

**СПОРТИВНА МОРФОЛОГІЯ**  
*та*  
**ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ**  
*і*  
**ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ**

*У запитаннях та відповідях*



Львівський державний університет фізичної культури  
Кафедра анатомії та фізіології

**СПОРТИВНА МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ  
СПОРТУ І ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ**

*У запитаннях та відповідях*

Львів  
СПОЛОМ  
2013

ББК 75.0

С 73

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри анатомії та фізіології ЛДУФК 14 січня 2013 р., протокол № 7.

**Рецензенти:**

**Трач В.М.**, професор, канд. біол. наук, завідувач кафедри біохімії та гігієни Львівського державного університету фізичної культури.

**Манько В.В.**, професор, доктор біол. наук, завідувач кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка.

**Спортивна морфологія та фізіологія спорту і фізичного виховання у запитаннях та відповідях (ілюстрований навчальний посібник) /** Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І., Гриньків М.Я., Коритко З.І., Кулітка Е.Ф., Кудериб Т.М. – Л. : Сполом, 2013. – 104 с.

Навчальний посібник містить інформацію з питань дисциплін "Спортивна морфологія", "Фізіологія спорту" та "Фізіологія фізичного виховання", які включені у програму державного іспиту з медико-біологічних основ фізичного виховання і спорту. Він покликаний полегшити повторення навчального матеріалу перед іспитом. Призначений для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" факультету фізичного виховання факультету спорту, а також факультету підвищення кваліфікації, перепідготовки, післядипломної та заочної освіти

## Зміст

<i>Спортивна морфологія</i>	7
1. Методи антропометричних досліджень, які застосовуються у процесі фізичного виховання та у спортивній практиці	7
2. Фізичний розвиток людини, його показники та методи оцінювання	9
3. Методи визначення ваги основних компонентів тіла людини	12
4. Методи оцінювання стану склепінь стопи	15
5. Постава і методи її оцінювання	18
6. Анатомічні особливості скелету і скелетних м'язів дітей і підлітків	21
7. Анатомічні особливості скелету і скелетних м'язів людей літнього віку	23
<i>Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту</i>	25
✓ (1.) Фізіологічні механізми виникнення передстартових реакцій, їхні різновиди	25
✓ (2.) Фізіологічна характеристика розминання	27
✓ (3.) Фізіологічна характеристика змін у системах організму при впрацюванні	28
✓ (4.) Стійкий стан, його види	31
✓ (5.) Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні максимальної потужності	33
6. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні субмаксимальної потужності	36
7. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні великої потужності	38



8.	Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні помірної потужності .....	39
✓ (9.)	Аеробні та анаеробні можливості організму та методи їх оцінювання .....	40
✓ (10.)	Фізіологічна характеристика втоми. Фази розвитку та теорії втоми .....	44
✓ (11.)	Фізіологічна характеристика відновлення, фази відновлення .....	46
✓ (12.)	Класифікація засобів відновлення фізичної працездатності .....	49
✓ (13.)	Фізіологічна характеристика особливостей впливу статичних зусиль на організм .....	52
✓ (14.)	Фізіологічні механізми формування рухової навички .....	54
✓ (15.)	Стадії утворення та компоненти рухової навички .....	56
16.	Фізіологічні основи тренування жінок з врахуванням особливостей гормональної регуляції функцій організму .....	59
17.	Максимальне споживання кисню (МСК). Фактори, які визначають та лімітують МСК .....	61
✓ (18.)	Загальна фізична працездатність та методи її визначення .....	63
✓ (19.)	Фізіологічна характеристика прояву та розвитку витривалості .....	64
✓ (20.)	Фізіологічна характеристика прояву та розвитку швидкості .....	66
✓ (21.)	Фізіологічна характеристика прояву та розвитку сили .....	67
22.	Фізіологічні механізми впливу підвищеної температури та вологості повітря на рівень фізичної працездатності .....	69

23.	Вплив фізичних навантажень на показники серцево-судинної системи. Ознаки втоми .....	71
24.	Вплив фізичних навантажень на показники дихальної системи. Ознаки втоми .....	73
25.	Вплив фізичних навантажень на показники нервово-м'язового апарату. Ознаки втоми .....	75
26.	Фізіологічні механізми змін фізичної працездатності в умовах середньогір'я .....	76
27.	Фізіологічні механізми адаптації організму до умов середньогір'я та високогір'я .....	77
28.	Фізіологічні особливості функціонування серцево-судинної системи дітей та підлітків .....	79
29.	Фізіологічні особливості функціонування дихальної системи дітей та підлітків .....	80
30.	Гетерохронність (неодночасність) розвитку рухових якостей у дітей та підлітків. Сенситивні періоди їх розвитку .....	83
31.	Фізіологічні особливості функціонування серцево-судинної і дихальної системи осіб старших вікових груп .....	85
32.	Вікові особливості процесів впрацювання, втоми та відновлення у дітей та підлітків .....	87
33.	Фізіологічні особливості функціонування систем організму осіб старших вікових груп та їх роль у визначенні характеру та потужності фізичних навантажень .....	88
34.	Основні фізіологічні методи дослідження серцево-судинної системи осіб, що займаються фізичною культурою .....	90
35.	Основні фізіологічні методи дослідження дихальної системи, осіб що займаються фізичною культурою ....	92

36. Основні фізіологічні методи дослідження нервової та м'язової системи, осіб що займаються фізичною культурою .....	93
37. Вплив гіподинамії на стан фізіологічних систем організму. Роль занять фізичної культури у профілактиці розвитку гіподинамії .....	96
Література .....	99
Додатки .....	100

## СПОРТИВНА МОРФОЛОГІЯ

### 1. Методи антропометричних досліджень, які застосовуються у процесі фізичного виховання та у спортивній практиці

Основним методом спортивної морфології, який використовують для обстеження осіб, що займаються фізичною культурою чи спортом, є *антропометрія* або антропометричний метод.

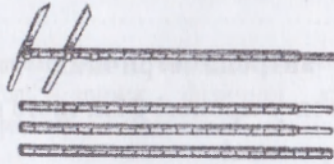
Антропометричний метод – це метод вивчення людини, в основі якого лежить вимірювання морфологічних та функціональних параметрів її тіла, зокрема, розмірів тіла.

Антропометрія тісно пов'язана і часто поєднується із *соматоскопією* – оглядом тіла, коли описують або оцінюють в балах ознаки, які не піддаються вимірюванню.

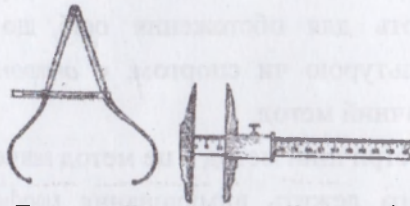
За даними антропометрії можна розрахувати склад тіла людини, визначити тип пропорцій та конституції, оцінити поставу людини, рівень її фізичного розвитку.

Антропометричним методом можна виміряти розміри тіла: *шотальні* (це розміри цілого тіла, зокрема, вага, зріст, обвід грудної клітки та її екскурсія) та *парціальні* (це розміри окремих частин тіла – тулуба, рук, ніг та їх сегментів). Розміри поділяють також на поздовжні, поперечні або діаметри та обводи. Для їх вимірювання використовують такі інструменти (рис. 1):

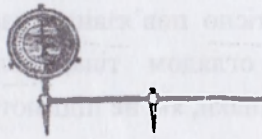




Металевий штанговий антропометр Мартіна



Товщинний та ковзаючий циркуль



Гоніометр

Рис. 1. Антропометричний інструментарій

- дерев'яний ростомір і металевий штанговий антропометр системи Мартіна, за допомогою яких вимірюють повздовжні розміри тіла;
- товщинний циркуль, за допомогою якого вимірюють поперчні розміри (діаметри) тіла;
- антропометрична рулетка або сантиметрова стрічка для вимірювання обводних розмірів тіла;



- медична вага;
- каліпер або ковзаючий циркуль для вимірювання товщини шкірно-жирових складок;
- гоніометри для визначення рухомості в суглобах та деякі інші.

Всі вимірювання проводять у точно визначених ділянках тіла – *антропометричних точках*.

На основі антропометричних вимірювань складають антропометричну картку. Антропометричні обстеження спортсменів рекомендують проводити один раз у півроку.

## 2. Фізичний розвиток людини, його показники та методи оцінювання

**Фізичний розвиток** – комплекс морфологічних і функціональних показників організму, який визначає фізичну працездатність людини і рівень її біологічного віку на момент обстеження. На фізичний розвиток впливають ендогенні та екзогенні фактори. До ендогенних факторів відносяться спадковість і особливості постнатального розвитку людини, зокрема, перенесені протягом життя захворювання. До екзогенних факторів відносяться заняття фізкультурою та спортом, характер харчування, екологічні умови, умови побуту і праці.

Більшість дослідників оцінюють фізичний розвиток, опираючись на три легкодоступні для вивчення ознаки: довжину тіла, вагу тіла та об'єм грудної клітки.

Однак для більш точної характеристики фізичного розвитку особи варто визначати не стільки її вагу, як склад тіла та питому вагу тіла (його густину). Бажано враховувати і функціональні особливості організму: ЖЄЛ, силу м'язів, тощо.

Існує декілька методів оцінювання фізичного розвитку (рис. 2):

1. метод стандартів;
2. метод індексів;
3. метод кореляції.

Метод стандартів полягає у порівнянні показників фізичного розвитку обстежуваної особи із стандартами – таблицями усереднених показників фізичного розвитку, складених в результаті обстеження великої кількості людей. Цей метод використовується для обстеження великої кількості людей у стислі терміни, наприклад, учнів школи.

Метод індексів полягає у розрахунку співвідношення двох або більше показників фізичного розвитку, при чому використовується більша кількість морфологічних, а також функціональні показники. Індекси, які при цьому визначають, доступні та інформативні. Отримані величини індексів порівнюють з нормою. Найчастіше застосовують такі індекси: ваго-ростові індекси (найсучасніший – індекс маси тіла Каупа, індекс Кетле та індекс Брока); грудно-ростовий індекс; життєвий індекс; силовий індекс; індекс розвитку мускулатури; плечовий індекс.

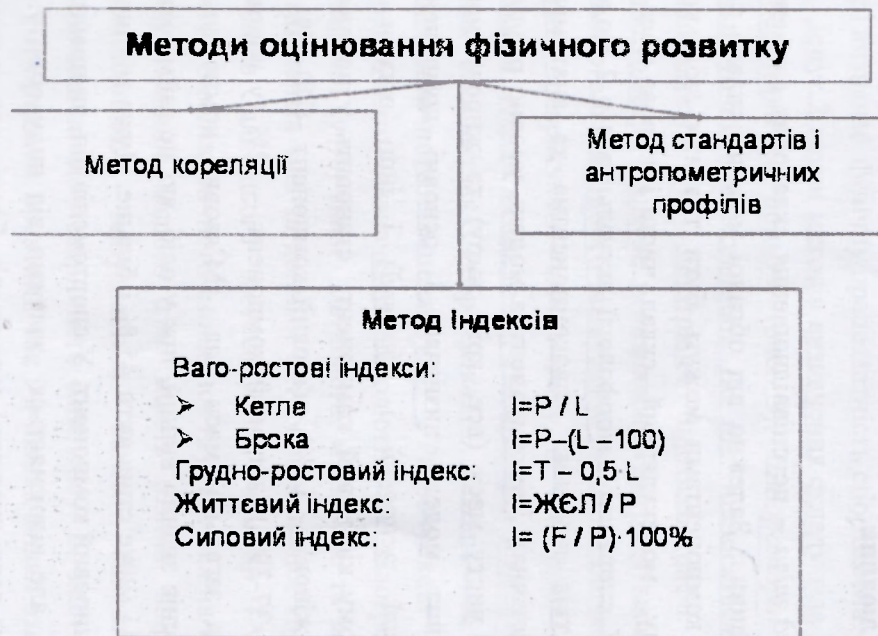


Рис. 2. Методи оцінювання фізичного розвитку

Метод *кореляції* полягає у визначенні взаємозв'язку між різними показниками фізичного розвитку людини або між ними та її результативністю у спорті.

### **3. Методи визначення ваги основних компонентів тіла людини.**

*Склад тіла* – це співвідношення складових елементів тіла людини. Залежно від обраної моделі складу тіла такими компонентами можуть бути тканини людського організму, молекулярний склад, чиста і жирова маса та інші. У спортивній морфології актуальними є 2 моделі складу тіла людини: двокомпонентна та анатомічна (морфологічна). Двокомпонентна модель умовно розділяє тіло на чисту масу (всє, крім жиру) та жирову масу. Анатомічна модель визначає 3 основні компоненти (кістковий, жировий і м'язовий) і інші органи. В середньому кістковий компонент становить у чоловіків 18% (у жінок – 16%), м'язовий компонент – 40-42% (у жінок – 37-39%), жировий компонент – 12% (у жінок – 18%) від загальної маси тіла. М'язовий компонент у спортсменів значно вищий, ніж у осіб, які не займаються спортом і може становити 45 % і більше. Дуже мінливий також жировий компонент. У спортсменів він, як правило, менший, але відрізняється залежно від виду спорту. У бігунів на довгі дистанції, у гімнастів, борців, культуристів можуть бути найнижчі його значення – 5%. У спортсменів



водних видів спорту він трохи вищий – до 12-14%, у жінок-спортсменок – вищий, ніж у спортсменів-чоловіків.

Склад тіла дає більш точну інформацію про фізичний розвиток і фізичні можливості людини, ніж зріст і вага. Склад тіла змінюється в процесі тренування і в значній мірі визначає фізичну працездатність спортсмена.

Існує 2 групи методів визначення складу тіла людини: лабораторні та польові (рис. 3). Лабораторні методи більш точні, але складніші. До них відносяться методи денситометрії та повітряної плетизмографії. Метод денситометрії полягає у визначенні питомої ваги тіла за допомогою підводного зважування. За питомою вагою тіла можна розрахувати вміст жиру в організмі людини. Польові методи менш точні, але простіші у виконанні. До них відносяться розрахункові методи та метод біоелектричного імпедансу. Розрахункові методи передбачають визначення абсолютної (в кілограмах) та відносної (у %) маси кісткового, м'язового та жирового компонентів тіла за даними антропометричної картки. Як правило, для цього застосовують формули І.Матейки. Метод біоелектричного імпедансу ґрунтується на тому, що різні тканини нашого тіла мають різний опір. Зараз промисловістю випускається багато апаратів для вимірювання біоелектричного імпедансу. Їх застосовують як у спортивній практиці, так і в різних видах оздоровчої фізичної культури.



## Склад тіла і методи його визначення

Компоненти складу тіла	Відносна маса, %		
	у чоловіків	у жінок	у спортсменів
Кістковий	18	16	
М'язовий	42	36	45 і більше
Жировий	12	18	7-12

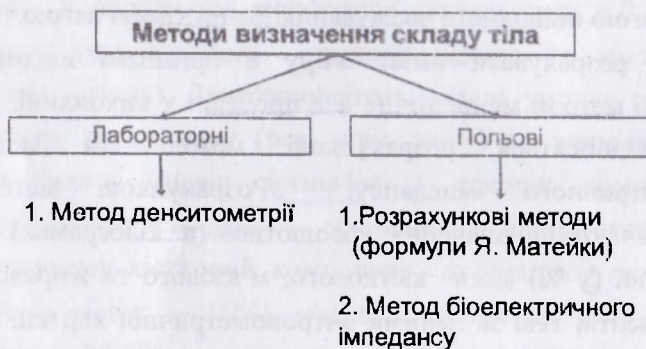


Рис. 3. Методи визначення складу тіла людини

#### 4. Методи оцінювання стану склепінь стопи

Стопа є частиною тіла людини, що виконує опорну, ресорну та локомоторну функції. Ресорна функція стопи пов'язана з наявністю в ній склепінь – повздовжнього та поперечного. Повздовжнє склепіння має дві частини: присередню та бічну. Присередня частина утворює а такими кістками: п'ятковою, надп'ятковою, човноподібною, трьома клиноподібними і трьома першими плесневими кістками. Висота цієї частини склепіння в нормі – 5-7 см. Вона відіграє основне значення у ресорній функції стопи. Бічна частина повздовжнього склепіння утворена п'ятковою, кубоподібною та 4-ою і 5-ою плесневими кістками. Висота цієї частини склепіння в нормі 2-3 см і вона виконує, в основному опорну роль.

Склепіння стопи підтримуються їх зтяжками. Активні зтяжки склепінь – це м'язи підошви стопи, а пасивні – її зв'язки. При ослаблених зтяжках склепінь і при значних навантаженнях на стопу висота склепінь знижується і розвивається плоскостопість. Для профілактики плоскостопості, зокрема у дітей, треба розвивати м'язи підошви стопи, особливо згиначі пальців, а також згиначі стопи. Для цього корисними є заняття гімнастикою і плаванням. У плавців і у гімнастів плоскостопість практично не зустрічається. У гімнастів часто буває високе склепіння стопи. В той же час у важкоатлетів часто розвивається плоскостопість. Доволі значний процент

плоскостопості зафіксований також у велосипедистів і у фехтувальників.

До основних методів визначення форми склепінь, стопи належать наступні (рис. 3):

- візуальний;
- вимірювальні: подометрія і плантографія;
- рентгенологічний.

Візуальний метод полягає в огляді стопи піддослідного, коли він стоїть на твердій опорній поверхні. В цьому випадку огляду підлягає стопа з її медіальної (присередньої) сторони. В другому випадку стопа оглядається з підошовної сторони, коли обстежувана людина стоїть колінами на стільці.

В основі методу подометрії є вимірювання висоти присередньої частини поздовжнього склепіння стопи за допомогою спеціального приладу – стопометра.

Метод плантографії полягає у отриманні зафарбованого відбитка підошви стопи (плантограми) і подальшому його аналізі за індексами Штріттера або Чижина. Методом плантографії можна оцінити форму склепіння як високе склепіння, підвищене склепіння, нормальне склепіння або плескате склепіння (тобто, плоскостопість). Методи подометрії та плантографії більш точні, ніж візуальний метод, і їх можна використовувати в науковій роботі.

## Скеліття стопи і методи оцінювання його стану

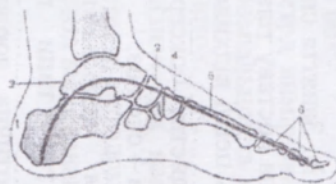
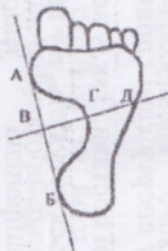


Схема поздовжнього скеліття стопи



Плантаграма

### Методи

#### оцінювання стану скеліття

1. Візуальний метод
2. Рентгенологічний метод
3. Метод подометрії
4. Метод плантографії

$$\text{Індекс Чижина} = \text{ГД} / \text{ВГ}$$

$$\text{Індекс Шпріттера} = (\text{ГД} / \text{ВД}) \cdot 100\%$$

Рис. 4. Методи оцінювання стану скеліття стопи



## 5. Постава і методи її оцінювання

Під *поставою* розуміють спосіб невимушено тримати своє тіло. Постава визначають форма спини, грудей, живота, симетричність правої та лівої частин тіла. Постава залежить:

- від будови скелету (вираженості вигинів хребта, форми грудної клітки, кута нахилу тазу);
- від розвитку окремих груп м'язів, зокрема м'язів тулуба, які підтримують вигини хребта, форму живота, положення плечового поясу;
- від симетричності розвитку м'язів правої та лівої половин тіла;
- до певної міри від стану нервової системи.

Постава не тільки має естетичне значення, а й впливає на функціонування внутрішніх органів. Заняття спортом з дитячого віку позитивно впливають на поставу тіла. Однак деякі види спорту самі спричиняють певні відхилення від нормальної постави. Так, у велосипедистів і боксерів часто зустрічається сутулість, а у тенісистів – сколіоз.

Найпоширеніша *класифікація постави* за Л.П.Ніколаєвим. Автор виділяє такі типи постави: правильна, випрямлена, сутула, кіфотична, лордотична і сколіотична.

*Правильна постава* характеризується:

- прямим положенням голови, піднятою і випуклою грудною кліткою, злегка втягнутим животом;



- симетричним розміщенням плечей (симетрично розміщенні акроміальні точки, симетричні шийно-плечові лінії, кути лопаток);
- симетричним розміщенням клубових гребенів і трикутників галії;
- помірними вигинами хребта (лордозами і кіфозами) та відсутністю сколіозів;

При *випрямленій* поставі недостатній розвиток вигинів хребта. При *сутулості* збільшений грудний кіфоз. При *лордотичній* поставі сильно виражений поперековий лордоз. При *кіфотичній* поставі сильно виражений грудний кіфоз.

Є такі *методи оцінювання* постави (рис. 4):

1. Візуальний метод. Полягає в огляді обстежуваного зі спини і з боку.

2. Метод вимірювання висоти над підлогою правої та лівої акроміальної та клубово-гребеневих точок і нижніх кутів лопаток.

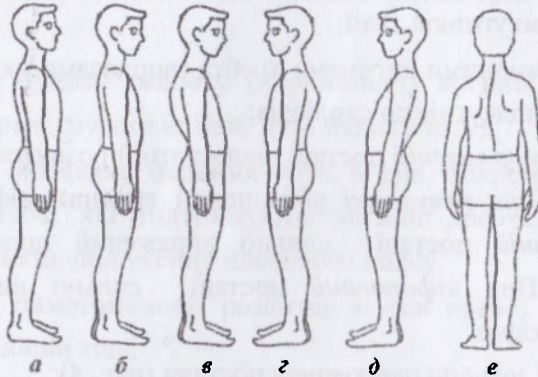
3. Визначення наявності сколіозу та його характер пальпаторним методом та методом функціональних проб.

4. Метод вимірювання ромбу Мошкова – для виявлення сколіозу.

5. Метод визначення плечового показника для виявлення сутулості.

Дані, що отримані при застосуванні цих методик дають можливість дати оцінку постави тіла.

## Постава тіла і методи її оцінювання



### Типи постави:

правильна (а), випрямлена (б), сутула (г),  
кіфотична (в), лордотична (д), сколіотична (е)

### Методи оцінювання постави:

1. Візуальний метод;
2. Пальпаторний метод;
3. Метод функціональних проб;
4. Визначення висоти розміщення акроміальних точок, клубово-гребеневих точок, нижніх кутів лопаток;
5. Вимірювання ромба Мошкова;
6. Визначення плечового показника.

Рис. 5. Методи оцінювання постави тіла

## 6. Анатомічні особливості скелету і скелетних м'язів дітей і підлітків

Скелет дітей та підлітків характеризується такими особливостями:

У складі кісткової тканини дітей процентний вміст органічних речовин більший, а неорганічних – менший, ніж у дорослих. Тому кістки дітей більш пластичні та пружні, більш податливі. Вони легко викривляються при тривалих однобічних навантаженнях. У кістках дітей багато хрящових ділянок, за рахунок яких відбувається ріст кістки. У період росту можуть формуватись різні відхилення від нормальної форми кістки, може виникати затримка її росту.

Тому при роботі з дітьми треба обов'язково враховувати терміни найбільш інтенсивного росту, розвитку і остаточного окостеніння різних відділів скелету. Треба пам'ятати, що більшість кісток повністю осифікуються і завершують свій ріст після завершення статевого дозрівання. Вигини хребта, лордоза і кіфоза формуються протягом першого року життя, але фіксуються значно пізніше: у шийному та грудному відділах – в 6-7 років, у поперековому – в 12 років. У зв'язку з цим в молодшому і середньому шкільному віці велика імовірність розвитку сколіозу та сутулості.

Велике значення, особливо для дівчат, мають терміни окостеніння кісток тазу. Повне окостеніння і зростання

тазових кісток відбувається у віці 18-20 років, в крижової кістки – у період з 17 до 25 років.

В цілому для скелету дітей і підлітків корисні рухливі ігри, заняття плаванням, оздоровчі і корегуючі види гімнастики. Небажані однобічні статичні навантаження.

*Скелетні м'язи дітей* відрізняються від м'язів дорослих за будовою, розмірами, масою і силою. М'язи дитини містять більше сполучної тканини з еластичними волокнами. Їх сухожилки коротші і ширші. У м'язових волокнах менше м'язового білка міоглобіну, менше міофібрил, більший процентний вміст саркоплазми. Рухові нервові закінчення примітивні. У віці 8 років м'язи становлять лише 27% від загальної маси тіла, у 12 років – 29%, у 15 років – 33%.

Структурне формування м'язів проходить у віці 11-14 років, однак об'єм і сила м'язів в цьому віці ще значно менші, ніж у дорослих. Кількість м'язових волокон з віком не збільшується. Збільшення діаметру м'язових волокон, а відповідно об'єму, маси і сили м'язів відбувається з віком нерівномірно:

- до пубертатного періоду - поступово;
- у пубертатному віці, і особливо наприкінці статевого дозрівання - стрибкоподібно.

Вважають, що цей стрибкоподібний ріст відбувається під впливом різкого збільшення продукції тестостерону у цей час. Цим і пояснюють різний розвиток м'язів у хлопців і у дівчат.



## 7. Анатомічні особливості скелету і скелетних м'язів людей літнього віку

До літнього віку відносяться чоловіки від 61 до 74 років і жінки від 56 до 74 років. У літньому віці відбуваються зміни в кістковій системі. Процеси руйнування кісткової тканини переважають над процесами утворення нової. Потоншується компактна і балки губчастої речовини кістки, зменшується кількість кісткових пластинок, зменшується питома вага кістки. Це явище називається *остеопорозом* і особливо виражене воно у жінок. Остеопороз супроводжується деформацією кістки. У складі кісток зменшується процентний вміст органічних речовин і переважають мінеральні солі. В результаті цих двох явищ кістка стає більш крихкою, ламкою. Особливо помітні зміни відбуваються у хребтовому стовпі і в суглобах.

У *хребті* зменшується висота тіл хребців, відбувається кальцифікація міжхребцевих дисків та передньої поздовжньої зв'язки, формується старечий кіфоз грудного відділу хребта. В результаті цих структурних змін зменшується рухливість хребта і погіршується постава.

У *суглобах* відбувається зменшення висоти суглобової щілини і зменшення кількості синовії, кальцифікація суглобових хрящів і втрата їх пружних властивостей, кальцифікація зв'язок і втрата їх еластичності, деформація суглобових поверхонь, поява на них виростів – остеофітів. В результаті зменшується амплітуда рухів у суглобах.



У скелетних м'язах зменшується довжина м'язових волокон, зменшується діаметр м'язових волокон, а також відбувається поступова часткова атрофія м'язових волокон, особливо у м'язах, які мало працюють. М'язова тканина замінюється сполучною і жировою. Зменшується фізіологічний поперечник, а отже і сила м'язів.

Як у кістковій, так і у м'язовій системі перераховані зміни настають швидше і виражені більше у людей, які ведуть малорухливий спосіб життя. Правильно підібрані фізичні навантаження можуть значно віддалити їх у часі і зменшити їх прояви.

## ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

### 1. Фізіологічні механізми вивикнення передстартових реакцій, їхні різновиди

*Передстартовим станом* називають посилення ряду фізіологічних функцій перед стартом, тобто до початку фізичної роботи, не зважаючи на те, що організм у цей час знаходиться у стані спокою. Суб'єктивно цей стан сприймається спортсменом як відчуття хвилювання перед стартом. Передстартові реакції виникають за кілька годин і навіть діб до початку змагань. Для них характерно: посилення легеневої вентиляції і газообміну, підвищення артеріального тиску і частоти серцевих скорочень, температури тіла, змінюється функціональний стан рухового апарату.

В основі фізіологічних механізмів передстартових реакцій лежать умовні рефлекси, які можуть бути специфічні і неспецифічні. Перші обумовлені особливостями м'язової роботи. Чим більша потужність роботи, тим більше виражені передстартові реакції. Другі обумовлені не характером роботи, що буде виконуватися, а значимістю даного змагання для спортсмена. На прояв передстартових реакцій впливають і рівень підготовленості, і тип нервової системи.

Види передстартових реакцій:

1) *бойова готовність* – спостерігаються оптимальні зміни в функціональному стані ЦНС, підвищення

збудливості та лабільності рухового апарату, посилення діяльності органів дихання та кровообігу, обмін речовин і температура тіла помірно зростають. ЧСС збільшується, зростає легенева вентиляція і поглинання кисню. Ці зміни забезпечують покращення працездатності організму.

2) *передстартова лихоманка* – переважають процеси збудження в ЦНС, різко посилюється газообмін, підвищена ЧСС, температура тіла, що призводить до тактичних помилок і погіршення результату;

3) *передстартова апатія* – переважають процеси гальмування в ЦНС. Соматичні та вегетативні реакції виражені слабо. Такий стан виникає при недостатній натренованості, що негативно впливає на результат.

До *способів регуляції* передстартових станів можна віднести: вміння керувати емоціями, правильна організація відпочинку, розминання, масаж, водні процедури, словесний вплив на другу сигнальну систему, аутотренінг, повторні глибокі дихальні рухи.

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

## 2. Фізіологічна характеристика розминання

*Розминання* – це комплекс вправ, які виконуються перед змаганнями або основною частиною тренування. Розминання сприяє оптимізації передстартового стану, забезпечує прискорення процесів впрацювання, підвищує працездатність. Розминання буває загальне та спеціальне.

*Загальне розминання* – це вправи, які підвищують збудливість ЦНС, температуру тіла, посилюють функції киснево-транспортної системи, обміну речовин.

*Спеціальне розминання* – підвищує працездатність тих ланок рухового апарату, тих м'язів, які будуть задіяні при виконанні основних вправ. Вправи, що використовуються у цій частині, визначаються спеціалізацією спортсмена і призначені для налагодження координації рухових і вегетативних функцій ЦНС.

Особливо позитивний вплив розминання перед швидко-силовими вправами невеликої тривалості.

*Фізіологічний механізм розминання:*

1) підвищує збудливість сенсорних та моторних нервових центрів кори великих півкуль, вегетативних нервових центрів, посилює діяльність залоз внутрішньої секреції;

2) посилює діяльність киснево-транспортної системи, підвищує легеневу вентиляцію, ЧСС і серцевий викид, артеріальний тиск, сприяє збільшенню кровонаповнення капілярів у легенях, серці, скелетних м'язах;



3) посилює шкірний кровотік і потовиділення, чим запобігає перегріву тіла;

4) підвищує температуру тіла і робочих м'язів, зменшує в'язкість м'язів, підвищує швидкість їх скорочення та розслаблення.

Слідові процеси у ЦНС і інших системах організму зберігаються певний час після завершення розминання. Оптимальні величини тривалості розминки і тривалості інтервалу між її закінченням і початком роботи визначається видом спортивної діяльності, натренованістю спортсмена і іншими факторами. Середня тривалість розминки повинна становити 10–20 хв. Оптимальна величина інтервалу між розминанням і початком основної роботи становить 3–5 хв.

### **3. Фізіологічна характеристика змін у системах організму при впрацьовуванні**

*Впрацьовування* – поступове підвищення працездатності організму при роботі. При впрацьовуванні відбуваються зміни функціонального стану багатьох нервових центрів. Причому в центрах деяких вегетативних і соматичних функцій виникає гальмування по механізму негативної індукції у зв'язку із сильним збудженням рухових центрів. Гальмівна фаза змінюється збудженням, що забезпечує підвищення працездатності. Підвищення працездатності організму у процесі впрацьовування

пов'язане із змінами у функціонуванні ряду систем організму:

- налагоджування функціонування нервових і нейрогуморальних механізмів управління руховою діяльністю і роботою вегетативних систем.
- поступове формування необхідного стереотипу рухів (встановлення характеру, форми, амплітуди, швидкості, сили, ритму).
- досягнення необхідного рівня функціонування вегетативних систем організму, що забезпечують м'язову діяльність.

Для впрацювання характерні такі особливості:

- існує пряма залежність між інтенсивністю виконуваної роботи і швидкістю змін фізіологічних функцій;
- чим вищий рівень натренованості, тим швидше настає впрацювання;
- спостерігається відносна сповільненість в посиленні вегетативних процесів;
- гетерохронність (різні системи організму виходять на робочий рівень неодночасно).

Руховий апарат впрацюється швидше, ніж висхідні системи. Зокрема, ЧСС, СО, АТ зростає вже на перших секундах роботи, а впрацювання дихальних функцій відбувається протягом кількох хвилин. Під час роботи, що вимагає складної координації рухів впрацювання проходить повільно.

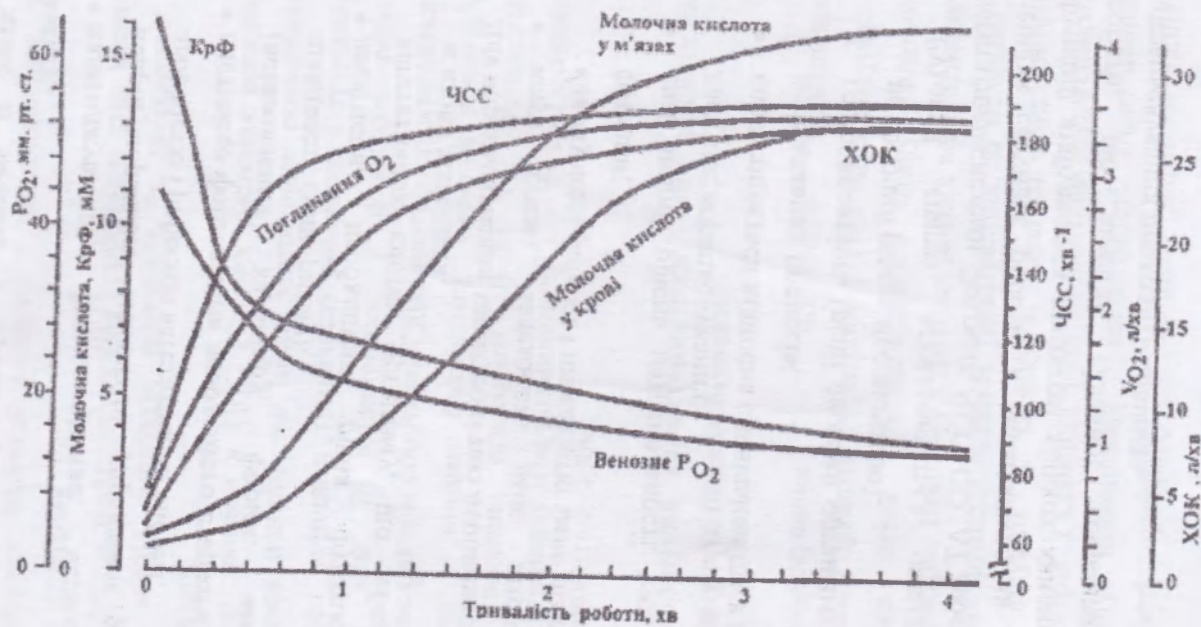


Рис. 6. Зміни у низці параметрів організму під час впрацьовування.

Більш швидке впрацьовування спостерігається у кваліфікованих спортсменів, у молодшому (підлітковому) віці, в період оптимального функціонального стану.

#### **4. Стійкий стан, його види**

При виконанні вправ помірної аеробної потужності (малої аеробної потужності – менше 50% МСК) після періоду впрацьовування настає період, який А.Хіллом був названий періодом *стійкого стану* (рис. 7). Сюди належать побутові дії, вправи масової фізичної культури і ін. За цих умов спостерігається кількісна відповідність між кисневим запитом (потребою організму у кисню) та споживанням кисню. Кисневий борг при цьому не зростає. Тому такі вправи були віднесені до вправ із справжнім стійким станом.

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



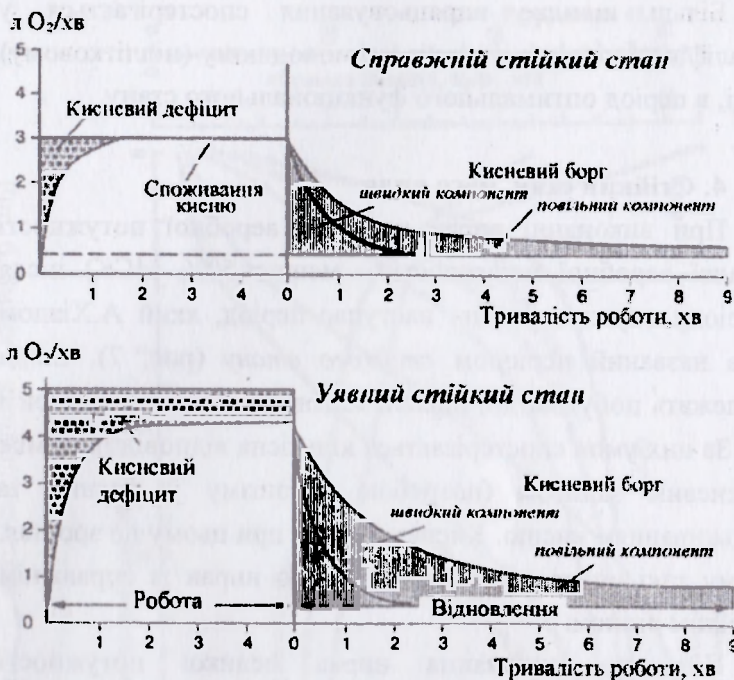


Рис. 7. Різновиди стійкого стану

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

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

### **5. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні максимальної потужності**

Циклічні рухи (рис. 8) згідно класифікації В.С.Фарфеля розподіляються на 4 зони потужності (максимальна, субмаксимальна, велика, помірза), а згідно класифікації Я.М.Коца – на 8 зон потужності.

Першою зоною, згідно із класифікації В.С.Фарфеля, є зона максимальної потужності (за Я.М.Коцом – зона максимальної анаеробної потужності). Тривалість роботи у цій зоні становить 20–30 с (табл. 1). Сюди належить біг на 60–200 м, плавання на 25–50 м, гіт на 200–500 м. Енергозабезпечення такої роботи здійснюється за допомогою анаеробних алактатних механізмів – розпаду АТФ і КФ. Відносні витрати енергії максимальні – до 4 ккал/с., проте сумарні – невеликі (до 80 ккал). Величезний кисневий запит (до 40 л/хв.) задовольняється під час роботи лише на 10% (МПК – лише 5–6 л/хв.), проте внаслідок незначної тривалості роботи кисневий борг досягає лише 7–8 л.

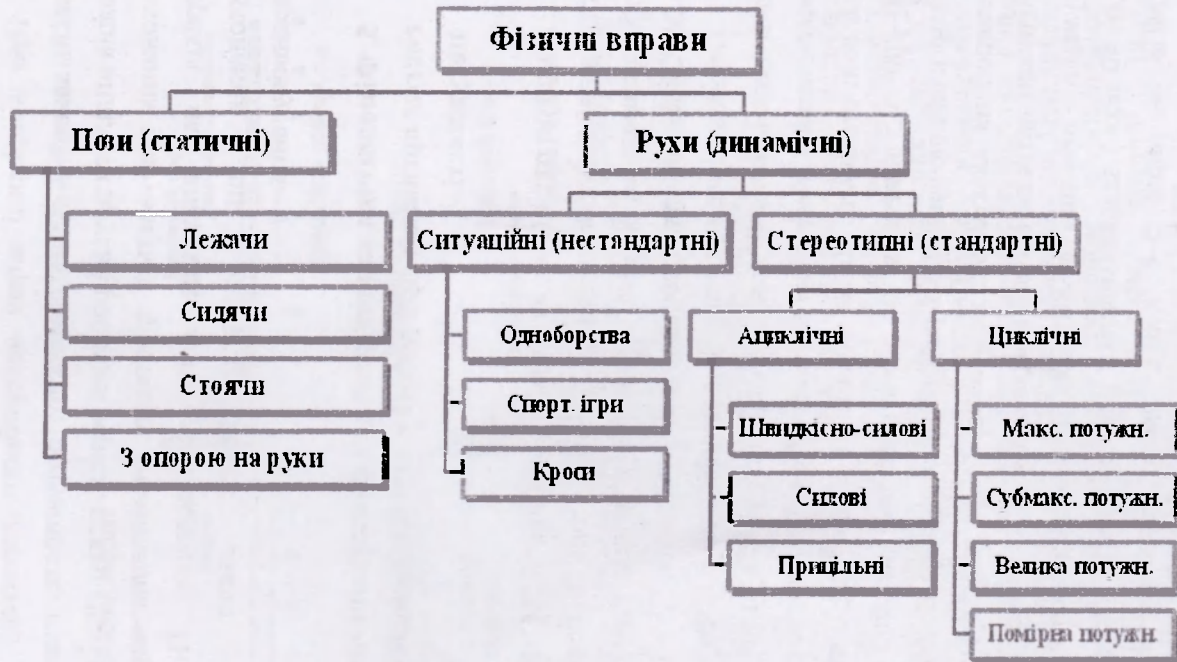


Рис. 8. Класифікація спортивних вправ (за Фарфелем В.С.)

Таблиця 1

## Зони потужності циклічної роботи

Показники	Зони потужності			
	Максимальна	Субмаксимальна	Велика	Помірна
Максимальна тривалість роботи	10-20 с	від 20-30 с до 3-5 хв	від 3-5 хв до 20-30 хв	більше 30 хв
Енергетичні витрати ккал/с	до 4	1,5-0,6	0,5-0,4	до 0,3
Загальні витрати енергії ккал	до 80	до 450	до 900	до 10 000
Поглинання кисню	Незначне	Максимальне	Близьке до максимального	Менше за максимум
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1/10	1/3	5/6	1
Кисневий борг, л (% запиту)	до 8 (більше 80%)	до 20 (50-80%)	до 12 (10-30%)	до 4 (менше 10%)
Збільшення концентрації молочної кислоти у крові	Невеличке (до 8 ммоль/л)	Максимальне (20-25 ммоль/л)	Величке (10 ммоль/л)	Невеличке (до 4 ммоль/л)
Посилення дихання	Незначне	Близьке до максимального	Максимальне	Нижче від максимального
Посилення роботи серця	Невеличке	Зростає до максимуму	Близьке до максимального	Нижче від максимального



Процеси дихання і кровообігу під час виконання вправ посилюються незначно. Середня легенева вентиляція під час виконання вправи – 20–30% від максимальної. ЧСС зростає під час роботи, проте найбільших значень досягає на момент завершення роботи – до 90% від максимальної. Концентрація лактату у крові під час вправи змінюється незначно, проте значно зростає у працюючих м'язах. В результаті посиленого розщеплення вуглеводів печінки спостерігається гіперглікемія.

Робота аферентного і еферентного відділів нервової системи відбувається у максимальному режимі, що може бути причиною розвитку втоми. Інша причина – виснаження запасів АТФ, КФ та накопичення продуктів анаеробного розпаду.

#### **6. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні субмаксимальної потужності**

Циклічні рухи згідно класифікації В.С.Фарфеля розподіляються на 4 зони потужності (максимальна, субмаксимальна, велика, помірنا), а згідно класифікації Я.М.Коца – на 8 зон потужності.

Друга зона – робота субмаксимальної потужності (за Я.М.Коцом – анаеробної близько максимальної, анаеробної субмаксимальної потужності) {Тривалість – від

20–30 с. до 3–5 хв (див. табл. 1). Сюди належить біг на середні дистанції – 400–1500 м., плавання на 100–400 м., біг на ковзанах – 500–3000 м., гіт на 1000 м., гребля на 500–1000 м. Енергозабезпечення – анаеробно-аеробне (85–60% анаеробного). У порівнянні з зоною максимальної потужності відносні енерговитрати спадають до 1,5–0,6 ккал/с., проте досить висока тривалість вправи підвищує загальні затрати енергії до 150–450 ккал. Значний кисневий запит (8,5–25 л/хв) задовольняється на дистанції лише на 1/3. Внаслідок цього кисневий борг становить 50–80% кисневого запиту і може досягати максимальних значень – до 20–22 л. Погашення кисневого боргу здійснюється після виконання роботи протягом 1,5–2 год. Забезпечення енерговитрат здійснюється переважно за рахунок гліколізу. В результаті цього утворюється максимальна кількість молочної кислоти, яка і надходить в кров (до 200 мг% або 20–25 мМ), викликаючи зниження рН крові до 7,0. Тривалість роботи достатня для посилення функцій дихання (60%–100%) та кровообігу (80%–100%), що дозволяє досягнути МСК. У загальному можна сказати, що робота у цій зоні викликає максимальні фізіологічні навантаження в організмі.

Відома обумовлена як великими зсувами у параметрах внутрішнього середовища організму, так і викликаними цими змінами погіршенням функціонування клітин ЦНС, внаслідок нервових центрів та виснаженням енергетичних ресурсів.

## 7. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні великої потужності

Циклічні рухи згідно класифікації В.С.Фарфеля розподіляються на 4 зони потужності (максимальна, субмаксимальна, велика, помірна), а згідно класифікації Я.М.Коца – на 8 зон потужності.

Третя зона – робота великої потужності (за Я.М.Коцом – максимальної і близької до максимальної аеробної потужності). Тривалість її – від 5–6 хв. до 20–30 хв (див. табл. 1). Сюди належить біг на 3–10 км, плавання на 800–1500 м, біг на ковзанах на 5–10 км, лижні гонки на 5–10 км, веслування на 1,5–2 км. Енергозабезпечення – аеробно-анаеробне (60–95% аеробного). Як субстрат окислення використовуються переважно вуглеводи, в більшій мірі – глікоген м'язів, ніж глюкоза крові. Відносні енерговитрати – невисокі (0,4–0,5 ккал/с), проте велика тривалість вправ зумовлює високі сумарні енергозатрати – до 450–900 ккал. Оскільки дихальна і серцево-судинна системи встигають активуватись максимально, споживання кисню під час роботи становить 80% кисневого запиту. Проте внаслідок значної тривалості роботи сумарний кисневий борг весь час зростає під час роботи (уявний стійкий стан) і досягає 12–15 л. У крові спостерігається накопичення лактату (10 ммоль/л), що може викликати зниження рН.

Вдома обумовлена зниженням функціональних показників кардіореспіраторної системи, накопиченням молочної кислоти, частковим зниженням рівня глюкози у крові, зменшенням концентрації у крові гормонів окремих шлос внутрішньої секреції (гіпофізу, наднирників), шомою нервових центрів.

#### **8. Фізіологічна характеристика функціонування систем організму при роботі у зоні помірної потужності**

Циклічні рухи згідно класифікації В.С.Фарфеля періодизуються на 4 зони потужності (максимальна, субмаксимальна, велика, помірна), а згідно класифікації Л.М.Коца – на 8 зон потужності.

Робота *помірної* потужності триває понад 20–30 хв. і виконується в аеробних умовах (за Я.М.Коцом – субмаксимальна, середня і мала аеробні потужності). Сюди належить біг на 20–30 км, марафон, шосейні велогонки (–100 км), лижні гонки на 15–50 км, гребля 10 км (див. табл. 1). Відносні енерговитрати незначні – 0,3 ккал/с, проте сумарні дуже великі – до 10000 ккал. Енергозабезпечення – переважно аеробне (понад 90%). При цьому у залежності від потужності роботи може переважати розщеплення жирів (ДК – 0,8). Споживання кисню у цій зоні становить 70–80% МПК, кисневий запит порівнює споживанню кисню (*справжній стійкий стан*). Кисень при цьому витрачається як на відновлення КФ та



АТФ, так і на безпосереднє окислення жирів і вуглеводів. Кисневий борг формується переважно на початку виконання вправ і досягає 4 л, накопичення молочної кислоти практично відсутнє (до 4 мМ). Концентрація молочної кислоти невелика (8–10 ммоль/л). Функції дихання та кровообігу посилені сильно, але не максимально (80% від максимуму і нижче).

Причиною втоми може бути монотонність роботи (поза межне гальмування нервових центрів), виснаження запасів вуглеводів, збільшення температури тіла, зміна хімічного складу внутрішнього середовища, зменшення концентрації у крові глюко- і мінералокортикоідів. Вміст глюкози в крові знижується від 110 мг% до 40–50 мг%. Посилене потовиділення призводить до значної втрати води (до 1 л/год.) та порушення водно-сольового обміну. Може спостерігатись зміна у кількості та співвідношенні формених елементів крові. На марафонських дистанціях гормони кори наднирників знижуються, а вміст катехоламінів зростає.

## **9. Аеробні та анаеробні можливості організму та методи їх оцінювання**

Аеробні можливості організму є важливим показником, який визначає загальну фізичну працездатність (ФП). Максимальна потужність аеробних систем оцінюється величиною максимального споживання кисню (МСК) в  $\text{л}\cdot\text{хв}^{-1}$ , або  $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ . МСК є основним показником

продуктивності кардіо-респіраторної системи (КРС) та інтегральним показником стану кисневотransпортної системи кисню в цілому. Величина МСК залежить від кисневотransпортної системи (легеневої вентиляції, системи крові, серцево-судинної системи) і системи утилізації кисню, тобто м'язової системи.

МСК – це найбільша кількість  $O_2$ , яку організм здатний спожити впродовж 1 хв. при максимальному (або виснажливому) навантаженні. Рівень МСК переважно визначається генетичними чинниками. Для досягнення максимально можливого МСК необхідно 8 – 12 місяців інтенсивних тренувальних навантажень. Найбільші величини МСК у спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту на витривалість.

У нетренованих чоловіків МСК не перевищує  $2,5 - 3,1 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  або  $42-44 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$  (у жінок на 17–25% нижче). У спортсменів (табл. 2) МСК –  $3-5,5 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  та у спортсменів екстракласу може досягати  $6,5 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $80 - 90 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ )

Для визначення МСК застосовують прямі та непрямі методи. Прямий метод визначення МСК дуже складний, вимагає максимального напруження при виконанні фізичного навантаження граничної потужності та спеціального дорогого обладнання. Більше поширення отримали непрямі методи визначення МСК, які засновані на залежності МСК від величини ЧСС при роботі субмаксимальної потужності за допомогою номограми Астранда-Ріммінга, за формулою фон Добельна, на основі.

Таблиця 2

Величини максимального споживання кисню спортсменів  
та нетренованих осіб (за Уілмор Д.Х., Костілл Д.Л., 2001)

Вид спорту	МСК			
	Чоловіки		Жінки	
	л/хв	мл/хв/кг	л/хв	мл/хв/кг
Біг на довгі дистанції	5,67	71-90	3.1	50-75
Велосипедний (шосе)	5,13	62-74	3,13	47-57
Ковзанярський	5.01	66-78	3.1	44-55
Веслування академічне	5,84	60-72	4,1	58-65
Плавання	4,52	50-70	2,54	40-60
Гірськолижний	4.62	57-68	3,1	50-55
Боротьба	4,49	52-65	2,54	50
Хокей із шайбою	4,63	50-63	—	—
Футбол	4,41	42-60	—	—
Баскетбол	4,44	40-60	2,92	43-60
Гімнастика	3.84	52-58	2,92	36-50
Важка атлетика	3,84	38-52	—	—
Нетреновані	3,14	43-52	2,18	33-42

показників  $PWC_{170}$  та ін. Відомі також спроби визначити МСК на основі результатів 12-хвилинного тесту Купера, часу бігу на 3000 м тощо

Анаеробні можливості спортсмена визначаються в його здатності виконувати роботу в анаеробних умовах за рахунок енергії АТФ, КФ і гліколізу.

Відомо, що до систем анаеробного енергозабезпечення належать *креатинфосфокіназний* механізм, *гліколітичний* (лактатний) механізм та *міокіназний* механізм, що включається лише за надзвичайно низьких рівнів АТФ у клітині. Показниками анаеробних можливостей є максимальна анаеробна потужність та ємність. Потужність визначається максимальною інтенсивністю за мінімальний проміжок роботи. Серед методів тестування слід назвати тест Маргарія, Квебекський 10-секундний тест (алактатна потужність), 30-секундний тест Уінгейта (лактатна потужність), та Квебекський 90-секундний тест (загальна анаеробна ємність). Оцінювання *ємності* анаеробних систем проводиться на основі величини алактатного та лактатного кисневого боргу, а також вмісту креатинфосфату у м'язах (алактатна система) чи максимального накопичення молочної кислоти і максимальних зсувів рН крові. Анаеробна ємність визначається концентрацією молочної кислоти та рівнем кисневого боргу при виконанні субмаксимальних навантажень. У осіб, які не займаються спортом, максимальна величина кисневого боргу не перевищує 4–10 л. У спортсменів високої кваліфікації кисневий борг



досягає 20–25 л залежно від спортивної спеціалізації. Ємність *анаеробних систем енергозабезпечення* у жінок менша, ніж у чоловіків, що обумовлено перш за все їх меншою загальною масою м'язів.

#### **10. Фізіологічна характеристика втоми. Фази розвитку та теорії втоми**

*Втома* – це тимчасове зниження фізичної працездатності після інтенсивної або тривалої фізичної чи розумової роботи. Ознаки втоми: зовнішні і внутрішні. До зовнішніх ознак відносять – порушення координації рухів, посилене потовиділення, почервоніння або збліднення шкірних покривів, тремор кінцівок. До внутрішніх ознак – різке зростання ЧСС, АТ, ЧД, зниження ХОК, ХОД, збудливості і сили м'язів. Біологічна роль втоми полягає в своєчасному захисті організму від виснаження при напруженій чи довготривалій м'язовій або розумовій роботі, прискоренні відновних процесів, і є важливим фактором росту натренованості. Якщо тренувальні заняття ведуть до різко вираженого ступеня втоми, може виникнути стан перетренованості. Існує *дві основні групи теорій втоми*, які поділяють механізми розвитку втоми на *центральні* (виникнення втоми пов'язували із діяльністю центральної нервової системи) і *периферичні* (основними механізмами розвитку втоми вважали процеси, що відбуваються у працюючих м'язах). Згідно теорії І.М. Сеченова втома нервових центрів є проявами

пониження в нервових клітинах, яке виникає внаслідок інтенсивної пропріоцептивної імпульсації від рецепторів працюючих м'язів, суглобів.

Втома може бути пов'язана із змінами в працюючих м'язах. Це так звана периферична втома. Вона є результатом змін, які виникають або в самому скоротливому апараті м'язових волокон, або в нервово-м'язових синапсах. При цьому м'язова втома проявляється в зниженні скоротливої здатності м'язів. Існує кілька теорій, що пояснюють периферичну втому:

- теорія "виснаження" енергетичних ресурсів (АТФ, КрФ, глікоген, жири);
- теорія забруднення м'язів продуктами обміну (молочна та піровиноградна кислоти);
- теорія "задушення" м'язів в результаті нестачі кисню;
- теорія "отруєння" організму кенотоксинами, тобто продуктами розпаду білків (аміак, креатинін, сечовина, сечова кислота).

В процесі розвитку втоми прийнято виділяти кілька *періодів* (або фаз):

- прихована або компенсована втома;
- виражена (явна), декомпенсована втома;
- відмова від роботи;
- смерть від втоми.

У період *компенсованої* втоми немає повної компенсації діяльності функціональних систем організму, проте завдяки зміні характеру їх функціонування цей

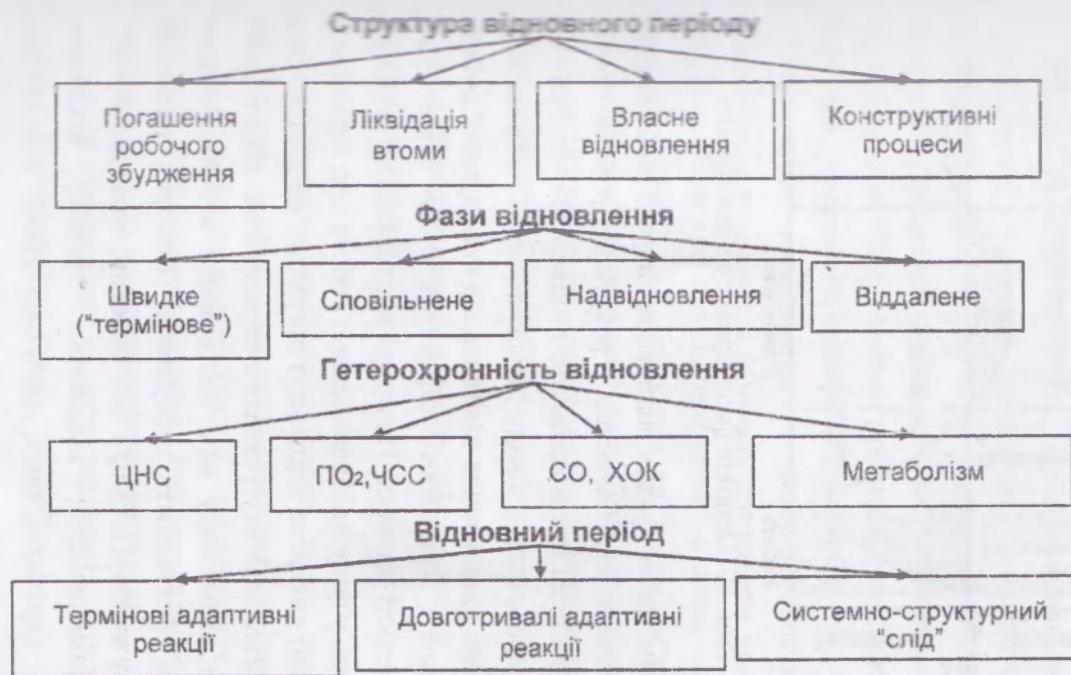
період не супроводжується зниженням працездатності. У фазі явної або декомпенсованої втоми можемо спостерігати зниження працездатності спортсмена. У разі настання значних змін у працюючому організмі спостерігається *відмова від роботи*. У випадку, коли роботу з тих чи інших причин неможливо зупинити на передній стадії розвитку втоми, зміни в організмі можуть перевищити критичний рівень, результатом чого стає *смерть від втоми*.

### **11. Фізіологічна характеристика відновлення, фази відновлення**

Після завершення роботи відбувається *відновлення працездатності*. Вся сукупність фізіологічних, біохімічних і структурних змін, які забезпечують перехід організму від робочого рівня до вихідного стану і називається відновленням. Під час відновного періоду відбувається відновлення порушеного роботою гомеостазу, переважають процеси асиміляції. Це забезпечує поповнення витрачених під час роботи енергетичних запасів. Спочатку вони відновлюються до вихідного рівня, після чого на деякий час стають вищими (фаза суперкомпенсації) і знову понижуються.

Розрізняють 4 фази відновлення (рис. 9, 10):

- 1) пшвидке відновлення;
- 2) сповільнене відновлення;
- 3) суперкомпенсація (надвідновлення);
- 4) віддаленого відновлення.



47

Рис. 9. Схема структури й фаз відновлення та основних закономірностей відновного процесу



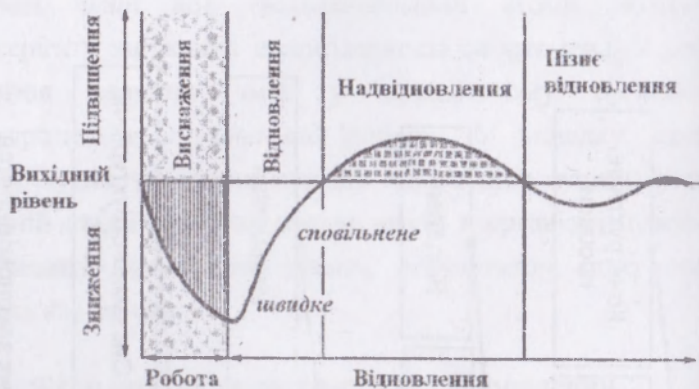


Рис. 10. Основні фази процесу відновлення

Першим двом фазам відповідає період відновлення працездатності, яка знизилась в результаті роботи; третій фазі – підвищення працездатності, а четвертій – повернення до передробочого рівня працездатності. Тривалість окремих фаз відновлення залежить від виконуваної роботи – потужності, тривалості, структури рухів і від рівня натренованості людини. Повторні навантаження доцільно виконувати у фазу надвідновлення. Робота при неповному відновленні викликає адаптацію організму до діяльності в умовах зміненого внутрішнього середовища. Надто довгі інтервали відпочинку між повторними навантаженнями знижують ефективність тренування. Повторна діяльність при цьому виконується при вже зниженій працездатності.

До особливостей відновного процесу відносять: фазність, нерівномірність, гетерохронність відновлення

різник вегетативних функцій, неодночасність відновлення вегетативних функцій з однієї сторони і м'язової працездатності з другої.

Згідно уявлень А. Хілла, процес відновлення йде нерівномірно, зокрема, ліквідація кисневого боргу спочатку йде швидко, а потім надзвичайно повільно – "попиком". Двофазний період відновлення виражений після важкої роботи. Після помірної роботи ліквідація кисневого боргу має, як правило, однофазний характер.

Важливою особливістю є гетерохронність, тобто неодночасне повернення фізичних показників на вихідний рівень. Відновлення споживання кисню, легеневої вентиляції, ЧСС, АТ, температури шкіри, м'язів після роботи проходить в різний час. Тому про завершеність процесів відновлення слід судити за показником, який найповільніше відновлюється.

## **12. Класифікація засобів відновлення фізичної працездатності**

Проблема відновлення у спорті тісно пов'язана з вирішенням питань підвищення рівня натренованості. При цьому наростання натренованості – це результат складних процесів збільшення функціональних резервів організму на системному, органному та тканинному рівнях.

Засоби відновлення у спорті поділяють *на педагогічні, психологічні та медико-біологічні* (рис. 11).

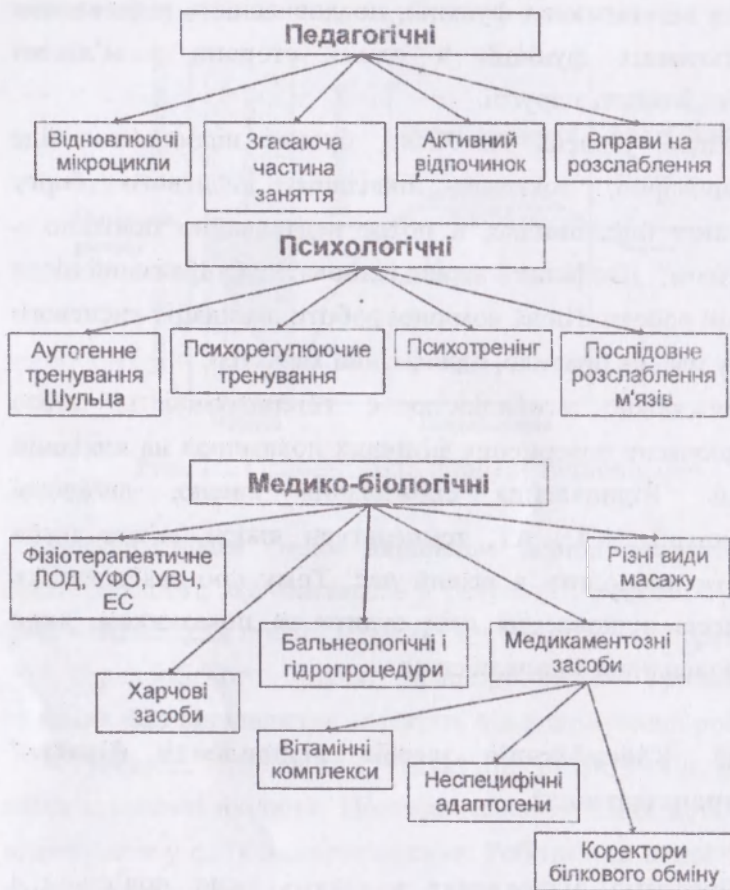


Рис. 11. Основні групи засобів відновлення

Основними засобами відновлення є група *педагогічних засобів*. До них належать засоби, пов'язані з *навчально-тренувальним процесом* (оптимальне планування мікро- і макроциклів, вправи для активного відпочинку та розслаблення та ін.). У роботах І.М.Сеченова показано, що

більш швидке відновлення забезпечується не пасивним відпочинком, а *активним відпочинком* – переключенням на інший вид діяльності або зменшенням інтенсивності роботи.

Найбільш розповсюдженою є група *медико-біологічних засобів*, які враховують раціональне харчування, використання фізіотерапевтичних процедур, гідропробуд, різних видів масажу та фармакологічних препаратів.

До факторів *раціонального харчування* належать: надходження в організм спортсмена достатньої кількості калорій, вибір адекватного режиму прийому їжі та його адаптація до тренувального процесу, використання підбору раціону для контролю за вагою спортсменів. Харчування повинно бути достатньо калорійним і містити всі необхідні органічні та неорганічні речовини, вітаміни, замінені та незамінені амінокислоти, насичені і ненасичені жирні кислоти і т. д.

До *фізіотерапевтичних процедур* належать електрофорез, ультразвук, магнітотерапія. До *гідропробуд* належать душ, ванни, сауна і баня. Водні процедури сприятливо впливають на ЦНС. Це пояснюється тим, що аферентні імпульси від рецепторів шкіри викликають нові центри збудження в певних відділах мозку, сприяючи встановленню оптимальних міжцентральної відносин. При *масажі* аферентні імпульси від шкіри і м'язів міняють функціональний стан ЦНС. Особливо ефективний вібро – та гідромасаж.



Серед *фармакологічних* можна виділити наступні – гормони, адаптогени, вітаміни. *Психологічні* засоби включають аутотренінг, психотренінги, сон, гіпноз.

Характер застосування відновних засобів визначається завданнями навчально-тренувального процесу, контингентом спортсменів, їхнім функціональним станом, матеріально-технічними можливостями.

### **13. Фізіологічна характеристика особливостей впливу статичних зусиль на організм**

Під час виконання *статичної* роботи зміни в організмі характеризуються рядом особливостей. Зокрема, під час статичної роботи м'язи працюють в *ізометричному* режимі, тобто розвивають напруження, не змінюючи своєї довжини. Окрім того, відсутнє розслаблення м'язів. При цьому кількість задіяних рухових одиниць визначає важкість статичної роботи. Найлегшою статичною роботою є підтримання сталої пози тіла за умов відсутності додаткових навантажень. Під час такої роботи від пропріорецепторів м'язів у ЦНС надходить невеликий потік аферентних імпульсів, а у м'язах відсутнє виснаження енергетичних ресурсів та накопичення продуктів обміну. Така робота виконується за участю повільних рухових одиниць і може тривати значний час. *Максимальні статичні зусилля* виконуються у режимі тетанічного скорочення за умов активації практично всіх рухових одиниць даного м'язу. При цьому у нервові

центри від м'язів надходить надзвичайно потужна аферентна імпульсація, що призводить до швидкого розвитку охоронного гальмування. У зв'язку із збільшенням внутрішньом'язового тиску та перетискання капілярів відбувається погіршення кровопостачання м'язів. Таким чином, статична робота виконується практично в анаеробних умовах, що призводить до накопичення у м'язах молочної кислоти. Оскільки максимальні статичні зусилля виконуються за участю швидких рухових одиниць, що не здатні до тривалих скорочень, час утримання таких зусиль невеликий (секунди).

Статичну роботу за кількістю задіяних у ній м'язів можна поділити на *локальну, регіональну і глобальну*. Під час глобальної статичної роботи (підйом штанги, виконання стійки на руках, вправи "хрест" тощо) спостерігається явище натужування (видих при закритій голосовій щілині), що веде до значного зростання тиску у грудній та черевній порожнині. Наслідком цього є затримка або утруднення дихання, погіршений венозний притік до серця, частий пульс із малим наповненням.

Після завершення глобальної статичної роботи може спостерігатись активація вегетативних функцій (феномен Ліндгарда-Верещагіна) – збільшення ЧСС і CO, ЧД, ДО, ХОД. Це збільшення є наслідком зникнення гальмівних впливів з боку рухових центрів на центри регуляції вегетативних функцій та зникнення обмежень зовнішнього дихання та активності серцево-судинної системи.

Причиною втомі під час глобальних важких статичних зусиль є як гальмування активності рухових центрів, так і виснаження енергетичних ресурсів у м'язах. У порівнянні з динамічною роботою під час статичних зусиль вегетативні зрушення виражені дещо менше.

#### **14. Фізіологічні механізми формування рухової навички**

Увесь руховий фонд людини складається з рухів *вроджених* (безумовні рефлекси) та *набутих* протягом життя (умовні рефлекси). При цьому усі складні рухові акти людини формуються у процесі життя в результаті навчання. Таким чином, *рухові навички – це індивідуально набуті рухові акти, що формуються на основі механізму тимчасових зв'язків*. Рухові навички здійснюються спеціальною функціональною системою нервових центрів (Анохін П.К., 1975). Комплекс нейронів, що входить до складу функціональної системи, формує *домінанту*, гальмуючи діяльність зайвих м'язів. Діяльність функціональної системи можна поділити на такі етапи (рис. 12):

- *аферентний синтез* – обробка всіх сигналів, які надходять із зовнішнього (обстановочна і пускова інформація) і внутрішнього (мотивація, пам'ять) середовища організму;
- *прийняття рішення*;

- створення уявлення про очікуваний результат і формування конкретної *програми дії* для досягнення цього результату;
- аналіз отриманого результату і *корекція* (уточнення) програми дій.

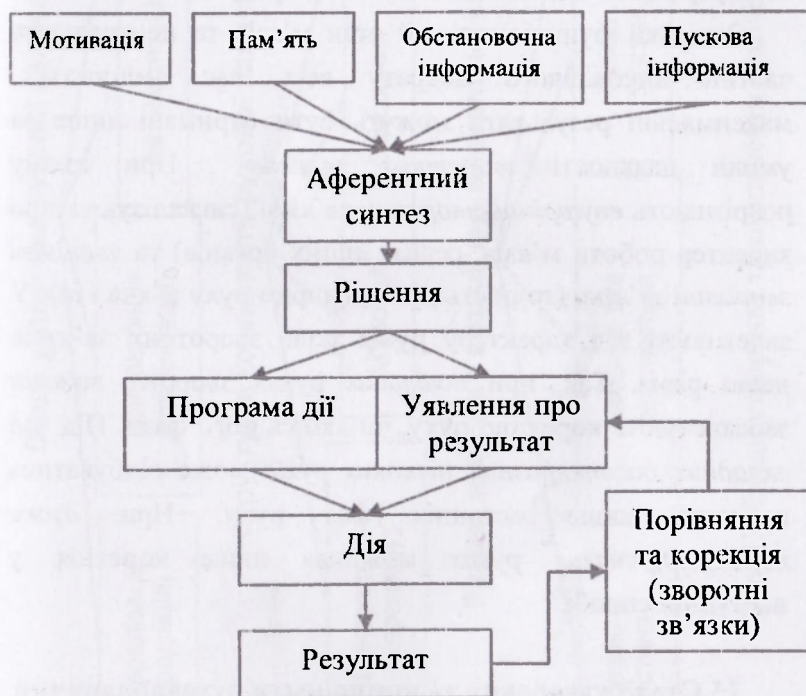


Рис. 12. Схема функціональної системи за П.К.Анохіним



Ускладнювати аферентний синтез можуть необхідність враховувати не лише оточуючу обстановку, а й розташування суперника, місцезнаходження партнерів, оцінювати можливості кожного із них та виконувати ці дії у надзвичайно короткий час. Важливе значення має також інтеграція не лише пам'яті та пускової інформації, а й інформації про функціональний стан центральних і периферичних частин виконавчого апарату.

Оскільки функціональний стан м'язів та центральних частин виконавчого апарату весь час змінюється, максимальні результати можуть бути отримані лише за умови наявності *зворотних зв'язків*. При цьому розрізняють *внутрішні зворотні зв'язки* (сигналізують про характер роботи м'язів, серця, інших органів) та *зовнішні зворотні зв'язки* (точність рухів, напрям руху м'яча і ін). У залежності від характеру рухів роль зворотних зв'язків дещо різна. Так, при *повільних* рухах зворотні зв'язки забезпечують корекцію руху, чи якоїсь його фази. Під час *складних багатофазних швидких рухів* може відбуватись корекція лише останніх фаз руху. При *дуже короткотривалих рухах* можлива лише корекція у наступній спробі.

### **15. Стадії утворення та компоненти рухової навички**

Утворення нової рухової навички відбувається у кілька етапів, які можна назвати стадіями або фазами (див. рис. 13).

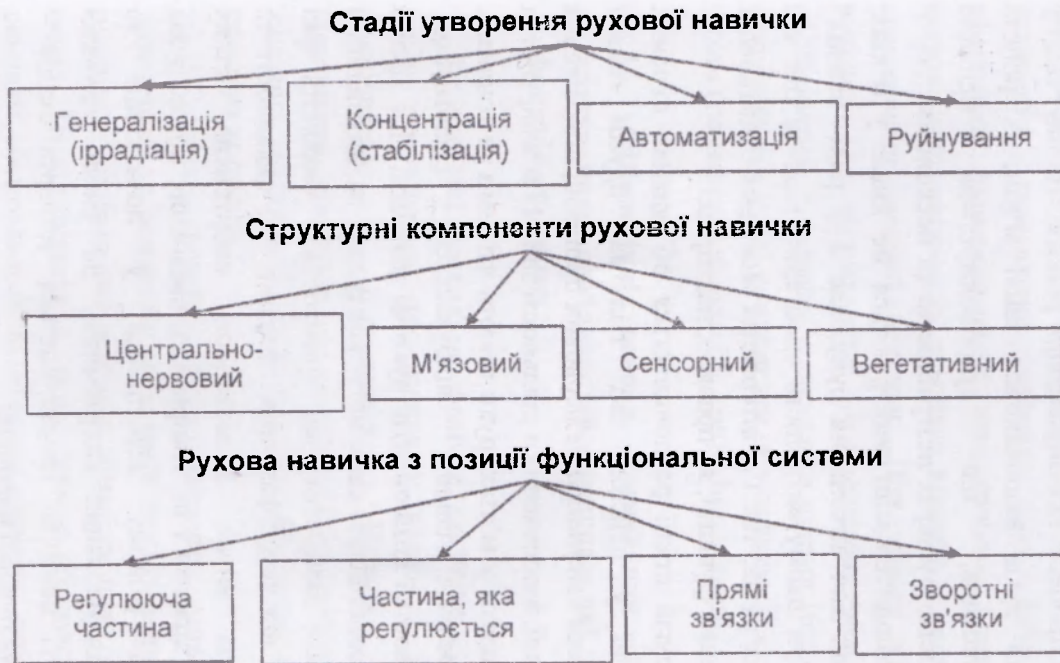


Рис. 13. Стадії утворення та компоненти рухової навички

Під час *першої стадії* (фази) відбувається *ірадіація* нервових процесів та *генералізація* реакцій. На цій стадії у виконання рухів включаються зайві м'язи, їх робота некоординована, що супроводжується меншою узгодженістю рухів, їх незграбністю та неекономністю. У цей час біопотенціали рееструються не лише у м'язах, необхідних для виконання руху, але й у ряді "зайвих" м'язів. При цьому активність спостерігається як під час виконання рухів, так і в інтервалах між ними. Активація вегетативних функцій, як правило, надмірна.

На другій стадії розпочинається об'єднання окремих частин дії у цілісний акт. Під час *другої стадії* відбувається *концентрація* нервових процесів, покращення координації, виключення з діяльності зайвих м'язів, зняття зайвої напруги у м'язах, рухи стають чіткими та точними. На *третьій стадії* відбувається *стабілізація, автоматизація* компонентів рухової навички. При цьому зникає необхідність свідомого контролю за виконанням рухів. Слід зазначити, що тривалість і наявність фаз залежить від ряду факторів, зокрема від складності та потужності вправ, тренуваності спортсмена, стану рухового апарату і ін. Наприклад, засвоєння нових рухів буде по різному відбуватись у початківців та висококваліфікованих спортсменів. За умови тривалої відсутності повторів спостерігається четверта стадія – *руйнування* рухової навички.

Під час формування рухової навички спостерігається утворення як сенсорних, так і оперантних умовних

рефлексів, у зв'язку з чим виділяють *сенсорні* і *моторні* компоненти рухового навичку. Відбувається також утворення тимчасових зв'язків, які забезпечують ефективне функціонування вегетативних органів, що підтримують активність рухового апарату – *вегетативні компоненти* рухової навички. При цьому утворення рухових і вегетативних компонентів відбувається *неодночасно*. У навиках із простими рухами (біг) швидше формуються рухові компоненти, а у навиках із складними рухам (гімнастика, боротьба, ігри) – вегетативні.

#### **16. Фізіологічні основи тренування жінок з врахуванням особливостей гормональної регуляції функцій організму**

Фізіологічні реакції на фізичне навантаження, та їх зміни під впливом тренування у чоловіків та жінок принципово не відрізняються. Наявна кількісна відмінність базується на особливостях чоловічого та жіночого організмів, обумовлена різними концентраціями статевих гормонів.

В основі різниці функціональних можливостей чоловічого та жіночого організмів лежить перш за все різниця у *лінійних та об'ємних розмірах тіла* та у його *складі*. Ці відмінності, а також деякі особливості обміну речовин обумовлюють відмінності *силових, аеробних та анаеробних* можливостей чоловіків та жінок. Так, загальна м'язова сила жінок становить приблизно 60% такої •



чоловіків, розвиток м'язів верхньої та нижньої частин тіла відрізняється.

Ємність *анаеробних систем енергозабезпечення* (алактатної та гліколітичної) у жінок менша, ніж у чоловіків, що обумовлено перш за все меншою масою м'язів. *Витривалість (ємність аеробних систем енергозабезпечення)* у значній мірі визначається МСК та здатністю тривалий час підтримувати високе споживання кисню. МСК молодих чоловіків на 20–30% вище, ніж у жінок. Ця різниця зменшується до 15–20% коли МСК відносять до маси тіла і практично зникає при врахуванні маси активної м'язової тканини. Для жіночого організму характерними є специфічні особливості прояву та більш ранній розвиток фізичних якостей.

Г Фізіологічний стан різних систем і фізична працездатність жінок у певній мірі залежать від *фаз оваріально-менструального циклу*. Цикл можна розділити на ряд фаз – менструальну (1–3 день), постменструальну (4–12 день), овуляторну (13–14), постовуляторну (15–25 день), передменструальну (26–28 день). Проте характер та інтенсивність цих змін надзвичайно варіабельні, у зв'язку з чим можна виділити лише окремі, найбільш загальні, закономірності. Зменшення концентрації еритроцитів і гемоглобіну у менструальній фазі зменшує аеробні можливості організму, погіршує реакцію серцево-судинної системи на навантаження. У цій фазі зменшуються показники сили і витривалості. У постменструальній фазі підвищення рівня естрогену покращує функціонування

ЦНС, системи дихання та серцево-судинної системи, що підвищує працездатність. В овуляторній фазі концентрація естрогену знижується, а прогестерону все ще невелика. При цьому спостерігається зниження рівня осознаного обміну, різко падає працездатність. У постовуляторній фазі на фоні підвищеного рівня прогестерону знову підвищується рівень обмінних процесів та працездатність організму. У переліменструальній фазі підвищується збудливість ЦНС, зростає ЧСС і АТ, підвищується концентрація глюкози у крові та швидкість обмінних процесів. При цьому зростає втомлюваність, падає працездатність. Таким чином, погіршення функціонального стану і зменшення працездатності спостерігається у менструальній (зміни мають індивідуальний характер), овуляторній і передменструальній фазах ОМЦ.

## **17. Максимальне споживання кисню (МСК).**

### **Фактори, які визначають та лімітують МСК**

Хоча максимальна потужність системи аеробного енергозабезпечення нижча, ніж анаеробних систем, проте вона характеризується високою ефективністю і практично необмеженою ємністю (ємність фактично визначається запасом субстратів окислення переважно вуглеводів та жирів у організмі). Аеробні можливості організму визначаються перш за все його МСК. МСК характеризує максимальну аеробну потужність організму і відповідає.

максимальній кількості кисню, яка може бути поглинута організмом під час фізичної роботи глобального характеру. Чим вище МСК, тим більшу швидкість може показати спортсмен на дистанції, а також виконати більший об'єм роботи аеробного характеру. Якщо у нетренованих чоловіків МСК в середньому становить  $3-3,5 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $45-50 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), а у жінок –  $2-2,5 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $35-40 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), то у висококваліфікованих бігунів-стаєрів МСК становить  $5-6 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  (до  $90 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), у лижниць –  $4 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  ( $70 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ ). При цьому рівень МСК визначається двома групами факторів:

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

Система транспорту кисню включає *систему зовнішнього дихання, систему крові, серцево-судинну систему*. Збільшенню МСК сприяють такі зміни у системах організму:

- дихальна (більша ЖЄЛ, підвищена еластичність та дифузійна здатність легень та ін.);
- кров (зростання об'єму циркулюючої крові, збільшення вмісту еритроцитів і гемоглобіну та ін.);
- серцево-судинна (вища ефсктивність та продуктивність роботи серця, підвищення артеріо-венозної різниці за киснем, покращення капіляризації тканин і ін.)

МСК визначають прямими та непрямими методами (див. питання № 9).

## **18. Загальна фізична працездатність та методи її визначення**

На сьогодні відсутнє єдине визначення фізичної працездатності. Окремі автори пропонують визначати її як *здатність людини виконувати у межах заданих параметрів та у певних умовах роботи, внаслідок якої спостерігаються зворотні функціональні зміни в організмі*. При цьому фізичну працездатність можна оцінювати як за об'ємом та якістю виконаної роботи, так і за функціональними змінами в організмі. Для оцінки загальної працездатності спортсмена використовують такі показники, як *PWC<sub>170</sub>*, *МСК*, *Гарвардський степ-тест*, *тест Купера* тощо.

Проба *PWC<sub>170</sub>* дозволяє визначити потужність роботи, при якій пульс спортсмена досягає  $170 \text{ хв}^{-1}$ . Чим вища потужність цієї роботи, тим відносно вищою є працездатність спортсмена. У спортсменів, що тренують витривалість, *PWC<sub>170</sub>* становить понад 1700 кгм/хв, у нетренованих – 1000 кгм/хв. Для визначення *PWC<sub>170</sub>* застосовують, як правило, два 5-хвилинні навантаження з інтервалом відпочинку тривалістю 3 хв. Ці два навантаження не повинні бути граничними для досліджуваного і вибираються з врахуванням статі і фізичної підготовленості людини. Проба *PWC<sub>170</sub>*



рекомендована Всесвітньою організацією охорони здоров'я для оцінки фізичної працездатності людини.

Гарвардський степ-тест полягає в підйомах на сходинку невисокої висоти (50 см – для чоловіків і 41 см – для жінок) в темпі 30 сходжень за хвилину. Робота триває до втоми, але не більше 5 хв. Працездатність визначається по формулі, в якій враховують тривалість роботи і ЧСС за перші 30 сек. 2-ї, 3-ї, 4-ї хвилин відновлення. Індекс нижчий за 50 відповідає низькому рівню працездатності, індекс – 50–80 – середньому, більше 80 – високому.

Тест Купера передбачає визначення фізичної працездатності за величиною роботи, виконаної за певний час (напр. 12-хвилинний біговий тест) чи за швидкістю подолання певної дистанції. Існують також більш спеціалізовані тести визначення фізичної працездатності.

## **19. Фізіологічна характеристика прояву та розвитку витривалості**

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

динамічну, глобальну і локальну, аеробну та анаеробну витривалість.

Фізіологічною основою загальної витривалості є аеробні можливості організму, що залежать від:

- аеробної потужності (МСК);
- аеробної ємності (здатністю тривалий час підтримувати поглинання кисню на високому рівні).

Таким чином, загальна витривалість у значній мірі залежить від надходження кисню до працюючих м'язів. При цьому підвищення аеробних можливостей і загальної витривалості організму супроводжується змінами у ряді систем та органів.

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

Загальна витривалість дітей дошкільного віку знаходиться на низькому рівні, особливо це стосується статичної роботи. У молодшому шкільному віці спостерігається зростання витривалості, коли достатнього розвитку досягає серцево-судинна і дихальна система.

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

## 20. Фізіологічна характеристика прояву та розвитку швидкості

*Швидкість* – це здатність виконувати рухи у мінімальній для даних умов відрізок часу. Швидкість проявляється як в елементарних формах (швидкість поодиноких рухів, ЛЧРР, максимальний темп рухів), так і у комплексних формах (швидкість рухових актів у поєднанні із швидкістю розумових операцій). Для оцінки швидкісних показників можна використати ЛЧРР, який при світловому подразнику становить 500–800 мс у дітей 2–3 р., 190 мс у дорослих, та 120–140 мс у спортсменів. Іншим показником швидкості є теппінг-тест – максимальний темп постукувань пальцем за короткий інтервал часу (10 с). Дорослі виконують 50–60 рухів за 10 с., представники ситуаційних видів спорту – 60–80 с і більше.

В основі *проявів швидкості* лежать індивідуальні особливості нервової та м'язової систем. Швидкість залежить від таких факторів: лабільність та рухливість нервових процесів, співвідношення швидких і повільних

волокон у скелетних м'язах. Так, у спринтерів кількість швидких волокон становить 76%, у стрибунів – 53,3%, у бігунів на середні дистанції – 48,1%.

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

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

Швидкість рухів у дошкільному та молодшому шкільному віці поступово зростає, особливо виражене це зростання після 10 р. Саме на вік 10–15 р. припадає сенситивний період розвитку швидкості. У 15 р. показники швидкості досягають рівня дорослих і залишаються стабільними до 35 р.

## **21. Фізіологічна характеристика прояву та розвитку сили**

*Сила м'язів – це здатність долати зовнішній опір за рахунок скорочень м'язів. Існує кілька різновидів проявів сили – статична, динамічна, вибухова. За умови ізометричного скорочення м'язи виявляють максимальну*



*статичну силу* (МСС). При цьому відношення МСС до анатомічного перерізу м'яза називається *відносною силою м'яза*, а відношення МСС до фізіологічного перерізу – *абсолютною силою м'яза* (0,5–1 Н/см<sup>2</sup>). МСС можлива за умови одночасного скорочення усіх рухових одиниць даного м'язу при довжині спокою. Практично таке скорочення можливе лише при інтенсивному зовнішньому подразненні. Тому на практиці можемо вимірювати *максимальну довільну силу* (МДС) м'язів. МДС залежить від двох груп факторів:

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

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

Окрім змін у координації м'язової діяльності суттєву роль у збільшенні сили м'язів відіграють периферичні

фактори. Важливе значення тут належить *міофібрилярній гіпертрофії* м'язів. При цьому спостерігається збільшення об'єму міфібрил, тобто скоротливого апарату, значне зростання МСС, абсолютної сили м'язу. В основі робочої гіпертрофії лежить інтенсивний синтез і зменшення розпаду м'язових білків.

Після порівняно невеликих темпів приросту сили у дошкільному і молодшому шкільному віці настає сенситивний період розвитку сили м'язів – 14–17 р. У м'язах у цей період спостерігається значний розвиток швидких гліколітичних волокон (ІІВ). Максимального розвитку сила досягає у 18–20 р. Розвиток силових можливостей та їхнє підтримання на високому рівні залежать від характеру фізичних навантажень, які виконує людина.

## **22. Фізіологічні механізми впливу підвищеної температури та вологості повітря на рівень фізичної працездатності**

Відомо, що спортивна діяльність супроводжується підвищеним теплотворенням внаслідок різкого зростання швидкості обмінних процесів та теплопродукції м'язів (у 15–20 разів). Тепло, утворене у м'язах, із кров'ю переноситься у ядро тіла, наслідком чого може стати *робоча гіпертермія* – підвищення температури тіла до 39–40°C. У цьому випадку терморегулюючі системи організму покликані забезпечити віддачу зайвого тепла в оточуюче •

середовище. Це досягається переважно за рахунок посилення шкірного кровообігу із наступною віддачею тепла шляхом теплопроведення (кондукція, конвекція), випромінювання, випаровування з потом. Підвищена температура зовнішнього середовища запобігає ефективній конвекції та випромінюванню. У випадку підвищеної вологості погіршується також тепловіддача шляхом випаровування поту. У цих умовах можливе значне зростання температури тіла. Так, у гарячий і вологий день температура тіла бігунів-марафонців може досягати 41 °С.

У випадку, коли немає перешкод для тепловіддачі шляхом потовиділення, його інтенсивне протікання може спричинити інше негативне явище – *дегідратацію*, або порушення водного балансу тіла. У кінцевому підсумку надмірна втрата води погіршує діяльність серцево-судинної системи, ускладнює потовиділення. Наслідком цього може стати зниження працездатності, перегрів організму, тепловий удар.

Таким чином, зниження спортивної працездатності за умов підвищеної температури і вологості повітря визначається в основному такими факторами:

- перегрів тіла (гіпертермія);
- швидка дегідратація;
- порушення водно-сольового обміну;
- зниження кисневотранспортних можливостей серцево-судинної системи .

При підготовці до змагань, що будуть проходити в умовах підвищеної температури і вологості повітря, спортсмен повинен проводити тренування у таких умовах за 7–12 днів до змагань. Якщо немає можливості забезпечити такі умови, слід використовувати спеціальні костюми, які запобігають віддачі тепла і перешкоджають випаровуванню поту. Тренування у термоізолюючому костюмі викликає ефект підвищення теплової витривалості, хоча і не такий великий, як тренування в умовах підвищеної температури і вологості.

### **23. Вплив фізичних навантажень на показники серцево-судинної системи. Ознаки втоми**

Систематичні фізичні навантаження викликають комплекс морфо-функціональних змін серцево-судинної системи (табл. 3). До них належить, зокрема, збільшення розмірів серцевого м'язу – гіпертрофія міокарду. Збільшується також об'єм порожнин (дилатація) серця та посилюється його капіляризація. При цьому загальний об'єм серця може зростати до 1000–1200 см<sup>3</sup>. Такі зміни залежать від характеру фізичних навантажень та рівня натренованості.

Функціональні зміни діяльності серця у тренуваних спортсменів та в стаєрів в стані спокою проявляються у зменшенні ЧСС (40–60 хв<sup>-1</sup>), тобто спостерігається брадикардія, що вказує на економізацію діяльності серця при м'язовому спокої. Систолічний об'єм (СО) крові з



ростом натренованості зростає за рахунок дилатації лівого шлуночка і дорівнює 80–100 мл, а у нетренованих – 60–80-мл. Хвилинний об'єм крові (ХОК) зменшується, що обумовлено кращим використанням O<sub>2</sub> тканинами. В стані спокою ХОК становить 3,0–5,5 л/хв. Показники артеріального тиску (120/80 – 110/70 мм рт. ст. ± 10) у спортсменів знаходяться в межах вікових норм.

Таблиця 3

Максимальні зміни показників дихальної, серцево-судинної систем та крові у тренуваних осіб під впливом фізичних навантажень

Показники	Рівень спокою	Макс.рівень при роботі	Кратність зміни
ХОД (л)	6-10	200	20-30
Частота дихання (хв <sup>-1</sup> )	10-14	30-40	9-12
Дихальний об'єм (л)	0,4-0,7	3,5	5,9
Кисневий запит (л/хв.)	0,2-0,3	5,3	17-26
Артеріальний тиск			
систоличний	120	200	1,7
діастолічний	80	40	0,5
ЧСС (хв <sup>-1</sup> )	45-60	240	4-5
Систоличний об'єм (мл)	50-70	200	3-4
ХОК (л)	4,5-6,0	40	7-9
Артеріально-венозна різниця за киснем (об%)	3-4	16	4-5

Під впливом *стандартних навантажень* значення ЧСС, СО, ХОК тренуваних в абсолютних числах менші, ніж у нетренуваних. При цьому також спостерігається швидше впрацювання та відновлення серцево-судинної системи тренуваних.

Під час максимальних навантажень тренувані спортсмени здатні досягати вищих показників функціонування кардіореспіраторної системи, та утримувати їх на високому рівні триваліший час. При граничних фізичних навантаженнях ЧСС може досягати 200–220 хв<sup>-1</sup>, АТ – до 200–220 мм рт. ст., СО – до 200 мл, ХОК – до 35 л/хв.

До *ознак втоми* серцево-судинної системи можна віднести різке зростання ЧСС, що супроводжується зниженням СО та ХОК, екстрасистолю, зміни ЕКГ (зокрема зубця Т та сегмента ST), різкі коливання артеріального тиску (значне збільшення чи, навпаки, зниження діастолічного тиску), зміну тону судин шкіри (побіління, почервоніння).

#### **24. Вплив фізичних навантажень на показники дихальної системи. Ознаки втоми**

Систематичні фізичні навантаження викликають комплекс морфо-функціональних змін у дихальній системі. До них належить, зокрема, зміни показників ЖЄЛ, ЧД, ХОД, функціональних проб (див. табл. 3).

У тренованому організму у стані спокою ЖЄЛ (до 6 л) та максимальна вентиляція легень (до 200 л·хв<sup>-1</sup>) значно вища, при цьому резервний об'єм вдиху перевищує резервний об'єм видиху. Величина ЖЄЛ залежить від спеціалізації спортсмена, спортивного стажу, ваги, статі. Для тренованих характерні високі значення *життєвого показника* (відношення ЖЄЛ до маси тіла), сили та витривалості дихальних м'язів. Частота дихання у натренованих в стані спокою менша, ніж у нетренованих (10–14 хв<sup>-1</sup>), глибина дихання при цьому становить 700–800 мл.

*ХОД, кисневий запит і кисневий борг* у тренованих при стандартній роботі менший, ніж у нетренованих. При граничних фізичних навантаженнях частота дихання тренованих може збільшитися до 40 хв<sup>-1</sup>, а глибина дихання зростає до 4 л. Легенева вентиляція (ХОД) в спокої у натренованих майже така ж, як і у нетренованих – 6–8 л/хв. А при граничних фізичних навантаженнях може досягти у чоловіків 200 л/хв., а в жінок – 150 л/хв. Причому ХОД у тренованих зростає за рахунок дихального об'єму, а у нетренованих – за рахунок частоти дихання. Затримка дихання на вдиху та на видиху більша у тренованих, ніж у нетренованих. Проба Штанге в стані спокою у спортсменів становить 50–60 сек. і більше, а проба Генчі – 30–40 сек.

До ознак *втоми* дихальної системи можна віднести значне зростання ЧД у поєднанні з зменшенням ДО та

ХОД, зниження ЖЕЛ, максимальної швидкості вдиху та видиху, погіршення результатів функціональних проб.

## **25. Вплив фізичних навантажень на показники нервово-м'язового апарату. Ознаки втоми**

В основі розвитку толерантності м'язової системи до фізичних навантажень лежать механізми термінової та довготривалої адаптації. *Адаптація м'язової системи* до фізичних навантажень проявляється в структурних змінах м'язового волокна. Збільшується м'язова маса, тобто розвивається так звана робоча гіпертрофія – міофібрилярна та саркоплазматична. Адаптивні зміни специфічні і залежать від характеру фізичних навантажень. При навантаженнях силового і швидкісно-силового характеру розвивається міофібрилярна гіпертрофія. При цьому збільшується фізіологічний поперечник м'язових волокон, зростає активність ферментних систем, накопичуються енергетичні субстрати (глікоген, фосфатени). При роботі на витривалість розвивається саркоплазматична гіпертрофія. Структурні зміни полягають у збільшенні кількості мітохондрій та капілярів, що припадають на одне м'язове волокно (5–6 капілярів), підвищується швидкість окисних процесів. Молочної кислоти утворюється менше за рахунок меншого використання вуглеводів, а більш посилене використання жирних кислот знижує споживання



глюкози чим захищає спортсмена від гіпоглікемії, вміст міоглобіну зростає в 1,5–2 рази.

Під час адаптації до фізичних навантажень зростає лабільність і збудливість м'язів, їх сила, швидкість розслаблення, наростає амплітуда тонусу. Ознаками втоми можна вважати погіршення усіх названих показників.

## **26. Фізіологічні механізми змін фізичної працездатності в умовах середньогір'я**

Прийнято вважати, що середньогір'я – це висота від 1000 до 3000 м над рівнем моря. Дія гірського клімату на організм людини зумовлена багатьма природними факторами:

- 1) різкий перепад температури повітря (день-ніч);
- 2) сильні вітри;
- 3) підвищена сонячна радіація;
- 4) знижена вологість повітря;
- 5) підвищена іонізація;
- 6) низький парціальний тиск кисню.

Разом з тим, основним фактором, який впливає на функціональні можливості організму і його працездатність в умовах висоти, є *гіпоксія* (знижене напруження кисню), яке викликає появу *гіпоксемії* (зниження насичення крові киснем). У деяких людей можуть спостерігатись симптоми висотної або гірської хвороби, що призводить до порушення сну, травлення, нудоти, психосоматичних

проявів (ейфорії, дратівливості, болю голови, поганого настрою).

Працездатність людини зменшується із зростанням висоти над рівнем моря. У першу чергу зменшується здатність виконувати аеробну роботу (уже на висоті 1200 м). Помітне зниження МСК спостерігається лише з висоти 1500 м. Вище за цей рівень МСК знижується на 1% через кожні 100 м.

Зниження МСК на висоті обумовлене зниженням напруження кисню в артеріальній крові. При цьому немає суттєвої різниці між тренованими і нетренованими. У меншій мірі впливає висота на інші види діяльності. Так, сила м'язів і координація рухів практично не змінюється. Внаслідок зменшення щільності повітря може спостерігатись навіть покращення результатів на спринтерських дистанціях. Проте процеси відновлення на висоті протікають уповільнено. Тому повторне виконання навіть короткотривалих впрям викликає більшу втоми, ніж на рівні моря.

## **27. Фізіологічні механізми адаптації організму до умов середньогір'я та високогір'я**

Прийнято вважати, що середньогір'я – це висота від 1000 до 3000 м над рівнем моря. Основним фактором, який впливає на функціональні можливості організму і його працездатність в умовах висоти, є гіпоксія (знижене напруження кисню, яке викликає появу гіпоксемії →

зниження насичення крові киснем). У деяких людей можуть спостерігатись симптоми висотної або гірської хвороби, що веде до порушення сну, травлення, нудоти, психосоматичних проявів (ейфорії, дратівливості, болю голови, поганого настрою).

Під час тривалого перебування на висоті в організмі протікають зміни, що забезпечують його адаптацію до умов зниженого парціального тиску кисню. Мінімальний період висотної акліматизації залежить перш за все від висоти і становить для висоти 2000–2500 м – 7–10 днів, 3600 м – 15–21 день, 4500 м – 21–25 днів. За тривалістю перебування на висоті розрізняють 4 ступені акліматизації:

- гостра або термінова (до 30 хв.);
- короткочасна (кілька тижнів);
- тривала (кілька місяців);
- постійна (постійне проживання на висоті).

Основним механізмом *термінової* адаптації до висоти є компенсаторне зростання легеневої вентиляції, особливо виражене при виконанні м'язової роботи. Зростання величини легеневої вентиляції прямо пропорційне до зростання висоти над рівнем моря.

Під час *тривалої* адаптації до гіпоксії в організмі відбуваються наступні зміни:

- збільшення легеневої вентиляції та посилення дифузійних можливостей легень;
- підвищення вмісту еритроцитів (до 7–8 млн./мл<sup>3</sup>) та гемоглобіну (до 170–180 г/л) у крові, зміщення

кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо, зростання об'єму циркулюючої крові;

- зміни на тканинному рівні, які включають: посилення капіляризації тканин; збільшення концентрації міоглобіну у скелетних м'язах; підвищення вмісту мітохондрій; збільшення вмісту і підвищення активності окислювальних ферментів.

Чим довший період перебування на висоті, тим досконаліша адаптація і вища працездатність спортсмена.

## **28. Фізіологічні особливості функціонування серцево-судинної системи дітей та підлітків**

У процесі росту та розвитку відбувається збільшення маси, лінійних та об'ємних розмірів *серця*, зміна співвідношення окремих його відділів, перебудова гістологічної структури. Так, у хлопчиків 9–10 р. маса серця становить в середньому 111 г., що вдвічі менше, ніж у дорослих (244 г.). У процесі росту та розвитку спостерігається виражене збільшення шлуночків серця, особливо лівого шлуночка. Серце дітей та підлітків характеризується високим рівнем виграт енергії. Для серцево-судинної системи дітей і підлітків характерним є нижча ефективність та економність роботи, різкіша відповідь на навантаження та менші функціональні резерви.

Діти та підлітки характеризуються вищими значеннями ЧСС, яке з віком спадає (табл. 4). Так, протягом 4–5 року



життя ЧСС становить 100–105 хв<sup>-1</sup>, у 7 р. зменшується до 85–90 хв<sup>-1</sup>, а у 14–15 р. наближається до рівня дорослих (70–80 хв<sup>-1</sup>). *Систолічний об'єм* із віком збільшується. Так, систолічний об'єм складає у віці 4–5 р. 19–20 мл., 7 р. – 25–30 мл., 13–16 рр. – 50–60 мл. При *м'язовій роботі* СО та ХОК у дітей збільшуються у меншій мірі, ніж у дорослих. Під час навантажень СО у 8–9 років може зростати у 4 рази, у 14–15 років – у 5–6 раз, у дорослих – у 6–7 разів. У відповідь на фізичне навантаження ХОК дітей і підлітків зростає переважно за рахунок ЧСС і в меншій мірі – за рахунок збільшення СО. При виконанні фізичних вправ спостерігається зворотна залежність між максимальною ЧСС і віком дитини – чим молодша дитина, тим більша ЧСС і навпаки.

З віком внаслідок зростання лінійних та об'ємних розмірів, збільшення кількості циркулюючої крові та довжини судинного русла відбувається зростання артеріального тиску. Так, АТ у 4 р. становить 102/58 мм рт. ст., у 10 р. – 106/60 мм рт. ст., 14 р. – 110/70 мм рт. ст., після завершення підліткового віку знаходиться на рівні дорослих. У дітей систолічний тиск під час виконання фізичної роботи зростає у більшій мірі, ніж у дорослих.

## **29. Фізіологічні особливості функціонування дихальної системи дітей та підлітків**

Діяльність дихальної системи з віком значно вдосконалюється. Відбувається збільшення тривалості

дихального циклу, зростання максимальної швидкості вдиху та видиху, збільшується загальна тривалість видиху. Спостерігається вдосконалення регуляції дихання та економізація цього процесу під час навантажень. Загальна ємність легень та ряд її компонентів у процесі росту та розвитку дітей зростають (див. табл. 4). Так, ЖЄЛ у віці 5 р. становить 1100–1200 мл, у 12 р. – 1905–1975 мл, у 15 р. – 2530–2600 мл. Для дітей молодшого віку характерний нестійкий ритм дихання, невелика його глибина, приблизно однакове співвідношення часу вдиху та видиху. Частота дихальних рухів з віком зменшується. У дітей 7–8 років ЧД становить 20–25 хв<sup>-1</sup>, у 12 р. – 18 хв<sup>-1</sup>, у 14–15 років вона зменшується до 16–17 хв<sup>-1</sup>.

Діти характеризуються меншими можливостями посилення зовнішнього дихання при м'язовій роботі. Наприклад, у дітей 8–9 років ХОД при напруженій роботі може зростати у порівнянні з станом спокою у 10–12 разів (до 50–70 л/хв), а у дорослих – у 15–18 разів (до 100–150 л/хв). При цьому збільшення ХОД відбувається переважно за рахунок підвищення частоти дихальних рухів, а не збільшення глибини дихання. Це супроводжується зменшенням ефективності дихання внаслідок зростання величини мертвого простору. Так, за один дихальний цикл діти 8–9 років споживають у 3,5 разів менше кисню, ніж нетреновані дорослі та у 6 разів менше, ніж спортсмени високого класу.

Таблиця 4

Вікові зміни основних показників серцево-судинної та дихальної системи дітей і підлітків.

Вік, р.	ЧСС, хв <sup>-1</sup>	СО, мл	ХОК, л·хв <sup>-1</sup>	АТ, мм. рт. ст.	ЧД, хв <sup>-1</sup>	ДО, мл	ЖЄЛ, л
4-5	100	19	2500	103/60	25	150	1,2
8-9	78	25	3200	106/60	22	250	1,5
11-12	76	35	3800	108/65	18	300	1,9
14-15	74	59	4300	115/70	17	400	2,6
17-18	72	70	5000	120/80	16	450	3,5

При цьому юні спортсмени характеризуються швидшим впрацьовуванням, менш тривалим стійким станом, швидшим розвитком втоми та швидшим відновленням показників дихальної системи.

### **30. Гетерохронність (неодноразність) розвитку рухових якостей у дітей та підлітків. Сенситивні періоди їх розвитку**

В процесі онтогенезу спостерігаються періоди формування окремих функцій та органів, прискорення або сповільнення їх росту. Найбільш інтенсивний ріст довжини тіла відбувається протягом життя та в період статевого дозрівання (11–15 років). Після 14 років істотно зростає вага тіла та серця.

Спостерігається періодизація і в розвитку фізичних якостей. Так, розвиток сили відбувається в 7–11 років, потім йде сповільнення і з 11–13 років знову прискорюється розвиток сили і до 18 років досягає рівня дорослої людини. В зв'язку з основними закономірностями вікової періодизації будується програма навчання дітей в школі, нормування фізичних та розумових навантажень.

Перехід від одного вікового періоду до другого є переломним етапом розвитку. Ці критичні стрибкоподібні моменти розвитку контролюються генетично. З ними частково співпадають сенситивні періоди (періоди найбільш сприятливі для розвитку фізичних якостей, особливої чутливості до впливів зовнішнього середовища).



Таблиця 5.

Вікові зміни фізіологічних показників  
(за Солодковим А. С., Сологуб Е. Б., 2001)

Вік, роки	ЛЧРР, мс	Теплінг-тест, за 10 с	Сила станова кг	PWC <sub>170'</sub> , кгм/хв	МСК, л/хв
5-6	286	48	18	200-240	–
7-8	220	54	29	290-310	1,3
9-10	207	56	46	392-398	1,6
11-12	203	63	55	495	1,7
13-14	180	64	65	660	2,3
15-16	171	71	90	870	3,1
17-19	170	72	130	900	3,5

Критичний період – це період статевого дозрівання (пубертатний період). Під час сенситивних періодів найбільш ефективні тренувальні навантаження. Вони проявляються гетерохронно для різних фізичних якостей.

Сенситивні періоди для розвитку швидкісно-силових якостей проявляються в 11–14 років. Для загальної витривалості цей період проявляється пізніше в 15–20

років. Розвиток гнучкості бурно формується з 4 до 15 років, а спритність з 7 до 13–15 років.

### **31. Фізіологічні особливості функціонування серцево-судинної і дихальної системи осіб старших вікових груп**

Функціональні можливості серцево-судинної системи (ССС) з віком знижуються. Це обумовлено погіршенням кровопостачання міокарду, його скоротливих можливостей та пониженням еластичності судин. Після 40–50 років (максимум 60–70 р.) в стінках судин появляються холестеринові бляшки, що призводять до розвитку атеросклерозу. Після 50 років зростає ЧСС, зменшується ХОК, збільшується також рівень артеріального тиску (систолічного і діастолічного). У відповідності з рекомендаціями ВООЗ нормальний артеріальний тиск у людей зрілого і літнього віку не повинен перевищувати 140/90 мм рт. ст. При старінні спостерігається зниження можливого діапазону реакції серцево-судинної системи на фізичні навантаження.

В процесі старіння спостерігається також зниження показників зовнішнього дихання. Так, максимальна вентиляція легенів в одиницю часу зменшується між 20 й 80 роками на 40%. Життєва ємність легенів знижується на  $17,5 \text{ см}^3/\text{м}^2$  поверхні тіла в рік внаслідок росту ригідності грудної клітки, зменшення сили дихальних м'язів й еластичності легенів, погіршення бронхіальної

провідності. Резервний обсяг видиху значно зменшується в порівнянні з обсягом вдиху. Залишковий обсяг збільшується на  $13 \text{ см}^3/\text{м}^2/\text{рік}$ . "Мертвий" фізіологічний простір легень також збільшується з віком. У літніх людей зростає частота дихання до  $22-24 \text{ хв}^{-1}$ .

Після фізичного навантаження часто виникає задишка. Відновлення ритму й глибини дихання до вихідного рівня відбуваються повільніше, ніж у молодих. Зменшена дифузійна здатність легень та ефективність вдиху повітря (внаслідок зменшеної еластичності легень і порушень бронхіальної провідності) можуть викликати артеріальну гіпоксемію. Коефіцієнт використання кисню (процентне відношення різниці концентрації кисню в артеріальній і венозній крові до загального його вмісту в артеріальній крові) у літніх людей у 1,5 рази нижчий, ніж у молодих. Старіння організму характеризується зменшенням економічності м'язових зусиль, зростанням енерговитрат та різким посиленням функцій кардіореспіраторної системи на стандартні навантаження. При старінні зменшується фізична працездатність. Характерний більш тривалий період впрацювання, скорочується період стійкого стану, збільшується тривалість відновних процесів.

Для людей літнього віку рекомендується переважно циклічні вправи невеликої інтенсивності (біг, їзда на велосипеді, тривала ходьба, плавання, пересування на лижах).

## **32. Вікові особливості процесів впрацьовування, втоми та відновлення у дітей та підлітків**

У дітей передстартові реакції більш виражені, ніж у дорослих. Зростання ЧСС і АТ більш виражені у дітей, що займаються спортом, ніж у тих, що не займаються ним. Період впрацьовування менший, ніж у дорослих. Після чого настає стійкий стан, який триває менше, ніж у дорослих. Діти швидше досягають МСК, але не здатні його утримувати тривалий час, в більшій мірі розвивається гіпоксемія. Від віку залежить і характер втоми. В дітей під час втоми працездатність, швидкість рухів зменшується в більшій мірі, ніж у дорослих. Діти вимушені припинити роботу при менших змінах внутрішнього середовища організму.

При помірній аеробній роботі під час втоми у підлітків в більшій мірі виражена дискоординація вегетативних функцій, більші енергетичні витрати. Відновні процеси після інтенсивних вправ носять нерівномірний характер. Спочатку проходять інтенсивно, а потім повільно. З віком (від 11 до 20 років) в міру розвитку витривалості збільшується і час відновлення, тобто не має переваг перед дорослими. У спортсменів 16–18 років після велогонок на 50 км АТ відновлюється за 6–24 год., а у дорослих спортсменів – за 3–4 год.



### **33. Фізіологічні особливості функціонування систем організму осіб старших вікових груп та їх роль у визначенні характеру та потужності фізичних навантажень**

Здатність осіб літнього та старечого віку здійснювати фізичну роботу визначається як особливостями вегетативних систем, так і опорно-рухового апарату.

Для старіючого організму характерне сповільнення діяльності серця. Основними особливостями старіючого серця є склероз міокарду, атрофія м'язових волокон у поєднанні з їх гніздовою гіпертрофією, дилатацією серця. Однією із основних причин таких змін є порушення енергозабезпечення міокарду, розвиток гіпоксії. Все це призводить до зменшення з віком серцевого викиду, який після 50 років зменшується в середньому на 1% у рік. Таке зменшення відбувається як за рахунок зниження систолічного об'єму, так і за рахунок зменшення ЧСС.

З віком спостерігається зростання артеріального тиску. Воно обумовлене як склеротичним потовщенням внутрішньої оболонки великих артерій, атрофією м'язового шару, зниженням еластичності судинної стінки, так і склеротизацією дрібних артерій, яке веде до зменшення їх просвіту та зростання периферичного опору судинного русла. Ще одним фактором погіршення кровопостачання є потовщення стінок капілярів, збільшення кількості у ній колагену, зменшення просвіту капілярів та густини капілярної сітки. При старінні

спостерігається зниження можливого діапазону реакції серцево-судинної системи на дію гормональних та нервових чинників регуляції, проте зростає її чутливість до цих факторів.

Зміни у диханні осіб літнього та старечого віку пов'язані зі змінами апарату зовнішнього дихання. Це деформація грудної клітки, яка супроводжується зменшенням її рухливості, зменшення еластичності легеневої тканини. Ці зміни призводять до зменшення у літньому та старечому віці ЖЕЛ та ряду її компонентів, зокрема дихального об'єму, резервного об'єму вдиху та видиху. Поряд з цим відбувається зростання об'єму залишкового повітря. Відповідно зменшується об'єм повітря, що бере участь у газообміні. У старості різко зменшуються функціональні резерви дихання. Під впливом фізичних навантажень у старості зростання легеневої вентиляції відбувається не шляхом зростання глибини дихання, а внаслідок значного зростання його частоти. Таким чином, наявні дані про швидке вичерпування резервів адаптації функцій дихання, значну тривалість періоду відновлення, зниження ефективності дихання навіть при невеликому навантаженні на організм – все це вказує на обмеженість резервів (рис. 14) і адаптаційних можливостей організму осіб літнього та старечого віку.

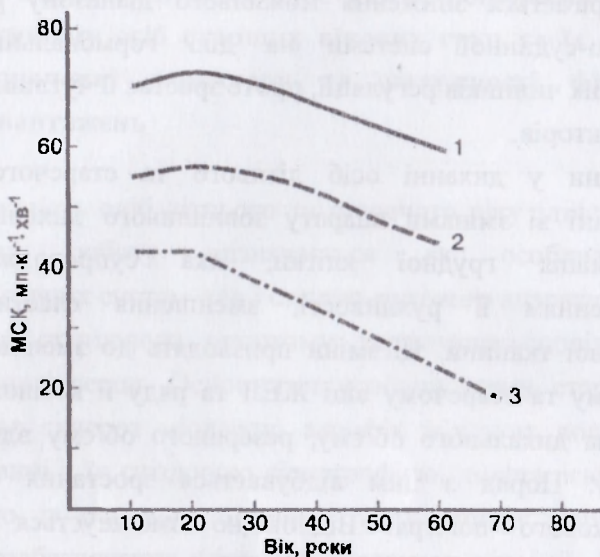


Рис. 14. Вікові зміни максимального споживання кисню (МСК). 1 – треновані бігуни, 2 – бігуни підтющем, 3 – нетреновані особи.

### 34. Основні фізіологічні методи дослідження серцево-судинної системи осіб, що займаються фізичною культурою

У загальному слід зазначити, що фізіологія фізичного виховання та спорту, як і загальна фізіологія, є експериментальною наукою. У фізіології фізичного виховання застосовують як *метод спостереження* за змінами функцій під час тренування або змагання, так і *експериментальний метод*, зокрема *метод лабораторного експерименту* із використанням дозованих фізичних

навантажень. За цих умов реєструють параметри серцево-судинної системи.

При *ехокардіографії* записують ультразвукові коливання, відбиті від різних поверхонь серця, зовнішніх і внутрішніх поверхонь стінок, клапанів тощо. Цей метод дозволяє отримати морфологічну характеристику серця та його окремих структур.

Метод графічної реєстрації біопотенціалів серця з поверхні тіла називається *електрокардіографією*. Крива змін цієї різниці потенціалів у часі називається *електрокардіограмою*. Електрокардіограма дозволяє визначити такі показники: частоту серцевих скорочень, локалізацію вогнища збудження (синусний вузол, передсердя, тощо), порушення ритму серця, порушення проведення.

*Кардіоінтервалографія* є одним з методів оцінки ритму серця. Цей метод відрізняється простотою реєстрації *кардіоінтервалограм* і швидкістю одержання інформації, а також можливістю проведення повторних досліджень.

*Фонокардіографія* – це графічний метод реєстрації звуків серця, він дозволяє не лише здійснювати постійну реєстрацію тонів, але й досліджувати часові співвідношення між цими тонами та іншими процесами, які відбуваються протягом серцевого циклу.

Вимірювання *артеріального тиску*. Існують *прямі* (криваві) і *непрямі* (напр. метод Короткова) методи вимірювання артеріального тиску. При використанні *аускультативного методу* Короткова значення тиску.



реєструють за характерними звуками (тонами Короткова). Момент появи звуків відповідає систолічному тиску, а їх зникнення чи послаблення – діастолічному.

*Реографія* – метод дослідження загального і органного кровообігу, який ґрунтується на реєстрації коливань електричного опору живих тканин організму внаслідок зміни вмісту у них рідини (кровонаповнення). Чим інтенсивніший кровообіг у тканинах і більше їх кровонаповнення, тим більша електропровідність і менший опір.

### **35. Основні фізіологічні методи дослідження дихальної системи, осіб що займаються ФК**

Фізіологія фізичного виховання та спорту, як і загальна фізіологія, є *експериментальною наукою*. У фізіології ФВ та спорту застосовують як *метод спостереження* за змінами функцій під час тренування або змагання, так і *експериментальний метод*, зокрема *метод лабораторного експерименту* із використанням дозованих фізичних навантажень. За цих умов реєструють параметри дихальної системи.

Оскільки під час досліджень реєструють зміни у діяльності різноманітних систем організму людини, то методи фізіології ФВ та спорту фактично аналогічні до методів, що використовуються у фізіології людини.

*Спірометрія* – метод вимірювання дихальних об'ємів. Для визначення застосовують цілий ряд спірометрів –

повітряні, водні і ін. Можливе застосування також динамічної спірометрії, що полягає у реєстрації ЖЄЛ після фізичних навантажень. При цьому ЖЄЛ досліджують у стані спокою, безпосередньо після навантаження та через 3 і 5 хв.

*Спірографія* – метод графічної реєстрації змін об'ємів легень під час виконання різноманітних дихальних рухів. Окрім визначення ЖЄЛ за допомогою спірографії можна розрахувати ряд інших показників: частоту дихання, дихальний об'єм, резервні об'єми вдиху і видиху, максимальну вентиляцію легень, час затримки дихання на вдиху (проба Штанге) і на видиху (проба Генчі), форсовану ЖЄЛ.

За допомогою *пневмотахометрії* вимірюють максимальну швидкість повітряного потоку під час вдиху або видиху, тобто потужність дихальних м'язів.

### **36. Основні фізіологічні методи дослідження нервової та м'язової системи осіб, що займаються фізичною культурою**

Фізіологія ФВ та спорту, як і загальна фізіологія, є *експериментальною наукою*. У фізіології ФВ застосовують як *метод спостереження* за змінами функцій під час тренування або змагання, так і *експериментальний метод*, зокрема *метод лабораторного експерименту* із використанням дозованих фізичних навантажень. За цих умов реєструють параметри нервово-м'язового апарату.

Оскільки під час досліджень реєструють зміни у діяльності різноманітних систем організму людини, то методи фізіології ФВ та спорту фактично аналогічні до методів, що використовуються у фізіології людини.

*Електроенцефалографія* – реєстрація електричних потенціалів головного мозку через непошкоджені покриви голови.

Дослідження сенсомоторних реакцій передбачає визначення кількох показників. *Визначення латентного часу рухової реакції* на світловий або звуковий стимул здійснюють для оцінювання рівня збудливості центральної нервової системи. *Визначення реакції на рухомий об'єкт* полягає в необхідності зупинити швидкий рух об'єкта у наперед заданій точці. Ця методика у певній мірі характеризує типологічні особливості людини.

*Визначення швидкості переробки зорової інформації (ШПЗІ)*. Обстежуваний отримує бланк з кільцями Ландольта, таблиці Крепеліна. Таблиця складається з 15 подвійних горизонтальних рядків цифр. В кожному рядку 30 пар. *Тепнінг-тест* – метод оцінки функціонального стану ЦНС.

Характеристика стану м'язів вимагає дослідження сили, тонусу, збудливості м'язової системи. Сила вимірюється як максимальна вага, яку можна підняти один раз. *Динамометрія* (кистьова та станова) дозволяє оцінити вплив фізичного навантаження на силу і витривалість людини. Для її проведення використовують різні системи динамометрів – пружинні, гідравлічні та тощо.

*Треморометрія* є методом, за допомогою якого опосередковано оцінюється *м'язова втома*. Для цього використовується прилад треморометр, який дозволяє реєструвати руховий тремор рук, який зростає з розвитком втоми.

*Ергографія* – один з методів оцінки *стану рухового апарату* людини під час виконання дозованих м'язових навантажень. Суть методу полягає у записі траєкторії м'язового руху з підйому вантажу, який здійснюється у певному темпі.

*Міотометрія* характеризує твердість (тонус) м'язів. Для вимірювання застосовуються електроміотометри чи механічні пружинні прилади типу міотометра "Сірмаї". Тонус м'язів виражається у *міотонах*. Як правило, тонус м'язів досліджують у трьох станах – спокою (*тонус спокою*, ТС), максимального напруження (*тонус напруження*, ТН) і розслаблення (*тонус розслаблення*, ТР). На основі отриманих даних визначають амплітуду напруження (АН), амплітуду розслаблення (АР) та амплітуду тонусу (АТ).

*Електроміографія* дозволяє охарактеризувати *особливості біоелектричної активності* м'язів, які працюють. При цьому *досліджується* типова амплітуда і частота коливань, оцінка загальної структури електроміограми, яка характеризується рядом часових показників (латентний період початку і закінчення електричної активності, загальна тривалість).



### 37. Вплив гіподинамії на стан фізіологічних систем організму. Роль занять ФК у профілактиці розвитку гіподинамії

Недостатність м'язових вправ у побуті та на роботі негативно впливає на фізіологічні функції. Це підтверджують як дані експериментів на тваринах, так і результати спостережень над людьми. Зокрема, відбувається розвиток захворювань, характерних для старіючого організму – *ішемічна хвороба серця, дистрофічні порушення внутрішніх органів, а також ожиріння* тощо. Людина може тривалий час жити за відсутності рухової активності, проте це призводить до значного погіршення рухових і вегетативних функцій.

*Гіпокінезія* завжди супроводжується *атрофією* (зменшенням) скелетних м'язів. При цьому м'язові волокна стають тоншими, а сила, лабільність, витривалість м'язів зменшується. У досліджах на тваринах було показано, що за 30 днів повного припинення рухів м'язова сила зменшилась на 30%, тривалість циклу скорочення м'яза зросла у 2 рази.

При гіпокінезії спостерігається також порушення *нервової координації* діяльності м'язів. Так, спостерігаються порушення рухових функцій, поява додаткових некоординованих рухів, коливання тіла внаслідок зростання амплітуди відхилень його центру маси. Зміни у ЦНС призводять також до порушень координації рухових і вегетативних функцій, зменшення

чутливості сенсорних систем, виникнення астеничного синдрому, який виявляється у ливидкій втомлюваності та емоційній нестійкості.

Зменшення або припинення рухової активності призводить до виражених змін у функціонуванні *вегетативних систем* організму. Зокрема, спостерігається зменшення розмірів серця, знижується систолічний і хвилиний об'єм крові, об'єм циркулюючої крові, збільшується ЧСС, АТ, час кровообігу. Окрім того, зростає навантаження на серце, оскільки активно не функціонує "м'язовий насос". Процеси зовнішнього дихання характеризуються зменшенням ХОД, ЖЕЛ та ряду її компонентів, зокрема дихального та резервних об'ємів. Зменшується *економність* функціонування вегетативних систем, внаслідок чого стандартні навантаження викликають значно більше зростання функцій організму.

У стані спокою спостерігається зменшення величини *основного обміну* на 5–20%. Спостерігається також зниження функцій *залоз внутрішньої секреції*, зокрема наднирників. Тривала гіподинамія погіршує здатність організму *адаптуватись* до фізичних навантажень та *погіршує стійкість* до хвороботворних факторів.

Заняття фізичними вправами має різноманітний вплив на організм людини. Проте можна виділити *специфічний* ефект фізичних навантажень, тобто адаптацію до даного навантаження та *неспецифічний* – підвищення стійкості організму до багатьох несприятливих факторів середовища. Люди, що займаються фізичними вправами,

рідше хворіють, легше переносять простудні захворювання, стійкіші до перегрівання і переохолодження. Для отримання максимального оздоровчого ефекту слід дотримуватись *оптимальних навантажень*.

## Література

1. Безруких М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер – М.: Академия, 2002. – 452 с.
2. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж.Х. Вілмор, Д.Л. Костіл – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Н.И. Волков и др.– К.: Олимпийская л-ра, 2000. – 504 с.
4. Романенко В.А. Диагностика двигательных способностей / В.А. Романенко – Донецк, ДОННУ, 2005. – 290 с.
5. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – 520 с.
6. Спортивна фізіологія./ Под ред. Я.М. Коца.. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
7. Уилмор Дж.Х. Физиология спорта / Дж.Х. Уилмор, Д.Л.Костилл. – К: Олимп. л-ра, 2001. – 504 с.
8. Физиология человека. / Под ред.Н.В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1976. -- 496 с.
9. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є.О.Яремко – Л.: Сполом, 2006. – 159 с.
10. Козлов В.И. Основы спортивной морфологии / В.И. Козлов, А.А. Гладышева – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 103 с.
11. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии / Э.Г. Мартиросов – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 200 с.
12. Морфология человека / Под ред. Б.А.Никитюка, В.П.Чтецова. – М.: МГУ, 1990. – 344 с.
13. Никитюк Б.А. Анатомия и спортивная морфология (практикум) / Б.А. Никитюк, А.А. Гладышева – М., 1989. – 176 с.
14. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г.Мартиросов, Д.В.Николаев, С.Г.Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.



## Додатки

### Додаток 1

Середні величини показників фізичного розвитку  
спортсменів (за Карпманом В.Л., 1987)

Спортивна спеціалізація	Тотальні розміри тіла		
	зріст (см)	вага (см)	обвід грудної клітки (см)
<b>Чоловіки</b>			
Спортивна гімнастика	168,5±5,6	68,8±4,8	94,5±4,4
Лижний спорт	171,9±6,0	68,8±5,6	95,1±3,8
Плавання	174,4±7,0	71,0±7,8	95,2±5,2
Волейбол	177,3±5,0	73,3±6,2	96,0±3,8
Футбол, хокей	171,9±5,6	70,1±6,4	95,0±3,6
Велосипедний спорт	173,7±5,2	73,0±6,6	95,1±4,2
<b>Жінки</b>			
Спортивна гімнастика	158,3±4,2	56,3±4,4	84,5±4,2
Лижний спорт	161,5±3,8	60,3±4,2	86,1±3,0
Плавання	163,9±4,2	61,7±7,2	86,4±3,6
Волейбол	164,2±6,2	63,2±7,6	85,2±4,0
Велосипедний спорт	162,1±5,2	62,0±5,2	85,2±2,4

### Додаток 2

Відносний вміст жиру в організмі спортсменів  
(за даними Д.Уілмор, Д.Костілл, 1993)

Вид спорту	Вміст жиру (%)	
	чоловіки	жінки
Легка атлетика (крім бігу)	8 – 18	12 – 20
Фехтування	8 – 12	10 – 16
Лижні перегони	7 – 15	10 – 18
Баскетбол	6 – 12	10 – 16
Плавання	6 – 12	10 – 18
Культуризм	5 – 8	6 – 12
Легка атлетика (біг)	5 – 12	8 – 15
Важка атлетика	5 – 12	10 – 18

## Класифікація різновидів втоми (Волков В.Н., 1973)

Вид втоми	Умови виникнення	Стан спортсмена
Легка	Після незначної за об'ємом й інтенсивністю м'язової роботи	Компенсована втома, працездатність не знижується
Гостра	Після одноразового граничного навантаження	Виражена слабкість, різке зниження працездатності, тахікардія, атипова відповідь на функціональні проби, зниження АТд, зміни ЕКГ.
Перенапруження	Після виконання одноразового граничного тренувального або змагального навантаження на тлі зниженого функціонального стану організму (триває від декількох днів до декількох тижнів)	Загальна слабкість, млявість, запаморочення, порушення координації рухів, тахікардія, порушення ритму серця, атипова реакція серцево-судинної системи на навантаження.
Перетренованість	Виникає у спортсменів при неправильно побудованому режимі тренувань та відпочинку	Нервово-психічне перенапруження, погіршення результатів, порушення роботи серцево-судинної і нервової системи, зниження імунітету
Перевтома	Спостерігається при надмірних фізичних навантаженнях	Схоже на перетренованість, але прояви різкіші, можливі болі у серці, тремор пальців рук

## Додаток 4

Оцінка результатів 12-хв тесту Купера для чоловіків віком до 30 років (Аулик І.В., 1990)

Відстань (км)	Оцінка результатів
< 1,5	дуже погано
1,50–1,84	погано
1,85–2,15	задовільно
2,16–2,64	добре
2,65	відмінно

## Додаток 5

Величина  $PWC_{170}$  у спортсменів різних видів спорту та нетренованих чоловіків (В.Л.Карпман, 1988)

Вид спорту	$PWC_{170}$ (кГм/хв.)	$PWC_{170}$ (кГм/хв.·кг)
Лижний	1760	25,7
Ковзанярський	1710	24,0
Велосипедний	1670	22,6
Ходьба	1548	22,5
Футбол	1523	21,7
Хокей	1428	20,1
Баскетбол	1625	18,7
Боротьба	1370	16,6
Гімнастика	1044	16,5
Нетреновані	1027	15,5

## Додаток 6

Оцінка значень індексу Руф'є (В.Л.Карпман, 1988)

Значення індексу	Оцінка
$\leq 0$	атлетичне серце
0,1–5,0	відмінно
5,1–10,0	добре
10,1–15,0	задовільно
15,1–20,0	серцева недостатність

Додаток 7

Оцінка загальної фізичної працездатності (ЗФП) за показниками індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) (Аулик І.В., 1990)

ІГСТ (ум.од.)	Рівень ЗФП
< 55	низький
55-64	нижче середнього
65-79	середній
80-89	добрий
> 90	відмінний

Додаток 8

Оцінка показників тесту П.Новакці (Аулик І.В., 1990)

Потужність роботи (Вт)	Тривалість роботи (хв)	Оцінка результатів тесту
2	1	Низька ФП нетренованих
3	1	Задовільна ФП нетренованих
3	2	Висока ФП нетренованих
4	1	Задовільна ФП спортсменів
4	2	Середня ФП спортсменів
5	1-2	Висока ФП спортсменів
6	1	Дуже висока ФП спортсменів

Додаток 9

Основні показники гемодинаміки осіб різного рівня тренуваності у спокої (за Коц Я.М., 1986)

Кваліфікація	ЧСС (уд./хв)	СО (мл)	ХОК (л)
Нетреновані	70	70	4,90
Треновані	55	90	4,95
Спортсмени екстра-класу	50	100	5,00



Львівський державний університет фізичної культури  
Кафедра анатомії та фізіології

**Вовканич Любомир Степанович,**  
**Бергтраум Дзвенислава Іванівна,**  
**Гриньків Мирослава Яківна,**  
**Коритко Зоряна Ігорівна,**  
**Кулітка Едуард Федорович,**  
**Куцериб Тетяна Михайлівна.**

**СПОРТИВНА МОРФОЛОГІЯ ТА ФІЗІОЛОГІЯ  
СПОРТУ І ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ**

*У запитаннях та відповідях*

Авторська редакція  
Комп'ютерна підготовка – Любомир Вовканич  
Відповідальний за випуск – Олег Дук

Підписано до друку 30.01.13 р.  
Формат 60х84/16.  
Папір офсетний. Друк – різнографія.  
Ум. друк. арк. 6,05. Зам. № 559/30-01

Видавництво “СПОЛОМ” 79008 Україна,  
м. Львів, вул. Краківська, 9.  
Тел./факс: (380-32) 297-55-47. E-mail: spolom\_lviv@ukr.net.  
Свідоцтво держреєстру: серія ДК, № 2038  
від 02.02.2005 р.

Друк ФОП  
Гуменецький М. В. 81630 Львівська обл.,  
Миколаївський р-н. с. Гонятичі, вул. Польова, 10  
Свідоцтво держреєстру: № 083613 від 18.08.2008 р