичної працездатності за допомогою PWC<sub>170</sub>

Функціональну пробу, засновану на визначенні потужності м'язового навантаження, при якій ЧСС підвищується до 170 уд/хв, позначають як пробу Sjostrand/170/або як тест PWC<sub>170</sub> (від перших букв англійського позначення терміна «фізична працездатність»).

Тест PWC<sub>170</sub> був розроблений у Каролінському університеті в Стокгольмі для визначення фізичної працездатності спортсменів. Назва тесту PWC походить від перших букв англійського терміна, що означає фізичну працездатність (Physical Working Capacity).

Фізична працездатність у тесті PWC<sub>170</sub> виражається у величинах тієї потужності фізичного навантаження, при якій ЧСС досягає 170 уд / хв. Вибір саме такої частоти серцевих скорочень заснований на наступних двох положеннях:

1. Зона оптимального функціонування кардіореспіраторної системи у спортсменів обмежується діапазоном пульсу від 170 до 200 уд/хв. Таким чином, за допомогою цього тесту можна встановити ту інтенсивність фізичного навантаження, яка виводить діяльність серцево-судинної системи в область оптимального функціонування.

2. Між потужністю виконуваного навантаження і ЧСС існує лінійна залежність аж до пульсу, рівного 170 уд/хв. При більш високій частоті пульсу ця залежність втрачається. Отже, чим більше потужність навантаження, при якій ЧСС досягає 170 уд/хв, тим більші резерви

серцево-судинної системи, які й визначають максимальну величину фізичної працездатності.

Велоергометр (від грец. «Ergon» - робота і «metreo» - міряю, вимірюю) - апарат, який служить для визначення фізичної працездатності, переносимості фізичних навантажень (толерантності до фізичних навантажень), а також для тренувань спортсменів та нетренованих здорових і хворих людей.

Робота на велоергометрі за характером рухів аналогічна їзді на велосипеді. Випробуваний обертає ногами педалі зазвичай зі швидкістю 50-60 оборотів за хвилину, обертання (за допомогою ланцюга) передається диску механічним або електричним способом. Зміна швидкості обертання педалей або сили гальмування диска дозволяє точно дозувати зусилля, що витрачаються на виконання роботи. Потужність роботи виражається у Вт.

На результати велоергометрії можуть впливати різні чинники, тому необхідно дотримуватися таких умов:

- Напередодні та, особливо, в день дослідження, забороняється вживання алкогольних та інших збуджуючих напоїв (чай, кава), по можливості, не палити або максимально обмежити паління;

- Перед дослідженням уникати інтенсивних та тривалих фізичних і емоційних напружень;

- Безпосередньо перед початком велоергометрії випробуваному необхідно відпочити 15-20 хвилин лежачи або сидячи в кріслі;

- Приміщення, в якому проводиться дослідження, повинно мати добру вентиляцію. Оптимальна температура повітря від +18 до + 22°C, відносна вологість - 30-60%.

- Випробовуваний працює на кожному рівні навантаження 4-5 хвилин, періоди відпочинку становлять 3-5 хвилин.

- Для дітей і жінок починати навантаження слід з 25 Вт (150 кгм / хв) і збільшувати на кожному наступному рівні на 25 Вт; для чоловіків рекомендується починати з 50 Вт; для спортсменів початкове навантаження складає 100 Вт (600 кгм / хв) і на кожному етапі збільшується на 100 Вт.

*Мета:* ознайомитися з методиками визначення загальної фізичної працездатності за показником PWC170.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр або сходинка, ваги, тонометр, фонендоскоп, спирт, вата.

#### *Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою ЧСС, СТ, ДТ, ПТ, СОК, ХОК. Дані фіксують у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Функціональні показники організму

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						

Випробовуваному пропонується виконати два навантаження на велоергометрі протягом 5 хвилин з 3-хвилинним відпочинком між ними. Потужність фізичних навантажень повинна бути така, щоб ЧСС при виконанні цих навантажень не перевищувала 170 уд / хв, а швидкість педалювання – не більше 60-70 об/хв.

Аналогічне навантаження може бути виконане і на різновисотних сходинках. Тривалість виконання навантажень і час відпочинку між ними такі ж, як і на велоергометрі. Обидва навантаження вибираються з урахуванням статі та фізичної підготовленості випробовуваного, але не повинні бути для нього граничними. Приклад вибору навантажень представлено в таблиці 3.4.

В останні 15 з 5-ї хвилини кожного навантаження підраховується ЧСС. Результат множиться на 4 і виходить ЧСС за 1 хв.

Для перекладу кгм/хв в Ватти необхідно число кгм/хв розділити на 6.

Таблиця 3.4 - Потужність навантажень, рекомендована для визначення фізичної працездатності

Обстежувані	Стать	1-ше навантаження (кгм/хв)	2-ге навантаження (кгм/хв)
Спортсмени	Жінки	300	600
	Чоловіки	600	1200
Не спортсмени	Жінки	150	300
	Чоловіки	300	600

Після завершення роботи вищевказані показники фіксують у таблиці протягом 5 хвилин відновного періоду.

На підставі даних про потужність і за результатами зареєстрованої ЧСС розраховується абсолютна величина  $PWC_{170}$  (кгм/хв) за формулою:

$$PWC_{170} = N_2 + (N_2 - N_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

де:



$PWC_{170}$  - фізична працездатність;

$N_1$  - потужність першого навантаження (кгм/хв);

$N_2$  - потужність другої роботи (кгм/хв);

$f_1$  - ЧСС за 1 хв наприкінці першої роботи;

$f_2$  - ЧСС за 1 хв наприкінці другої роботи.

Значення  $PWC_{170}$  залежать від віку, статі, спортивної спеціалізації та кваліфікації випробовуваного.

Так, у жінок ця величина може складати від 420 до 900 кгм/хв, у чоловіків - від 850 до 1000 кгм/хв, у спортсменів - від 1000 до 2000 кгм/хв і навіть більше. У таблиці 3.5 представлені дані про фізичну працездатність у спортсменів і нетренованих осіб.

Таблиця 3.5 - Фізична працездатність у спортсменів і нетренованих осіб (за В.П. Карпманом з співавторами, 1988)

Спостережувані	$PWC_{170} \left( \pm \frac{M}{\sigma} \right)$	
	кгм/хв	кгм/хв/кг
Спортсмени, що тренуються «на витривалість»	1760±305	25,7±4,6
Спортсмени, що займаються ігровими видами спорту	1705±280	19,3 ±2,7
Нетреновані особи	1001±136	14,4±2,7

Знаючи величину абсолютної  $PWC_{170}$ , необхідно розрахувати відносну величину  $PWC_{170}$  на 1 кг ваги. Норми відносної фізичної працездатності представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Рівень відносної фізичної працездатності

Відносна фізична працездатність	$PWC_{170}$ (кгм/хв/кг)
Низька	14 і менше

Нижче середньої	15-16
Середня	17-18
Вище середньої	19-20
Висока	21-22
Дуже висока	23 і більше

Аеробні можливості організму визначаються і лімітуються величиною максимального споживання кисню (МСК). МСК визначається в умовах напруженої роботи тривалістю 5 хв. Цей показник являє собою граничну для даного індивідуума величину кисню в одиницю часу (1 хв), яку здатний утилізувати організм під час виконання фізичної роботи. МСК залежить від тренованості і спортивної спеціалізації, можливостей серцево-судинної, дихальної систем та системи крові, а також від віку, статі та ваги індивідуума. Особливо великі значення МСК спостерігаються у спортсменів, що спеціалізуються в циклічних видах спорту на витривалість. Найбільші величини абсолютного МСК досягаються до 15-20 років.

Визначення максимуму аеробної продуктивності організму оцінюються за допомогою прямих і непрямих методик.

Пряме вимірювання МСК – точна, але складна методика, що потребує складного технічного оснащення. Прямі методики дозволяють розрахувати кількість спожитого кисню, визначивши за допомогою газоаналізаторів його зміст у вдихуваному і видихуваному повітрі та обчисливши різницю його споживання.

Непрямі методи базуються на прямій залежності змін ЧСС і потужності виконуваної роботи в нормальних умовах. Вони отримали широке поширення через простоту і доступність. Непряму оцінку аеробних можливостей, відповідно до рекомендацій Міжнародної Біологічної

Програми, можна робити шляхом реєстрації потужності навантаження і ЧСС.

Внаслідок того, що вимірювання МСК – трудомісткий процес з використанням складного обладнання, на заняттях МСК визначають з використанням номограми Астранда (додаток 2).

#### Порядок розрахунку за номограмою Астранда

1. Здійснюється знаходження передбачуваної величини споживання кисню (СК) при виконанні стандартної роботи. При виконанні степ-тесту через точку, відповідну масі тіла випробуваного, на шкалі «вага», необхідно провести горизонтальну лінію до шкали «СК», при виконанні навантаження на велоергометрі горизонтальну лінію слід проводити через точку, відповідну потужності роботи, до шкали «СК».

2. Отримана точка на шкалі «СК» з'єднується з відповідною точкою на шкалі «частота серцебиття, на якій відкладається досягнута при роботі ЧСС.

3. На середній шкалі «МСК» зчитується передбачувана величина споживання кисню.

Наприклад (рисунок 1, додаток 2), у випробуваного вагою 61 кг при виконанні степ-тесту частота серцебиття досягла 156 ударів за 1 хв, передбачувана величина МСК дорівнює 2,4 л/хв; у випробуваного при роботі на велоергометрі з навантаженням 1200 кгм/хв частота серцебиття досягла 166 ударів за 1 хв, передбачувана величина МСК дорівнює 3,6 л / хв. Після отримання власних матеріалів результати порівнюються з даними, представленими в таблицях 3.7, 3.8.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), у не спортсменів величина МСК в середньому

становить 3,1 л/хв, або 44 мл/кг/хв, у жінок - на 17-26% менше.

Прийнято вважати, що максимальна аеробна продуктивність у спортсменів високого класу може досягати 6,5 л/хв, що в перерахунку на 1 кг маси становить до 90 мл/кг/хв.

Таблиця 3.7 - Максимальне споживання кисню у спортсменів, що спеціалізуються в різних видах спорту (Салтіньо, Астранд, 1967)

Контингент	Абсолютна величина МПК (л/хв)	Відносна величина МСК (мл/кг/хв)
Нетреновані	3,1	44
Лижники	5,6	83
Стасри	4,8	79
Середньовики	5,4	75
Гімнасти	3,9	60

Таблиця 3.8 - Працездатність бігунів на різних дистанціях за показниками МСК (мл/кг/хв) (за А.А. Гумінським, 1975)

Дистанції (м)				Умовна оцінка працездатності
100, 200, 400	800, 1500	3000	5000, 10000, марафон	
45-49	50-54	53-57	55-59	Дуже низька
50-54	55-59	58-62	60-64	Низька
55-59	60-64	63-67	65-69	Середня
60-64	65-69	68-72	70-74	Хороша
65-69	70-74	73-77	75-79	Дуже хороша
>70	>75	>78	>80	Відмінна

Величину МСК можна розрахувати, якщо відомо значення  $PWC_{170}$ . Для спортсменів швидкокісно-силових видів використовується формула:

$$МСК = 1,7 PWC_{170} + 1240.$$

Для представників циклічних видів спорту формула дещо відрізняється:

$$МСК = 2,2 PWC_{170} + 1070.$$

Отримані дані заносяться в протокол заняття, в якому реєструються отримані в ході виконання навантаження показники, розраховуються значення  $PWC_{170}$  і МСК.

Оформляється висновок про фізичну працездатність випробуваного.

### Частина № 3. Визначення загальної фізичної працездатності за допомогою індексу Гарвардського степ-тесту

Індекс степ-тесту знайшов широке застосування в спортивній практиці. Функціональна проба розрахована на здорових молодих людей і дозволяє об'єктивно оцінювати у них загальну фізичну працездатність. Інтенсивність виконуваного навантаження під час проведення дослідження велика і вимагає від випробуваного граничного фізичного напруження. Існує кілька варіантів методики проведення степ-тесту. Однією з найбільш поширених є методика степ-тесту в модифікації Гарвардського університету.

У 1942 році в США в лабораторії втомі при Гарвардському університеті в Бруа розробили тест для визначення загальної фізичної працездатності й витривалості. Цей тест є інформативним показником

оцінки ступеня тренуваності обстежуваних осіб та впливу на них фізичних вправ.

*Мета:* ознайомитися з методиками визначення загальної фізичної працездатності за показником індексу Гарвардського степ-тесту.

*Матеріали та обладнання:* сходинка висотою 50 см, метроном, тонометр, фонендоскоп, секундоміри, спирт, вата.

#### *Хід роботи*

З числа студентів вибираються два піддослідних. Сформовані групи студентів реєструють у них у стані спокою ЧСС, СТ, ДТ, ПТ, СОК, ХОК. Дані фіксують у таблиці 3.9.

Гарвардський степ-тест полягає в підйомах на сходинку висотою 50 см - для чоловіків і 43 см - для жінок протягом 5 хвилин в темпі 30 підйомів на хвилину. Якщо випробуваний не може підтримувати заданий темп, то роботу слід припинити, зафіксувавши її тривалість.

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються в таблиці протягом 5 хвилин відновного періоду.

Таблиця 3.9 - Показники ЧСС та артеріального тиску

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						

Виходячи з тривалості виконаної роботи і ЧСС, розраховують індекс Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) за формулою:

$$I = (t \times 100) / (f_1 + f_2 + f_3) \times 2, \text{ де}$$

I – індекс Гарвардського степ-тесту;

t – термін сходження (с);

$f_1, f_2, f_3$  – ЧСС за 30 с на 2-й, 3-й, 4-й хвиликах відновного періоду.

Оцінка загальної фізичної працездатності здійснюється в порівнянні з даними, представленими в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Оцінка загальної фізичної працездатності осіб, що займаються і не займаються спортом

Оцінка	Величина індексу Гарвардського степ-тесту		
	Здорові нетреновані особи	Спортсмени, що займаються ациклічними видами спорту	Спортсмени, що займаються циклічними видами спорту
Погана	Менше 56	Менше 61	Менше 71
Нижче середньої	56–65	61–70	71–80
Середня	66–70	71–80	81–90
Вище середньої	71–80	81–90	91–100
Хороша	81–90	91–100	101–110
Відмінна	Більше 90	Більше 100	Більше 110

Для визначення співвідношення компонентів симпатичної і парасимпатичної систем в організмі випробуваного розраховують вегетативний індекс Кердо (ВІК) за формулою:

$$\text{ВІК} = (1 - (\text{ДД} / \text{ЧСС})) \times 100, \text{ де}$$

ВІК - вегетативний індекс Кердо;

ДД - величина діастолічного тиску на 1 хв відновного періоду;

ЧСС - частота серцевих скорочень на 1 хв відновного періоду.

Оцінка отриманого вегетативного індексу (ВІК) проводиться відповідно таблиці 3.11.

Отримані дані заносяться в протокол заняття і оформляється висновок (характеризується фізична працездатність по ІГСТ, порівнюються показники КВП, ВІК, визначається тип реакції на навантаження та оцінюється функціональний стан організму спортсменів).

Таблиця 3.11 - Показники вегетативного індексу Кердо

Чисельне значення вегетативного індексу	Кількість балів	Висновок
$\geq 24\%$	1	Виражене переважання тonusу симпатичної системи
23% – 16%	2	Значне переважання тonusу симпатичної системи
15% – 0%	3	Баланс симпатичної і парасимпатичної нервової системи
Негативні значення ВІК	4	Виражене переважання парасимпатичної нервової системи



### Питання для самоконтролю

1. Фізіологічна характеристика стадії включення в роботу, «стійкого стану», стомлення.
2. Пояснити поняття «мертва точка», «друге дихання».
3. Яка максимальна величина кисневого боргу у спортсменів та осіб, які не займаються регулярними фізичними вправами?
4. Чим лімітуються анаеробні можливості організму?
5. Дайте визначення поняттю «кисневий борг».
6. Які фізичні якості розвивають анаеробну потужність і анаеробну ємність?
7. Яких граничних величин може досягати зміст молочної кислоти у крові у висококваліфікованих спортсменів та осіб, які не займаються регулярними фізичними вправами?
8. Загальна фізична працездатність організму. Її значення при заняттях різними видами спорту.
9. Методи оцінки загальної працездатності (PWC<sub>170</sub>, Гарвардський степ-тест та ін.).

### Тема 4

#### ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ І ВІДНОВЛЕННЯ

Відомо, що надмірна по напруженості фізична робота робить неможливою продовження не лише фізичної, але і розумової роботи, і навпаки. Сучасні концепції стомлення складаються з уявлень про багатоструктурність і неоднозначність функціональних змін в окремих системах під час роботи. Залежно від виду роботи, її напруженості, тривалості провідна роль у

розвитку втоми може належати різним фізіологічним системам.

Зміни в гуморальній системі регуляції можуть стати провідними факторами стомлення при напруженій м'язовій роботі, пов'язаній з емоційним стресом. При тривалій виснажуючій роботі, поряд із граничними витратами енергії, продовження роботи може лімітувати і стомлення системи гіпоталамус-гіпофіз-наднирки.

Порушення в центральній ланці регуляції фізіологічних функцій може відігравати суттєву роль при короткочасній м'язовій роботі швидкісного характеру.

Фізіологічні та біохімічні зрушення, що відбуваються під час роботи, призводять до погіршення функціонального стану працюючого органу. Але вони в той же час стимулюють відновлювальні процеси. Швидкість відновлення при цьому виявляється тим вище, чим швидше настає стомлення. Процеси відновлення різних функцій в організмі можуть бути розділені на три окремих періоди.

До першого (робочого) періоду відносять ті відновні реакції, які здійснюються вже в процесі самої м'язової роботи (відновлення АТФ, креатинфосфату, перехід глікогену в глюкозу і ресинтез глюкози з продуктів її розпаду - глюконеогенез). Робоче відновлення підтримує нормальний функціональний стан організму і допустимі параметри основних гомеостатичних констант у процесі виконання м'язового навантаження.

Другий (ранній) період відновлення спостерігається безпосередньо після закінчення роботи легкої та середньої тяжкості протягом декількох десятків хвилин і характеризується відновленням ряду вже названих показників, а також нормалізацією кисневої

заборгованості, глікогену, деяких фізіологічних, біохімічних і психофізіологічних констант.

Раннє відновлення лімітується, головним чином, терміном погашення кисневого боргу. Погашення алактатної частини кисневого боргу відбувається досить швидко, протягом декількох хвилин, і пов'язане з ресинтезом АТФ і креатинфосфату. Погашення лактатної частини кисневого боргу обумовлене швидкістю окислення молочної кислоти, рівень якої при тривалій і важкій роботі збільшується в 20-25 разів у порівнянні з вихідним, а ліквідація цієї частини боргу відбувається протягом 1,5-2 год.

Третій (пізній) період відновлення відзначається після тривалої напруженої роботи (біг на марафонські дистанції, багатокілометрові лижні та велосипедні гонки) і затуляється на кілька годин і навіть діб. У цей час нормалізується більшість фізіологічних і біохімічних показників організму, видаляються продукти обміну речовин, відновлюються водно-сольовий баланс, гормони і ферменти. Ці процеси прискорюються правильним режимом тренувань і відпочинку, раціональним харчуванням, застосуванням комплексу медико-біологічних, педагогічних реабілітаційних засобів.

Заходи, спрямовані на прискорення відновлювальних процесів, ділять на педагогічні, психологічні, медичні та фізіологічні. Крім того, відновлювальні заходи можуть бути розділені на постійні та періодичні.

Постійні – проводяться з метою профілактики несприятливих функціональних змін, збереження та підвищення неспецифічної резистентності і фізіологічних резервів організму, попередження розвитку ранньої втоми і перевтоми спортсменів. До таких заходів належать

раціональний режим тренувань і відпочинку, збалансоване харчування, додаткова вітамінізація, загартовування, загальнозміцнюючі фізичні вправи, оптимізація емоційного стану.

Періодичні – здійснюються в міру необхідності з метою мобілізації резервних можливостей організму для підтримки, екстренного відновлення та підвищення працездатності спортсменів. До заходів цієї групи відносять різні впливи на біологічно активні точки, вдихання чистого кисню при нормальному підвищеному атмосферному тиску (гіпербарична оксигенація), гіпоксичне тренування, масаж, застосування теплових процедур, ультрафіолетове опромінення, а також використання біологічних стимуляторів і адаптогенів, що не відносяться до допінгів, харчових речовин підвищеної біологічної активності тощо.

Важливим показником тренуваності є швидкість течії відбудовних процесів. Чим вище рівень тренуваності, тим швидше протікають процеси відновлення. У тренуванні спортсменів велика увага приділяється розвитку швидкісної та спеціальної витривалості. В основі розвитку цих здібностей лежить анаеробна продуктивність – енергетичний обмін у безкисневих умовах. Багаторазове, високоінтенсивне, нетривале виконання швидкісних і стрибкових вправ сприяє утворенню кисневого боргу, особливо алактатної фракції. У зв'язку з цим однією з особливостей функціонування організму спортсменів є швидка відновлюваність, яка і є оцінкою його спеціальної працездатності і тренуваності.

В якості експрес-інформації про функціональний стан організму спортсменів у змагальному періоді А.В. Беляєв, Ю.Д. Железняк, Ю.І. Клещев та ін. (2000) рекомендують досліджувати швидкість відновних процесів

у організмі після виконання м'язової роботи визначенням індексу за Квергом.

### **Лабораторна робота № 4**

#### Оцінка швидкості відновлення серцево-судинної системи після м'язового навантаження

*Мета:* ознайомитися з деякими особливостями реакцій організму на фізичні навантаження. Оцінити стан серцево-судинної системи після м'язового навантаження з функціональної проби за Квергом.

*Матеріали та обладнання:* секундоміри, метроном, скакалка.

#### *Хід роботи.*

У піддослідних вимірюють частоту серцевих скорочень (ЧСС) сидячи, в спокої. Після вимірювання ЧСС випробуваним пропонується тестуюче навантаження: 30 присідань за 30 секунд, максимальний біг на місці – 30 секунд, 3-хвилинний біг на місці з частотою 150 кроків на хвилину, стрибки зі скакалкою – 1 хвилина.

У перші 30 секунд відновного періоду в положенні сидячи вимірюється ЧСС ( $P_1$ ); повторно через 2 хвилини ( $P_2$ ) і через 4 хвилини ( $P_3$ ) після закінчення вправ.

Результати роботи: з тривалості вправи і трьох вимірів пульсу (30-секундного значення) обчислюється індекс. Розрахунок індексу за Квергом здійснюється за формулою:

$$I = \frac{\text{Тривалість роботи в сек} \times 100}{2 \times (P_1 + P_2 + P_3)}$$

де  $P_1$ , – частота серцевих скорочень протягом 30 с;

$P_2$  – частота серцевих скорочень через 2 хв відновлення;

$P_3$  – частота серцевих скорочень через 4 хв після закінчення роботи.

Значення індексу оцінюється за класифікацією:

105 і вище – «дуже добре»;

99-104 – «добре»;

93-98 – «задовільно»;

92 і нижче – «слабко». Отримані показники заносяться в таблицю.

Про швидкість відновлення організму піддослідних після виконання тестуючого навантаження судять по реакції ЧСС за 4 хвилини. Для цього розраховують коефіцієнт відновлення пульсу (КВП) за формулою. Чим менше КВП, тим краще швидкість відновлення (Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов, 2000).

$$КВП = \frac{ЧСС \text{ (через 3 хв після навантаження)} \times 100\%}{ЧСС \text{ (під час навантаження)}}$$

Проаналізувати отримані показники. На основі отриманих даних зробити висновок про залежність швидкості відновлення організму від спеціальної тренуваності, спортивного стажу та кваліфікації.

### **Питання для самоконтролю**

1 Фізіологічна характеристика хронічної втоми і перевтоми.

2 Фізіологічна характеристика процесів відновлення, фаза суперкомпенсації.

3 Відновлення фізіологічних функцій після закінчення фізичної роботи.

4 Засоби, що прискорюють відновні процеси (активний відпочинок та ін.).

5 Втома при фізичній роботі. Фактори, що прискорюють її виникнення при різних видах м'язової діяльності.

## Тема 5

### ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТРЕНОВАНОСТІ

Високий рівень тренованості в стані відносного спокою характеризується функціональними та структурними змінами, які відображають наростаючу економічність фізіологічних функцій, підвищення потенційних можливостей організму до виконання тренувальних і змагальних навантажень. Зрештою, сутність проблеми тренованості зводиться до питання про механізми її розвитку та про переваги тренованого організму перед нетренованим. Ці переваги характеризуються чотирма основними властивостями.

По-перше, тренований організм може виконувати фізичні навантаження такої тривалості при інтенсивності, які не під силу нетренованому.

По-друге, тренований організм характеризується більш економічним функціонуванням різних органів і систем у спокої, при помірних фізичних навантаженнях і здатністю досягати при максимальних навантаженнях такого рівня їх діяльності, який недоступний для нетренованого організму.

По-третє, тренований організм здатний досконаліше здійснювати управління руховою діяльністю, швидше і повніше мобілізувати й ефективніше використовувати свої резервні можливості.

По-четверте, тренований організм може продовжувати роботу при більш глибоких змінах гомеостазу і характеризується більш високими

функціональними резервами та ефективними відновними процесами.

Стан, що розвинувся у процесі систематичних тренувань за своїми фізіологічними механізмами і морфофункціональною суттю, являє собою досягнення нового рівня фізичної працездатності на основі утворення в організмі спеціальної функціональної системи адаптації до конкретної діяльності спортсмена. Така система у спортсменів представляє собою знову сформоване взаємовідношення нервових центрів, гормональних, вегетативних і виконавчих органів, необхідних для вирішення задач пристосування організму до певних фізичних вправ і підвищення працездатності (Солодков А.С., 1988).

Стан спортсмена в період його вищої спеціальної тренуваності називається спортивною формою. Основними фізіологічними передумовами досягнення спортивної форми є підвищення загального рівня функціональних можливостей організму і доцільні морфологічні перебудови. Оптимальну функціональну готовність окремі органи і системи організму досягають не завжди одночасно. Фізична працездатність у своєму розвитку може випереджати технічну і тактичну підготовленість, або навпаки.

Для фізіологічної оцінки тренуваності повинні бути використані два основних критерії: потенційна здатність до посилення функцій і пристосовність організму до фізичного навантаження.

Про потенційні здібності організму можна судити за показниками фізіологічних функцій у стані спокою. Для судження про ступінь пристосовності організму до фізичних вправ застосовуються функціональні проби зі стандартними навантаженнями, а також проби з



повторними специфічними спортивними навантаженнями. Повторні навантаження дають можливість визначити ступінь розвитку спеціальної тренуваності в обраному виді спортивної спеціалізації.

У стані спокою загальна кількість крові в організмі у спортсменів збільшується, зростає кількість гемоглобіну, підвищується киснева ємність крові. В результаті тренування настає гіпертрофія серцевого м'яза (потовщення серцевих волокон), збільшується ємність порожнин серця. Обсяг серця у спортсменів на 30% більше, ніж у осіб, які не займаються спортом. Цей показник змінюється за 3–4 тижні тренування навіть у високотренованих спортсменів, тому вважається точним показником тренуваності. Стан тренуваності характеризується брадикардією (зменшенням частоти серцевих скорочень), у лижників, бігунів-марафонців частота серцевих скорочень у спокої дорівнює 34–40 уд/хв. Показником високої тренуваності спортсмена є синусова аритмія. Прийнято вважати, що він визначає здатність серця швидко адаптуватися до змінюваних умов діяльності організму. Хвилинний об'єм крові у спортсменів менше, ніж у нетренованих людей. Величина його обумовлена ступенем брадикардії та зменшенням систолічного об'єму крові у спортсменів. Артеріальний тиск у процесі становлення тренуваності майже не змінюється. Підвищення артеріального тиску в стані відносного спокою служить показником погіршення функціонального стану серця.

Такі зміни, як підвищена життєва ємкість легень, зниження частоти дихання, збільшення глибини вдиху, зменшення вентиляції легень, зниження основного обміну, характеризують тренуваність меншою мірою. Кращими показниками тренуваності є функціональні проби

дихальної системи: визначення максимальної довільної вентиляції легень, анаеробної продуктивності організму і потужності дихальних м'язів. У стані високої тренованості підвищується максимальна вентиляція легень, збільшується потужність дихальних м'язів, зростає витривалість до затримки дихання.

Зростання тренованості відбивається на руховому апараті. Значно гіпертрофуються м'язи, виконують силову роботу. Збільшується вміст білків саркоплазми і скорочувального білка міофібрил – міозину. Підвищуються запаси глікогену і креатинфосфату, що сприяють відновленню АТФ при роботі. Показником тренованості служать зменшення хронаксії м'язів, підвищення здатності до їх розслаблення, збільшення м'язової сили, висока статична витривалість м'язових груп.

При виконанні стандартної роботи тренованість відбивається в більш економній перебудові фізіологічних функцій до умов роботи. Стандартною називають роботу, яка за формою рухів і по величині навантаження однакова для всіх людей, які її виконують. На даний час у спортивній практиці у вигляді стандартного навантаження використовують степ-тест (від слів: степ-крок, тест-випробування, проба), тобто сходження на сходинку певної висоти. На відміну від інших функціональних проб (присідання, біг) цей тест дозволяє точно підрахувати величину виробленої роботи або її потужність у кілограм-метрах за хвилину. Для цього необхідно знати вагу випробуваного, висоту сходинки і частоту кроків.

Найбільш точне дозування стандартне навантаження задається на велоергометрі. Випробуваний здійснює роботу при певній стандартній частоті обертання педалей велоергометра. Виконання стандартної роботи тренованими і нетренованими особами супроводжується у

перших більш економічним витрачанням енергетичного потенціалу на одиницю виконаної роботи Кисневий запит на одиницю роботи у тренованих осіб зменшується на 18-20%. Відносне підвищення ефективності внутрішньоклітинного метаболізму є одним із проявів економізації функцій, що відзначається у тренованих спортсменів при стандартній роботі. Стандартна робота виконується тренованими спортсменами при менш виражених зрушеннях у функціях внутрішніх органів і рухового апарату.

Реакції на тестуючі навантаження у тренованих осіб характеризуються: найбільш терміновим на початку роботи підвищенням функціонування систем організму, меншими зрушеннями функцій у процесі роботи, найбільш швидким відновленням змінених функцій після фізичного навантаження.

При виконанні граничної м'язової роботи тренованість знаходить своє вираження у швидкій і найповнішій мобілізації потенційних ресурсів організму. Це є результатом високого ступеня впорядкованості нейрогуморальних впливів на роботу рухового апарату і внутрішніх органів, злагодженості їх роботи. Основним показником високої тренованості є величина максимально граничної роботи, яку може виконати спортсмен при збереженні частоти серцевих скорочень, що не перевищують 170–200 уд/хв. З цією метою великого значення набувають методи визначення загальної працездатності організму: проба PWC<sub>170</sub> (фізична працездатність); Гарвардський степ-тест; визначення аеробних можливостей за номограмою П.О. Астранда та ін.

Реакція на граничні навантаження у тренованих людей у порівнянні з нетренованими характеризується більш активної мобілізацією всіх функцій організму, а

отже, і більш тривалими періодами відновлення. Однак у спортсменів мобілізація функцій не перевищує оптимальних величин (частота серцевих скорочень 170–190 уд/хв). Найбільш істотним показником тренуваності вважається аеробна продуктивність організму, яка виражається величиною максимального споживання кисню (МСК). МСК виражається в літрах за хвилину, або мілілітрах за хвилину на кг ваги. МПК є інтегральним показником і залежить від багатьох чинників: розвитку дихального апарату, з яким пов'язане збільшення хвилинного об'єму дихання; дифузійної здатності легеневих альвеол, яка зумовлює газообмін; розмірів судинного русла легеневого кровообігу, з чим пов'язана кількість крові, що тече через легені; розмірів судинного русла працюючих м'язів, кисневої ємності крові; швидкості дисоціації оксигемоглобіну крові; активності ферментних систем, що забезпечують аеробні процеси в м'язах, кількості працюючих м'язів і потужності їх роботи, взаємної координації роботи систем дихання, кровообігу і руху.

В процесі тренування МСК зростає на 1,0–2,5 л/хв. У чоловіків, які не займаються спортом, МСК 3,2–4,0 л/хв, у тренуваних досягає 6,0–6,5 л/хв. У жінок відповідно величини МСК 2,3–2,8 л/хв і 4,0–5,0 л/хв. Високий показник МСК у тренуваних спортсменів зумовлює високу швидкість, витривалість і силу. Тренуваних спортсменів відрізняють найбільш високі показники продуктивності серця: хвилинний об'єм досягає у них 35–40 л, частота серцевих скорочень 200–250 уд. при збереженні високого (від 150 до 200 мл) ударного об'єму крові. Величина легеневої вентиляції при граничній роботі досягає 150 л/хв і більше. Максимальне споживання кисню становить 5,0–5,5 л/хв, а в окремих випадках 6,0 л/хв. У нетренуваних

осіб діяльність серцево-судинної і дихальної систем у 1,5-2 рази нижче. Одним з істотних проявів тренованості при м'язовій роботі є підвищення стійкості до змін внутрішнього середовища організму. Тренований спортсмен може виконувати роботу в умовах значного (до 18–19 л) кисневого боргу, при зниженні резервних можливостей крові до нейтралізації продуктів неповного обміну речовин.

Таким чином, систематична м'язова діяльність супроводжується ростом тренованості - специфічного для спортсмена стану організму, що характеризується високою спортивною працездатністю та оптимальною готовністю до досягнення спортивного результату. Високий ступінь тренованості і готовності до виконання граничних змагальних навантажень забезпечується підвищенням загального рівня функціональних можливостей організму і прогресивних морфологічних перебудов. Оптимальну функціональну готовність окремі системи організму досягають не завжди одночасно. Фізична працездатність у своєму розвитку може випереджати технічну та тактичну підготовленість або навпаки.

Для визначення можливості переносити навантаження можна використовувати тести з визначенням максимального споживання кисню при стандартній роботі. Величина споживання кисню в цих тестах являє собою інтегральний показник діяльності багатьох фізіологічних функцій і характеризує фактор економізації.

Стандартною називають роботу, яка за формою рухів і величиною навантаження однакова для всіх людей, які її виконують. Найбільш точну стандартизацію роботи можна досягти при використанні велоергометра, пропонуючи випробуваному працювати при певній величині опору і стандартній частоті обертання педалей.

Виконання граничного м'язового навантаження у спортсменів забезпечується кращим використанням запасів енергетичних речовин, більш досконалою нервовою та гуморальною регуляцією, активнішою мобілізацією функцій організму. Спортсмен адаптується до роботи при різко виражених зрушеннях у внутрішньому середовищі організму. Пристосування кровообігу виражається, перш за все, в раціональному використанні гемодинамічних факторів. Зазвичай частота серцевих скорочень (ЧСС не перевищує 170–200 уд/хв).

Для тренованого спортсмена гранично можлива робота по потужності буде значно більше, ніж для нетренованої здорової людини. У зв'язку з цим і зміни діяльності всіх систем організму, що беруть участь у забезпеченні роботи, також будуть більше у тренованого.

## **Лабораторна робота № 5**

### Частина 1 Дослідження фізіологічних показників тренованості при виконанні стандартної роботи

*Мета роботи:* за функціональними зрушеннями у відповідь на стандартну роботу визначити ступінь тренованості піддослідних. Визначити різницю в досліджуваних показниках залежно від виду спорту і спортивного розряду.

*Матеріали та обладнання:* велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені у фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата, лінійки, олівці.

#### *Хід роботи*

З числа студентів призначають двох досліджуваних (бажано, щоб вони спеціалізувалися в різних видах

спорту). Сформовані групи студентів контролюють виконання тесту і працюють із секундомірами. У випробовуваних у стані відносного м'язового спокою реєструють ЧСС, АТ, ПТ, СОК, ХОК, ЧД, ЖЄЛ, МВЛ.

Піддослідним пропонується стандартна робота: 60 об/хв, потужність роботи 1 Вт на 1 кг ваги тіла, час роботи 15 хв. Наприкінці 15-хвилинної роботи реєструють ЧСС та АТ.

Відновлювальний період триває 5 хв і перераховані вище показники реєструються наприкінці кожної хвилини відновлення. Після закінчення обстеження першого випробуваного приступають до обстеження другого випробуваного.

Після завершення роботи вищевказані фізіологічні показники фіксуються в таблиці 5.1 протягом 5 хв відновного періоду.

Визначають абсолютну величину МСК з урахуванням ЧСС на 1 хв відновного періоду і ваги випробуваного за номограмою Астранда.

Розрахунок абсолютної МСК (л/хв) за номограмою необхідно Вт перевести в кгм/хв ( $200 \text{ Вт} \times 6 = 1200 \text{ кгм/хв}$ ).

Визначають відносну величину МПК шляхом ділення на вагу людини.

На основі отриманих даних за частотою серцевих скорочень, легеневої вентиляції та відносній МСК на кілограм ваги студенти роблять висновки.

Таблиця 5.1 - Фізіологічні показники роботи

Показники	Спокій	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						

ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

У висновках порівняти реакцію тренованого і менш тренованого організму у відповідь на стандартне навантаження. При обробці та описі отриманих експериментальних даних особливу увагу звернути на те, що, незважаючи на економічність окремих фізіологічних процесів і високу ефективність дихання та кровообігу, для виконання граничної роботи тренований організм спортсмена витрачає величезну енергію і розвиває значні зрушення в моторних і вегетативних функціях, абсолютно недоступних для непідготовленої людини.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які показники визначають стан тренованості?
2. Яка загальна закономірність функціонування тренованого організму в стані спокою?
3. Чи може частота серцевих скорочень у спокої служити показником тренованості?
4. Яку фізичну роботу можна вважати стандартною? Наведіть приклади.
5. Чи можна визначити ступінь тренованості спортсмена з реакції на стандартне навантаження?
6. З якою метою застосовуються граничні навантаження?



7. Як визначити, скільки часу може працювати спортсмен на рівні свого максимального споживання кисню?
8. Як змінюється легенева вентиляція при граничній роботі в процесі тренування?
9. Чому максимальне споживання кисню є інтегральним показником тренуваності?
10. Як впливає спортивна діяльність на аеробну продуктивність?

## Додаток 1

НАЛЕЖНІ ВЕЛИЧИНИ ДЕЯКИХ  
ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ У ЛЮДИНИ  
В СПОКОЇ І ПРИ ФІЗИЧНІЙ РОБОТІ

Систолічний об'єм (СО, ударний об'єм) - кількість (обсяг) крові, яка викидається кожним з шлуночків серця при одному скороченні.

У вертикальному положенні тіла в стані фізіологічного спокою у молодих чоловіків СО дорівнює 60-80 мл, в середньому – 70 мл. У жінок через менші розміри серця СО за всіх умов приблизно на 25% менше, ніж у чоловіків. У дітей і підлітків 7–18 років збільшення СО відбувається по мірі росту дитини (від 36 до 60 мл). У дівчаток максимальне збільшення припадає на період 12-14 років (+10 мл), у хлопчиків - на 13–16 років (+10,6 мл). Це пов'язано з дещо більш пізнім початком і закінченням пубертатного стрибка у хлопчиків і відповідною різницею в термінах остаточного структурного завершення розвитку елементів міокарда.

При інтенсивній м'язовій роботі у нетренованих чоловіків СО може збільшуватися в середньому до 130 мл, у спортсменів – до 160–180 мл (в окремих осіб – до 200 мл і більше). В юних спортсменів 15-18 років – від 100 до 125 мл (ВВасильєва, 1971; Калюжна, 1973).

Частота серцевих скорочень (ЧСС) – число скорочень серця (сistol шлуночків) за I хвилину.

В умовах спокою в положенні сидячи ЧСС у молодих нетренованих чоловіків дорівнює в середньому 70 уд/хв, у жінок – близько 75 уд./хв, у дітей шкільного віку – близько 80 уд / хв. У нормі коливання можуть бути від 60 до 90 уд/хв. У спортсменів з ростом тренуваності,

особливо при збільшенні такої якості, як витривалість, ЧСС спокою зменшується до 40–30 уд./хв і нижче (спортивна або фізіологічна брадикардія).

При аеробній роботі максимальної інтенсивності ЧСС досягає 170–210 уд./хв. У 25-річних чоловіків і жінок, наприклад, вона дорівнює, в середньому, 195, у підлітків і юнаків – в межах 196-202, у дівчаток у подібних умовах 203-208 уд./хв (Фарфель, 1960). Подальше збільшення ЧСС при фізичній роботі можливе, але недоцільне через зменшення хвилинного об'єму кровотоку.

Хвилинний об'єм кровотоку (ХОК, серцевий викид, СВ) - кількість (обсяг) крові, яка викидається кожним шлуночком серця за 1 хв.

В умовах спокою ХОК у залежності від розмірів тіла коливається у чоловіків в межах 4–6 л/хв, у жінок – 3–5 л/хв.

На даний час уже відомо, що збільшення серцевого викиду при фізичній нарузі відбувається головним чином, за рахунок більш повного спорожнення шлуночків, тобто за рахунок використання резидуального об'єму крові.

При дуже напруженій м'язовій роботі у нетренованих чоловіків ХОК може зростати до 20–24 л/хв, у спортсменів – до 35 л/хв і вище.

У жінок величини серцевого викиду за всіх умов, в середньому, на 25% нижче, ніж у чоловіків.

У дітей і підлітків у спокої ХОК – від 3 до 4,5 л/хв, при фізичному навантаженні може досягати у 15-річних спортсменів 9-10 л/хв (Васильєва, 1971; Калюжная, 1973 ).

Артеріальний тиск (АТ) – тиск, який чиниться кров'ю на стінки артерій.

В умовах спокою у чоловіків і жінок у віці від 20 до 30 років систолічний тиск (СТ) коливається від 100 до 130 мм рт.ст., діастолічний (ДТ) – від 60 до 90 мм рт.ст.,

пульсовий (ПД) - від 35 до 50 мм рт.ст. Середні величини АТ у цьому віці дорівнюють: систолічний - 120, діастолічний 60 мм рт.ст. З віком показники АТ закономірно зростають.

Для визначення їх середніх величин користуються формулами:

$$СТ = 102 + (0,6 \times В); ДТ = 63 + (0,4 \times В),$$

де В - вік у роках; СТ - систолічний тиск; ДТ - діастолічний тиск.

Під впливом тренування з переважною спрямованістю на витривалість АТ у спокої знижується, і його показники знаходяться зазвичай на нижній межі норми або дещо нижче (спортивна гіпотонія).

При важкій м'язовій роботі СТ зростає до 180-220 мм рт.ст. і вище, ДТ змінюється при роботі мало, але може зростати до 100-110 мм рт.ст., ПТ зростає до 80-130 мм рт.ст. і більше.

Дихальний об'єм (ДО) – кількість (обсяг) повітря, що вдихається або видихається за один дихальний рух.

У стані спокою у молодих чоловіків ДО, в середньому, дорівнює 500 мл і коливається від 300 до 800 мл.

З віком ДО збільшується. За даними різних авторів, у дітей 7 років ДО коливається в межах 163–240; 8 років - 170–285; 9 років – 230–319; 10 років – 230–556; 11–12 років – 254–466; 13–14 років – 300–560; 15–16 років – 344–600 мл (Колчинский, Мищенко, 1973; Шалкия, 1967).

При максимальній м'язовій роботі у нетренованих осіб ДО дорівнює, в середньому, 2400 мл, у спортсменів в залежності від величини ЖЄЛ він може досягати 4000 мл і більше.

У жінок величина ДО за всіх умов в середньому на 20-25% нижче, ніж у чоловіків.

Частота дихання (частота дихальних рухів, ЧД) – число вдихів або видихів, вироблених людиною за 1 хв.

У нетренованих чоловіків і жінок у віці 20–30 років ЧД коливається від 12 до 20 дихальних циклів у 1 хв, у середньому – 16 дихальних рухів на хвилину, але може бути і нижче.

У дітей ЧД виразно залежить від віку. ЧД у віці 7–11 років знижується від 23 до 19 циклів на хвилину (Шалкия, 1967).

Найбільша ЧД при максимальній роботі у молодих людей становить 40–60 циклів за хвилину, але короткочасно, і особливо при довільній гіпервентиляції, вона може досягати 70 дихальних рухів на хвилину і більше.

У жінок ЧД як у спокої, так і при фізичному навантаженні на 10–15% вище, ніж у чоловіків.

Легенева вентиляція (ЛВ), кількісним показником якої служить хвилинний обсяг дихання (ХОД) - кількість (обсяг) повітря, що пройшло між зовнішнім середовищем і легеньми за хвилину.

В умовах спокою ХОД варіює у різних людей у межах від 4 до 15 л/хв, у середньому – 6-8 л/хв. ХОД у дітей відрізняється меншою мірою від ХОД дорослого. Згідно одних авторів, ХОД у пубертатному віці перевищує ХОД у дорослих людей, згідно з іншими - ХОД такий же, як і у дорослих. Так, для хлопчиків 12 років одні автори наводять середні цифри МОД у межах 8–10 л/хв (Гельмрейх, 1928; Израельян, 1946), інші автори вказують на істотно менші цифри – 4,5 – 5,6 л/хв (Шалкия, 1957; Белоусова, Розина, 1964; Колчинская, 1973).

При граничній максимальній роботі у молодих чоловіків ЛВ зростає до 100–140 л/хв, у жінок – до 70–100 л/хв. У тренованих спортсменів-чоловіків МОД при роботі може досягати 150–200 л/хв і більше, у жінок – 90–130 л/хв і більше.

Споживання кисню ( $\text{CO}_2$ ) – кількість (обсяг) кисню, утилізоване (споживане) тканинами організму за одну хвилину.

У стані фізіологічного спокою, сидячи, споживання кисню у людини дорівнює, в середньому, 0,25-0,3 л/хв;  $\text{CO}_2$  у дітей від 7 до 17 років – 140–220 мл/хв (Шалкія, 1957).

Максимальне споживання кисню (МСК, абсолютне МСК) - максимальна кількість (обсяг) кисню, яке може утилізувати організм протягом однієї хвилини.

Максимальне споживання кисню у нетренованих чоловіків віком від 20 до 30 років становить у середньому, від 3 до 4 л/хв, у жінок – від 2 до 3 л/хв, або на 25-30% нижче, ніж у чоловіків. У дітей від 9 до 17 років – 1,5-3,7 л/хв. У високо тренованих спортсменів МСК досягає 5–6 л/хв і більше (В.І. Дубровський, 1999).

Відносне максимальне споживання кисню (МСК, мл  $\times$  хв/кг) – максимальна кількість кисню, яку може спожити організм людини в розрахунку на 1 кг його маси за одну хвилину. У нетренованих молодих чоловіків відносне МСК становить 40-60 мл  $\times$  хв/кг, у жінок - 30–40 мл  $\times$  хв/кг, або на 15-20% менше, ніж у чоловіків. У спортсменів відносне МПК може досягати 80–90 мл  $\times$  хв/кг і вище.

Кисневий борг (КБ) - кількість кисню, яка потрібна для окислення продуктів обміну, що утворилися при фізичній роботі, тобто об'єм кисню, який людина повинна спожити після закінчення роботи понад рівень спокою, для

того, щоб окислити або відновити продукти анаеробного розпаду, що накопичилися в тканинах і крові.

Максимальний кисневий борг у молодих осіб, які не займаються спортом, дорівнює 4–7 л, у високотренованих спортсменів він досягає 20–24 л і більше. Оскільки зростаючий організм має більш обмежену здатність працювати в «борг», величина КБ як в абсолютних цифрах, так і на 1 кг ваги тіла у дітей та підлітків значно менше, ніж у дорослих.

Дихальний коефіцієнт (ДК) – співвідношення виділеного при диханні вуглекислого газу до поглинання кисню.

Величина дихального коефіцієнта визначається складом речовин, що окислюються в організмі. Найбільш низький він при окисленні білків і досягає одиниці при окисленні вуглеводів. При змішаному харчуванні коливається, як правило, в межах від 0,75 до 0,95.

Артеріовенозна різниця крові по кисню (АВР O<sub>2</sub>) – різниця у вмісті кисню в артеріальній і венозній крові в мл O<sub>2</sub>, в 100 мл крові.

У стані спокою АВР O<sub>2</sub> дорівнює 4–6 мл O<sub>2</sub>/100 мл крові, у дітей АВР O<sub>2</sub>/100 мл крові дещо нижче, ніж у дорослих приблизно на 1–1,5 O<sub>2</sub>/100 мл крові (Колчинський, 1973).

При інтенсивній м'язовій роботі в результаті більш інтенсивного поглинання кисню тканинами і падіння його вмісту у венозній крові, а також збільшення кисневої ємності крові, цей показник може збільшуватися до 14–16 мл O<sub>2</sub>/100 мл крові і більше, у дітей до 8–10 мл O<sub>2</sub>/100 мл крові.

Киснева ємність крові (КЄК) – кількість (обсяг) кисню, що може зв'язати 100 мл крові.

Киснева ємність крові, в основному, залежить від вмісту гемоглобіну у крові і дорівнює в спокої у чоловіків, у середньому, 19–20 мл  $O_2$ /100 мл, у жінок – 17–19 мл/100 мл крові. Дані про вміст гемоглобіну і кількості еритроцитів у різні вікові періоди дозволяють говорити про те, що КЕК у період статевого дозрівання досягає тільки нижніх меж норми дорослих людей (Міщенко, 1969; Колчинський, 1973).

При інтенсивній фізичній роботі КЕК може зростати до 21–22 мл/100 мл крові і більше.

Показники виконаної роботи при навантажувальних тестах можуть бути виражені в різних одиницях виміру (Вт, кгм/хв та ін.). У закордонній літературі оцінка навантажень у фізичних тестах замість кілограмметрів за 1 хв (кгм/хв) проводиться в кілопондометрах за 1 хв (КПМ/хв). Під кілопондометром мається на увазі сила, що діє на масу в 1 кг при нормальному прискоренні сили тяжіння. У звичайних умовах 1 кгм відповідає 1 КПМ.



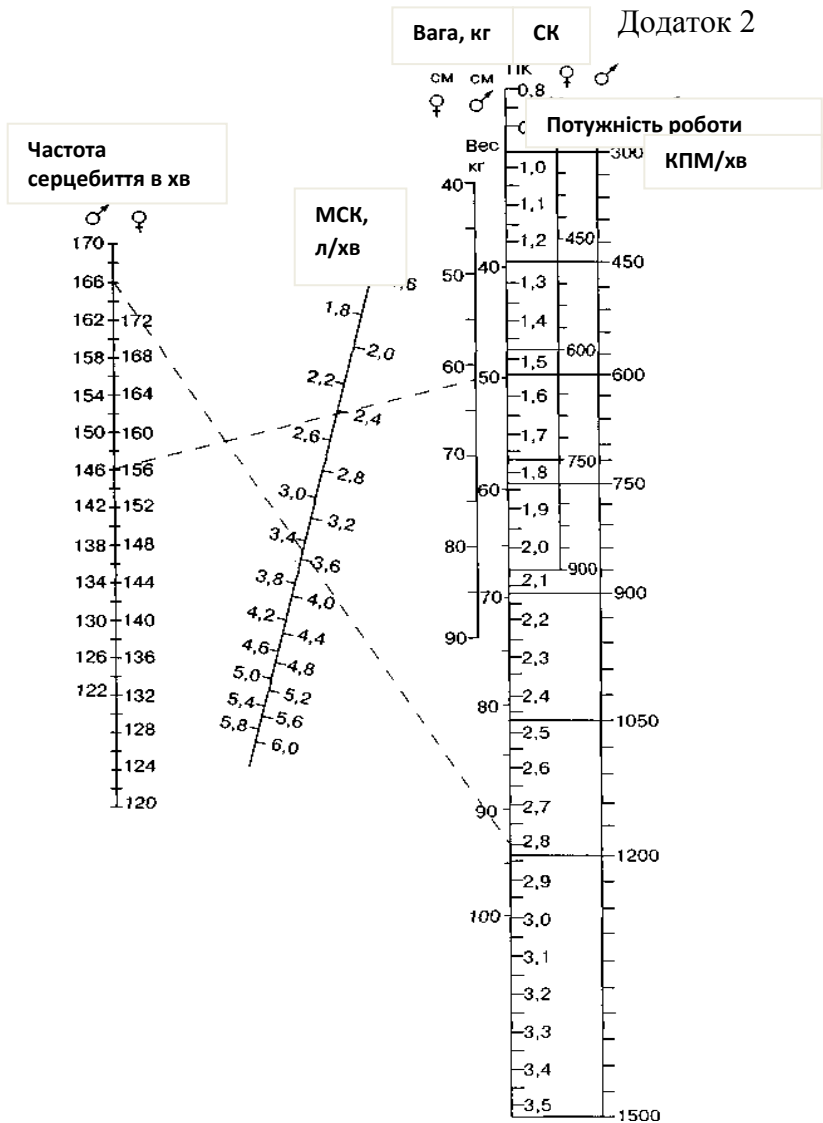


Рисунок 1 - Номограма Астранда для обчислення максимального споживання кисню (аеробної продуктивності) по частоті серцебиття при стандартному навантаженні

### Список використаної літератури

1. Бондаренко А.Е. Физиология спорта. Практическое пособие для выполнения лабораторных работ / А.Е. Бондаренко, Т.А. Ворочай, В.В. Солошик. Гомель. УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2010. – 86 с.
2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. [Текст]: пособие / З.Б. Белоцерковский – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
3. Гендельсман, А.Б. Физиологические основы методики спортивной тренировки [Текст]: пособие / А.Б. Гендельсман, К.М. Смирнов. – М.: Физкультура и спорт, 1970.
4. Прокофьева, В.Н. Практикум по физиологии физического воспитания и спорта [Текст]: учебное пособие / В.Н. Прокофьева – Ростов н /Д: Феникс, 2008. -190 с.
5. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека [Текст]: учебное пособие для вузов физической культуры / Под общей редакц. А.С. Солодкова. – СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. - М.: Советский спорт, 2006. -192 с.; ил.
6. Семкин, А.А. Физиологическая характеристика различных по структуре движения видов спорта (механизмы адаптации) [Текст]: научное издание / А.А. Семкин - Минск: «Полымя», 1992.- 190 с.
7. Солодков, А.С., Сологуб, Е.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная [Текст]: учебник, - М.: Терра-спорт, Олимпия-Пресс, 2001.
8. Спортивная физиология: [Текст]: учебник для ин-тов физ. культуры/ под общей редакцией Я.М. Коца – М.: Физкультура и спорт, 1986.- 240 с.
9. Уилмор, Д.Х., Костилл, Д.Л. Физиология спорта [Текст]: - Киев: Олимпийская литература, 2001.
10. Физиология человека: учебник / под общей редакцией Н.В. Зимкина. [Текст]: – М.: Физкультура и спорт, 1975.
11. Фомин, Н.А. Возрастные основы физического воспитания / Н.А. Фомин, В.П. Фимин. [Текст] – М.: Физкультура и спорт, 1972.