

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.
Шевченка
Кафедра захисту України та теорії і практик фізичної культури

ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ.

ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС.

Навчальний посібник
для здобувачів вищої освіти за освітнім ступенем «Бакалавр»
спеціальність А 7 Фізична культура і спорт

Чернігів – 2026

УДК 612.014+196/799

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка (протокол № 11 від 29 червня 2026 року).

Рецензенти:

Фурман Юрій Миколайович, Житомирський державний університет імені Івана Франка, доктор біологічних наук, професор кафедри медико-біологічних дисциплін;

Богуславська Вікторія Юріївна, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор, професор кафедри теорії і методики спорту;

Жиденко Алла Олександрівна, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, доктор біологічних наук, професор кафедри біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту.

Фізіологія спорту. Лекційний курс.: навчальний посібник / укладач В. М. Мірошніченко. Чернігів: НУЧК, 2026. – 204 с.

Навчальний посібник рекомендований студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти які навчаються за спеціальністю А7 Фізична культура і спорт. Навчальний посібник містить теоретичний матеріал та матеріал для практичних занять, який орієнтований на вміння реалізувати теоретичні знання у практичній діяльності фахівця у сфері фізичної культури і спорту, ілюстрований рисунками та таблицями. Навчальний матеріал розроблений на основі аналізу сучасної наукової літератури та містить дані власних експериментальних досліджень.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ.....	9
Лекція 1. АДАПТАЦІЯ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА РЕЗЕРВНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ.....	11
1. Спортивна фізіологія як навчальна та наукова дисципліна.....	11
2. Адаптація до фізичних навантажень та резервні можливості організму.....	14
3. Динаміка функцій організму при адаптації та її стадії.....	14
4. Фізіологічні особливості адаптації до фізичних навантажень.....	19
5. Термінова та довгострокова адаптація до фізичних навантажень.....	21
6. Функціональна система адаптації.....	24
7. Поняття про фізіологічні резерви організму, їх характеристика.....	27
Контрольні питання.....	29
Література	29
Практичні заняття за темою лекції.....	30
Лекція 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ПРИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ.....	34
1. Зміни функцій різних органів і систем організму.....	34
2. Функціональні зрушення при навантаженнях постійної потужності.....	37
3. Функціональні зрушення при навантаженнях змінної потужності.....	38
4. Прикладне значення функціональних змін для оцінки працездатності спортсменів.....	40
5. Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності....	41
6. Роль емоцій при спортивній діяльності.....	41
7. Передстартові стани.....	44
8. Розминка і впрацювання.....	47

9. Стійкий стан при циклічних вправах.....	49
10. Особливі стани організму при ациклічних і статичних вправах та вправах змінної потужності.....	50
Контрольні питання.....	51
Література	52
Практичні заняття за темою лекції.....	53
Лекція 3. ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНА.....	59
1. Поняття про фізичну працездатність.....	59
2. Режими енергозабезпечення м'язової діяльності.....	60
3. Анаеробний алактатний (креатинфосфокіназний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.....	61
4. Анаеробний лактатний (гліколітичний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.....	63
5. Аеробний режим енергозабезпечення м'язової діяльності.....	67
6. Методи визначення аеробної продуктивності організму.....	75
7. Методи визначення анаеробної продуктивності організму.....	82
8. Зв'язок фізичної працездатності із спрямованістю тренувального процесу у спорті.....	88
9. Резерви фізичної працездатності.....	89
Контрольні питання.....	92
Література	93
Практичні заняття за темою лекції	94
Лекція 4. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ.....	101
1. Визначення і фізіологічні механізми розвитку втоми.....	101
2. Фактори стомлення та стан функцій організму	106
3. Особливості виникнення втоми при різних видах фізичних навантажень....	109
4. Виникнення стану передвтоми, хронічна втома і перевтома.....	111

5. Загальна характеристика процесів відновлення.....	114
6. Фізіологічні механізми відновлювальних процесів.....	116
7. Фізіологічні закономірності відновлювальних процесів.....	117
8. Фізіологічні заходи підвищення ефективності відновлення.....	120
Контрольні питання.....	123
Література	124
Практичні заняття за темою лекції.....	125
Лекція 5. ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ.....	128
1. Різні критерії класифікації вправ.....	128
2. Фізіологічна характеристика спортивних вправ.....	129
3. Характеристика відносних зон потужності при циклічній роботі.....	136
4. Фізіологічна характеристика нестандартних рухів.....	139
Контрольні питання.....	142
Література	143
Лабораторні роботи за темою лекції.....	143
Лекція 6. ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ РУХОВИХ НАВИЧОК ТА РОЗВИТКУ РУХОВИХ ЯКОСТЕЙ.....	146
1. Механізм формування та компоненти рухової навички.....	146
2. Фази утворення рухової навички та її стійкість у часі.....	148
3. Фізіологічні механізми прояву та розвитку сили.....	150
4. Фізіологічні механізми прояву та розвитку швидкості.....	155
5. Фізіологічні механізми прояву та розвитку витривалості.....	159
6. Фізіологічні механізми прояву та розвитку спритності.....	162
7. Фізіологічні механізми прояву та розвитку гнучкості.....	163
Контрольні питання.....	165
Література	166

Практичні заняття за темою лекції.....	166
Лекція 7. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТРЕНОВАНOSTІ.....	169
1. Фізіологічна характеристика тренування і стану тренованості.....	169
2. Фізіологічні основи процесу тренування.....	170
3. Фізіологічні основи стану тренованості.....	171
4. Показники функціональної підготовленості у спокої.....	173
5. Фізіологічна характеристика перетренованості та перенапруження.....	175
Контрольні питання.....	177
Література	178
Практичні заняття за темою лекції.....	178
Лекція 8. СПОРТИВНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	183
1. Вплив підвищеної температури і вологості повітря на спортивну працездатність.....	183
2. Вплив зниженої температури.....	186
3. Спортивна працездатність в умовах зміненого барометричного тиску.....	187
4. Спортивна працездатність при зміні поясно-кліматичних умов.....	192
6. Фізіологічні зміни в організмі при плаванні.....	194
Контрольні питання.....	197
Література	198
Предметний покажчик.....	199

ВСТУП

Фізіологія спорту є теоретичною основою цілого ряду практичних дисциплін (теорії і методики фізичного виховання, психології спорту, педагогіки та ін.). Без розуміння фізіологічних процесів і констант, що характеризують їх, неможливо оцінити функціональний стан організму людини та її працездатність у різних умовах діяльності. Знання фізіологічних механізмів регуляції різних функцій організму має важливе значення у розумінні відновлювальних процесів під час та після напруженої м'язової роботи.

Запити теорії та практики фізичного виховання вимагають від фізіологічної науки розкриття особливостей функціонування організму у осіб різного віку і статі; під впливом фізичних навантажень різного характеру; у осіб різних морфологічних типів; під впливом інших чинників (кліматичних, географічних, зміни часових поясів); працездатність в особливих умовах довкілля (високогір'я, водного середовища, низьких температур, тощо). Фізіологія спорту розкриває закономірності адаптації окремих органів і систем організму до м'язової діяльності.

Формування різних органів і систем, рухових якостей та навичок, їх удосконалення у процесі фізичного виховання може бути успішним за умови науково обґрунтованого застосування різних засобів та методів фізичної культури. При цьому необхідно враховувати віково-статеві та індивідуальні особливості дітей, підлітків, зрілих та літніх людей, а також резервні можливості їхнього організму на різних етапах індивідуального розвитку. Знання таких закономірностей фахівцями дозволить запобігти застосуванню як недостатніх, так і надмірних фізичних навантажень, небезпечних для здоров'я людини.

Наразі накопичені значні фактичні матеріали щодо спортивної фізіології, викладені у відповідних підручниках та навчальних посібниках. Разом з тим, спортивна наука рухається вперед, за деякими розділам предмета з'явилися нові

дані, що не увійшли до попередніх видань. Крім того, у зв'язку з постійно змінюваною та доповнюваною навчальною програмою зміст раніше виданих розділів дисципліни не відповідає сучасним тематичним планам, зокрема, розроблені нові програми у рамках Нової української школи, де вимоги до викладання дисципліни Фізична культура зазнали істотних змін.

З урахуванням вищевикладеного, навчальний посібник містить систематизовану інформацію, доповнену новими матеріалами в рамках сьогоденних навчальних та наукових відомостей з предмета. У відповідні розділи підручника включені результати власних досліджень.

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

ABP-O₂ – артеріо-венозна різниця по кисню;

АДФ – аденозиндифосфорна кислота;

АМФ – аденозинмонофосфорна кислота;

АТФ – аденозинтрифосфорна кислота;

Вт – одиниця виміру потужності (зокрема фізичної роботи);

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота;

ДО – дихальний об'єм;

ЕЕГ – електроенцефалограма (графік електричної активності головного мозку, який отримують в процесі електроенцефалографії);

ЕКГ – електрокардіограма;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

КрФ – креатинфосфат;

МВЛ – максимальна вентиляція легень;

МДС – максимальна довільна сила;

МІС – максимальна ізометрична сила;

МКЗМР – максимальна кількість зовнішньої механічної роботи;

МСК – максимальне споживання кисню;

МСС – максимальна статична сила;

ПАНО – поріг анаеробного обміну;

ПС – повільноскоротливі м'язові волокна;

РНК – рибонуклеїнова кислота;

РО – рухова одиниця;

СОК (УОК) – систолічний об'єм крові (або ударний об'єм крові);

ХОК – хвилинний об'єм крові;

ЦНС – центральна нервова система;

ЧД – частота дихання;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

ШС-*a* – швидкоскоротливі м'язові волокна типу *a*;

ШС-*б* – швидкоскоротливі м'язові волокна типу *б*;

рН крові – показник кислотно-лужного балансу крові;

PWC₁₇₀ – показник фізичної працездатності (потужність фізичного навантаження, при виконанні якого ЧСС становить 170 уд·хв⁻¹);

Vo_{2 max} – показник максимального споживання кисню, який характеризує потужність аеробних процесів енергозабезпечення;

Лекція 1. АДАПТАЦІЯ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТА РЕЗЕРВНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ

План

1. Спортивна фізіологія як навчальна та наукова дисципліна.
2. Адаптація до фізичних навантажень та резервні можливості організму.
 - 2.1. Динаміка функцій організму при адаптації та її стадії.
 - 2.2. Фізіологічні особливості адаптації до фізичних навантажень.
 - 2.3. Термінова та довгострокова адаптація до фізичних навантажень.
 - 2.4. Функціональна система адаптації.
 - 2.5. Поняття про фізіологічні резерви організму, їх характеристика.

1. Спортивна фізіологія як навчальна та наукова дисципліна.

Будь-якому тренеру та педагогу для успішної професійної діяльності необхідне знання функцій організму людини. Розуміння фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі під впливом фізичних навантажень може допомогти правильно керувати процесом підготовки спортсмена, раціонально використовувати м'язові навантаження у процесі фізичного виховання та спортивного тренування. Саме для вирішення таких завдань існує дисципліна фізіологія спорту.

Спортивна фізіологія є як навчальною, так і науковою дисципліною. Її вивчення здійснюється у всіх вищих та середніх фізкультурних навчальних закладах, на факультетах фізичного виховання педагогічних вузів, а також на окремих кафедрах державних університетів та медичних вузів.

Спортивна фізіологія вивчає фізіологічні основи адаптації до фізичних навантажень та резервні можливості організму, функціональні зміни та стани організму при спортивній діяльності, а також фізичну працездатність спортсмена та фізіологічні основи втоми та відновлення у спорті. У процесі вивчення цієї дисципліни також будемо розглядати механізми та закономірності формування та розвитку рухових якостей та навичок, спортивну працездатність в особливих

умовах довкілля (високогір'я, водного середовища, низьких температур, тощо), фізіологічні особливості тренування жінок, фізіологічні основи масових форм оздоровчої фізичної культури.

Отже, **Спортивна фізіологія** – це спеціальний розділ фізіології людини, що вивчає зміни функцій організму та їх механізми під впливом м'язової (спортивної) діяльності та обґрунтовує практичні заходи щодо підвищення її ефективності.

Спортивна фізіологія за своїм місцем у системі підготовки фахівців з фізичної культури та спорту пов'язана з трьома групами навчальних та наукових дисциплін.

Першу групу складають фундаментальні науки, на яких базується спортивна фізіологія, вона використовує їх теоретичні досягнення, методики дослідження та відомості про фактори середовища, з якими взаємодіє організм спортсмена в процесі тренувальної та змагальної діяльності. До таких дисциплін слід віднести біологію, фізіологію людини та тварин, хімію та фізику.

До другої групи входять навчальні та наукові дисципліни, що взаємодіють зі спортивною фізіологією таким чином, що вони взаємно збагачують чи доповнюють один одного. У цьому плані спортивна фізіологія тісно пов'язана з анатомією, біохімією, біомеханікою, гігієною та психологією.

І, нарешті, третю групу дисциплін, з якими пов'язана спортивна фізіологія, складають ті з них, які використовують її наукові досягнення у своїх цілях. До них належать теорія та методика фізичної культури, педагогіка, спортивно-педагогічні дисципліни, спортивна медицина, лікувальна фізкультура.

Одним із важливих завдань спортивної фізіології є наукове обґрунтування, розробка та реалізація заходів, що забезпечують досягнення високих спортивних результатів та збереження здоров'я спортсменів. Отже, спортивна фізіологія – наука прикладна та в основному профілактична, оскільки, досліджуючи та враховуючи резервні можливості організму людини, вона обґрунтовує шляхи та

засоби підвищення працездатності, прискорення відновлювальних процесів, попередження перевтоми, перенапруги та патологічних зрушень функцій організму, а також профілактику виникнення різних захворювань.

Відмінною методичною особливістю спортивної фізіології є те, що її матеріали можуть бути отримані лише з експериментів з людиною, де застосування ряду класичних методів фізіології неможливо. У зв'язку з цим лише окремі уточнюючі експерименти, як правило, з метою вивчення механізмів фізіологічних зрушень при фізичних навантаження проводяться на тваринах.

Важливо також наголосити, що основним завданням спортивної фізіології є порівняльне вивчення функціонального стану організму людини, тобто дослідження проводиться до, під час та після рухової активності, що у натуральних умовах дуже важко. Тому розроблені спеціальні тести, що дозволяють дозувати фізичну активність та реєструвати відповідні зміни функцій організму у різні періоди діяльності. З цією метою використовуються велоергометр, бігова доріжка (трєдбан), орбітрек, сходи різної висоти, а також різні прилади, що дозволяють реєструвати функції серцево-судинної, дихальної, м'язової та центральної нервової системи на відстані.

Спортивна фізіологія займає важливе місце в теорії фізичної культури, складаючи фундамент знань, необхідних тренеру та викладачеві для досягнення високих спортивних результатів та збереження здоров'я спортсменів. Тому тренер та педагог повинні добре знати про фізіологічні процеси, що відбуваються в організмі спортсмена під час тренувальної та змагальної діяльності з тим, щоб науково обґрунтовано будувати та вдосконалювати цю роботу, вміти аргументувати свої розпорядження та рекомендації, уникати перевтоми та перенапруги і не завдати шкоди здоров'ю. Вони також повинні розуміти суть змін, що виникають в організмі спортсмена в реабілітаційному періоді, щоб активно та грамотно керувати ними, прискорюючи відновлювальні реакції.

2. Адаптація до фізичних навантажень та резервні можливості організму.

Однією з найважливіших проблем сучасної фізіології та медицини є дослідження закономірностей процесу адаптації організму до різних факторів середовища. Адаптація людини зачіпає широкий спектр загально-біологічних закономірностей і пов'язана, насамперед із саморегулюванням багатокomпонентних функціональних систем.

Нині існує ряд визначень що таке адаптація. На мій погляд найбільш повним визначенням фізіологічної адаптації є таке: *«Адаптація – сукупність фізіологічних реакцій, що лежить в основі пристосування організму до зміни навколишніх умов та спрямована на збереження відносної сталості його внутрішньої середовища – гомеостазу»*.

Значення проблеми адаптації у спорті визначається насамперед тим, що організм спортсмена повинен пристосовуватися до фізичних навантажень у найкоротший час. Саме швидкість настання адаптації та її тривалість багато в чому визначають стан тренуваності спортсмена.

3. Динаміка функцій організму при адаптації та її стадії.

Визначення функціональних змін, що виникають у період тренувальних та змагальних навантажень, необхідне насамперед для оцінки процесу адаптації, ступеня втоми, рівня тренуваності та працездатності спортсменів та є основою для вдосконалення відновлювальних заходів. Про вплив фізичних навантажень на людину можна судити лише на основі всебічного аналізу сукупності реакцій цілісного організму. Слід підкреслити, що вираженість змін функцій організму у відповідь на фізичне навантаження залежить насамперед від індивідуальних особливостей людини та рівня її тренуваності.

Зміни функціональних показників організму спортсменів можуть бути правильно проаналізовані лише при розгляді їх з точки зору процесів адаптації. Пристосувальні зміни у здоровому організмі бувають двох видів:

- зміни у звичній зоні коливань факторів середовища, коли система функціонує у звичайному режимі;
- зміни при дії надмірних (незвичних) факторів.

У літературі перша та друга групи пристосувальних змін називаються адаптаційними. Очевидно, більш виправданим називати першу групу змін звичайними фізіологічними реакціями, оскільки ці зрушення не пов'язані з суттєвими фізіологічними перебудовами в організм і не виходять за межі фізіологічної норми.

Друга група пристосувальних змін відрізняється значним використанням фізіологічних резервів та перебудовою функціональних систем, у зв'язку з чим їх доцільно називати адаптаційними зрушеннями.

У даному контексті інтерес представляє поняття загального адаптаційного синдрому, запропоноване канадським ученим Гансом Сельє (1960 р.). Під **адаптаційним синдромом** він розуміє сукупність захисних реакцій організму людини, що виникають за умов стресових ситуацій. Автор виділяє три стадії адаптаційного синдрому:

- *стадію тривоги*, зумовлену мобілізацією захисних сил організму;
- *стадію резистентності*, пов'язану з пристосуванням людини до екстремальних факторів середовища;
- *стадію виснаження*, що виникає при тривалому стресі, що може призвести до виникнення захворювань та навіть смерті.

У динаміці адаптаційних змін у спортсменів прийнято виділяти чотири стадії: *фізіологічного напруження, адаптованості, дезадаптації та реадаптації*. Кожній із них властиві свої функціональні зміни та регуляторно-енергетичні

механізми. Звичайно, основними, що мають принципове значення у спорті слід вважати дві перші стадії.

Стадія фізіологічного напруження організму характеризується переважанням процесів збудження в корі головного мозку, поширенням на підкіркові та нижчі рухові та вегетативні центри, збільшенням рівня обміну речовин. На рівні рухового апарату характерним для цієї стадії є збільшення кількості активних моторних одиниць, додаткове включення м'язових волокон, збільшення сили та швидкості скорочення м'язів, збільшення у м'язах глікогену, аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) та креатинфосфату (КрФ). Спортивна працездатність при цьому нестійка. У стадії напруги організму основне навантаження лягає на регуляторні механізми. За рахунок напруги регуляторних механізмів здійснюється пристосування фізіологічних реакцій та метаболізму до зростаючих фізичних навантажень.

Стадія адаптованості організму значною мірою тотожна станом його тренуваності. Іншими словами, в основі розвитку тренуваності лежить процес адаптації організму до фізичних навантажень. Фізіологічну основу цієї стадії становить рівень функціонування органів і систем, що встановився для підтримки гомеостазу в конкретних умовах діяльності. Функціональні зрушення, що визначаються в цей час, не виходять за рамки фізіологічних коливань, а працездатність спортсменів стабільна та навіть підвищується.

Стадія дезадаптації організму розвивається внаслідок перенапруги адаптаційних механізмів та включення компенсаторних реакцій під впливом інтенсивних тренувальних навантажень та недостатнього відпочинку між ними.

Процес дезадаптації розвивається, як правило, повільніше, причому терміни його настання, тривалість та ступінь виразності функціональних зрушень при цьому відрізняються значною варіативністю і залежать від індивідуальних особливостей організму.

Стадія дезадаптації характеризується ще й тим, що відсутні ознаки активації нервової та ендокринних систем і має місце деяке зниження загальної функціональної стійкості організму. Цей стан може бути віднесено до передхворобливого. При дезадаптації спостерігаються емоційна та вегетативна нестійкість, дратівливість, запальність, головний біль, порушення сну. **Знижується розумова та фізична працездатність.** Процес дезадаптації є результатом того, що «плата» за адаптацію до інтенсивних тренувальних та змагальних навантажень вийшла за межі фізіологічних резервів організму. Кінцевий результат дезадаптаційних розладів може протікати з *достатньою здатністю організму до відновлення* всіх функцій організму та працездатності, що найчастіше і спостерігається у спортсменів. В інших випадках дезадаптація буде мати *приховані дефекти*, які виявляються тільки з часом під впливом дуже інтенсивних навантажень. І, нарешті, дезадаптація може закінчитися *стійкими несприятливими змінами функцій організму*, зниженням чи втратою спортивної працездатності.

Очевидно, стадія дезадаптації за своїми патофізіологічними основами значною мірою відповідає стану перетренованості спортсменів.

Стадія реадaptaції виникає після тривалої перерви в систематичних тренуваннях або їх припинення зовсім і характеризується набуттям вихідних властивостей та якостей організму. **Фізіологічний сенс цієї стадії** – зниження рівня тренуваності та повернення деяких показників до вихідних величин. Можна вважати, що спортсменам, які систематично тренувалися багато років і тим, хто залишає великий спорт, потрібні спеціальні, науково обґрунтовані оздоровчі заходи для повернення організму до нормальної життєдіяльності.

Слід мати на увазі, що структурні зміни в міокарді та скелетних м'язах які виникли в процесі тривалих та інтенсивних фізичних навантажень, порушений рівень обміну речовин, гормональні та ферментативні перебудови, своєрідно закріплені механізми регуляції до вихідних значень, зазвичай, не повертаються. За

систематичні надмірні фізичні навантаження, а потім їх припинення, організм спортсменів надалі платить певну **біологічну ціну**, що може виявлятися розвитком кардіосклерозу, ожирінням, зниженням резистентності клітин і тканин до різних несприятливих впливів та підвищення рівня загальної захворюваності.

При адаптації до надмірних для даного організму фізичних навантажень повною мірою реалізується загальнобіологічна закономірність, яка полягає в тому, що всі пристосувальні реакції організму до незвичайних факторів середовища мають лише відносну доцільність. Іншими словами, навіть стійка, довготривала адаптація до фізичних навантажень має свою функціональну чи структурну ціну.

Ціна адаптації може виявлятися у двох різних формах:

1) у *зношуванні функціональної системи*, на яку при адаптації падає головне навантаження,

2) у *явищах негативної перехресної адаптації*, тобто у порушенні у адаптованих до певного фізичного навантаження людей інших функціональних систем, не пов'язаних з такими навантаженнями.

Ціна термінової адаптації яскраво проявляється при перших навантаженнях нетренованих людей і усувається правильно побудованим тренувальним процесом та розвитком адаптованості.

Ціна адаптації значною мірою залежить від виду фізичних навантажень, до яких відбувається пристосування. Так, наприклад, у важкоатлетів високотренованих до статичних силових навантажень, спостерігається зниження витривалості до динамічної роботи; втома при таких навантаженнях у них розвивається швидше, ніж у нетренованих здорових людей. Одночасно у важкоатлетів, на противагу людям тренуваним на витривалість, виявлено зниження густини капілярів у скелетних м'язах та відсутність зростання маси мітохондрій.

На тлі високої тренуваності у штангістів, борців та інших спортсменів нерідко спостерігається зниження резистентності до дії холоду та простудних

захворювань, порушення клітинного та гуморального імунітету. У високотренованих на витривалість спортсменів відзначаються порушення функцій шлунково-кишкового тракту, печінки та нирок, що є наслідком обмеженого кровопостачання цих органів у період тривалої м'язової роботи.

Найбільш раціональний шлях до попередження адаптаційних порушень полягає у правильно побудованому режимі тренувань, відпочинку та харчуванні, загартовуванні, підвищенні стійкості до стресових впливів та гармонійному фізичному та психічному розвитку особистості спортсмена.

4. Фізіологічні особливості адаптації до фізичних навантажень.

Адаптація як загальна універсальна властивість живого забезпечує життєздатність організму в умовах, що змінюються, і представляє процес адекватного пристосування його функціональних та структурних елементів до довкілля. Загалом дослідження процесу адаптації та її механізмів слід віднести до міждисциплінарної проблеми, яка може стати ключовою у розумінні багатьох аспектів розвитку тренуваності, здоров'я та захворюваності спортсменів.

Система загартовування, формування сильної, красивої та витривалої людини завжди пов'язувалась з адаптацією його до фізичних навантажень.

Фізичні навантаження – найприродніший і найдавніший фактор, що впливав на людину. Будучи обумовленим самою природою, цей фактор у всі часи супроводжував людину, а рухова активність завжди була важливою ланкою його пристосування до навколишнього світу. Однією з неодмінних умов розвитку адаптації до фізичним навантаженням є мобілізація та використання фізіологічних резервів організму.

З фізіологічного погляду провідними у тренуванні є повторність та зростання фізичних навантажень, що за рахунок зворотних біологічних зв'язків дозволяє удосконалювати функціональні можливості органів та систем та їх енергетичне

забезпечення на основі механізму саморегуляції організму. З цих позицій тренування зводиться до активізації механізмів адаптації, включення фізіологічних резервів, завдяки яким організм людини легше і швидше пристосовується до підвищених навантажень, удосконалюючи свої фізичні, фізіологічні та психічні якості, підвищуючи стан тренуваності.

***Фізіологічна сутність стану тренуваності** – це такий рівень функціонального стану організму, що характеризується удосконаленням механізмів регуляції, збільшенням фізіологічних резервів та готовністю до їх мобілізації, що виражається у його підвищеній стійкості до тривалих та інтенсивних фізичних навантажень.*

Стан тренуваності, що розвинувся в процесі тренування, за своїми фізіологічними механізмами та морфофункціональній суті відповідає стану адаптованості організму до фізичних навантажень. У поняттях «адаптація, адаптованість», з одного боку, та «тренування, тренуваність», з іншого боку, багато спільних рис, головною з яких є досягнення нового рівня працездатності.

Тренування та тренуваність – поняття педагогічні, хоча і базуються вони на знаннях фізіологічних закономірностей організму спортсменів. Дослідження та характеристика цих процесів та станів, пов'язане насамперед з обґрунтуванням раціонально побудованих тренувальних навантажень є прерогативою педагогів. Адаптація та адаптованість спортсменів до фізичних навантажень та всі функціональні та структурні перебудови, що відбуваються при цьому в організмі, відносяться до біологічних категорій та складають основні наукові та навчальні проблеми медиків та фізіологів.

Адаптація організму до фізичних навантажень полягає в мобілізації та використанні функціональних резервів організму, у вдосконаленні існуючих фізіологічних механізмів регуляції. Жодних нових функціональних явищ і механізмів у процесі адаптації не спостерігається, просто наявні вже механізми

починають працювати досконаліше, інтенсивніше та економічніше. В основі адаптації до фізичних навантажень лежать нервово-гуморальні механізми, що включаються в діяльність та удосконалюються при роботі рухових одиниць (м'язів та м'язових груп). При адаптації спортсменів відбувається посилення діяльності низки функціональних систем за рахунок мобілізації та використання їх резервів, а системоутворюючим фактором при цьому повинен бути пристосувальний корисний результат – виконання поставленого завдання, тобто кінцевий спортивний результат. Таким чином, ***адаптація до м'язової діяльності представляє собою системну відповідь організму, спрямовану на досягнення стану високої тренуваності та мінімізацію фізіологічної ціни за це.***

5. Термінова та довгострокова адаптація до фізичних навантажень.

При всьому різноманітті індивідуальної фенотипічної адаптації розвиток її в людини характеризується деякими загальними характеристиками. Серед таких рис у пристосуванні організму до будь-яких факторів середовища слід виділити два види адаптації – ***термінову*** та ***довготривалу***.

Термінова адаптація виникає безпосередньо після початку дії подразника і може реалізуватися на основі готових, раніше сформованих фізіологічних механізмів та програм. Проявами термінової адаптації є збільшення теплопродукції у відповідь на холод, збільшення тепловіддачі у відповідь на жар, зростання легеневої вентиляції, ударного та хвилинного об'ємів крові у відповідь на фізичне навантаження. Відмінною рисою термінової адаптації є те, що діяльність організму протікає не межі його можливостей при майже повній мобілізації фізіологічних резервів, але далеко не завжди забезпечує необхідний адаптаційний ефект. Так, біг неадаптованої людини приводить до швидкого накопичення молочної кислоти у крові, що лімітує інтенсивність фізичного навантаження – як наслідок рухова реакція не може бути ні достатньо швидкою ні

достатньо тривалою. Таким чином, функціональна адаптивна система, відповідальна за рухову реакцію при терміновій адаптації, характеризується граничною напругою окремих її ланок і разом з тим певною недосконалістю самої рухової реакції.

На рівні нервової та нейрогуморальної регуляції реалізується інтенсивне, надмірне за своїм просторовим поширенням збудження кіркових, підкіркових та нижчих рухових центрів, якому відповідає значна, але недостатньо координована рухової діяльності. Цей процес характеризує початковий етап формування рухової навички.

З боку рухового апарату термінова адаптація проявляється включенням у реакцію додаткової частини рухових одиниць, а також залученням зайвих м'язових груп. В результаті сила і швидкість скорочення мобілізованих м'язів виявляються обмеженими, але максимально досяжними для цього виду адаптації; координація м'язів недостатньо досконала.

На рівні вегетативних систем забезпечення терміновій адаптації до фізичних навантажень спостерігається максимальна мобілізація функціональних резервів органів дихання та кровообігу, але реалізуються це неекономним шляхом. Так, збільшення хвилинного обсягу крові досягається зростанням частоти серцевих скорочень при обмеженому зростанні ударного об'єму крові. Збільшення легеневої вентиляції здійснюється за рахунок зростання частоти дихання, але не глибини дихання, при цьому спостерігається невідповідність між частотою дихання та рухів. У результаті легенева вентиляція все ж таки не позбавляє від розвитку гіпоксії та гіперкапнії.

Довготривала адаптація виникає поступово, внаслідок тривалого або багаторазового впливу на організм факторів середовища. Принциповою особливістю такої адаптації є те, що вона виникає не на основі готових фізіологічних механізмів, але в основі новосформованих програм регулювання.

Довготривала адаптація, по суті, розвивається на основі багаторазової реалізації термінової адаптації та характеризується тим, що в результаті поступового кількісного накопичення якихось змін організм набуває нової якості в певному виді діяльності – з неадаптованого перетворюється на адаптований. В результаті забезпечується здійснення організмом раніше недосяжних показників сили, швидкості та витривалості, розвиток стійкості організму до значної гіпоксії, яка раніше була несумісна з активною життєдіяльністю, здатність організму до роботи при суттєво змінених показниках гомеостазу, розвиток стійкості до холоду, тепла, великих доз отрути, введення яких раніше було смертельним.

Довготривала адаптація характеризується виникненням у ЦНС нових тимчасових зв'язків, а також перебудовою апарату гуморального регулювання функціональної системи – що проявляється економічністю функціонування гуморальної ланки та підвищенням її потужності. У відповідь на те саме навантаження не виникає різких змін в організмі і м'язова робота супроводжується меншим збільшенням легеневого вентиляції, хвилинного об'єму крові, ферментів, гормонів, лактату. В результаті стає можливим тривале та стабільне виконання фізичних навантажень. Перехід від термінової до довготривалої адаптації знаменує собою вузловий момент адаптаційних процесів, оскільки саме цей перехід робить можливим життя організму в нових умовах, розширює його можливості та свободу поведінки у мінливому середовищі. Формуються стійкі рухові динамічні стереотипи, розвивається екстраполяція, що підвищує можливість швидкої перебудови реакцій у відповідь при змінах середовища, відбувається помірна гіпертрофія в скелетних м'язах, серці, дихальних м'язах та інших робочих органах, збільшення маси мітохондрій. Суттєво збільшується аеробна та анаеробна продуктивність організму. Нормалізується гомеостаз організму, зменшується стрес-реакція. Інтенсивність та тривалість м'язової роботи зростають.

У процесі адаптації організму метаболізм перебудовується у напрямі економного витрачання енергії у стані спокою та підвищеної потужності за умов фізичної напруги. Адаптивні зрушення енергетичного обміну полягають у перемиканні з вуглеводного типу на жировий. Провідну роль цьому грають гормони: глюкокортикоїди прискорюють розпад білка, активуючи перетворення амінокислот у глюкозу, а катехоламіни викликають мобілізацію резерву глікогену в печінці та активацію ліполізу жирової тканини, збільшуючи надходження кисню, глюкози, амінокислот та жирних кислот до працюючих тканин.

Певні риси фенотипу, що сформувалися в результаті довготривалої адаптації організму до фізичних навантажень, стають фактором профілактики конкретних хвороб чи патологічних синдромів. Підвищення витрати жирів призводить до зменшення кількості жирової тканини, зниження надмірної ваги і, за інших рівних умов, зменшує розвиток атеросклерозу. Збільшення потенційних резервів та потужності серцевого м'яза може протягом тривалого часу впливу несприятливих факторів на організм не призводити до виникнення серцево-судинних розладів у тренуваних людей.

6. Функціональна система адаптації.

Проведені в останні роки дослідження механізмів та закономірностей адаптації людей до різних умов діяльності привели нас до переконання в тому, що довготривала адаптація обов'язково супроводжується такими фізіологічними процесами:

- а) перебудовою регуляторних механізмів;
- б) мобілізацією та використанням резервних можливостей організму;
- в) формуванням спеціальної функціональної системи адаптації до конкретної спортивної діяльності людини.

По суті, ці три фізіологічні реакції є головними та основними складовими процесу адаптації, а загальнобіологічна закономірність таких пристосувальних перебудов відноситься до будь-якої діяльності людини, наприклад професійної.

У досягненні стійкої та досконалої адаптації велику роль відіграють перебудова регуляторних пристосувальних механізмів та мобілізація фізіологічних резервів, а також послідовність їх включення на різних функціональних рівнях. Очевидно, спочатку включаються звичайні фізіологічні реакції і лише потім – реакції напруги механізмів адаптації, що вимагають значних енергетичних витрат з використанням резервних можливостей організму, що призводить в кінцевому підсумку до формування спеціальної функціональної системи адаптації, що забезпечує конкретну діяльність людини. Така функціональна система у спортсменів являє собою заново сформовані взаємовідносини нервових центрів, гормональних, вегетативних та виконавчих органів, необхідних для вирішення завдань пристосування організму до фізичних навантажень.

В цілому, функціональна система, відповідальна за адаптацію до фізичних навантажень, включає три ланки: аферентне, центральне регуляторне та ефекторне.

Аферентна ланка функціональної системи адаптації складається з рецепторів, а також чутливих нейронів і сукупностей аферентних нервових клітин у центральній нервовій системі. Всі ці елементи нервової системи сприймають подразнення із зовнішнього середовища і від самого організму та беруть участь у здійсненні так званого аферентного синтезу, який необхідний для адаптації. Аферентний синтез з'являється, при взаємодії мотивації, пам'яті, ситуативної та пускової інформації. У спорті, в одних випадках (наприклад, у бігунів, лижників, гімнастів), аферентний синтез для ухвалення рішення про початок своїх рухів відносно простий і це полегшує формування адаптивної системи, в інших, (єдиноборства, спортивні ігри), дуже складний і це ускладнює утворення такої системи.

Центральна регуляторна ланка функціональної системи представлена нейрогенними та гуморальними процесами управління адаптивними реакціями. У відповідь на аферентні сигнали нейрогенна частина ланки включає рухову реакцію та мобілізує вегетативні системи на основі рефлекторного принципу регуляції функцій. Аферентна імпульсація від рецепторів до кори головного мозку викликає виникнення позитивних (збудливих) та негативних (гальмівних) процесів, які формують функціональну адаптивну систему.

При надходженні сигналу про фізичне навантаження одночасно з описаними вище змінами відбувається нейрогенна активація **гуморальної частини центральної регуляторної ланки**, відповідальної за керування адаптаційним процесом. Функціональне значення гуморальних реакцій (підвищене вивільнення гормонів та ферментів) визначається тим, що вони шляхом впливу на метаболізм органів та тканин забезпечують більш повноцінну мобілізацію функціональної адаптивної системи та її здатність до тривалої роботи на підвищеному рівні.

Ефекторна ланка функціональної системи адаптації включає в себе скелетні м'язи, органи дихання, кровообігу, кров та інші вегетативні системи. Інтенсивність та тривалість фізичних навантажень на рівні скелетних м'язів визначається трьома основними факторами:

- числом та типом активованих моторних одиниць;
- рівнем та характером біохімічних процесів у м'язових клітинах;
- особливостями кровопостачання м'язів, від чого залежить надходження кисню, поживних речовин та видалення метаболітів.

Збільшення сили, швидкості та точності рухів у процесі довготривалої адаптації досягається двома основними процесами:

- формуванням у центральній нервовій системі функціональної системи управління рухами;

- морфо-функціональними змінами в м'язах (гіпертрофія м'язів, збільшення потужності систем аеробного та анаеробного енергоутворення, зростання кількості міоглобіну та мітохондрій, зменшення накопичення аміаку, перерозподіл кровотоку та ін.).

Таким чином, *формування функціональної адаптивної системи з залученням до цього процесу різних морфо-функціональних структур організму становить принципову основу довготривалої адаптації до фізичних навантажень та реалізується підвищенням ефективності діяльності різних органів і систем та організму в цілому*. Знаючи закономірності формування функціональної системи, можна різними засобами ефективно впливати на окремі її ланки, прискорюючи пристосування до фізичних навантажень та підвищуючи тренованість, тобто керувати адаптаційним процесом.

7. Поняття про фізіологічні резерви організму, їх характеристика.

Вчення про фізіологічні резерви є однією з найважливіших основ фізіології спорту, тому що дозволяє правильно оцінювати та вирішувати завдання зі збереження здоров'я та підвищення тренованості спортсменів. Уявлення про резервні можливості організму пов'язані з фізіологічним вченням про збереження гомеостазу при дії на організм різних несприятливих факторів за рахунок посилення функцій життєво важливих органів і систем, використанням їх резервів.

Принципові положення вчення про фізіологічні резерви були розроблені у 30-х роках минулого сторіччя академіком Л. А. Орбелі, який неодноразово підкреслював положення про значні можливості організму людини пристосовуватися до незвичайних умов довкілля за допомогою його резервних можливостей.

В даний час під *фізіологічними резервами організму розуміється вироблена в процесі еволюції адаптаційна та компенсаторна здатність органу, системи*

та організму в цілому посилювати у багато разів інтенсивність своєї діяльності порівняно зі станом відносного спокою. Прикладом прояву фізіологічних резервів можна вказати на те, що під час важкого фізичного навантаження хвилинний об'єм крові у добре тренованої людини може досягати 40 л, тобто збільшуватися в 8 разів, легенева вентиляція при цьому зростає в 10 разів, обумовлюючи збільшення споживання кисню та виділення вуглекислого газу у 15 разів і більше. У цих умовах робота серця людини, як свідчать розрахунки, зростає у 10 разів.

Фізіологічні резерви, на думку автора, включаються не всі одразу, а по черзі.

Перша черга резервів реалізується під час роботи до 30% від абсолютних можливостей організму та включає перехід від стану спокою до повсякденної діяльності. Механізм цього процесу – умовні та безумовні рефлекси.

Друга черга резервів задіяна у процесі напруженої діяльності, нерідко в екстремальних умовах при роботі від 30% - 65% від максимальних можливостей (тренування, змагання). При цьому включення резервів відбувається завдяки нейрогуморальним впливам, а також вольовим зусиллям та емоціям.

Резерви третьої черги включаються зазвичай у боротьбі за життя, часто після втрати свідомості, в агонії. Включення резервів цієї черги забезпечується безумовно-рефлекторним шляхом та зворотним гуморальним зв'язком.

Тренування відновлюють та закріплюють фізіологічні резерви організму, ведуть до їх розширення. Ще 1890 р. І.П. Павлов вказував, що витрачені ресурси організму відновлюються не тільки до вихідного рівня, але й із деяким надлишком (*феномен надлишкової компенсації або суперкомпенсації*). Біологічний сенс цього феномена величезний. *Повторні навантаження, що призводять до суперкомпенсації, забезпечують підвищення працездатності організму. У цьому полягає головний ефект систематичних тренувань. Під впливом тренувальних навантажень спортсмен у процесі відновлення (завдяки механізмам*

суперкомпенсації) стає сильнішим, швидшим і витривалішим, тобто в кінцевому результаті розширюються його фізіологічні резерви.

Контрольні питання:

1. Які процеси вивчає (досліджує) фізіологія спорту як наука та навчальна дисципліна.
2. Охарактеризуйте різні стадії адаптаційних змін: фізіологічного напруження, адаптованості, дезадаптованості, реадаптації.
3. Розкрийте суть процесів адаптації організму до фізичних навантажень.
4. Термінова адаптація. Які фізіологічні зміни в організмі виникають під час термінової адаптації до фізичних навантажень.
5. Довгострокова адаптація. Які фізіологічні зміни в організмі виникають під час довгострокової адаптації до фізичних навантажень.
6. Яке фізіологічне підґрунтя адаптаційних процесів.
7. Охарактеризуйте феномен суперкомпенсації, як чинник який забезпечує підвищення працездатності.

Література:

1. Цвях О. О. Фізіологія рухової активності : навчальний посібник / О. О. Цвях. – Миколаїв : СПД Румянцева, 2022. – 152 с. <http://dspace.mdu.edu.ua/jspui/bitstream/> С. 32-44.
2. Босенко А. І. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. – Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. – 68 с. <http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/bitstream/> С.5-9.

3. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с. <http://eprints.zu.edu.ua/31655/1/sport.pdf> С. 28-31.
4. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
5. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.
6. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2019. Edition: 9th. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Реакція серцево-судинної системи при стандартних навантаженнях.

Обладнання: монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, степ-платформа висотою 30 см, метроном, секундомір.

Досліджувані: спортсмени однієї статі і однакового рівня спортивної майстерності але різної спортивної спеціалізації. Один спортсмен повинен спеціалізуватися на довгих дистанціях у циклічних видах спорту (біг, плавання, веслування, велосипедний спорт, ковзанярський спорт, лижні перегони та інші). У іншого спортсмена спортивна спеціалізація повинна бути пов'язана із силовими видами спорту (пауерліфтинг, важка атлетика) або складно-координаційними видами спорту (художня гімнастика, акробатика, стрибки у воду).

Хід роботи: У досліджуваних визначають ЧСС і АТ у стані спокою (у положенні сидячи). На наступному етапі досліджувані виконують сходження на сходинку тривалістю 2 хв під метроном у темпі 25 сходжень за 1 хв (100 ударів

метронома за 1 хв). Одразу по припиненню роботи, через 1 хв і через 2 хв реєструється ЧСС і АТ.

Розрахунки:

За формулою (1.1) визначають пульсовий тиск (ПТ).

$$ПТ = АТ_{\text{систолічний}} - АТ_{\text{діастолічний}} \quad (1.1)$$

За формулою (1.2) визначають систолічний об'єм крові (СОК):

$$СОК = 100 + 0,5 \cdot ПТ - 0,6 \cdot АТ_{\text{діаст.}} - 0,6 \cdot \text{вік (роки)} \quad (1.2.)$$

За формулою (1.3) визначають хвилинний об'єм крові (ХОК):

$$ХОК = СОК \cdot ЧСС \quad (1.3)$$

Отримані дані занести у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

Показники	У стані спокою		Після навантаження					
			одразу		через 1 хв		через 2 хв	
	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧСС, уд.·хв ⁻¹								
АТ _{сист.} , мм рт.ст.								
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.								
СОК, мл								
ХОК, мл·хв ⁻¹								

Примітка: 1 – досліджуваний, який спеціалізується на видах витривалості;
2 – досліджуваний, який спеціалізується на силових (складно-координаційних) видах спорту.

Результати двох спортсменів зіставляються за показниками ЧСС, АТ, СОК, ХОК, аналізуються. На основі аналізу робляться висновки.

Робота 2. Реакція дихальної системи при стандартних навантаженнях.

Обладнання: пневмотахометр, мішок Дугласа, спирт, вата, секундомір.

Досліджувані: спортсмени однієї статі і однакового рівня спортивної майстерності але різної спортивної спеціалізації. Один спортсмен повинен спеціалізуватися на довгих дистанціях у циклічних видах спорту (біг, плавання, веслування, велосипедний спорт, ковзанярський спорт, лижні перегони та інші). У іншого спортсмена спортивна спеціалізація повинна бути пов'язана із силовими видами спорту (пауерліфтинг, важка атлетика) або складно-координаційними видами спорту (художня гімнастика, акробатика, стрибки у воду ат інші).

Хід роботи: У досліджуваних у положенні сидячи визначають частоту дихання (ЧД) і хвилинний об'єм дихання (ХОД).

Для реєстрації ЧД рука дослідника знаходиться на грудній клітці досліджуваного і підраховується кількість дихальних актів протягом 1 хв.

Для визначення ХОД повітря, що видихає досліджуваний протягом 1 хв збирається у мішок Дугласа. Потім це повітря пропускають через сухий спірометр і реєструють показник ХОД в $\text{л} \cdot \text{хв}^{-1}$.

За допомогою пневмотахометра реєструють показник потужності форсованого вдиху і видиху. Для визначення потужності форсованого видиху досліджуваний у положенні стоячи із зафіксованим кліпсою носовими отворами повинен набрати максимальну кількість повітря і різко видихнути у мундштук пневмотахометра. Для визначення потужності форсованого вдиху досліджуваний у положенні стоячи із зафіксованим кліпсою носовими отворами повинен повністю видихнути повітря і різко вдихнути через мундштук пневмотахометра. Отримані дані фіксуються в $\text{л} \cdot \text{с}^{-1}$.

На наступному етапі досліджувані виконують стандартне навантаження – 30 присідань за 45 с. Одразу по припиненню роботи, через 1 хв і через 2 хв реєструється показники ЧД і ХОД.

Розрахунки: За формулою (4) розраховується показник споживання кисню (СК):

$$СК = \frac{4 \cdot \text{ХОД}}{100} \quad (4)$$

Отримані дані занести у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Показники	У стані спокою		Після навантаження					
			одразу		через 1 хв		через 2 хв	
	1	2	1	2	1	2	1	2
ЧД, рази·хв ⁻¹								
ХОД, л·хв ⁻¹								
СК, л·хв ⁻¹								
Потужність форсованого вдиху, л·с ⁻¹								
Потужність форсованого видиху, л·с ⁻¹								

Примітка: 1 – досліджуваний, який спеціалізується на видах витривалості;
2 – досліджуваний, який спеціалізується на силових (складно-координаційних) видах спорту.

Результати двох спортсменів зіставляються за показниками ЧД, ХОД, СК, потужність форсованого вдиху і видиху, аналізуються. На основі аналізу робляться висновки.

Лекція 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ПРИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

План

1. Зміни функцій різних органів і систем організму.
2. Функціональні зрушення при навантаженнях постійної потужності.
3. Функціональні зрушення при навантаженнях змінної потужності.
4. Прикладне значення функціональних змін для оцінки працездатності спортсменів.
5. Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності.
 - 5.1. Роль емоцій при спортивній діяльності.
 - 5.2. Передстартові стани.
 - 5.3. Розминка і впрацювання.
 - 5.4. Стійкий стан при циклічних вправах.
 - 5.5. Особливі стани організму при ациклічних і статичних вправах та вправах змінної потужності.

1. Зміни функцій різних органів і систем організму.

Фізичні навантаження викликають перебудови різних функцій організму, особливості та ступінь яких залежать від потужності та характеру рухової діяльності. У стані спокою діяльність різних функцій налаштована відповідно на невисокий рівень кисневого запиту та енергозабезпечення. При переході до робочого рівня необхідна перебудова функцій різних органів і систем на більш високий рівень активності та нове міжсистемне узгодження на робочому рівні.

У **центральній нервовій системі** відбувається підвищення лабільності та збудливості багатьох проєкційних та асоціативних нейронів. Під час роботи «нейрони руху» організують моторну активність, а «нейрони положення» – формування робочої пози. У різних відділах ЦНС створюється *функціональна система нервових центрів*, що забезпечує виконання задуманої мети на основі аналізу зовнішньої інформації, мотивацій що діють в даний момент і пам'ятних

слідів рухових навичок та тактичних комбінацій, що зберігаються в мозку. У межах домінуючих нервових центрів створюється ланцюг умовних та безумовних рефлексів або ***руховий динамічний стереотип***, що полегшує послідовне виконання однакових рухів (у циклічних вправах) або програми різних рухових актів (в ациклічних вправах).

Ще перед початком роботи в корі великих півкуль відбувається попереднє програмування та формування попереднього налаштування на майбутній рух, що відображаються у різних формах змін електричної активності.

У спинному мозку за 60 *мс* перед початком рухового акта підвищується збудливість мотонейронів, що відбивається у наростанні амплітуди спинальних рефлексів.

У мобілізації функцій організму та їх резервів значна роль симпатичної нервової системи, виділення гормонів гіпофіза та надниркових залоз, нейропептидів.

У **руховому апараті** під час роботи підвищуються збудливість і лабільність працюючих м'язів, підвищується чутливість їх пропріорецепторів, зростає температура м'язових волокон. У м'язах додатково відкриваються капіляри, які в стані спокою перебували в стані «сну», як наслідок покращується кровопостачання м'язів. Однак при великій статичній нарузі (більше 30% від максимального зусилля) кровотік у м'язах різко утруднюється або зовсім припиняється через стискання кровоносних судин. Нервові імпульси, приходять у м'яз з невеликою частотою, викликають слабкі одиночні скорочення м'язових волокон, а при підвищенні частоти їх більше потужні тетанічні скорочення.

Різні рухові одиниці у цілому скелетному м'язі при тривалих фізичних навантаженнях залучаються до роботи поперемінно, відновлюючись у періоди відпочинку, а за великих короточасних напругах – включаються одночасно. У залежності від потужності роботи активуються різні рухові одиниці: при невеликій

інтенсивності роботи активні лише високозбудливі і менш потужні повільні рухові одиниці (РО), і з підвищенням потужності роботи – проміжні і, нарешті, малозбудливі, але найпотужніші швидкі РО.

Дихання значно збільшується при м'язовій роботі. Глибина дихання (до 2-3 л) і частота дихання (до 40-60 вдихів за 1хв). Хвилинний обсяг дихання при цьому може збільшуватися до 150-200 л·хв⁻¹. Слід зауважити, що можливості дихальної системи забезпечити організм киснем значно більші ніж можливості серцево-судинної системи доставити цей кисень до працюючих м'язів.

Серцево-судинна система, беручи участь у доставці кисню до працюючих тканин, зазнає помітних робочих змін. Збільшується систолічний об'єм крові (СОК) (при великих навантаженнях у спортсменів до 150-200 мл), зростає ЧСС (до 180 уд·хв⁻¹ і більше), зростає хвилинний об'єм крові (ХОК) (у тренуваних спортсменів до 35 л·хв⁻¹ і більше). Відбувається *перерозподіл крові до працюючих органів*, головним чином, скелетних м'язів, а також серцевого м'яза, легень, активних зон мозку і зниження кровопостачання внутрішніх органів та шкіри. Перерозподіл крові тим більше виражений, чим більше потужність роботи. Кількість циркулюючої крові під час роботи збільшується за рахунок її виходу із кров'яних депо. Збільшується швидкість кровотоку, відповідно час колообігу крові зменшується вдвічі.

У системі крові спостерігається збільшення кількості формених елементів. При роботі збільшується віддача кисню з крові у тканини. Відповідно, стає більшою артеріо-венозна різниця по кисню (АВР-О₂) та коефіцієнт використання кисню.

Зростання кисневого боргу у спортсменів на середні та довгі дистанції супроводжується збільшенням у крові концентрації молочної кислоти та зниженням рН крові. У зв'язку із втратою води та збільшенням кількості формених елементів, підвищення в'язкості крові досягає 70 %.

При циклічних вправах різної тривалості із збільшенням дистанції знижуються поодинокі енерговитрати і зростають сумарні енерговитрати на всю роботу, а анаеробний шлях енергопродукції (за рахунок АТФ, КрФ та гліколізу) змінюється поступово аеробним шляхом (за рахунок окиснення вуглеводів, а потім і жирів).

2. Функціональні зрушення при навантаженнях постійної потужності.

Функціональні зміни в організмі спортсмена залежать від характеру фізичного навантаження. Якщо робота відбувається з відносно постійною потужністю (що характерно для циклічних вправ, що виконуються на середніх, довгих і наддовгих дистанціях), то ступінь функціональних зрушень залежить від рівня її потужності. Чим більша потужність роботи, тим більше споживання кисню за одиницю часу, систолічного та хвилинного об'ємів крові (рисунок 2.1).

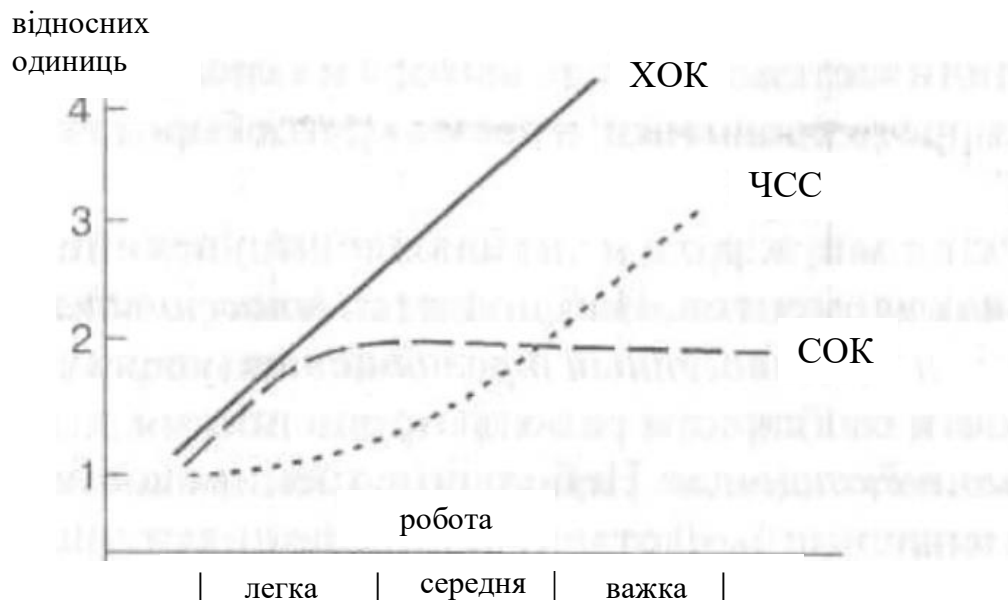


Рис.2.1. Зміна частоти серцевих скорочень, систолічного і хвилинного об'ємів крові при різній роботі

Ці зміни мають індивідуальні особливості, пов'язані з генетичними властивостями організму: у деяких осіб реакція на навантаження сильно виражена, а в інших – незначна. Функціональні зрушення також залежать від рівня працездатності та спортивної майстерності. Існують також статеві та вікові відмінності. При однаковій потужності м'язової роботи функціональні зрушення більше у менш підготовлених осіб, а також у жінок у порівнянні з чоловіками та у дітей у порівнянні з дорослими.

3. Функціональні зрушення при навантаженнях змінної потужності.

Робота змінної потужності особливо характерна для спортивних ігор і єдиноборств, вона спостерігається і при стандартних ациклічних вправах – в гімнастиці, акробатиці, фігурному катанні та ін.

Кожна зміна потужності роботи вимагає нового зсуву активності різних органів та систем організму спортсмена. При цьому швидкі зміни в діяльності ЦНС та рухового апарату не можуть супроводжуватися настільки ж швидкими перебудовами вегетативного забезпечення роботи. На цей перехідний процес витрачається деякий час, так званий *час затримки*. У цей час тканини організму відчують недостатність кисневого постачання та виникає кисневий борг. Чим більше спортсмен адаптований до роботи змінної потужності, тим менше у нього час затримки, тобто швидше виникають зрушення в диханні, кровообігу, енерговитратах і накопичується менший кисневий борг. Вегетативні системи у адаптованих спортсменів стають лабільнішими – вони легше підвищують функціональну активність при підвищенні потужності роботи і швидше встигають відновлюватись при кожному її зниженні, навіть у процесі роботи (рис. 2.2).

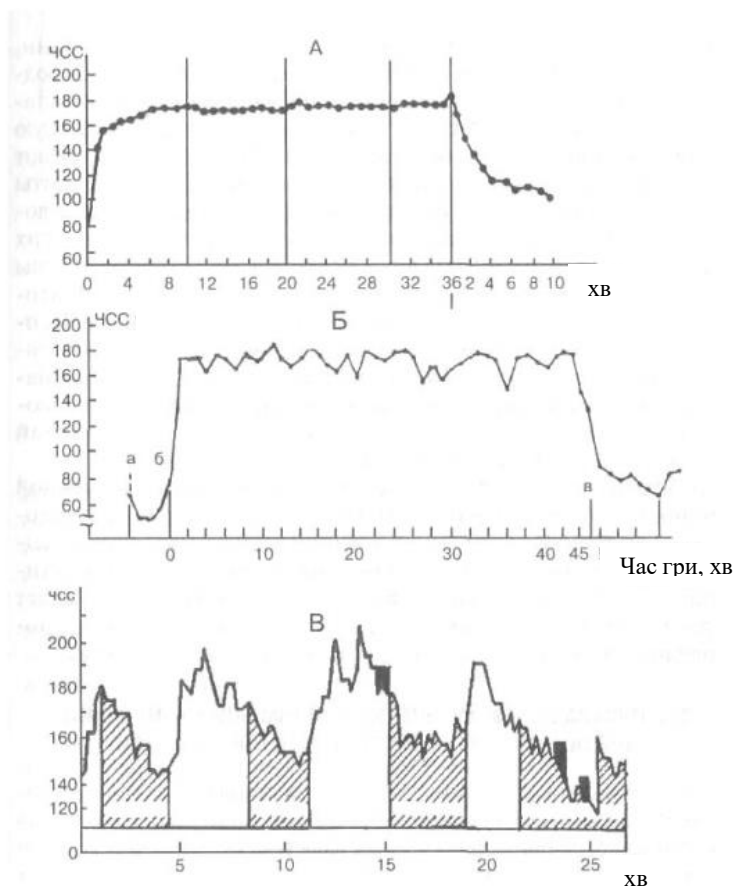


Рис. 2.2. Частоти серцевих скорочень при роботі постійної потужності (А) – біг на 10 км і при роботі змінної потужності – гра у футбол (Б) та волейбол (В).

Важливо при цьому, що відновлення під час роботи не доводить функціональні показники до рівня спокою, а зберігає їх на певному оптимальному робочому рівні. Наприклад, ЧСС у процесі гри в баскетбол коливається в діапазоні від 130 до 180 уд·хв⁻¹. У фехтувальників у ході тренувальних індивідуальних тренувань чи змагальних поєдинків кожна окрема мікропауза дозволяє дещо зняти високий рівень нервово-емоційної напруженості та дещо відновити функції дихання та кровообігу, але при цьому зберігається необхідний робочий рівень їх показників та не продовжується час реакції.

Для тестування адаптації спортсменів до роботи змінної потужності використовують фізичні навантаження (степ-тест, велоергометричний тест), у яких

у випадковому порядку або з певною закономірністю варіюють потужність роботи і при цьому реєструють ЧСС (або інші фізіологічні показники). Розрахунок кореляції ЧСС та потужності навантаження дозволяє судити про пристосованість організму конкретного спортсмена до цієї роботи.

4. Прикладне значення функціональних змін для оцінки працездатності спортсменів.

Знання основних закономірностей функціональних зрушень організму людини при м'язовій роботі дозволяє їх використовувати для вирішення багатьох прикладних завдань, зокрема для фізіології спорту. Серед найважливіших фізіологічних критеріїв, що визначають адаптованість організму спортсмена до фізичних навантажень та поточний рівень працездатності можна назвати такі:

- ***Швидкість перебудови*** діяльності окремих органів та систем організму від стану спокою до оптимального робочого рівня та швидкість зворотного переходу до стану спокою характеризує гарну пристосованість організму спортсменів до фізичних навантажень.
- ***Тривалість утримання робочих зрушень*** різних функцій на оптимальному рівні визначає адаптацію до роботи постійної потужності.
- ***Величина функціональних зрушень*** при однаковій роботі, за якою можна оцінювати рівень підготовленості спортсмена за більш економним виконанням навантаження.
- Тісна ***відповідність перебудов*** вегетативних функцій змінному характеру роботи, що характеризує адаптацію до роботи змінної потужності.
- ***Прямо пропорційна залежність*** між рівнем споживання кисню, ЧСС, хвилинного об'єму дихання та кровообігу, з однієї сторони, та потужністю роботи, з іншої сторони, яка дозволяє використовувати різні

тести навантаження з реєстрацією даних показників з метою оцінки працездатності спортсменів.

5. Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності.

У ході систематичного тренування в організмі спортсмена виникає низка різних функціональних станів, тісно взаємопов'язаних один з одним, де кожен попередній стан впливає на перебіг наступного. До початку роботи у спортсмена виникає *передстартовий* та власне *стартовий стан*, до яких приєднується вплив розминки. Від якості розминки та характеру передстартового стану залежить швидкість і ефективність *впрацювання* на початку роботи, а також наявність або відсутність *мертвої точки*. Ці процеси, у свою чергу, визначають ступінь виразності та тривалість *стійкого стану*, а від нього залежить швидкість настання та глибина розвитку *втоми*, що далі обумовлює особливості процесів *відновлення*. Залежно від успішності протікання відновлювальних процесів у спортсмена перед початком наступного тренувального заняття (чи змагання) будуть проявлятися ті чи інші форми передстартових реакцій

6. Роль емоцій при спортивній діяльності.

У регуляції функціональних станів, що є базою рухової діяльності людини, беруть участь різні психологічні, нервові та гуморальні механізми:

- потреби, основне джерело активності;
- мотиви, які спонукають задоволення цих потреб;
- емоції, що підкріплюють діяльність;
- гормональні впливи – виділення гормонів гіпофіза, надниркових залоз

і ін.

Значення емоцій. Спортивна діяльність, і, насамперед, виступи на змаганнях, викликають в організмі спортсмена подвійний вплив:

- фізична напруга, пов'язана із здійсненням м'язової роботи;
- емоційно-психічна напруга, що викликається екстремальними подразниками (стресорами).

До останніх належать 3 фактори:

- великий обсяг інформації яка надходить до спортсмена, що створює інформаційне перенавантаження (особливо це проявляється, в ігрових видах спорту, єдиноборствах, і т.п.);
- необхідність опрацьовувати значний обсяг інформації в умовах дефіциту часу;
- високий рівень мотивації – соціальної значимості прийнятих спортсменом рішень.

При здійсненні цих процесів величезна роль емоцій.

Емоції являють собою особистісне ставлення людини до навколишнього середовища та себе, що визначається його потребами та мотивами. Їх значення в поведінці полягає в оціночному впливі на діяльність специфічних систем організму (сенсорних та моторних). Емоції забезпечують вибіркову поведінку людини у ситуації з багатьма варіантами вибору.

У спорті емоції постійно супроводжують спортсменів, які відчують «м'язову радість», «спортивну злість», «гіркоту поразки» та «радість перемоги». Емоції яскраво проявляються у передстартовому стані, а також у процесі спортивної боротьби, є важливим компонентом тактичного мислення. Емоційне налаштування збільшує максимальну силу та швидкість локомоцій.

Психофізіологічні механізми прояву емоцій. Емоції поділяють на **нижчі** (у тварин) і **вищі**, пов'язані з соціальними аспектами життя людини (інтелектуальні,

моральні, естетичні), її свідомою поведінкою та пізнавальною діяльністю — інтересами, усвідомлюваними та неусвідомлюваними мотивами, почуттями.

Вони виникають при недостатньому задоволенні потреб, при розбіжності необхідної та реальної інформації.

У виникненні емоцій беруть участь деякі відділи кори великих півкуль і підкіркові утворення. Емоційні реакції включають рухові, вегетативні та ендокринні прояви: зміни дихання, частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, діяльності скелетних та м'язів, виділення гормонів — адренкортикотропного гормону гіпофіза, адреналіну, норадреналіну і кортикоїдів, що виділяються наднирниками.

Розрізняють емоції *позитивні* та *негативні*. При електричних подразненнях у дослідах на тваринах та при лікувальних процедурах у клініці у людини були виявлені центри задоволення (у гіпоталамусі, середньому мозку) та незадоволення (у деяких областях таламуса). Хворі при подразненні цих центрів відчували «безпричинну радість», «безпредметну тугу», «несвідомий страх».

Емоції є механізмом регуляції інтенсивності рухів, викликаючи мобілізацію функціональних резервів організму в екстремальних ситуаціях. Це особливо наочно проявляється у змагальних умовах, коли результативність виступів спортсмена перевищує його досягнення на тренувальних заняттях. Виконання роботи, при звичайній мотивації, завжди менш тривале і менш ефективне, ніж під час змагань з іншими особами, при підвищеній мотивації. Здатність до мобілізації функціональних резервів при підвищеній мотивації найбільшою мірою властива досвідченим кваліфікованим спортсменам, водночас нетреновані особи найчастіше вичерпують резерви свого організму вже при звичайній мотивації.

Значна нервово-психічна напруга у процесі спортивної діяльності призводить до різкого посилення емоційних реакцій, зумовлюючи емоційний стрес у

спортсменів, а при надмірному впливі викликає негативні прояви емоцій – погіршення функціонального стану та активності організму.

У формуванні емоцій та емоційних стресів бере участь особливий клас біологічних регуляторів – нейропептиди (енкефаліни, ендорфіни, опіатні пептиди). Вони є осколками білкових молекул – короткі амінокислотні ланцюжки. Нейропептиди розподілені широко та нерівномірно у різних відділах головного та спинного мозку. Діючи в області контактів між нейронами, вони здатні посилювати чи пригнічувати їх функції, забезпечуючи знеболюючий ефект, покращуючи пам'ять та формування рухових навичок, змінюючи сон і температуру тіла. Їх концентрація в нервовій системі зменшується при обмеженнях рухової активності та збільшується при емоційних реакціях, стресах. Виявлено, зокрема, що у спортсменів у змагальних умовах концентрація нейропептидів у 5-6 разів перевищує їх звичайну кількість у нетренованих осіб.

7. Передстартові стани.

Передстартові стани виникають задовго до виступу, за кілька днів або тижнів до відповідальних стартів. Виникає уявне налаштування на змагання, підвищена мотивація, зростає рухова активність під час сну, підвищується обмін речовин, у крові підвищується вміст гормонів, еритроцитів та гемоглобіну.

Ці прояви посилюються за кілька годин до старту і ще більше за кілька хвилин перед початком роботи, коли виникає власне стартовий стан.

Передстартові стани виникають за механізмом умовних рефлексів. Фізіологічні зміни виникають на умовні сигнали, якими є подразники, супутні попереднім заняттям (вигляд стадіону, спортивного залу, наявність суперників, спортивна форма та ін.).

У мозку людини перед виконанням будь-якої довільної дії виникають певні зрушення. Виникає задум і план майбутньої дії. Відбуваються зміни електричної

активності у корі великих півкуль – посилюються міжцентральні взаємозв'язки, змінюється амплітуда потенціалів і крива, що їх обгинає, з'являється відображаюча підготовчі процеси умовна негативна хвиля (так звана «хвиля очікування»), спостерігаються повільні потенціали в темпі майбутнього руху («мічені ритми» електроенцефалограми (ЕЕГ)). Всі ці зміни відображають підготовку мозку до майбутньої дії та викликають супутні вегетативні зрушення та зміни моторної системи, тобто відбувається актуалізація робочої домінанти з усіма її моторними та вегетативними компонентами.

Розрізняють передстартові зміни двох видів – *неспецифічні* (які, відбуваються при будь-якій роботі) і *специфічні* (пов'язані зі специфікою майбутніх вправ).

До *неспецифічних* змін відносять 3 форми передстартових станів: *бойову готовність, передстартову лихоманку та передстартову апатію*.

Бойова готовність забезпечує найкращий психологічний настрій та функціональну підготовку спортсменів до роботи. Спостерігається оптимальний рівень фізіологічних зрушень – підвищена збудливість нервових центрів та м'язових волокон, адекватна величина надходження глюкози до крові з печінки, сприятливе перевищення концентрації норадреналіну над адреналіном, оптимальне посилення частоти та глибини дихання та частоти серцебиття, укорочення часу рухових реакцій.

У разі виникнення *передстартової лихоманки* збудливість мозку надмірно підвищена, що спричиняє порушення тонких механізмів міжм'язової координації, зайві енерговитрати та передчасна доробоча витрата вуглеводів, наявні надлишкові кардіореспіраторні реакції. При цьому у спортсменів відзначають підвищену нервозність, виникають фальстарты, а рухи починаються в невиправдано швидкому темпі і незабаром призводять до виснаження ресурсів організму.

На противагу цьому стан *передстартової апатії* характеризується недостатнім рівнем збудливості центральної нервової системи, збільшенням часу рухової реакції, незначними змінами у стані скелетних м'язів та вегетативних функцій, пригніченістю та невпевненістю у своїх силах. В процесі тривалої роботи негативні зрушення станів лихоманки та апатії можуть долатись, але при короткочасних вправах такої можливості немає.

Специфічні передстартові реакції відображають особливості майбутньої роботи. Наприклад, функціональні зміни в організмі більші перед бігом на короткі дистанції, в порівнянні з майбутнім бігом на довгі дистанції; функціональні зміни більше перед змаганнями, порівняно з звичайним тренуванням. У корі великих півкуль більше активуються ті зони, які мають залучатися до роботи; перед циклічними вправами виникають коливання потенціалів у темпі майбутнього руху.

Регуляція передстартових станів. Надмірні передстартові реакції знижуються у спортсменів у міру звикання до умов змагання. На форми прояву передстартових реакцій впливає тип нервової системи: у спортсменів із сильними врівноваженими нервовими процесами – сангвініків та флегматиків частіше спостерігається бойова готовність, у холериків – передстартова лихоманка; меланхоліки в важких ситуаціях схильні до передстартової апатії.

Вміння тренера провести необхідну бесіду, переключити спортсмена на інший вид діяльності сприяє оптимізації передстартових станів. Використовують для цього масаж. Однак найбільше регулюючий вплив робить правильно проведена розминка. У разі передстартової лихоманки необхідно проводити розминку в невисокому темпі, підключити глибокі ритмічні дихання (гіпервентиляцію), так як дихальний центр надає потужний нормалізуючий вплив на кору великих півкуль. При апатії, навпаки, потрібно проведення розминки у швидкому темпі для підвищення збудливості в нервовій та м'язовій системах.

8. Розминка і впрацювання.

У підготовці організму до майбутньої роботи дуже велика роль розминки, оскільки до умовно-рефлекторного механізму передстартових станів підключаються безумовно-рефлекторні реакції, спричинені роботою м'язів.

Розрізняють загальну та спеціальну частину розминки.

Загальна розминка неспецифічна. Вона спрямована на підвищення функціонального стану організму та створення оптимального збудження центральних та периферичних ланок рухового апарату. Ще до початку роботи створюються умови для формування нових рухових навичок та найкращого прояву фізичних якостей. Розігрівання м'язів знижує їх в'язкість, підвищує гнучкість суглобово-зв'язкового апарату, сприяє віддачі тканинам кисню, активує ферменти та прискорює перебіг біохімічні реакції. Однак розминка не повинна доводити спортсмена до вираженої втоми і викликати підвищення температури тіла вище 38°, що викличе негативний ефект.

Спеціальна частина розминки забезпечує специфічну підготовку до майбутньої роботи саме тих нервових центрів та скелетних м'язів, які несуть основне навантаження. Відбувається пожвавлення робочих домінант та створених на їх основі рухових динамічних стереотипів, вегетативні зрушення досягають рівня, необхідного для швидкого входження в роботу.

Оптимальна тривалість розминки становить 10-30 хв, а інтервал до початку змагань не повинен перевищувати 15 хв, після чого ефект розминки знижується.

Періоди спокою та роботи характеризуються відносно стійким станом функцій організму, з налагодженою їх регуляцією. Між ними є 2 перехідних періоди:

- впрацювання (перехід від спокою до роботи);
- відновлення (від роботи до спокою).

Період **впрацьовування** відраховують від початку роботи до появи стійкого стану. Під час впрацьовування здійснюються 2 процеси:

- перехід організму на робочий рівень;
- співналаштування різних функцій організму.

Впрацьовування різних функцій відрізняється гетерохронністю, тобто, неодночасністю, та збільшенням варіативності їх показників.

Спочатку і дуже швидко впрацьовуються рухові функції, а потім, більш інертні, вегетативні. Із вегетативних показників найшвидше нарастають до робочого рівня частотні параметри – частота серцевих скорочень та дихання, потім об'ємні характеристики – ударний та хвилинний об'єм крові, глибина вдиху та хвилинний об'єм дихання. За їх перебудовами слідує зростання споживання кисню і, пізніше всього, налагодження терморегуляції (цей момент супроводжується потовиділенням). Інерція вегетативних зрушень пов'язана, зокрема, з тим, що у початкові моменти роботи потужна моторна домінанта чинить негативний (гальмівний) вплив на вегетативні центри.

Більш швидке впрацьовування спостерігається у кваліфікованих спортсменів, у молодшому віці (у підлітків) та в період спортивної форми у спортсмена.

Збільшення варіативності різних функцій організму під час впрацьовування відображає пошуки функціями робочого рівня зрушень, адекватного для даної справи. З переходом до стійкого стану під час роботи постійної потужності варіативність функцій знижується. Наприклад, коефіцієнт варіації тривалості серцевих циклів у бігунів-розрядників у спокої складають 5-10%, при впрацьовуванні – 25-30%, у стійкому стані – 2-4%.

Період впрацьовування може завершуватися появою **«мертвої точки»**. Вона виникає у недостатньо підготовлених спортсменів у результаті дискоординації рухових та вегетативних функцій. При занадто інтенсивних рухах та уповільненої перебудови вегетативних процесів нарастає помітний кисневий борг, виникає

важкий суб'єктивний стан. Відбувається зростання вмісту лактату в крові, рН крові знижується до 7,2 і менше. У спортсмена спостерігаються задишка та порушення серцевого ритму (аритмія, екстрасистоля), зменшується життєва ємність легень. В цей період працездатність різко знижується. Вона зростає лише після вольового подолання «мертвої точки», коли відкривається *«друге дихання»*, або внаслідок зниження інтенсивності роботи. Подібний стан може неодноразово повторюватись під час тривалої роботи при підвищенні її інтенсивності, яка не відповідає можливостям спортсмена.

9. Стійкий стан при циклічних вправах. При тривалій циклічній роботі відносно постійної потужності (у зонах великої та помірної потужності, частково субмаксимальної потужності) в організмі спортсмена виникає *«стійкий стан»* (steady state), який продовжується від моменту завершення впрацювання до початку втоми.

За характером постачання організму киснем виділяють 2 види стійкого стану.

- *Несправжній (або уявний) стійкий стан* (виникає при роботі великої і субмаксимальної потужності), коли спортсмен досягає рівня максимального споживання кисню, але це споживання не покриває високого кисневого запиту і утворюється значний кисневий борг.

- *Справжній стійкий стан* виникає при роботі помірної потужності, коли споживання кисню відповідає кисневому запиту, а кисневий борг майже не утворюється.

За винятком короточасних циклічних вправ максимальної потужності, в усіх інших зонах потужності після закінчення впрацювання встановлюється стійкий стан. При цьому потужність роботи, незважаючи на деякі відхилення, практично близька до постійної. Такий стан характеризується певними особливостями:

- *мобілізацією всіх систем організму на високий робочий рівень (головним чином, кардіореспіраторної системи та системи крові, що забезпечують досягнення МСК);*

- *стабілізацією більшості показників, що впливають на спортивні результати – довжини та частоти кроків, амплітуди коливань загального центру маси, частоти та глибини дихання, частоти серцевих скорочень, рівня споживання кисню та ін. (хоча деякі показники можуть монотонно зростати, наприклад, температура тіла, або знижуватися, наприклад, оксигенація крові).*

- *узгодженою роботою різних систем організму, яка змінює їх дискоординацію в період впрацювання – наприклад, встановлюється певне співвідношення темпу дихання та руху.*

У тренуваних спортсменів вираженість стійкого стану та коефіцієнту корисної дії (ККД) роботи більша, ніж у нетренуваних осіб. Також більш підготовлені спортсмени відзначаються більшою тривалістю стійкого стану.

10. Особливі стани організму при ациклічних і статичних вправах та вправах змінної потужності.

Різні види стандартних ациклічних вправ, а також ситуаційних вправ характеризуються змінною потужністю роботи, тобто відсутністю класичних форм стійкого стану. Виконання різних вправ у гімнастиці, стрибках у воду, важкій атлетиці, метаннях, стрибках у довжину, у висоту, з жердиною, стрільбою тощо, дуже короткочасні. На відміну від тривалих циклічних вправ тут неможливе досягнення стійкого стану споживання кисню та інших фізіологічних показників.

Проте повторна робота у цих видах спорту викликає своєрідний прояв процесу впрацювання та подальшої стабілізації функцій. Кожне попереднє виконання вправи служить розминкою для наступного і викликає впрацювання

організму з поступовим наростанням функціональних зрушень, аж до необхідного робочого рівня із підвищенням ККД роботи.

У спортивних іграх та єдиноборствах (бокс, боротьба, фехтування) діяльність спортсмена характеризується не тільки зміною поточної ситуації, а й змінною потужністю роботи. Незважаючи на постійні зміни потужності, після проходження впрацьовування різні соматичні та вегетативні показники встановлюються в межах деякого оптимального робочого діапазону.

Наприклад, при грі в баскетбол ЧСС тримається в межах 130-180 уд.·хв⁻¹. Хоча на рівень 180 уд.·хв⁻¹ цей показник піднімається лише в окремих епізодах гри, проте він не знижується нижче 130 уд.·хв⁻¹ у моменти ігрових пауз. Підтримка такого оптимального діапазону функціональних можливостей потребує необхідних витрат енергії та довільних зусиль. У кожного спортсмена є індивідуальна тривалість безперервного збереження такого стану.

Оптимальна доза безперервної роботи залежить від генетичних особливостей, рівня спортивної майстерності, технічної чи тактичної спрямованості тренувального заняття, інтенсивності діяльності та інших причин. Фехтувальники, наприклад, використовують різні мікропаузи для деякого відновлення функцій організму. Ці паузи не повинні бути тривалими, щоб не знизити досягнутий робочий рівень (щоб не збільшився час рухової реакції, не підвищилася його варіативність, не знизилася точність уколів). Проте такі паузи дозволяють уникнути швидкого настання втоми, зберегти високий рівень уваги, дещо відновити рухові та вегетативні функції.

Контрольні питання:

1. Які зміни в органах і системах відбуваються під час фізичних навантажень.

2. Чим характерні функціональні зрушення в органах і системах при фізичних навантаженнях постійної потужності.
3. Чим характерні функціональні зрушення в органах і системах при фізичних навантаженнях змінної потужності.
4. Вплив емоцій на спортивну діяльність.
5. Фізіологічні механізми виникнення передстартового стану. Види передстартових станів.
6. Регуляція передстартових станів. Розминка як головний засіб регуляції передстартового стану.
7. Впрацювання. Вплив розминки на впрацювання.
8. Охарактеризуйте фізіологічні особливості «стійкого стану».
9. Особливості впрацювання і «стійкого стану» при ациклічних вправах і вправах змінної потужності.

Література:

1. Цвях О. О. Фізіологія рухової активності : навчальний посібник / О. О. Цвях. – Миколаїв : СПД Румянцева, 2022. – 152 с. http://dspace.mdu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1105/1/Цвях_Фізіологія%20рухової%20активності.pdf (С. 29-30).
2. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с. <http://eprints.zu.edu.ua/31655/1/sport.pdf> (С. 47-51).
3. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
4. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.
5. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2024. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Діяльність серцево-судинної системи при статичній і динамічній силовій роботі.

Обладнання: монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, секундомір.

Досліджувані: два студенти чоловічої статі будь якої спортивної спеціалізації.

Дослідники: два студенти.

Хід роботи: У досліджуваних у положенні сидячи визначають ЧСС, АТ. Потім досліджувані виконують 1 хв статичне зусилля – сидячи на стільці тримаючись правою рукою за сидіння стільця, впертися ногами в підлогу, а рукою тягнути сидіння вгору. Ліва рука з накладеною манжетою сфігмоманометра в розслабленому стані знаходиться на столі. За 20-30 с до закінчення зусилля водночас реєструють ЧСС і АТ.

Через 5 хв відпочинку досліджувані протягом 1 хв виконують динамічну силову роботу – згинання і розгинання рук в упорі лежачи у максимальному темпі. Одразу після закінчення роботи реєструються ЧСС, АТ.

Розрахунки: Розраховують СОК, ХОК за формулами (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1).

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Показники	Отримані величини		
	до фізичного навантаження	при виконанні статичного зусилля	при виконанні динамічної силової роботи
ЧСС, уд.·хв ⁻¹			
АТ, мм рт.ст.			
СОК, мл			
ХОК, мл·хв ⁻¹			

Результати двох спортсменів за показниками ЧСС, АТ, СОК, ХОК отриманих під час статичного зусилля порівнюються із результатами отриманими під час динамічної силової роботи та із результатами у стані спокою. На основі порівняльного аналізу робляться висновки.

Робота 2. Виявлення феномену Лінгарда при виконанні статичного зусилля.

Обладнання: монітор серцевого ритму.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: Досліджуваний виконує статичне зусилля протягом 30 с – сидячи на стільці тримаючись правою рукою за сидіння стільця, впирається ногами в підлогу, а рукою тягне сидіння вгору. По завершенню виконання навантаження реєструють ЧСС на останніх секундах зусилля і спостерігають за його динамікою протягом 2 хв.

Результати аналізуються, на основі аналізу робляться висновки.

Робота 3. Вплив динамічної роботи різної потужності на функцію серцево-судинної системи.

Обладнання: велоергометр, монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: У досліджуваного в положенні сидячи визначають ЧСС, АТ. Потім досліджуваний виконує два навантаження на велоергометрі з інтервалом відпочинку 5 хв. Частота педалювання першого і другого навантажень однакова – 60 об.·хв⁻¹. Перше навантаження тривалістю 5 хв, потужністю 1 Вт на 1 кг маси

тіла досліджуваного. Друге навантаження тривалістю 5 хв, потужністю 3 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного. Одразу по завершенню першого і другого навантажень реєструється ЧСС, АТ.

Розрахунки: На основі отриманих даних розраховуються величини СОК, ХОК (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1) у стані спокою, після першого навантаження і після другого навантаження.

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Показники	Отримані величини		
	до фізичного навантаження	по завершенню першого навантаження (1 Вт на 1 кг маси тіла)	по завершенню другого навантаження (3 Вт на 1 кг маси тіла)
ЧСС, уд.·хв ⁻¹			
АТ, мм рт.ст.			
СОК, мл			
ХОК, мл·хв ⁻¹			

Результати показників ЧСС, АТ, СОК, ХОК отриманих у стані спокою порівнюються із результатами отриманими по завершенню першого і другого навантажень. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 4. Дослідження особливостей кровообігу при роботі різних м'язових груп.

Обладнання: велоергометр, монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: У досліджуваного в положенні сидячи визначають ЧСС, АТ. Потім досліджуваний виконує два навантаження тривалістю 5 хв кожне на

велоергометрі з інтервалом відпочинку 5 хв. Частота педалювання першого і другого навантажень однакова – 60 об.·хв⁻¹. Потужність першого і другого навантаження однакова – 1 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного. Перше навантаження виконується ногами, а друге навантаження – руками. Для виконання другого навантаження досліджуваний сідає на стілець перед велоергометром. Одразу по завершенню першого і другого навантажень реєструється ЧСС, АТ.

Розрахунки: На основі отриманих даних розраховуються величини СОК, ХОК (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1) у стані спокою, після першого навантаження і після другого навантаження.

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Показники	Отримані величини		
	до фізичного навантаження	по завершенню навантаження яке виконувалося ногами	по завершенню навантаження яке виконувалося руками
ЧСС, уд.·хв ⁻¹			
АТ, мм рт.ст.			
СОК, мл			
ХОК, мл·хв ⁻¹			

Результати показників ЧСС, АТ, СОК, ХОК отриманих у стані спокою порівнюються із результатами отриманими по завершенню навантажень які виконувалися ногами і руками. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 5. Дослідження впливу розминки на діяльність серцево-судинної системи.

Обладнання: степ платформа, монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, секундомір, метроном.

Досліджувані: декілька студентів будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: декілька студентів.

Хід роботи: Досліджувані виконують сходження на сходинку під метроном у темпі 25 сходжень за 1 хв тривалістю 3 хв. Для цього метроном встановлюють на частоту 100 уд.·хв⁻¹. Одразу після припинення роботи визначаються ЧСС і АТ. Перше навантаження вважається розминкою. Через 5 хв відпочинку виконують друге навантаження (параметри другого навантаження ідентичні першому). По завершенню другого навантаження визначаються ЧСС і АТ.

Розрахунки: На основі отриманих даних розраховуються величини СОК, ХОК (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1) після першого і другого навантаження.

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4

Показники	Отримані величини	
	по завершенню першого (розминочного) навантаження	по завершенню другого навантаження
ЧСС, уд.·хв ⁻¹		
АТ, мм рт.ст.		
СОК, мл		
ХОК, мл·хв ⁻¹		

Результати показників ЧСС, АТ, СОК, ХОК після першого і другого навантаження порівнюють. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 6. Дослідження динаміки ЧСС у період впрацювання.

Обладнання: велоергометр, монітор серцевого ритму, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: Досліджуваний виконує два навантаження тривалістю 5 хв на велоергометрі. Перше навантаження потужністю 60 Вт із частотою педалювання 60 об·хв⁻¹. Фіксується ЧСС від початку навантаження до його завершення та протягом 3 хв після його завершення.

Через 10 хв відпочинку досліджуваний виконує друге навантаження потужністю 120 Вт із частотою педалювання 80 об·хв⁻¹. Так само, як і при першому навантаженні, фіксується ЧСС від початку навантаження до його завершення та протягом 3 хв після його завершення.

Будуються графіки динаміки ЧСС при першому і другому навантаженні та періоду відновлення після навантажень. Здійснюється порівняльний аналіз графіків. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Лекція 3. ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СПОРТСМЕНА

План

1. Поняття про фізичну працездатність.
2. Режими енергозабезпечення м'язової діяльності.
 - 2.1. Анаеробний алактатний (креатинфосфокіназний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.
 - 2.2. Анаеробний лактатний (гліколітичний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.
 - 2.3. Аеробний режим енергозабезпечення м'язової діяльності.
3. Методи визначення працездатності.
 - 3.1. Методи визначення аеробної продуктивності організму.
 - 3.2. Методи визначення анаеробної продуктивності організму.
4. Зв'язок фізичної працездатності із спрямованістю тренувального процесу у спорті.
5. Резерви фізичної працездатності.

1. Поняття про фізичну працездатність.

Фізична працездатність спортсмена є виразом життєдіяльності людини, що має у своїй основі рух і проявляється у різних формах м'язової діяльності та залежить від здатності та готовності людини до фізичної роботи. В даний час фізична працездатність найбільш широко досліджується у спортивній практиці, представляючи безперечний інтерес для спеціалістів як медико-біологічного, так і спортивно-педагогічного напрямів.

Фізична працездатність — одна з найважливіших складових спортивного успіху. Ця якість є також визначальною у багатьох видах виробничої діяльності, необхідною у повсякденному житті, якістю що піддається тренуванню і відображає стан фізичного розвитку та здоров'я людини, його придатність до занять фізичною культурою і спортом.

Термін «фізична працездатність» використовується досить широко, однак йому не дано поки що єдиного, теоретично і практично обґрунтованого визначення. Запропоновані визначення працездатності, на думку ряду фахівців (Виноградов М.І., 1969; Карпман В.Л., 1974; Аулік І.В., 1977; Astrand та ін), нерідко носять односторонній характер і не завжди враховують при цьому функціональний стан організму та ефективність праці. З урахуванням викладеного пропонують визначати працездатність, як здатність людини здійснювати конкретну діяльність у рамках заданих параметрів часу та ефективності праці. При цьому автори вважають, що працездатність слід оцінювати за критеріями професійної діяльності та стану функцій організму, іншими словами, за допомогою прямих і непрямих показників.

Розвиваючи далі ці уявлення інші автори вносять деякі доповнення до визначення працездатності людини, і головне – уточнюють характер прямих показників, обґрунтовують та пропонують невеликий комплекс інформативних непрямих констант та вводять кількісний інтегральний показник з метою оцінки працездатності. Під останньою автори розуміють здатність людини виконувати у заданих параметрах та конкретних умовах професійну діяльність, що супроводжується відновлювальними у терміни регламентованого відпочинку, функціональними змінами у організмі.

2. Режими енергозабезпечення м'язової діяльності.

Фізична працездатність людини обумовлена енергетичним потенціалом її організму, тобто здатністю організму відновлювати енергетичні ресурси які витрачаються під час фізичної роботи. У загальній сумі енергетичного потенціалу організму слід виділити три його складових: аеробний, анаеробний лактатний та анаеробний алактатний. Аеробна частка енергоутворення значно переважає анаеробне. Тому ряд фахівців рекомендують визначати фізичну працездатність

саме за аеробними можливостями організму. Разом з цим інші вчені вважають, що без анаеробного компонента інформація про фізичну працездатність буде неповною.

3. Анаеробний алактатний (креатинфосфокіназний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.

У залежності від інтенсивності навантаження механізми ресинтезу АТФ можуть бути різними. Під час виконання роботи максимальної потужності організм використовує запаси АТФ, які містяться у м'язах, та відновлює їх приєднання до АДФ фосфатного зв'язку від високоенергетичної речовини креатинфосфату (КрФ). Такий спосіб відновлення енергоресурсу називають *анаеробний алактатний режим енергозабезпечення м'язової діяльності* або *креатинфосфокіназним*, оскільки дана реакція відбувається за участі ферменту *креатинфосфокінази*.

Анаеробний алактатний механізм відновлення АТФ є найпростішою реакцією (рис.. 1).

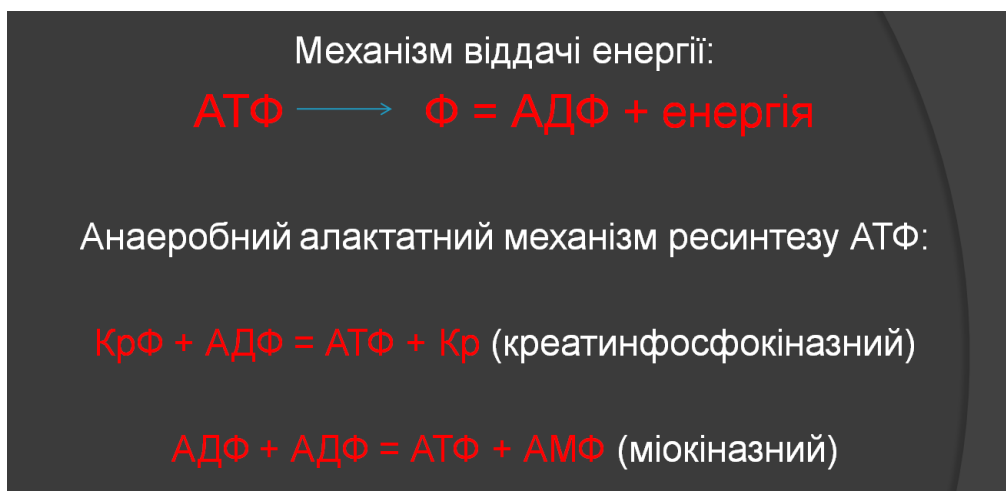


Рис. 3.1. Анаеробний алактатний механізм відновлення енергоресурсів під час м'язової діяльності.

Концентрація КрФ у м'язах у 3-4 рази перевищує запаси АТФ. Цей механізм характеризується високими можливостями віддавати енергію $3770 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ та здатністю до миттєвого розгортання (максимальна потужність такої реакції досягається вже на 0,5-0,7 секунді від початку роботи), але надзвичайно низькою ємністю – через 10-15с запаси КрФ вичерпуються і людина не здатна далі підтримувати роботу такої потужності (інтенсивності). Запаси КрФ залежать від вмісту креатину в організмі. Споживання креатину у вигляді харчових добавок сприяє збільшенню запасів КрФ у м'язах і відповідно підвищується працездатність. Вміст КрФ у м'язах збільшується у процесі адаптації організму до силових та швидкісних тренувань в 1,5-2 рази, що збільшує ємність цього механізму. Креатинфосфокіназний шлях ресинтезу АТФ відіграє вирішальну роль у забезпеченні короткочасної роботи максимальної інтенсивності протягом 15-30с, наприклад, біг 60-100м, плавання на 25 м, вправи з важкої атлетики, стрибки, метання.

При надмірній концентрації АДФ вмикається ще один механізм – міокіназний, який полягає у тому, що відбувається перенесення макроергічної фосфатної групи від однієї молекули АДФ до іншої (рис.. 1). Така ситуація відбувається при вираженій м'язовій втомі, коли швидкість ресинтезу АТФ не урівноважує швидкість її розчеплення. З такої точки зору даний механізм є «аварійним» і вмикається тоді, коли можливості попереднього механізму вже вичерпані. Така реакція не вигідна організму, оскільки АМФ яка утворюється може безповоротно дезамінуватися і перетворитися на інозинову кислоту, яка у енергетичному обміні не використовується. Креатинфосфокіназний і міокіназний механізми протікають без участі O_2 і у результаті не продукується лактат, тому його відносять до анаеробного алактатного режиму енергозабезпечення.

Дані реакції відбуваються у швидко-скоротливих м'язових волокна типу б (ШС-б) їх ще розрізняють за кольором як білі м'язові волокна (рис.. 2). Лімітуючим

фактором анаеробної алактатної системи енергозабезпечення є вміст макроергічних сполук АТФ і КрФ у м'язовій тканині.

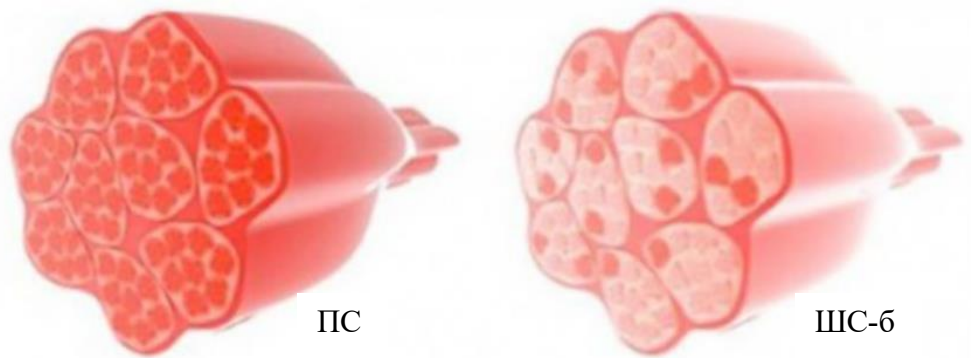


Рис. 3.2. Повільноскоротливі (ПС) та швидкоскоротливі типу 6 (ШС-6) м'язові волокна.

4. Анаеробний лактатний (гліколітичний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності.

Інший анаеробний спосіб поновлення запасів АТФ (який забезпечує виконання роботи субмаксимальної потужності) полягає у безкисневому розщепленні вільної глюкози крові, а також глікогену м'язів та печінки – це анаеробний (лактатний) режим енергозабезпечення. Він умикається одразу як тільки алактатний механізм вичерпує свої можливості. У порівнянні з алактатним способом відновлення АТФ, анаеробний (лактатний) механізм характеризується уповільненою дією (розгортається до максимальної потужності на 30 секунд від початку роботи і підтримує її до 60 секунд), меншою потужністю $2500 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$, але більшою тривалістю. Оскільки вуглеводні запаси організму значно більші ніж запаси КрФ, здатність організму до відновлення АТФ анаеробний (лактатним) шляхом збільшується до 3-6 хвилин (єдиної думки щодо максимальної тривалості гліколізу серед науковців не існує).

Якщо джерелом енергії для анаеробного лактатного механізму відновлення АТФ є глюкоза, такий механізм прийнято називати *гліколіз*.

Гліколіз – це ланцюжок біохімічних реакцій розщеплення глюкози до пірувату (молочної кислоти) із виділенням енергії (утворенням АТФ). Етапи реакцій гліколізу наведені на рисунку 3.

Якщо джерелом енергії для анаеробного лактатного механізму відновлення АТФ є глікоген, такий механізм прийнято називати *глікогеноліз*. Глікоген, у ланцюжку біохімічних реакцій (рис. 4) розщеплюється до глюкози і у подальшому дана реакція протікає як гліколіз.

Енергетичний баланс гліколізу – 2 моля АТФ на 1 моль розщепленої глюкози. Енергетичний баланс глікогенолізу – 3 моля АТФ на 1 моль розщепленого глікогену.

Під час виконання роботи в анаеробному лактатному режимі енергозабезпечення (тобто роботі субмаксимальної інтенсивності) виникає **кисневий борг**, оскільки інтенсивність роботи вимагає такої кількості кисню і енергетичних ресурсів, яка перевищує можливості серцево-судинної системи їх доставити до працюючих м'язів.

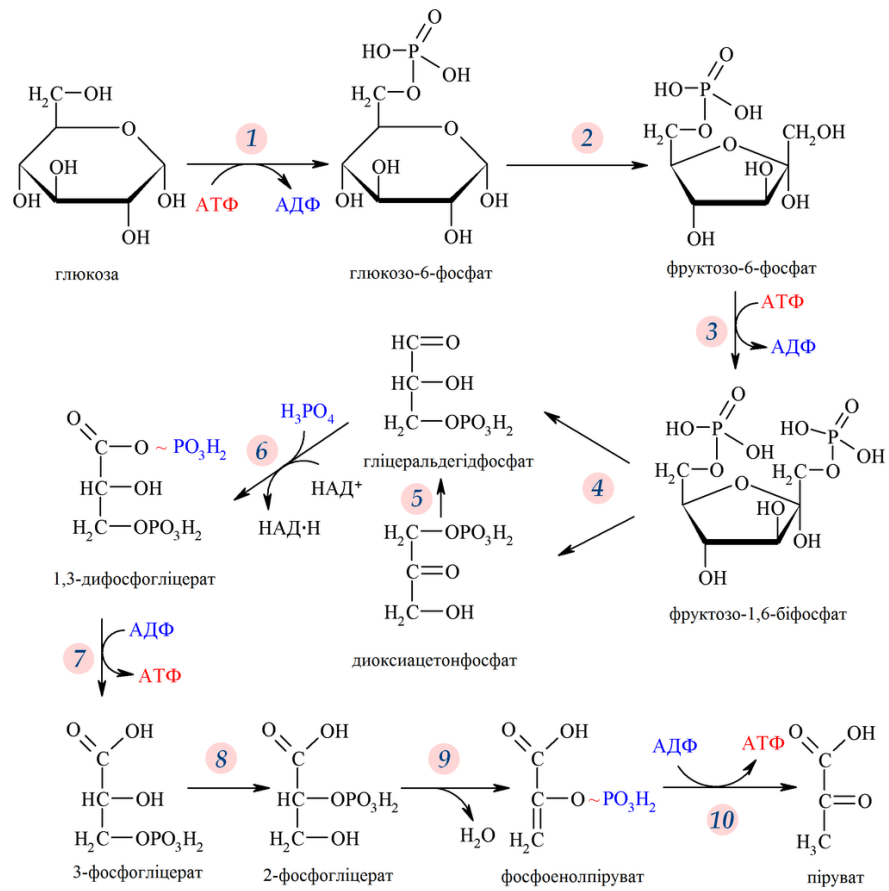


Рис. 3.3. Реакції гліколізу

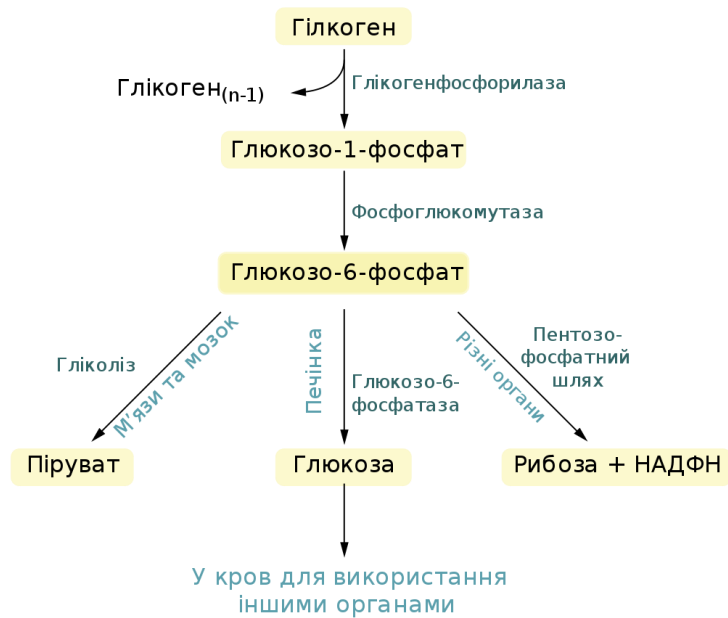


Рис. 3.4. Спрощена схема глікогенолізу.

Найбільше адаптовані до протікання гліколітичних реакцій швидкоскоротливі м'язові волокна типу *a* (ШС-*a*) (рис. 5). Вони займають проміжне місце, оскільки мають приблизно однакову кількість червоних м'язових волокон, у яких відбуваються окиснювальні реакції, так і білих – гліколітичних.

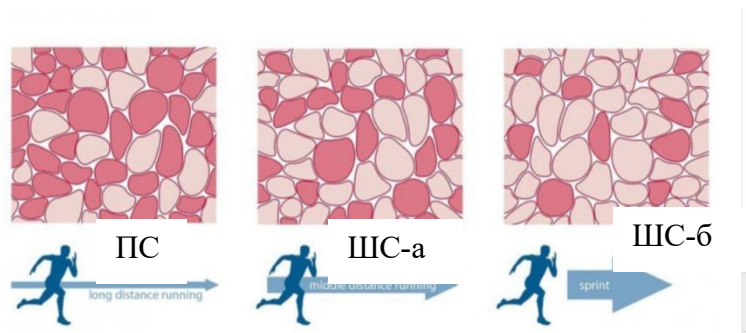


Рис. 3.5. Схематичний вигляд поперечного перерізу м'язових волокон різних типів:

- ПС – повільноскоротливих (червоних);
- ШС-*a* – швидкоскоротливих типу *a* (гліколітичних);
- ШС-*б* – швидкоскоротливих типу *б* (білих)

Утворення максимального кисневого боргу супроводжується значним підвищенням в артеріальній крові концентрації молочної кислоти, вміст якої в нетренованих може досягти 100-150 мг/%, а у висококваліфікованих спортсменів, робота яких пов'язана з гліколітичним енергозабезпеченням, 240-260 мг/%. За таких умов для забезпечення гомеостазу організм повинен мати потужні буферні системи крові, які підтримують оптимальний рівень кислотно-лужного балансу (рН). Крім того, тканини мають бути пристосовані до роботи в умовах ацидозу. Подібне пристосування є одним із факторів, що забезпечує ємність анаеробних процесів. У спортсменів, тренуваних до роботи в гліколітичному режимі енергозабезпечення, з потужною буферною системою, рН крові може знизитися до 7,1 і навіть до 6,95. При цьому особливого значення набуває стійкість до зниження рН вищих відділів головного мозку. Однак, нормально функціонувати в умовах

зниження рН крові головний мозок може лише за умови його достатнього кровопостачання.

Отже головними лімітуючими факторами анаеробної лактатної системи енергозабезпечення є запаси глюкози та глікогену, здатність серцево-судинної системи та дихальної системи доставляти кисень до працюючих м'язів, можливості буферної системи протистояти закисленню організму.

5. Аеробний режим енергозабезпечення м'язової діяльності.

Аеробний механізм ресинтезу АТФ у стані спокою забезпечує 90 % кількості АТФ, які відновлюються в організмі. Аеробний ресинтез відбувається у мітохондріях м'язових клітин. У якості енергетичних субстратів використовується глюкоза, жирні кислоти, окремі амінокислоти, молочна кислота і інші недоокиснені продукти метаболізму. Усі ці речовини перетворюються у ацетил-КоА, який далі окиснюється у *циклі трикарбонових кислот* до кінцевих продуктів – CO_2 , H_2O . Реакції окиснення відбуваються за участі численних ферментів та кисню що вдихається, який доставляється до тканин гемоглобіном еритроцитів крові. Максимальна потужність аеробного механізму досягається на 2-3 хвилині інтенсивної роботи у спортсменів та на 4-5 хв – у нетренованих людей і може підтримуватися до 15-30-ої хвилини (у залежності від рівня підготовленості). По мірі зростання тривалості вправи зменшується інтенсивність їх виконання. Так марафон спортсмени долають при потужності аеробного механізму 80-85 % від максимальної. Аеробне окиснення характеризується найнижчою потужністю $1250 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$, але надзвичайно великою тривалістю.

Найбільш інтенсивно аеробні процеси протікають у повільно скоротливих (ПС) м'язових волокнах. Відповідно чим більший відсотковий вміст таких волокон у м'язах, тим більша максимальна аеробна потужність у спортсмена і тим вища фізична працездатність при тривалій роботі.

Метаболічна ємність аеробного механізму практично безмежна, оскільки організм має великі запаси енергетичних джерел. Так при окисненні однієї молекули глюкози в аеробних умовах утворюється 38 молекул АТФ, тоді як в анаеробних умовах – лише 2 молекули АТФ. При окисненні жирних кислот утворюється 130 молекул АТФ.

Аеробний механізм являється основним під час тривалої роботи великої та помірної потужності: біг 5000 м і довше, шосейних велогонках, плаванні на 800м і 1500м. Аеробний механізм являється біохімічною основою загальної витривалості.

Показник $VO_2 \max$ характеризує потужність аеробних процесів енергозабезпечення, а здатність тривалий час виконувати м'язову роботу на рівні ПАНО відображає ємність аеробної системи.

Фактори, які впливають на рівень аеробної продуктивності. Рівень аеробної продуктивності зумовлюється багатьма фізіологічними факторами: величиною дихальної поверхні легень; об'ємом легеневої вентиляції; дифузією газів через альвеолярно-капілярну мембрану; можливостями серцевосудної системи; кисневою ємністю крові; активністю окиснювальних ферментів; енергетичними запасами; морфофункціональним станом міокарду; активністю гормонів які беруть участь в обмінних процесах та іншими. Усі ці фактори обумовлюють рівень $VO_2 \max$. Їх можна розділити на дві системні групи.

Перша – киснево-транспортна, яка забезпечує абсорбцію кисню з повітря і його транспорт до працюючих м'язів та інших активних органів і тканин.

Друга – утилізації кисню в м'язах, тобто екстрагуючої та утилізуєної кисень із крові.

Головною лімітуючою ланкою споживання кисню в киснево-транспортній системі при м'язовій роботі є апарат кровообігу. Фактори апарату кровообігу, які обмежують споживання кисню, поділяються у свою чергу на фактори центрального механізму гемодинаміки (ефективність роботи серця, тонус артеріальних судин,

ефективність венозного повернення крові до серця) та периферійного (швидкість капілярного кровотоку, кількість функціонуючих капілярів).

Основним лімітуючим фактором споживання кисню є ефективність роботи серця, тому що можливості споживати кисень клітинами працюючих м'язів більші, ніж можливості серця постачати кисень до м'язів.

Головним детермінантом транспорту кисню при фізичних навантаженнях вважається величина хвилинного об'єму крові (ХОК). Показник МСК на 50% лімітується максимально можливою величиною ХОК, яка, в свою чергу, лімітується максимально можливою величиною систолічного об'єму крові (СОК), тобто об'ємом і потужністю роботи серця. Причому, збільшивши максимальний систолічний об'єм крові за рахунок фізіологічної гіпертрофії міокарда та дилатації порожнин серця, можна зменшити лімітуючу роль ХОК. Однак, підвищення величини МСК шляхом збільшення максимальної величини СОК обмежена, тому що фізіологічна гіпертрофія та дилатація порожнин серця відбувається до певного рівня, після якого подальше їх зростання розцінюється як патологічне явище, що супроводжується значним зниженням аеробної продуктивності організму. Слід також зазначити, що зростання СОК до максимальної величини можливе лише в певному діапазоні ЧСС. У нетренованих нижньою межею цієї зони є 100-110 уд./хв⁻¹, а верхньою – 170-180 уд./хв⁻¹. У тренуваних нижня межа може складати 110-130 уд./хв⁻¹, а верхня – 190-220 уд./хв⁻¹. При перевищенні верхніх величин ЧСС спостерігається зменшенням систолічного об'єму крові.

Серед факторів центрального механізму гемодинаміки, що обмежують поглинання кисню, певна роль належить тону артеріальних судин. Пружність стінок артерій у значній мірі визначає ефективність прискорення в них кровотоку, що забезпечує транспорт кисню до працюючих м'язів. Тому перебудова гемодинаміки при м'язовій роботі супроводжується низкою цілеспрямованих

судинних реакцій, серед яких важливу роль відіграє підвищення тонуусу крупних артерій.

Одним із факторів, що входить до комплексу центрального лімітуючого механізму кровообігу в системі транспорту кисню, є ефективність повернення венозної крові до серця при фізичній роботі, тому що величина хвилинного об'єму крові, від якої залежить поглинання організмом кисню, в значній мірі зумовлена об'ємом її венозної частини, що повертається до правого передсердя. При фізичному навантаженні збільшується об'ємний кровотік у працюючих м'язах, який може досягти $50-75 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot 100\text{г}^{-1}$. Це означає, що по капілярах м'язів протікає значно більший, ніж в стані відносного м'язового спокою, об'єм крові, рух якої відносно інших ділянок серцево-судинної системи уповільнений. Фактично мова йде про часткове депонування крові у м'язах. Депонування крові пов'язано із розкриттям резервних капілярів працюючих м'язів, а також з їх розширенням. Якщо в працюючих м'язах функціонує 5-7% капілярів, то при фізичному навантаженні в активно працюючих їх кількість зростає в 35-70 разів, а поверхня в 46-120 разів. Повернення за таких умов венозної крові до серця здійснюється завдяки збільшенню градієнту падіння тиску між артеріями і венами, активізації роботи «м'язового» і «дихального» насосів («дихальний насос» – під час вдиху у грудній порожнині виникає від'ємний внутрішньоклітинний тиск, що призводить до розширення розміщених у ній вен, збільшенню різниці тиску між початком і кінцем венозного русла та полегшується надходження крові до серця). Скоординована робота вищезгаданих механізмів венозного повернення діє досить ефективно, забезпечуючи при динамічній роботі повернення крові до серця в об'ємі до $30-40 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Розглянуті фактори центрального лімітуючого механізму гемодинаміки можуть обмежити лише транспорт кисню. Перехід кисню з еритроцита до мітохондрій м'язових клітин у значній мірі залежить від факторів периферійного

механізму гемодинаміки, зокрема, від лінійної швидкості капілярного кровотоку. При м'язовій роботі зростає функціональна щільність капілярів, що викликає зниження лінійної швидкості кровотоку. Наслідком таких змін є покращення звільнення кисню від еритроцитів. Однак, при фізичних навантаженнях близьких до максимальної інтенсивності, не зважаючи на оптимальне зростання функціональної щільності капілярів, зростає перфузійний тиск (різниця між артеріальним тиском і тиском у капілярах), унаслідок чого підвищується лінійна швидкість кровотоку в мікроциркуляторному руслі. За таких обставин віддача кисню по ходу капіляра буде неповною.

Серед факторів, що визначають рівень аеробної продуктивності, слід виділити функціональні можливості системи зовнішнього дихання. Важливими у цьому сенсі є показники ЖЄЛ, дихального об'єму (ДО), потужності форсованого вдиху і видиху. Швидкість переходу кисню з альвеол у кров залежить від дифузійної здатності альвеолярно-капілярного бар'єру. При фізичних навантаженнях дифузійна спроможність цього бар'єру зростає за рахунок збільшення дихального об'єму, а також розширення альвеолярної мережі капілярів.

Незважаючи на те, що в осіб з високим рівнем максимального споживання кисню часто спостерігаються високі показники життєвої ємності легень (ЖЄЛ), суттєвого кореляційного зв'язку між ними не існує. Однак, останнім часом з'являються відомості, які свідчать про лімітуючу роль ЖЄЛ стосовно показника МСК.

Рівень МСК у значній мірі залежить від показника максимальної вентиляції легень (МВЛ), який зумовлений станом бронхіального проходження і силою дихальних м'язів.

Величина $Vo_{2\max}$ обумовлена також кисневою ємністю крові. Між показниками вмісту гемоглобіну і $Vo_{2\max}$ існує прямий кореляційний зв'язок. Перехід необхідної кількості кисню з крові капілярів до м'язів забезпечується лише

при достатній кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну. Зменшення цих складових крові або неповне насичення гемоглобіну киснем у легенях обмежує дифузію кисню через стінку капіляра до м'язових клітин.

На аеробну продуктивність організму впливає функціональний потенціал м'язових клітин, зокрема їх здатність до процесів окиснення. Таким вимогам відповідають ПС м'язові волокна з високим вмістом міоглобіну і великою кількістю мітохондрій. Ефективність окиснювального фосфорилування залежить не лише від кількості мітохондрій, але й від їх величини, щільності і площі поверхні.

На аеробну продуктивність впливає також здатність м'язових клітин утилізувати молочну кислоту, що утворюється у м'язах унаслідок гліколізу. З підвищенням аеробної продуктивності зростає здатність м'язових волокон використовувати як джерело енергії жири і продукти білкового обміну.

Абсолютна величина $\dot{V}O_{2\max}$ знаходиться в прямій залежності від маси тіла. У чоловіків ця залежність проявляється в більшій мірі, ніж у жінок. Причому, домінуюче значення належить м'язовому компоненту маси тіла. Жировий компонент не впливає на абсолютну величину $\dot{V}O_{2\max}$. Однак, збільшення маси тіла за рахунок жирового компоненту негативно відображається на відносному показнику $\dot{V}O_{2\max}$.

Нашими дослідженнями встановлено високий ступінь негативної кореляції ($r = -0,793$) між відносним показником $\dot{V}O_{2\max}$ і масою тіла у жінок першого періоду зрілого віку. Такі дані вказують на те, що більші значення маси тіла значною мірою обумовлюють нижчі значення відносного показника $\dot{V}O_{2\max}$. При цьому негативний вплив жирового компоненту виявився меншим, на що вказує негативна кореляція середнього ступеня ($r = -0,574$).

Аеробна продуктивність зумовлена віковим і статевим факторами. Дехто з дослідників вказує на зростання абсолютної величини $\text{Vo}_2 \text{ max}$ до 25 років, стабілізацію з 25 до 33 років і поступове зниження після 38 років.

Останнім часом для характеристики аеробної продуктивності використовують показник порогу анаеробного обміну (ПАНО). *Під порогом анаеробного обміну слід розуміти інтенсивність навантаження, вище якого в досліджуваного розвивається метаболічний ацидоз.* Причому, вважається, що межею аеробно-анаеробного переходу є підвищення концентрації лактату в крові до $4\text{-}6 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Визначають ПАНО за величиною споживання кисню при постійному рівні лактату в крові ($4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$), а виражають у відсотках відносно абсолютного показника $\text{Vo}_2 \text{ max}$. У нетренованих осіб ПАНО знаходиться на рівні $50\text{-}60\% \text{ Vo}_2 \text{ max}$, а в бігунів-стайєрів високої кваліфікації може досягти $85\text{-}90\% \text{ Vo}_2 \text{ max}$. *Показник ПАНО характеризує ту величину фізичного навантаження, вище якої починають домінувати анаеробні процеси енергозабезпечення.* Якщо $\text{Vo}_2 \text{ max}$ характеризує потужність аеробних процесів, то максимальна тривалість роботи на рівні ПАНО є показником їх ємності. Нетреновані особи, як правило, не можуть працювати з інтенсивністю на рівні ПАНО довше 5-6 хв. У спортсменів високого класу, що тренуються на витривалість, час роботи з інтенсивністю на рівні ПАНО може досягти 1,5-2 години.

Під впливом тренувань на витривалість зростають як показники $\text{Vo}_2 \text{ max}$, так і ПАНО. Причому, резерви зростання ПАНО більші, ніж $\text{Vo}_2 \text{ max}$. Правильно організовані тренувальні заняття можуть підвищити ПАНО на 45%, у той час як приріст абсолютного показника $\text{Vo}_2 \text{ max}$ – на 20-30%.

Існують дані, які свідчать, що значну роль для аеробної продуктивності відіграє генетичний фактор, а саме співвідношення швидких та повільних м'язових волокон. Як ми вже зазначали, до аеробного метаболізму пристосовані ПС м'язові волокна. Навіть багатомісячні тренування, які підвищують $\text{Vo}_2 \text{ max}$, не змінюють

процентне співвідношення повільноскоротливих і швидкоскоротливих м'язових волокон. Тому існує думка, що кількість ШС і ПС м'язових волокон генетично обумовлена. Ряд дослідників, вказуючи на те, що *співвідношення ПС, ШС(а) та ШС(б) м'язових волокон у процесі аеробних тренувань не змінюється, але при цьому відзначають зростання їх аеробних можливостей*. У ШС волокнах під впливом таких тренувань відбуваються структурні зміни, які впливають на їх функцію. Так під впливом аеробних тренувань у ШС(б) волокнах відбувається руйнування мітохондрій та руйнування окремих міофібрил, внаслідок чого розширюється міжфібрилярний простір. Такі дані співпадають з думкою В.М. Платонова, який стверджує, що у процесі аеробних тренувань можлива трансформація ШС волокон у ПС волокна. Разом з тим автор зазначає, що внаслідок трансформації ШС волокна не досягають таких змін, які б повністю відповідали ПС волокнам, а лише частково набувають їх властивостей.

Усі вищеперераховані режими енергозабезпечення м'язової діяльності (анаеробний алактатний, анаеробний лактатний і аеробний), обумовлюють енергетичний потенціал людини.

У стані спокою усі процеси енергозабезпечення відбуваються одночасно. Під час виконання фізичних навантажень, у залежності від їх інтенсивності і тривалості, можна говорити про перевагу одного процесу над іншим. Схему послідовності увімкнення різних режимів енергозабезпечення м'язової діяльності наведено на рисунку 6. Як видно з рисунку починаючи з 4-5 хв роботи починають домінувати аеробні процеси енергозабезпечення і тривалість їх необмежена. Це вказує на те, що аеробний потенціал людини у загальній енергопродукції істотно переважає анаеробний.

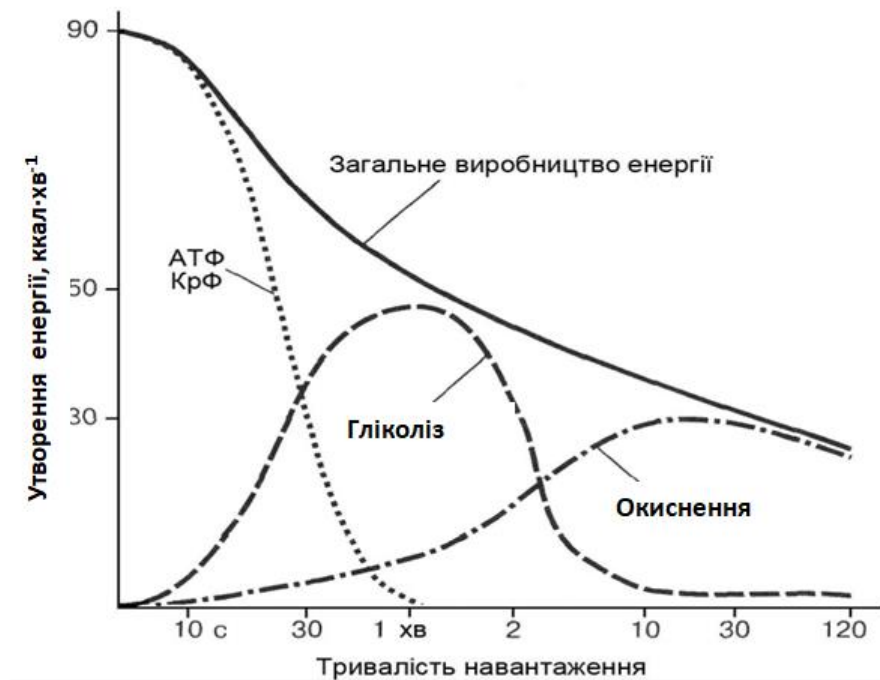


Рис. 3.6. Послідовність увімкнення різних режимів енергозабезпечення м'язової діяльності під час фізичних навантажень.

Оскільки показник $\dot{V}O_{2\max}$ залежить від функції більшості систем організму, ряд вчених (Астранд, Пярнат), зокрема українських (Л.Г. Апанасенко, Ю.М. Фурман), рекомендують за відносним показником $\dot{V}O_{2\max}$ оцінювати рівень фізичного здоров'я. Отже, **фізичне здоров'я можна кількісно виміряти і виразити $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$.**

Г.Л. Апанасенко встановив «безпечний рівень здоров'я» за відносним показником $\dot{V}O_{2\max}$ для чоловіків $42 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ і жінок $35 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$. Автор вважає, що нижче встановленого ним рівня з'являється підвищений ризик виникнення хвороб.

6. Методи визначення аеробної продуктивності організму.

Як вже зазначалося, потужність аеробних процесів енергозабезпечення м'язової діяльності характеризує показник $\dot{V}O_{2\max}$. Для визначення $\dot{V}O_{2\max}$

головною умовою є досягнення досліджуваним індивідуальної «критичної потужності» навантаження, яке триває не менше 2 хв. Цього можна досягти виконуючи безперервну роботу до відмови або серію дискретних (переривчастих) навантажень зростаючої потужності. В момент досягнення «критичної потужності» за допомогою газоспірометричної апаратури необхідно виміряти кількість спожитого кисню. Фізичні навантаження можуть бути різними – робота на велоергометрі або на тредмілі (третбані), сходження на сходинку, виконання специфічних фізичних вправ – біг, плавання, веслування тощо. Важливою методичною проблемою при визначенні $Vo_{2\ max}$ є надійність досягнення досліджуваним його індивідуального максимального рівня споживання кисню, оскільки це вимагає максимальної мобілізації функціональних можливостей організму. Відмова від продовження фізичної роботи не завжди свідчить про виконання досліджуваним навантаження «критичної потужності». Навіть в умовах достатньої мотивації феномен «критичної потужності» при лабораторних дослідженнях зустрічається досить рідко – у спортсменів приблизно в 50 % випадків, а у нетренованих осіб значно рідше.

Існують і непрямі методи визначення $Vo_{2\ max}$. Так МСК можна виміряти у процесі виконання досліджуваним фізичної роботи під час досягнення ним індивідуально максимальної ЧСС, яку визначають за формулою: $220 - \text{вік (роки)}$; рівня дихального коефіцієнту (відношення об'єму виділеного організмом вуглекислого газу до об'єму спожитого за той же час кисню), що перевищує 1,0 – 1,15; рівня лактату в крові, що перевищує 8-10 ммоль·л⁻¹; а також зниження рівня приросту споживання кисню, при черговому збільшенні навантаження.

Пряме визначення $Vo_{2\ max}$ певною мірою є небезпечною процедурою. Так аналізуючи матеріали 170000 тестів, проведених у 73 діагностичних центрах, Р. Rochmis та Н. Blackburn установили, що число смертельних випадків досягає в середньому 0,01 % від загальної кількості проведених тестів. Інший вчений,

вивчаючи матеріали тестувань з фізичними навантаженнями 1400 центрів, виявив менший показник смертності – 0,005 %.

З огляду на вищевикладене при масових обстеженнях доцільно застосовувати непрямі методи визначення $\text{Vo}_{2\text{ max}}$, які не передбачають виконання навантажень «до відмови». Один із таких методів базується на наявності високого кореляційного зв'язку між величиною $\text{Vo}_{2\text{ max}}$ і фізичною працездатністю (PWC_{170}). ***PWC_{170} – це потужність м'язової роботи при ЧСС, яка відповідає 170 уд.·хв⁻¹.*** ЧСС в 170 уд.·хв⁻¹ характеризує собою початок зони оптимального функціонування кардіореспіраторної системи при фізичному навантаженні. Крім того, між потужністю роботи і ЧСС до рівня 170 уд.·хв⁻¹ існує залежність, що нагадує лінійну. При ЧСС, що перевищує 170 уд.·хв⁻¹, залежність між ЧСС і потужністю навантаження втрачається. Таким чином можна стверджувати, що ЧСС в 170 уд.·хв⁻¹ вибрана для визначення PWC_{170} на тій підставі, що з фізіологічної точки зору вона характеризує початок оптимальної зони функціонування кардіореспіраторної системи, а з методичної – початок чіткої нелінійності на кривій залежності ЧСС від потужності м'язової роботи. Взявши за основу описану залежність ЧСС від величини навантаження, В.Л. Карпман зі співавторами запропонували велоергометричний (або степергометричний) тест для визначення фізичної працездатності, який не передбачає максимального навантаження, складного обладнання і є доступним для досліджуваних різних вікових груп. Визначивши величину PWC_{170} методом математичних розрахунків знаходиться величина $\text{Vo}_{2\text{ max}}$. Дана методика набула широкого застосування у галузі фізичної культури.

Для визначення фізичної працездатності застосовується ***субмаксимальний тест PWC_{170}*** , який Всесвітньою організацією охорони здоров'я позначений – W_{170} . Важливою особливістю цього тесту є те, що в процесі тестування виключається суб'єктивне відношення досліджуваного до тестування. Цей тест визначає ту

мінімальну інтенсивність фізичного навантаження, яка мобілізує серцево-судинну систему, а разом з нею і всю кардіореспіраторну систему до оптимального функціонування.

Розроблено два варіанти тесту PWC_{170} – велоергометричний і тест, де виконується специфічне навантаження. В фізіології спорту набув широкого застосування велоергометричний тест.

Для проведення тесту PWC_{170} використовується велоергометр у якого є функція дозування навантаження за Вт. Частота педалювання контролюється тахометром і підтримується на рівні 60-70 об.·хв⁻¹. Досліджуваній виконує два 5-хвилинних навантаження різної потужності через 3 хвилини відпочинку. В кінці кожного навантаження реєструється ЧСС (f). Потужність (N) першого навантаження повинна становити 1 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного, другого – 2 Вт на 1 кг маси тіла. Якщо різниця між значеннями f_1 і f_2 виявилася меншою від 40, то для зменшення похибки після 3-хвилинної перерви досліджуваній повинен виконати третє навантаження з потужністю 2,5-3 Вт на 1 кг маси тіла. Тоді розрахунок здійснювався за показниками ЧСС після першого і третього навантажень.

Величину PWC_{170} знаходять за формулою (3.1):

$$PWC_{170\text{абс.}} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \cdot 6 \quad (3.1),$$

де $PWC_{170\text{абс.}}$ – потужність фізичного навантаження в кгм·хв⁻¹ або Вт, при якій ЧСС досягає рівня 170 уд.·хв⁻¹;

N_1 і N_2 – потужність першого і другого навантаження, кгм·хв⁻¹ або Вт;

f_1 і f_2 – ЧСС в кінці першого і другого навантажень, уд.·хв⁻¹.

На основі існування кореляційної залежності PWC_{170} і $Vo_{2\text{max}}$, абсолютний показник $Vo_{2\text{max}}$ знаходиться за формулою (3.2):

$$Vo_{2\text{max абс.}} = 1,7 \cdot PWC_{170\text{абс.}} + 1240 \quad (3.2),$$

де $Vo_{2\text{ max abs}}$ відображається в $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}$;

$PWC_{170\text{ abs}}$ в $\text{кгм}\cdot\text{хв}^{-1}$.

PWC_{170} – це потужність фізичного навантаження, при виконанні якого ЧСС становить $170\text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$.

Існують критерії оцінки рівня аеробної продуктивності за відносним показником $Vo_{2\text{ max}}$. У таблиці 3.1 представлені критерії рівня аеробної продуктивності для жінок і чоловіків різних вікових груп розроблена Я.П. Пярнатом.

Таблиця 3.1

Оціночна шкала відносного показника максимального споживання кисню
за Я.П. Пярнатом

Рівень $Vo_{2\text{ max}}$, $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$	Вік, роки						
	10-11	12-13	14-15	16-18	19-29	30-39	40-50
Чоловіча стать							
Низький	<32	<33	<33	<34	<35	<28	<22
Нижче посереднього	32-38	33-40	33-40	34-41	35-42	28-35	22-27
Посередній	39-47	41-48	41-49	42-50	43-50	36-44	28-35
Добрий	48-54	49-55	50-56	51-58	51-58	45-52	36-41
Відмінний	>54	>55	>56	>58	>58	>52	>41
Жіноча стать							
Низький	<24	<24	<24	<23	<21	<16	<11
Нижче посереднього	24-31	24-29	24-29	23-27	21-26	16-20	11-17
Посередній	32-39	30-37	30-35	28-33	26-31	21-26	18-24
Добрий	40-47	38-44	36-41	34-38	32-36	27-32	25-31
Відмінний	>47	>44	>41	>38	>36	>32	>31

Методи визначення порогу анаеробного обміну (ПАО). Класичний варіант визначення ПАО полягає в тому, що у процесі роботи на велоергометрі (або на тредмілі) ступінчасто зростаючої потужності реєструють вміст молочної

кислоти в крові на кожному ступені навантаження. За отриманими результатами будують графік залежності вмісту лактату в крові від потужності роботи (або швидкості бігу на тредмілі), при якій накопичення лактату в крові досягне рівня 4 ммоль·л⁻¹. Ця потужність роботи і відповідає ПАНО. Іноді ПАНО виражають у %, по відношенню до $\dot{V}O_{2 \max}$. Для цього паралельно визначають $\dot{V}O_{2 \max}$, з метою знайти рівень споживання кисню при ПАНО.

Інший метод ґрунтується на втраті лінійного зростання легеневої вентиляції при ступінчастому підвищенні потужності роботи.

Найбільш доступним із відомих методів визначення ПАНО, на наш погляд, є польовий тест, який запропонували F. Сопсоні зі співав. Тест базується на особливості втрати лінійного зростання ЧСС при зростаючій інтенсивності навантаження. При досягненні ПАНО ЧСС на певний період втрачає динаміку зростання при збільшенні навантаження. Завдання дослідника знайти так звану «точку перегину» або «плато» на графіку динаміки ЧСС, які виникають при досягненні ПАНО, як показано на рис. 7.

Для отримання більш об'єктивних результатів Ю.М. Фурман рекомендує визначати ПАНО за допомогою модифікації цього тесту, де тест виконується у лабораторії, а досліджуваний виконує роботу зі ступінчасто зростаючою потужністю на велоергометрі. Тривалість роботи і частота педалювання на кожному ступені постійні – тривалість становить 40 с, а частота – 60 об·хв⁻¹. Потужність роботи поступово збільшують, починаючи з потужності 60 Вт, додаючи на кожному ступені 10 Вт. Через кожні 40 с за реєструють ЧСС і будують графік, який відображає динаміку ЧСС при зростаючій потужності роботи (N). Величини ПАНО відображають у Вт за положенням «точки перегину» (рис. 3.7).

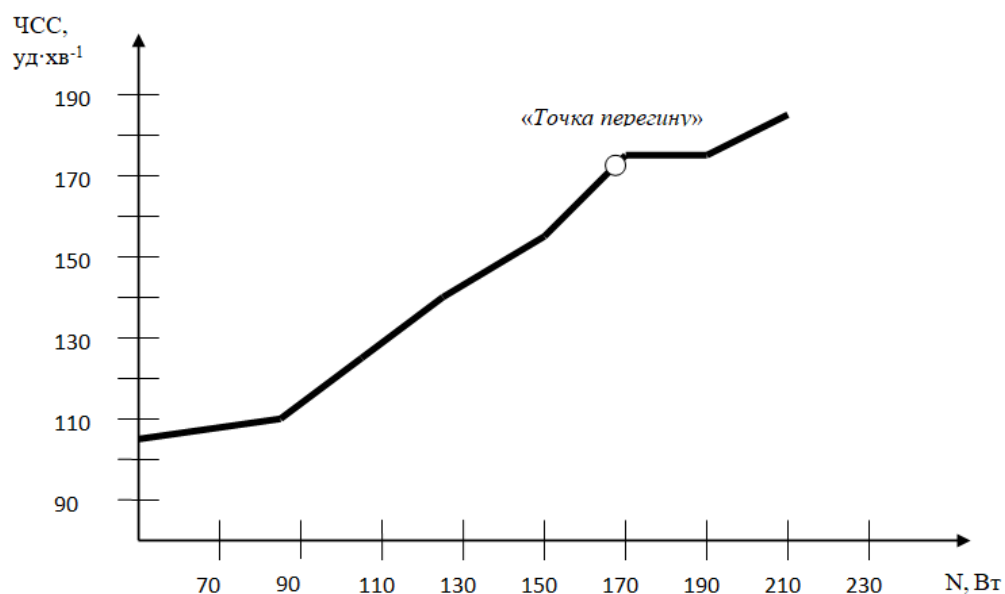


Рис. 3.7. Визначення ПАНО графічним способом.

Загальноприйнятих стандартів оцінки ПАНО для осіб усіх вікових груп і статі не існує. Тому оцінювати ПАНО слід порівнюючи показники у представників різних груп або порівнюючи отримані величини досліджуваних однієї групи із попередніми при повторних обстеженнях. Разом з тим нами розроблені стандарти аеробної продуктивності для жінок першого періоду зрілого віку (25-35 років), які представлені у таблиці 2.

Не дивлячись на те, що в основі енергетичного потенціалу людини лежать аеробні можливості організму, без аналізу анаеробної складової інформація про функціональну підготовленість буде не повною.

Таблиця 3.2

Стандарти аеробної продуктивності для жінок 25-35 років

Показники	Стандарти оцінки показників для жінок 25-35 років						
	дуже низький	низький	нижче середнього	середній рівень	вище середнього	високий	дуже високий
	бали						
	1	2	3	4	5	6	7
$\text{VO}_2 \text{ max,}$ $\text{мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	< 35,6	35,6 – 38,7	38,8 – 40,2	40,3 – 43,4	43,5 – 45,0	45,1 – 48,2	> 48,2
ПАНО $\text{Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$	< 1,8	1,8 – 1,9	2,0 – 2,1	2,2 – 2,4	2,5 – 2,6	2,7 – 2,8	> 2,8

7. Методи визначення анаеробної продуктивності організму.

Для визначення анаеробних можливостей організму застосовують так звані ергометричні тести. Їх відносять до категорії тестів із граничними фізичними навантаженнями максимальної інтенсивності, оскільки протягом усього періоду їх виконання досліджуваній виконує м'язову роботу, яка потребує від нього максимальної мобілізації зусиль. Показником анаеробної продуктивності при виконанні даних тестів служить максимальна величина виконаної роботи за одиницю часу. Надійність отриманої інформації при проведенні анаеробних ергометричних тестів багато в чому залежить від суб'єктивного відношення досліджуваного до експерименту. Насамперед на об'єктивність результатів з тестування анаеробних можливостей впливає ступінь мобілізації зусиль, який під час навантаження повинен бути максимальним. Щоб забезпечити таку умову від початку тесту до його завершення особа, яка проводить дослідження, повинна словесно стимулювати досліджуваного на виконання фізичної роботи з повною віддачею.

Визначення потужності анаеробної алактатної продуктивності організму. Опосередковано про рівень анаеробної алактатної продуктивності організму можна отримати інформацію з тестів «біг на 60 м», «стрибок у довжину з

місця». Але при виконанні тесту «біг на 60 м» на результат значною мірою буде впливати те, наскільки досліджуваний володіє технікою старту та бігу по дистанції, а при виконанні тесту «стрибок у довжину з місця» – матиме значення техніка відштовхування, польоту та приземлення. На наш погляд найбільш об'єктивну інформацію про рівень анаеробної алактатної продуктивності організму можна отримати за допомогою ергометричного Вінгатського анаеробного тесту (ВАНТ 10).

Для виконання даного тесту досліджуваний повинен виконати розминочне навантаження на велоергометрі протягом 5-6 хвилин. Частота педалювання повинна становити $60 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$ при потужності роботи 60 Вт. Під час розминки виконуються 4-5 прискорень тривалістю 5-6 с кожне з максимально можливою частотою педалювання. Після 4 хвилинного відпочинку досліджуваний виконує основну частину тесту, яка полягає у роботі на велоергометрі з максимально можливою частотою педалювання протягом 10 с, при цьому потужність роботи повинна становити 225 Вт. Підрахунок кількості обертів педалей (О) за 10 с розпочинають через 3 с від початку роботи. З огляду на те, що на результат тестування впливає мотивація досліджуваного до виконання тесту, під час основного навантаження слід проводити словесну стимуляцію. Для визначення потужності анаеробної алактатної продуктивності організму слід здійснити наступні розрахунки (Рис. 8):

$$W = C (\text{кгм} \cdot \text{об.}^{-1}) \cdot O (\text{об.}) ,$$

де C – опір обертам педалей;
 O – сумарна кількість обертів педалей за 10 с;
 C розраховується за формулою:

$$C = 0,5 \text{ кгм} \cdot \text{об.}^{-1} \cdot S,$$

де S – маса тіла в кг.

$$ВАНТ_{10} (\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}) = W \cdot 6$$

Рис. 3.8. Формули для визначення потужності анаеробної алактатної продуктивності організму за тестом ВАНТ 10

Визначення потужності анаеробної лактатної продуктивності організму.

Для аналізу анаеробних лактатних можливостей організму визначають максимальний кисневий борг або максимальну концентрацію молочної кислоти в артеріальній крові. Для визначення максимального кисневого боргу проводять газометричний аналіз видихуваного повітря або визначають вміст молочної кислоти після виконання фізичного навантаження, яке виконувалося з максимально можливою інтенсивністю «до відмови» тривалістю від 30 с до 3 хв. Об'єм спожитого кисню (в л або мл) у період відновлення без урахування об'єму кисню, який споживався за цей же період у стані спокою до початку роботи, характеризує кисневий борг. Концентрація молочної кислоти вимірюється в мг % або в ммоль·л¹.

Тести для визначення максимального кисневого боргу досить складні, громіздкі і дають значну похибку. Крім того вони не дозволяють виділити анаеробні компоненти енергозабезпечення (алактатний та лактатний), за якими

здійснюється вибіркова оцінка анаеробної продуктивності організму. Тому останнім часом для визначення анаеробної лактатної продуктивності застосовують так звані ергометричні тести субмаксимальної інтенсивності.

Як і у тестах для визначення анаеробної алактатної продуктивності організму, показником слугує максимальна величина виконаної роботи за одиницю часу. У сучасних наукових роботах широко застосовується субмаксимальний ергометричний Вінгатський анаеробний тест (ВАНТ 30) за яким визначають потужність анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення м'язової діяльності. Даний тест є аналогом тесту ВАНТ 10. Відмінність полягає у тривалості педалювання, яке становить 30 с. Розрахунок здійснюється за формулами наведеними на рисунку 9. Для масових досліджень застосування даного тесту є оптимальним, оскільки не потребує спеціальної апаратури для газоаналізу та дослідження крові.

$$W = C (\text{кгм} \cdot \text{об.}^{-1}) \cdot O (\text{об.}) ,$$

де C – опір обертам педалей;
 O – сумарна кількість обертів педалей за 10 с;
 C розраховується за формулою:

$$C = 0,5 \text{ кгм} \cdot \text{об.}^{-1} \cdot S,$$

де S – маса тіла в кг.

$$N_{30} (\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}) = W \cdot 2$$

Рис. 3.9. Формули для визначення потужності анаеробної лактатної продуктивності організму за тестом ВАНТ 30

Визначення ємності анаеробної лактатної продуктивності організму. Для визначення ємності анаеробної (лактатної) продуктивності використовують метод, розроблений Shogy A., Cherebetin G. Цей метод застосовується при масових обстеженнях фізкультурників та спортсменів і передбачає визначення анаеробної (лактатної) продуктивності організму за показником максимальної кількості зовнішньої механічної роботи (МКЗМР). Для цього досліджуваний виконує стандартне навантаження на велоергометрі протягом 1 хв потужністю 225 Вт з частотою педалювання 90 об·хв⁻¹. Потім відпочиває 1 хв, після чого виконує на велоергометрі роботу протягом 1 хв такої ж потужності, але з максимально можливим числом обертів педалей. Під час виконання другого навантаження підраховується кількість обертів педалей. Розраховується показник МКЗМР за формулою (3.3):

$$N = C \cdot O \quad (3.3),$$

де N – максимальна кількість зовнішньої механічної роботи за 1 хв, виражена в кгм · хв⁻¹;

C – стандартний показник, який характеризує опір обертам педалей. Для осіб з масою тіла більше 80 кг C становить 30 кгм · об.⁻¹, а для осіб з масою менше 80 кг розраховується за формулою (3.4):

$$C = 30 - \frac{82,5 - \text{маса(кг)}}{5} (\text{кгм} \cdot \text{об.}^{-1}) \quad (3.4),$$

де O – максимальне число обертів педалей при другому навантаженні.

Цей тест вимагає максимальної мобілізації функціональних можливостей, тому точність визначення значною мірою залежить від мотивації досліджуваного. Результати тестування анаеробної (лактатної) продуктивності на 20-40 % залежать від суб'єктивного відношення досліджуваних до процедури тестування. Зважаючи

на це, під час виконання другого навантаження слід застосовувати словесну стимуляцію.

Загальноприйнятих стандартів оцінки аеробної продуктивності не існує. Тому оцінювати її слід порівнюючи показники у представників різних груп або порівнюючи отримані величини досліджуваних однієї групи із попередніми при повторних обстеженнях.

Мірошніченко ВМ, Фурман ЮМ на основі даних дослідження анаеробної продуктивності 392 жінок першого періоду зрілого віку розробили стандарти для жінок 25-35 років, які представлені у таблиці 3. Вони охоплюють увесь спектр анаеробних показників: МКЗМР за 1 хв, який характеризує ємність анаеробної лактатної продуктивності; ВАНТ 30, який характеризує потужність анаеробної лактатної продуктивності; ВАНТ 10, який характеризує потужність анаеробної алактатної продуктивності.

Таблиця 3.3

Стандарти аеробної продуктивності для жінок 25-35 років

Показники	Стандарти оцінки показників для жінок 25-35 років						
	дуже низький	низький	нижче середнього	середній рівень	вище середнього	високий	дуже високий
	бали						
	1	2	3	4	5	6	7
МКЗМР $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	< 16,9	16,9 – 20,6	20,7 – 22,5	22,6 – 26,3	26,4 – 28,1	28,2 – 31,9	> 31,9
ВАНТ 30 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	< 24,56	24,56 – 29,47	29,48 – 31,93	31,94 – 36,86	36,87 – 39,32	39,33 – 44,24	> 44,24
ВАНТ 10 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$	< 29,54	29,54 – 33,91	33,92 – 36,10	36,11 – 40,49	40,50 – 42,68	42,69 – 47,06	> 47,06

8. Зв'язок фізичної працездатності із спрямованістю тренувального процесу у спорті.

Визначення фізичної працездатності за тестом PWC_{170} широко увійшло у практику спортивної фізіології та медицини. У зв'язку з цим підвищилася актуальність питання про діагностичне та прогностичне значення тесту, про те якою мірою цей показник може бути використаний для пошуку оптимального тренувального процесу спортсменів різної спеціалізації. Наразі є достатня кількість досліджень цього питання. У загальній формі відповідь намітилася вже під час аналізу антропометричних даних спортсменів, які досить тісно пов'язані із спрямованістю тренувального процесу. Так, В. Л. Карпман та співав. висловили припущення (і підтвердили його простими формулами для боксерів та борців) про лінійну залежність між масою тіла та абсолютними величинами PWC_{170} . Водночас вони відзначили, що відносні значення (з розрахунку на 1 кг маси тіла) зі збільшенням маси тіла навіть мають тенденцію до зниження, очевидно, за рахунок збільшення жирової тканини (зокрема таке було встановлено у баскетболістів, ватерполістів). Найбільші відносні величини PWC_{170} спостерігаються у спортсменів, які розвивають витривалість.

З'ясовано, що спортсмени швидкісно-силової групи (борці, боксери, гімнасти) відстають за показниками PWC_{170} та МСК навіть від менш кваліфікованих лижників, веслярів, футболістів. Фізична працездатність висококваліфікованих лижників вища, ніж бігунів.

Необхідно також торкнутися методичної сторони тесту PWC_{170} . Це питання про специфічність для спортсменів різних видів спорту самого тестового навантаження. Очевидно, що робота на тредбані або на велоергометрі буде більш звичною (і більш економною) для велосипедистів, бігунів, лижників, ніж для інших спортивних спеціалізацій. Можливо, що з цим частково пов'язані і згадані вже

відмінності параметрів фізичної працездатності між групою боксерів, борців, гімнастів та групою лижників, веслярів, футболістів.

Деякі вчені вважають загальноприйнятий тест PWC_{170} недостатньо інформативним для низки видів спорту та пропонують роздільне виконання навантаження як ногами, так і руками, наприклад при тестуванні веслувальників.

9. Резерви фізичної працездатності.

Актуальність цього розділу обумовлена тим, що сучасні вищі спортивні досягнення неможливі без максимальної напруги фізичних та психологічних сил людини. Отже, знання цих закономірностей необхідно як тренеру, фізіологу, спортивному лікарю, так і самому спортсмену.

Загально-фізіологічне значення цієї проблеми полягає в тому, що на прикладі спортивної діяльності вона розкриває значення пластичності нервової системи як для реакцій термінової адаптації, так і для формування складних функціональних систем довготривалого значення.

Очевидно, що проблема резервів фізичної працездатності пов'язана з багатьма фундаментальними законами загальної фізіології людини. Найбільш важливою характеристикою резервних можливостей організму є адаптаційна сутність, еволюційно вироблена здатність організму витримувати більше, ніж зазвичай навантаження. Дослідження фізичної працездатності спортсмена (особливо вищої кваліфікації) дає унікальний фактичний матеріал для оцінки та аналізу функцій організму у зоні граничної м'язової напруги у різних видах спорту. Тому можна вважати, що лімітуючими факторами фізичної працездатності спортсмена є індивідуальні межі використання ним своїх структурно-функціональних резервів різних органів та систем.

У таблиці 3 представлені дані різних авторів щодо характеристики функціональних резервів при фізичній роботі різної потужності. З матеріалів цієї

таблиці впливає, що при різних потужностях роботи та в різних видах спорту ступінь участі цих систем буде неоднаковою.

При *роботі максимальної потужності* через її короткочасність головним *енергетичним резервом* є збільшення запасів макроергічних сполук АТФ і КрФ, збільшення швидкості ресинтезу АТФ, а *функціональним резервом* – удосконалення здатності нервових центрів підтримувати високий темп активності, зберігаючи при цьому необхідні міжцентральні взаємозв'язки. При такій роботі мобілізуються та розширюються резерви сили та швидкості.

Таблиця 3.4

Функціональні резерви при роботі різної потужності

Потужність роботи			
максимальна	субмаксимальна	велика	помірна
анаеробний алактатний режим енергозабезпечення; резерви нервово-м'язової системи; резерви КрФ, АТФ	анаеробний лактатний режим енергозабезпечення; резерви буферної системи; резерви кардіореспіраторної системи; резерви глюкози, глікогену	аеробно-анаеробний режим енергозабезпечення; резерви аеробної системи; резерви глікогену, глюкози;	аеробний режим енергозабезпечення; резерви процесів окиснення; резерви глікогену, глюкози; використовуються жири

При *роботі субмаксимальної потужності* *енергетичним резервом* є біологічно активні речовини метаболізму, зокрема глікоген та глюкоза, які є основним джерелом енергії гліколізу. *Функціональними резервами* під час роботи субмаксимальної потужності є буферні системи організму які підвищують здатність організму виконувати фізичну роботу в умовах гіпоксії та закислення організму у наслідок інтенсивного гліколізу. Оскільки саме під час роботи субмаксимальної інтенсивності організм може досягти $\dot{V}O_{2\text{ max}}$, значний резерв є у підвищенні можливостей кардіореспіраторної системи забезпечити транспортування кисню та енергетичних ресурсів до працюючих м'язів. Вагомим

залишається гліколітичний внесок у біоенергетику працюючих м'язів та витривалість нервових центрів до інтенсивної роботи за умов нестачі кисню.

При *роботі великої потужності* внесок гліколізу та аеробного механізму енергозабезпечення приблизно однаковий. Отже фізіологічні резерви загалом ті самі, що і при субмаксимальній роботі, але першорядне значення мають наступні фактори: підтримка високого (граничного) рівня роботи кардіо-респіраторної системи; оптимальний перерозподіл крові; резерви води та механізмів терморегуляції.

При *роботі помірної потужності* домінують аеробні механізми енергозабезпечення м'язової діяльності. *Енергетичним резервом* є біологічно активні речовини метаболізму, зокрема запаси глікогену та глюкози, а також жири. *Функціональними резервами* є межі витривалості ЦНС, ефективність киснево-транспортної системи, здатність організму підтримувати водний та мінеральний баланс під час тривалої роботи, ефективність процесів терморегуляції.

Серед вегетативних систем, які забезпечують м'язову діяльність найбільшим (двадцятикратним) резервом адаптації має система зовнішнього дихання. Але навіть за таких її функціональних можливостей вона може робити незначний внесок в обмеження фізичної працездатності спортсмена.

Апарат кровообігу займає особливе місце, оскільки є основною лімітуючою ланкою транспорту кисню. Крім того, серцево-судинна система є тонким індикатором ціни адаптації організму до різних факторів довкілля та до фізичних навантажень. Про цю її роль свідчить формування так званого «спортивного серця» і передпатологічні та патологічні зміни функції серця при високих спортивних навантаженнях. До таких змін можна віднести порушення серцевого ритму, виникнення синдрому дистрофії міокарда внаслідок фізичного перенапруження та інші зрушення.

Серед усіх органів та тканин м'язи займають чільне місце за своїм впливом на центральну гемодинаміку. Це пояснюється великою масою скелетних м'язів (близько 40% маси тіла) та їх здатністю до швидкої зміни рівня функціональної активності у широких межах: у стані спокою кровотік у поперечно-смугастих м'язах складає 15-20% від хвилинного об'єму крові (ХОК), а при інтенсивній роботі може досягати 80-85% від ХОК.

Біохімічні аспекти, зокрема активність ферментів які беруть участь у реакціях окиснення.

По-перше, це біоенергетичне забезпечення м'язового скорочення, яке виступає у ролі резервного фактора при навантаженнях різної потужності та різної спрямованості фізичної роботи.

Другий аспект – це регулююча роль метаболітів, що утворюються у процесі м'язової діяльності, які є пусковою ланкою (через хеморецептори) централізації кровообігу, що забезпечує належний тонус судин. Зрушення біохімічних констант при напруженій м'язовій роботі (метаболічний ацидоз, гіпоксія та гіперкапнія) є також найважливішими факторами рефлексорної та гуморальної регуляції різних ланок кардіореспіраторної системи.

Усі вище перераховані функціональні резерви фізичної працездатності повинні розглядатися не ізольовано, а в часовому, динамічному взаємозв'язку. Тому побудова тренувального процесу, відновлювальних заходів має бути також динамічною і комплексною, що враховує різноманітність адаптивних перебудов в організмі спортсмена при фізичних навантаженнях і закономірну послідовність їх включення і функціонування.

Контрольні питання:

1. Які характеристики включає у себе поняття «фізична працездатність»?

2. Які режими енергозабезпечення м'язової діяльності ви знаєте?
3. Охарактеризуйте анаеробний алактатний режим енергозабезпечення м'язової діяльності. У яких спортивних дисциплінах він відіграє вирішальне значення?
4. Охарактеризуйте анаеробний лактатний режим енергозабезпечення м'язової діяльності. У яких спортивних дисциплінах він відіграє вирішальне значення?
5. Охарактеризуйте аеробний режим енергозабезпечення м'язової діяльності. У яких спортивних дисциплінах він відіграє вирішальне значення?
6. Перерахуйте фізіологічні фактори які лімітують анаеробну алактатну продуктивність організму.
7. Перерахуйте фізіологічні фактори які лімітують анаеробну лактатну продуктивність організму.
8. Перерахуйте фізіологічні фактори які лімітують аеробну продуктивність організму.
9. Охарактеризуйте методи визначення анаеробної алактатної продуктивності організму.
10. Охарактеризуйте методи визначення анаеробної лактатної продуктивності організму.
11. Охарактеризуйте методи визначення аеробної продуктивності організму.

Література:

1. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
2. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.

3. Цвях О. О. Фізіологія рухової активності : навчальний посібник / О. О. Цвях. – Миколаїв : СПД Румянцева, 2022. – 152 с. http://dspace.mdu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1105/1/Цвях_Фізіологія%20рухової%20активності.pdf С. 40-44.
4. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с. <http://eprints.zu.edu.ua/31655/1/sport.pdf> С. 56-60.
5. Фурман Ю.М. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів / Ю.М. Фурман, В.М. Мірошніченко, С.П. Драчук. – К.: НУФВСУ, вид-во «Олімп. л-ра», 2013. – 184 с. ISBN978-966-8708-72-5 С. 23-50.
6. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
7. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2024. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Визначення аеробної продуктивності організму за показником $VO_{2\max}$ у спортсменів різної спеціалізації.

Обладнання: монітор серцевого ритму, медичні ваги, велоергометр, секундомір.

Досліджувані: спортсмени однієї статі і однакового рівня спортивної майстерності але різної спортивної спеціалізації. Один спортсмен повинен спеціалізуватися на довгих дистанціях у циклічних видах спорту (біг, плавання, веслування, велосипедний спорт, ковзанярський спорт, лижні перегони та інші). У іншого спортсмена спортивна спеціалізація повинна бути пов'язана із силовими

видами спорту (пауерліфтинг, важка атлетика) або складно-координаційними видами спорту (художня гімнастика, акробатика, стрибки у воду).

Дослідники: Два студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та контролює потужність навантаження; другий дослідник здійснює контроль ЧСС та веде протокол дослідження.

Хід роботи: У досліджуваних визначають фізичну працездатність (PWC 170) методом Крапмана зі співавт. Дослідження слід проводити по чергово з одним, потім з іншим спортсменом. Сідло велоергометра встановлюють на такому рівні, щоб у нижньому положенні педалі нога досліджуваного була повністю випрямлена у колінному суглобі. Досліджуваний виконує 2 навантаження на велоергометрі тривалістю по 5 хв з інтервалом відпочинку 3 хв. Частота педалювання становить $60 \text{ об.} \cdot \text{хв}^{-1}$. Потужність навантаження встановлюється на велоергометрі і становить при першому навантаженні становить 1 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного, а при другому навантаженні – 2 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного. По завершенню першого і другого навантаження реєструється ЧСС. Якщо різниця ЧСС між першим і другим навантаженням становить менше $40 \text{ уд.} \cdot \text{хв}^{-1}$, досліджуваний після 3 хв відпочинку виконує третє навантаження з розрахунку 2,5 Вт на 1 кг маси тіла. У цьому випадку до уваги береться перше і третє навантаження.

Розрахунки: Розрахунок PWC 170 здійснюється за формулою (3.1), яка наведена у лекції 3:

На основі отриманих даних розраховують величину максимального споживання кисню ($\text{Vo}_2 \text{ max}$). Для розрахунку $\text{Vo}_2 \text{ max}$ отримані дані підставляють у формулу (3.2), яка наведена у лекції 3.

Потім слід розрахувати відносні показники PWC 170 і $\text{Vo}_2 \text{ max}$. Для цього необхідно показники PWC 170 абс. і $\text{Vo}_2 \text{ max}$ абс. розділити на масу тіла виражену у кг. Абсолютні і відносні показники заносяться у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5

Показники	Отримані величини	
	досліджуваний який спеціалізується на довгих дистанціях	досліджуваний який спеціалізується на силових або складно-координаційних видах спорту
PWC_{170} абс., $кгм \cdot хв^{-1}$		
PWC_{170} відн., $кгм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$		
$VO_{2\max}$ абс., $мл \cdot хв^{-1}$		
$VO_{2\max}$ відн., $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$		

Результати абсолютних та відносних показників PWC_{170} та $VO_{2\max}$ у спортсмена який спеціалізується на довгих дистанціях у циклічних видах спорту порівнюють із даними спортсмена який спеціалізується на силових або складно-координаційних видах спорту. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 2. Визначення аеробної продуктивності за показником ПАНО у спортсменів різної спеціалізації

Обладнання: монітор серцевого ритму, медичні ваги, велоергометр, секундомір.

Досліджувані: спортсмени однієї статі і однакового рівня спортивної майстерності але різної спортивної спеціалізації. Один спортсмен повинен спеціалізуватися на довгих дистанціях у циклічних видах спорту (біг, плавання, веслування, велосипедний спорт, ковзанярський спорт, лижні перегони та інші). У іншого спортсмена спортивна спеціалізація повинна бути пов'язана із силовими видами спорту (пауерліфтинг, важка атлетика) або складно-координаційними видами спорту (художня гімнастика, акробатика, стрибки у воду).

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та контролює потужність навантаження; другий дослідник здійснює контроль ЧСС. Третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Досліджуваний виконує на велоергометрі навантаження із ступінчасто зростаючою потужністю та постійною частотою педалювання – 60 об.·хв⁻¹. Починають виконувати навантаження із потужності 60 Вт, кожних 40 с додаючи на кожному ступені 10 Вт. У кінці кожної хвилини реєструють ЧСС. Через кожні 40 с за реєструють ЧСС і будують графік, який відображає динаміку ЧСС при зростаючій потужності роботи (N). Величини ПАНО відображають у Вт за положенням «точки перегину» як показано на рисунку 3.7 у лекції 3. Результати заносять у таблицю 3.6

Таблиця 3.6

Показники	Отримані величини	
	досліджуваний який спеціалізується на довгих дистанціях	досліджуваний який спеціалізується на силових або складно-координаційних видах спорту
ПАНО, Вт		

Результати показника ПАНО у спортсмена який спеціалізуватися на довгих дистанціях у циклічних видах спорту порівнюють із даними спортсмена який спеціалізується на силових або складно-координаційних видах спорту. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 3. Визначення ємності анаеробної лактатної продуктивності організму за тестом Shogy A., Cherebetin G.

Обладнання: велоергометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та відпочинку; другий дослідник здійснює підрахунок обертів педалей під час навантаження; третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Для визначення ємності анаеробної лактатної продуктивності організму використовують велоергометричний тест із повторним навантаженням максимальної потужності. Досліджуваний виконує перше навантаження тривалістю 1 хв, потужністю 225 Вт із частотою педалювання 90 об·хв⁻¹. Потім відпочиває 1 хв, після чого виконує друге навантаження тривалістю 1 хв, потужністю 225 Вт із максимально можливою кількістю обертів педалей. Зважаючи на залежність результату тестування від мотивації досліджуваного виконувати друге навантаження із максимальною мобілізацією зусилля, під час виконання другого навантаження слід застосовувати словесну стимуляцію. Під час другого навантаження підраховують кількість обертів педалей.

Розрахунки. Розрахунок показника максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 1 хв (МКЗМР) здійснюють за формулами 3.3, 3.4, які наведені у лекції 3. Розраховують абсолютний та відносний показники МКЗМР.

Робота 4. Визначення потужності анаеробної лактатної продуктивності організму за 30-секундним Вінгейтським анаеробним тестом (ВАНТ 30).

Обладнання: велоергометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та відпочинку; другий дослідник здійснює підрахунок обертів педалей під час навантаження; третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Досліджуваний виконує розминочне навантаження на велоергометрі протягом 5 хв, потужністю 225 Вт із частотою педалювання 60 об.·хв⁻¹. Під час розминки досліджуваний здійснює 4-5 прискорень тривалістю 5-6 с з максимально можливою частотою педалювання. Після цього досліджуваний відпочиває 4 хв. Потім виконується основне навантаження тривалістю 30 с та потужністю 225 Вт із максимально можливою кількістю обертів педалей. Зважаючи на вплив на результат тестування мотивації досліджуваного виконувати друге навантаження із максимальною мобілізацією зусилля, під час виконання другого навантаження слід застосовувати словесну стимуляцію. Під час другого навантаження підраховують кількість обертів педалей починаючи з 3-ої секунди від початку роботи до 33-ої секунди.

Розрахунки. Розрахунок показника ВАНТ 30 здійснюється за формулами наведеними на рисунку 3.9. Розраховують абсолютний та відносний показники ВАНТ 30.

Робота 5. Визначення потужності анаеробної алактатної продуктивності організму за 10-секундним Вінгатським анаеробним тестом (ВАНТ 10).

Обладнання: велоергометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та відпочинку; другий дослідник здійснює підрахунок обертів педалей під час навантаження; третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Досліджуваний виконує розминочне навантаження на велоергометрі протягом 5 хв, потужністю 225 Вт із частотою педалювання 60 об.·хв⁻¹. Під час розминки досліджуваний здійснює 4-5 прискорень тривалістю 5-6 с з максимально можливою частотою педалювання. Після цього досліджуваний

відпочиває 4 хв. Потім виконується основне навантаження тривалістю 10 с, потужністю 225 Вт із максимально можливою кількістю обертів педалей. Зважаючи на вплив на результат тестування мотивації досліджуваного виконувати друге навантаження із максимальною мобілізацією зусилля, під час виконання другого навантаження слід застосовувати словесну стимуляцію. Під час другого навантаження підраховують кількість обертів педалей починаючи з 3-ої секунди від початку роботи до 13-ої секунди.

Розрахунки. Розрахунок показника ВАНТ 10 здійснюється за формулами наведеними на рисунку 3.8. Розраховують абсолютний та відносний показники ВАНТ 10.

Робота 6. Визначення ємності анаеробної алактатної продуктивності організму за 10-секундним Вінгатським анаеробним тестом з повторним навантаженням.

Обладнання: велоергометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та відпочинку; другий дослідник здійснює підрахунок обертів педалей під час навантажень; третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Досліджуваний виконує розминочне навантаження на велоергометрі протягом 5 хв, потужністю 225 Вт із частотою педалювання 60 об.·хв⁻¹. Під час розминки досліджуваний здійснює 4-5 прискорень тривалістю 5-6 с з максимально можливою частотою педалювання. Після цього відпочиває 4 хв. Потім виконується основне навантаження, яке полягає у виконанні повторної роботи потужністю 225 Вт, тривалістю 10 с кожна із максимально можливою кількістю обертів педалей. Інтервали відпочинку між повторною 10-секундною роботою становить 30 с. Повторні навантаження досліджуваний виконує доти,

поки не буде зафіксоване чітке зменшення кількості обертів педалей. Останнє навантаження в розрахунки не включається. Зважаючи на вплив на результат тесту мотивації досліджуваного виконувати повторні навантаження із максимальною мобілізацією зусилля, під час їх виконання слід застосовувати словесну стимуляцію. Підраховують сумарну кількість обертів педалей виконані під час повторних навантажень.

Розрахунки. Розрахунок показника ємності анаеробної алактатної продуктивності здійснюють за формулою:

$$W \text{ (кгм)} = C \text{ (кгм} \cdot \text{об.}^{-1}) \cdot O$$

де C – опір педалям;

O – сумарна кількість обертів педалей.

Лекція 4. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ

План

1. Визначення і фізіологічні механізми розвитку втоми.
2. Фактори стомлення та стан функцій організму.
3. Особливості виникнення втоми при різних видах фізичних навантажень.
4. Виникнення стану передвтоми, хронічна втома і перевтома.
5. Фізіологічна характеристика відновлювальних процесів.
 - 5.1. Загальна характеристика процесів відновлення.
 - 5.2. Фізіологічні механізми відновлювальних процесів.
 - 5.3. Фізіологічні закономірності відновлювальних процесів.
 - 5.4. Фізіологічні заходи підвищення ефективності відновлення.

1. Визначення і фізіологічні механізми розвитку втоми.

Теоретичне та практичне значення проблеми втоми визначається тим, що її закономірності є фізіологічною основою працездатності людини. Це перш за все передбачає приведення тренувальних навантажень у відповідність до психофізіологічних можливостей спортсменів.

Втома є найважливішою проблемою фізіології спорту та одним з найбільш актуальних питань медико-біологічної оцінки тренувальної та змагальної діяльності спортсменів. Знання механізмів стомлення та стадій його розвитку дозволяють правильно оцінити функціональний стан та працездатність спортсменів і має враховуватись при розробці заходів, спрямованих на збереження здоров'я та досягнення високих спортивних результатів.

На сьогодні існує близько 100 визначень поняття втоми та низка теорій її походження. З фізіологічного погляду **втома** – це функціональний стан організму, викликаний розумовою або фізичною роботою, за яким можуть спостерігатися тимчасове зниження працездатності, зміна функцій організму та поява суб'єктивного відчуття втоми (Солодков А.С.). Виходячи з цього, прийнято

виділяти два основні види втоми – фізичну та розумову, хоча такий поділ досить умовний.

Таким чином, головною та об'єктивною ознакою втоми людини є зниження її працездатності. Однак зниження працездатності не завжди є симптомом втоми. Працездатність може знизитися внаслідок перебування людини в несприятливих умовах (висока температура і вологість повітря, знижений парціальний тиск кисню у повітрі, що вдихається і т. ін.). З іншого боку, тривала робота з помірною напругою може протікати на тлі вираженої втоми, але без зниження продуктивності. Отже, зниження працездатності є ознакою втоми лише тоді, коли відомо, що воно настало внаслідок конкретно виконаної фізичної чи розумової роботи.

При втомі працездатність знижується тимчасово, вона швидко відновлюється при повсякденному звичайному відпочинку. Стан втоми має свою динаміку – посилюється під час роботи і зменшується у процесі відпочинку (активного або пасивного, чи під час сну).

Втому можна розглядати як природний нормальний функціональний стан організму у процесі праці.

Іншим важливим критерієм оцінки втоми є зміна функцій організму під час роботи. При цьому залежно від ступеня стомлення функціональні зрушення можуть мати різний характер. У початковій стадії втоми клініко-фізіологічні та психофізіологічні показники відрізняються нестійкістю та різноспрямованим характером змін, однак їх коливання, як правило, не виходять за межі фізіологічних нормативів. При *хронічній втомі*, і особливо *перевтомі*, має місце односпрямоване значне погіршення всіх функціональних показників організму з одночасним зниженням рівня професійної діяльності людини.

Процес стомлення характеризується ще однією ознакою – суб'єктивним симптомом (важкість у голові, кінцівках, загальна слабкість, млявість, нездужання, труднощі у виконанні роботи і т. д.).

У втомі вбачається не лише суб'єктивна ознака наявності стомлення, що розвивається, але й природнім запобіжником перевтоми. Відчуваючи втому, людина знижує темп роботи чи зовсім її припиняє. Цим самим запобігається «функціональне виснаження» клітин кори головного мозку та забезпечується можливість швидкого відновлення працездатності людини.

Однак виразність втоми не завжди відповідає ступеню втоми, тобто об'єктивним прямим та непрямым показниками працездатності. У основі цієї невідповідності в першу чергу лежить різна емоційна налаштованість працюючого на виконувану роботу. При виконанні приємної або соціально-значущої роботи, за високої мотивації працюючого, втома не виникає у нього протягом тривалого часу. Навпаки, при безцільній, нецікавій роботі відчуття втоми може виникнути, коли об'єктивно вона ще не настала, або виразність відчуття втоми не відповідає її ступеню. Отже, одна і та ж ознака втоми є інформативною лише в конкретних умовах діяльності та за певного стану організму. Тому для констатації втоми у кожному виді роботи доцільно використовувати особливий набір прямих та непрямих показників, які відповідають даному виду виконуваної роботи.

Наполегливі спроби багатьох дослідників проникнути в таємниці фізіологічних механізмів стану втоми сприяли накопиченню значного обсягу експериментального матеріалу. На основі цих даних було створено багато гіпотез і теорій, але в даний час як самостійних вони можуть виступати лише в історичному аспекті. До них слід віднести теорію виснаження енергетичних ресурсів у м'язах Шиффа (1868), теорію забруднення м'язів продуктами обміну Пфлюгера (1872), теорію отруєння метаболітами Вейхарда (1902) та теорію задушення (внаслідок нестачі кисню) Ферворна (1903). Всі ці так звані локально-гуморальні теорії не

повністю розкривають механізми втоми тому, що як його основна причина розглядають лише місцеві зміни в м'язовій тканині, а часткові зрушення приймаються за загальні процеси. Однак кожна з цих теорій правильно відображала одну із багатьох сторін складного процесу втоми.

Сучасні експериментальні дані вказують не те, що приписувати виникнення первинної втоми будь-якій одній системі неправомірно. Залежно від стану функцій організму та характеру діяльності людини первинне виникнення стомлення варіативне і може спостерігатися у різних органах та системах організму. М'язова робота пов'язана із залученням у діяльність багатьох органів та формуванням в організмі спеціальної функціональної системи адаптації, що забезпечує конкретну діяльність людини. Тому на зниження працездатності впливає виникнення функціональних змін не тільки в нервовій системі, а й в інших робочих ланках: скелетних м'язах, органах дихання, кровообігу, системі крові, залозах внутрішньої секреції та ін. Таким чином, згідно з сучасними уявленнями про фізичну втому, вона пов'язана, по-перше, з розвитком функціональних змін у багатьох органах та системах, по-друге, з різним поєднанням діяльності органів та систем, погіршення функцій які спостерігаються у тому чи іншому виді фізичних вправ. Ось чому створення загальної теорії про фізіологічні механізми втоми не може ґрунтуватися на окремих системах організму та повинна враховувати все різноманіття та варіативність характеру зрушень функцій, що обумовлюють ту чи іншу діяльність людини. Залежно від характеру роботи, її напруженості та тривалості провідна роль розвитку втоми може належати різним функціональним системам. Отже, *втома є нормальною фізіологічною реакцією організму на фізичне навантаження.*

З одного боку, це є дуже важливим для працюючої людини фактором, оскільки перешкоджає крайньому виснаженню організму, будучи сигналом необхідності припинити роботу та перейти до відпочинку. Поряд з цим, втома грає

істотну роль, сприяючи тренуванню функцій організму, їх вдосконаленню та розвитку.

З іншого боку, втома веде до зниження працездатності спортсменів до неекономічного витрачання енергії та зменшення функціональних резервів організму.

2. Фактори стомлення та стан функцій організму.

Основним фактором, що викликає втому, є фізичне або розумове навантаження, що падає на аферентні системи під час роботи. Залежність між величиною навантаження та ступенем стомлення майже завжди буває лінійною, тобто чим більше навантаження, тим більше вираженим та раннім є втома. Крім абсолютної величини навантаження, на характер розвитку стомлення позначається ще й ряд її особливостей, серед яких слід виділити: статичний або динамічний характер навантаження, постійний чи періодичний її характер та інтенсивність навантаження.

Поряд з основним фактором (робочим навантаженням), що веде до стомлення, існує низка *додаткових чи сприяючих факторів*. Ці фактори самі по собі не ведуть до розвитку втоми, однак, поєднуючись з дією основного, сприяють більш ранньому та вираженому настанню втоми. До додаткових факторів можна віднести:

- фактори зовнішнього середовища (температура, вологість, хімічний склад повітря, барометричний тиск та ін.);
- фактори, пов'язані з порушенням режимів праці та відпочинку;
- фактори, зумовлені зміною звичних добових біоритмів, та виключення сенсорних подразнень;
- соціальні чинники, мотивація, взаємовідносини у команді та інше.

Суб'єктивні та об'єктивні ознаки втоми дуже різноманітні, і їх виразність значною мірою залежить від характеру виконуваних вправ та психофізіологічних особливостей людини. До *суб'єктивних ознак втоми* відноситься почуття втоми, загальне або локальне. При цьому з'являються болі та відчуття оніміння в кінцівках, попереку, м'язах спини та шиї, бажання припинити роботу або змінити її ритм та ін.

Ще різноманітнішими є *об'єктивні ознаки втоми*. За будь-якого виду втоми детальне обстеження може виявити зміни в характері функціонування будь-якої системи організму, починаючи від рухової, серцево-судинної та центральної нервової системи та закінчуючи такими, начебто, не пов'язаними з безпосередньою роботою системами, як травна та видільна.

Таке різноманіття змін відображає закономірності функціонування організму як єдиного цілого і характеризує безпосередні реакції забезпечення навантаження, а також адаптаційні та компенсаторні зрушення.

При стомленні з боку *центральної нервової системи* відзначаються порушення міжцентральных взаємозв'язків у корі головного мозку, послаблення умовно-рефлекторних реакцій, а при перевтомі – розвиток неврозоподібних станів.

Зміни кардіореспіраторної системи характеризуються тахікардією, лабільністю артеріального тиску, неадекватними реакціями на дозоване фізичне навантаження, деякими електрокардіографічними порушеннями. Крім того, знижується насичення артеріальної крові киснем, частішає дихання і погіршується легенева вентиляція, яка при перевтомі може суттєво зменшуватись.

У *крові* знижується кількість еритроцитів та гемоглобіну, відзначається лейкоцитоз. При перевтомі іноді відзначають хворобливість та збільшення печінки, порушення білкового та вуглеводного обміну.

Проте всі ці зміни не виникають одночасно і не розвиваються в одному і тому ж напрямку. Їхня динаміка визначається рядом закономірностей, і лише

виявивши ці закономірності, можна не лише зрозуміти хід розвитку втоми, але й надати правильну оцінку стану людини та активно протидіяти розвитку втоми.

Зміни виникають насамперед у тих органах та системах, які безпосередньо здійснюють виконання спортивної діяльності. При фізичній роботі – це м'язова система та руховий аналізатор. Одночасно зміни можуть з'являтися у тих системах та органах, які забезпечують функціонування цих основних працюючих систем: дихальної, серцево-судинної, крові та ін. З іншого боку, може бути і такий стан, коли вже має місце зниження функцій організму (основних та забезпечуючих систем), а спортивна працездатність ще зберігається на високому рівні. У даному випадку це залежить від морально-вольових якостей спортсмена, його мотивації.

Із вище викладеного стає очевидним, що *провідне значення у розвитку явища втоми має центральна нервова система*, що забезпечує інтеграцію всіх систем організму, регуляцію та пристосування цих систем під час роботи. Зміни, які виникли у процесі стомлення функціонального стану центральної нервової системи відображають подвійний процес: зміни, пов'язані з перебудовою функціонування систем, які нею регулюються, та зміни, що виникають у зв'язку з процесом втоми у самих нервових структурах.

Втома є динамічно за своєю сутністю та у своєму розвитку має кілька послідовно виникаючих ознак.

Першою ознакою виникнення втоми під час фізичної роботи є порушення автоматичності робочих рухів.

Друга ознака - це порушення координації рухів.

Третя ознака - значне напруження вегетативних функцій при одночасному падінні продуктивності роботи, а потім і порушення вегетативного компонента.

При виражених ступенях втоми, нові, мало засвоєні рухові навички можуть згаснути повністю. При цьому дуже часто поновлюються старі, міцніші навички, які не відповідають новій обстановці. У спортивній практиці це може бути причиною виникнення різних зривів, травм і т.д.

3. Особливості виникнення втоми при різних видах фізичних навантажень.

Однією з основних ознак втоми є зниження працездатності, яка в процесі виконання різних фізичних вправ змінюється з різних причин; тому й фізіологічні механізми розвитку втоми неоднакові. Вони обумовлені потужністю роботи, її тривалістю, характером вправ, складністю їх виконання та іншими факторами.

При виконанні *циклічної роботи максимальної потужності* основною причиною зниження працездатності та розвитку втоми є зменшення рухливості основних нервових процесів у ЦНС з переважанням гальмування внаслідок великого еферентного потоку імпульсації від нервових центрів до м'язів та аферентних імпульсів від працюючих м'язів до нервових центрів. Руйнується робоча система взаємопов'язаної активності коркових нейронів. Крім того, у нейронах та у структурах мозку підвищується вміст гальмівного медіатора – гамма-аміномасляної кислоти. Істотне значення у розвитку втоми при цьому має зміна функціонального стану самих м'язів, зниження їх збудливості, лабільності та швидкості розслаблення.

При *циклічній роботі субмаксимальної потужності* провідними причинами втоми є пригнічення діяльності нервових центрів та зміни внутрішнього середовища організму. Причина цього – значний дефіцит кисню, внаслідок чого розвивається гіпоксія, знижується рН крові, у 20-25 разів збільшується вміст молочної кислоти у крові. Кисневий борг досягає максимальних величин – 20-22 л. Недоокиснені продукти обміну речовин, що всмоктуються в кров, погіршують

діяльність нервових клітин. Напружена діяльність нервових центрів здійснюється на тлі кисневої недостатності, що і призводить до швидкого розвитку втоми.

Циклічна робота великої потужності призводить до розвитку втоми внаслідок дискоординації моторних та вегетативних функцій. Протягом кількох десятків хвилин має підтримуватися дуже напружена робота серцево-судинної та дихальної систем для забезпечення інтенсивно працюючого організму необхідною кількістю кисню. При цій роботі кисневий запит дещо перевищує споживання кисню та кисневий борг досягає 12-15 л. Сумарні витрати енергії при такій роботі дуже великі, при цьому витрачається до 200 г глюкози, що призводить до деякого її зниження крові. Відбувається також зменшення в крові гормонів деяких залоз внутрішньої секреції (гіпофіза, надниркових залоз).

Тривалість виконання *циклічної роботи помірної потужності* призводить до розвитку запобіжного гальмування в ЦНС, виснаження енергоресурсів, напрузі функцій киснево-транспортної системи, залоз внутрішньої секреції та зміни обміну речовин. В організмі знижуються запаси глікогену, що веде до зменшення вмісту глюкози у крові. Значна втрата організмом води та солей, зміна їх кількісного співвідношення, порушення терморегуляції також ведуть до зниження працездатності та виникнення втоми у спортсменів.

У механізмі розвитку втоми при *тривалій фізичній роботі* можуть грати певну роль зміни білкового обміну та зниження функцій залоз внутрішньої секреції. При цьому в крові знижується концентрація глюко- і мінералокортикоїдів, катехоламінів та гормонів щитовидної залози. Внаслідок цих змін, а також у результаті тривалого впливу монотонних аферентних подразнень у нервових центрах виникає гальмування. Пригнічення діяльності цих центрів призводить до зниження ефективності регуляції рухів та порушення їх координації. При тривалому виконанні роботи у різних кліматичних умовах розвиток втоми може бути прискорений порушенням терморегуляції.

За різних видів ациклічних рухів механізми розвитку втоми також неоднакові. Зокрема, при виконанні ситуаційних вправ, за різних форм роботи змінної потужності великих навантажень зазнають вищі відділи головного мозку та сенсорні системи, оскільки спортсменам необхідно постійно аналізувати змінну ситуацію, програмувати свої дії та здійснювати перемикання темпу та структури рухів, що і призводить до розвитку втоми.

У деяких видах спорту (наприклад, футбол) істотна роль належить недостатності кисневого забезпечення та розвитку кисневого боргу.

При виконанні гімнастичних вправ та в єдиноборствах, втома розвивається внаслідок погіршення пропускнуої спроможності мозку та зниження функціонального стану м'язів (зменшується їх сила та збудливість, знижується швидкість скорочення та розслаблення). При статичній роботі основними причинами втоми є безперервна напруга нервових центрів та м'язів, виключення діяльності менш стійких м'язових волокон і великий потік аферентних та еферентних імпульсів між м'язами та моторними центрами.

4. Виникнення стану передвтоми, хронічна втома і перевтома.

В останні десятиліття висунуто поняття передвтоми або прихованого стомлення, під яким розуміється наявність під час роботи суттєвих функціональних змін з боку деяких органів та систем, але компенсованих іншими функціями, внаслідок чого працездатність людини зберігається на колишньому рівні. Таке трактування початкових явищ втоми цілком виправдане. Дійсно, при виконанні деяких циклічних вправ (легка атлетика, біг на ковзанах та лижах, велогонки, плавання) при незмінній швидкості руху відзначається збільшення частоти кроків та зменшення довжини кроку (чи гребка). Це наглядно проявляється під час бігу на дистанції 400 м з/б. Зважаючи на те що відстань між бар'єрами однакова по усій

дистанції, першу половину дистанції спортсмени долають цю відстань за 13 кроків, другу – за 14 кроків, а іноді переходять на 15 кроків.

Зниження швидкості пересування починається лише тоді, коли збільшення частоти вже не компенсує зменшення кроку або коли частота кроків також починає знижуватися. При цьому важливо наголосити, що зростання частоти та зменшення довжини кроку виникає задовго до того часу, коли для спортсмена стає неможливим зберігати початкові величини цих показників. Аналогічно цьому підтримка необхідного робочого рівня хвилинного обсягу дихання (і відповідно, споживання кисню) можливо за рахунок підвищення частоти дихання, що компенсує зниження глибини дихання у початкові моменти втоми. Отже, такі зміни носять профілактичний характер, вони спрямовані на попередження або затримку розвитку втоми та свідчать про досконалість регуляції різних органів та систем.

Таким чином, розвиток прихованої втоми обумовлено змінами координації рухових та вегетативних функцій без зниження ефективності роботи. У фізіологічному механізмі виникнення цієї стадії стомлення важлива роль належить умовним рефлексам та розвитку екстраполяції. Завдяки їм добре тренована людина значно краще використовує функціональні резерви організму для зміни форм координації рухових та вегетативних функцій з метою запобігання або відстрочення розвитку втоми.

Втома — це нормальна реакція організму на фізичне навантаження, ознаки якої повністю зникають після звичайного (регламентованого) відпочинку. При тривалій чи інтенсивній роботі, порушенні режимів праці і відпочинку симптоми втоми акумулюються і вона може переходити в хронічну втому та перевтому.

Хронічна втома – це граничний функціональний стан організму, що характеризується збереженням до початку чергового фізичного навантаження суб'єктивних та об'єктивних ознак втоми від попередньої роботи, для ліквідації яких необхідний додатковий відпочинок. Хронічне стомлення виникає під час

тривалої роботи при порушенні режимів відпочинку. Основними суб'єктивними ознаками її є відчуття втоми перед початком роботи, швидка стомлюваність, дратівливість, нестійкий настрій; об'єктивно при цьому відзначається виражена зміна функцій організму, значне зниження спортивних результатів та поява помилкових дій.

При хронічній втомі необхідний рівень спортивної працездатності може підтримуватись лише короткочасно за рахунок підвищення біологічної ціни та швидкого витрачання функціональних резервів організму. Для ліквідації несприятливих змін функцій організму та збереження спортивної працездатності необхідно усунути порушення режимів тренувань та відпочинку, надати спортсменам додатковий відпочинок. При недотриманні цих заходів хронічна втома може перейти у перевтому.

***Перевтома** – це патологічний стан організму, який характеризується постійним відчуттям втоми, млявістю, порушенням сну та апетиту, болями в ділянці серця та інших частинах тіла.* Для ліквідації цих симптомів додаткового відпочинку недостатньо, потрібно спеціальне лікування. Поряд із перерахованими, об'єктивними ознаками перевтоми є різкі зміни функцій організму, частина яких виходить за межі нормальних коливань, пітливість, задишка, зниження маси тіла, розлади уваги та пам'яті, атипові реакції на функціональні проби, які часто не доводяться до кінця.

Головним об'єктивним критерієм перевтоми є різке зниження спортивних результатів та поява грубих помилок при виконанні спеціальних фізичних вправ. Спортсмени з ознаками перевтоми повинні бути усунені від тренувань та змагань та піддані медичній корекції.

Завдяки розробленим тестам для визначення фізичної працездатності здійснена фізіологами кількісна оцінка працездатності спортсменів різних спеціалізацій, це дозволило встановити, що зниження працездатності на 15%

свідчить про розвиток в організмі явищ втоми, на 16-19% – говорить про наявність хронічної втоми, а зниження на 20% і більше – свідчить про виникнення перевтоми.

5. Загальна характеристика процесів відновлення.

Відновлювальні процеси – найважливіша ланка працездатності спортсмена. Здатність до відновлення при м'язовій діяльності є природною властивістю організму, що істотно визначає його тренуваність. Тому швидкість та характер відновлення різних функцій після фізичних навантажень є одним із критеріїв оцінки функціональної підготовленості спортсменів

Під час м'язової діяльності в організмі спортсменів відбуваються пов'язані один з одним анаболічні та катаболічні процеси (синтезу і руйнування складних молекул), при цьому дисиміляція (процеси творення живої матерії) переважає над асиміляцією (процеси руйнування живої матерії шляхом розщеплення). Будь-яка реакція розщеплення викликає або посилює в організмі реакції ресинтезу, які після припинення фізичного навантаження ведуть до переважання процесів асиміляції. У цей час заповнюються витрачені під час тренувальної чи змагальної роботи енергоресурси, ліквідується кисневий борг, видаляються продукти розпаду, нормалізуються нейроендокринні та вегетативні системи, стабілізується гомеостаз. ***Вся сукупність фізіологічних, біохімічних та структурних змін, які забезпечують перехід організму від робочого рівня до вихідного (доробочого) стану, і об'єднується поняттям відновлення.***

При характеристиці відновлювальних процесів слід виходити із вивчення І. П. Павлова про те, що процеси виснаження і відновлення в організмі (робочому органі) тісно пов'язані між собою процесами збудження та гальмування у ЦНС. Доведено також, що чим більші енергетичні витрати під час роботи, тим інтенсивніше процеси їх відновлення. Однак, якщо виснаження у процесі роботи

перевищує оптимальний рівень, то повного відновлення не відбувається. У цьому випадку фізичне навантаження викликає подальше пригнічення процесів клітинного анаболізму. При невідповідності реакцій оновлення у клітинах катаболічним процесам в організмі можуть виникати структурні зміни, що ведуть до розладу функцій і навіть ушкодження клітин.

Після закінчення фізичних навантажень в організмі людини деякий час зберігаються функціональні зміни, властиві періоду спортивної діяльності, і лише потім починають здійснюватися основні відновлювальні процеси, які мають неоднорідний характер. *При цьому важливо підкреслити, що внаслідок функціональних та структурних перебудов, що здійснюються в процесі відновлення, функціональні резерви організму розширюються та настає надвідновлення (суперкомпенсація).*

Процеси відновлення різних функцій в організмі можуть бути розділені на три окремі періоди. До *першого (робочого) періоду відновлення відносять ті відновлювальні реакції, які здійснюються вже у процесі самої м'язової роботи (відновлення АТФ, креатинфосфату, ресинтез глюкози з продуктів її розпаду).* Робоче відновлення підтримує нормальний функціональний стан організму та допустимі параметри основних гомеостатичних констант у процесі виконання м'язового навантаження.

Другий (ранній) період відновлення спостерігається безпосередньо після закінчення роботи легкої та середньої важкості протягом кількох десятків хвилин і характеризується відновленням ряду вже названих показників, а також нормалізацією кисневої заборгованості, глікогену, деяких фізіологічних, біохімічних та психофізіологічних констант.

Раннє відновлення лімітується переважно часом погашення кисневого боргу. *Погашення алактатної частини кисневого боргу* відбувається досить швидко, протягом декількох хвилин, і пов'язано з ресинтезом АТФ та креатинфосфату.

Погашення лактатної частини кисневого боргу обумовлено швидкістю окиснення молочної кислоти, рівень якої при тривалій та важкій роботі збільшується у 20-25 разів в порівнянні з вихідним, а ліквідація цієї частини боргу відбувається протягом 1,5-2 годин.

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

6. Фізіологічні механізми відновлювальних процесів.

Як і будь-який процес, що відбувається в організмі, відновлення регулюється двома основними механізмами – нервовим (за рахунок умовних і безумовних рефлексів) та гуморальним.

У будь-якому періоді відновлення (робочому, ранньому, пізньому) регуляція цього процесу здійснюється при участі як нервового, так і гуморального механізмів. Разом з тим зрозуміло, що на різних етапах діяльності їх роль неоднакова.

Нервовий механізм регуляції, як швидший, насамперед спрямовує та здійснює відновлення в період самої діяльності та в ранньому період відновлення. З допомогою нервового механізму переважно регулюється нормалізація внутрішнього середовища організму, головним чином через серцево-судинну та дихальну системи (доставка кисню, поживних речовин, видалення продуктів обміну).

Повільніший *гуморальний механізм* регуляції забезпечує насамперед відновлення водно-сольового обміну, запасів глюкози та глікогену, а також ферментів та гормонів. Однак, слід наголосити, що в процесі трудової та спортивної діяльності людини регуляція органів, систем та їх функцій загалом здійснюється лише спільним, нервово-гуморальним шляхом.

7. Фізіологічні закономірності відновлювальних процесів.

На даний час більшість дослідників зводять основні фізіологічні закономірності відновлювальних процесів до наступного: їх *нерівномірності, гетерохронності, фазовому характеру відновлення працездатності, вибіркості відновлення та її тренованості.*

1. *Нерівномірність відновлювальних процесів* уперше була встановлена А. Хіллом (1926) під час аналізу ліквідації кисневого боргу організму. Автор показав, що одразу після закінчення роботи відновлення йде швидко, а потім швидкість його знижується і спостерігається фаза повільного відновлення. В подальшому було показано, що наявність двох фаз відновлення відзначається, як правило, після важкої фізичної роботи.

Після помірних навантажень погашення кисневого боргу носить однофазний характер, тобто спостерігається лише фаза швидкого відновлення.

Факт нерівномірного відновлення надалі був відзначений у динаміці показників серцево-судинної системи, органів дихання, нервово-м'язового апарату, картини периферичної крові та обміну речовин.

Ретельний аналіз цих даних дозволив зробити висновок про те, що фізіологічні константи організму відновлюються на різних етапах післядії з різною швидкістю. Цей факт складає важливу особливість післяробочих функціональних зрушень, яку слід враховувати при регламентації фізичних навантажень та відпочинку та при виборі тактики застосування різноманітних засобів рекреації.

2. В основі *гетерохронності відновлення* лежить принцип саморегуляції, що свідчить у даному випадку про те, що неодночасне протікання різних відновлювальних процесів забезпечує найбільш оптимальну діяльність цілісного організму. Зокрема, багаторічний досвід спостережень за спортсменами показує, що відразу після закінчення фізичних навантажень відновлюються алактатна фаза кисневого боргу та фосфагени. Через кілька хвилин відзначається нормалізація ЧСС, артеріального тиску, ударного та хвилинного об'ємів крові, тобто тих показників, які забезпечують відновлення лактатної фази кисневого боргу. Через кілька годин після навантажень відновлюються показники зовнішнього дихання, глюкоза та глікоген. Обмін речовин, показники крові, водно-сольовий баланс, ферменти та гормони відновлюються за кілька діб. Таким чином, у різні часові інтервали відновлювального періоду функціональний стан організму різний. Це слід брати до уваги, плануючи характер навантажень та реабілітаційні заходи.

3. Наступною особливістю післяробочих змін є *фазність відновлення*, яка, зокрема, виявляється у зміні рівня працездатності. У динаміці відновлення працездатності розрізняють три фази.

- Відразу після напруженої роботи спостерігається тенденція до відновлення до вихідного рівня, що відповідає *фазі зниженої працездатності*. Повторні навантаження у цей період розвивають витривалість.

- Надалі відновлення продовжує збільшуватися, настає *надвідновлення*, що відповідає *фазі підвищеної працездатності*; повторні навантаження у цю фазу підвищують тренованість.

- Відновлення до вихідного рівня відповідає *фазі вихідної працездатності*; повторні навантаження в цей час мало ефективні та лише підтримують стан тренованості (рис. 4.1).

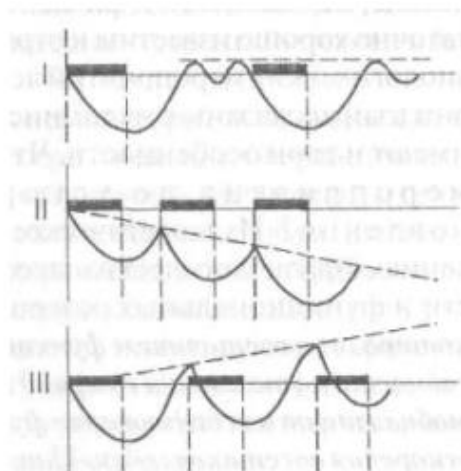


Рис.4.1. Значення відновлювальних процесів у зміні працездатності.

Чорні прямокутники – це період навантаження, горизонтальна лінія – це вихідний рівень працездатності.

I – підтримання вихідного рівня працездатності при довгих інтервалах відпочинку.

II – зниження працездатності при недостатньому відновленні.

III – підвищення працездатності при повторних навантаженнях у період суперкомпенсації.

4. Різний характер діяльності людини здійснює вибіркового впливу на окремі функції організму, на різні сторони енергетичного обміну. *Вибірковість відновлювальних процесів* підпорядковується цим закономірностям. Розуміння вибіркового характеру тренувальних та змагальних навантажень, а також вибіркового характеру відновлення дозволяє цілеспрямовано та ефективно керувати руховим апаратом, вегетативними функціями та енергетичним обміном.

Вибірковість відновлювальних процесів після тренувальних та змагальних навантажень визначається характером режиму енергозабезпечення. Після роботи переважно аеробної спрямованості відновлювальні процеси показників зовнішнього дихання, фазової структури серцевого циклу, функціональної стійкості до гіпоксії відбуваються повільніше, ніж після навантажень анаеробного

характеру. Така особливість простежується як після окремих тренувальних занять, так і після тижневих мікроциклів.

5. Розвиток та вдосконалення довготривалої адаптації до фізичних навантажень під час тренувань проявляється на різних етапах спортивної діяльності (впрацьовування, стійкого стану), а також у період відновлення. Відновлювальні процеси, що відбуваються в різних органах і системах, схильні до *тренованості*. Іншими словами, в ході розвитку адаптованості організму до навантажень відновлювальні процеси покращуються, підвищується їх ефективність. У нетренованих осіб відновлювальний період подовжений, а фаза надвідновлення виражена слабо. У висококваліфікованих спортсменів відзначається нетривалий період відновлення та більш значущі явища суперкомпенсації.

Таким чином, аналіз фізіологічних закономірностей відновлювальних процесів свідчить про його суттєве прикладне значення. Важлива роль медико-біологічних особливостей відновлення та їх реалізація у практиці тренувальної діяльності сприятиме досягненню високих спортивних результатів, правильному застосуванню реабілітаційних заходів та найголовніше – збереженню здоров'я спортсменів.

8. Фізіологічні заходи підвищення ефективності відновлення.

Усі заходи, спрямовані на прискорення відновлювальних процесів, ділять на *педагогічні, психологічні, медичні та фізіологічні*. Якщо перші три види досить добре відомі та відображені в літературі, то з приводу фізіологічних заходів ясності немає. Звичайно, певною мірою вони взаємопов'язані з медичними та іншими заходами, але мають свої особливості. Що ж таке фізіологічні заходи щодо прискорення процесів відновлення? Їхнє теоретичне обґрунтування побудовано на уявленнях про фізіологічні закономірності спортивної діяльності та функціональні

резерви організму. Вони включають контроль за станом функцій організму, динамікою працездатності та втоми у період тренування та змагань, а також мобілізацію та використання функціональних резервів організму для прискорення відновлення.

Інтегральним критерієм оцінки ефективності відновлювальних процесів є рівень загальної та спеціальної працездатності.

Усі відновлювальні фізіологічні заходи можуть бути поділені на *постійні* та *періодичні*.

Заходи першої групи проводяться з метою профілактики несприятливих функціональних змін, збереження та підвищення неспецифічної резистентності та фізіологічних резервів організму, попередження розвитку ранньої втоми та перевтоми спортсменів. До таких заходів відносяться: раціональний режим тренувань та відпочинку, збалансоване харчування, додаткова вітамінізація, загартовування, загальнозміцнюючі фізичні вправи, оптимізація емоційного стану. Ці заходи досить добре відомі, реалізуються у спортивній практиці та не вимагають додаткового обґрунтування.

Заходи другої групи здійснюються при необхідності з метою мобілізації резервних можливостей організму для підтримки, екстреного відновлення та підвищення працездатності спортсменів. До заходів цієї групи відносять різні впливи на біологічно активні точки, вдихання чистого кисню за нормального та підвищеному атмосферному тиску (гіпербарична оксигенація), гіпоксичне тренування, масаж, застосування теплових процедур, ультрафіолетове опромінення, а також використання біологічних стимуляторів і адаптогенів, що не належать до допінгу, харчових речовин підвищеної біологічної активності та деякі інші. Частина заходів цієї групи апробована та впроваджена у практику спорту, щодо інших (особливо фармакологічних засобів) слід говорити поки що з певною обережністю. По-перше, окремі речовини, що не належали раніше до допінгу,

починають зараховувати до останніх, а по-друге, систематичне застосування деяких препаратів може призводити до виснаження резервних можливостей організму, зниження його неспецифічної стійкості та виникнення ряду патологічних станів.

Серед біологічно активних речовин, рекомендованих для прискорення відновлювальних процесів та підвищення працездатності, найбільшого поширення набули рослинні стимулятори та адаптогени (женьшень, елеутерокок, левзея, китайський лимонник, заманиха та ін..). Вони характеризуються широким діапазоном дії, низькою токсичністю, можливістю використання їх у якості тонізуючих і стимулюючих засобів при виконанні відповідальних робіт, а також метою прискорення адаптації та покращення відновлювальних процесів.

В екстрених випадках можна рекомендувати препарати стимулюючої дії, що швидко знімають втому, прискорюють відновлення пластичних та енергетичних процесів та підвищують працездатність; позитивна дія при цьому з'являється лише на тлі вираженої втоми. Вони відновлюють функціональний стан шляхом термінової мобілізації резервних можливостей організму, які залишилися. Однак слід мати на увазі, що тривале застосування подібних речовин без додаткового відпочинку може призводити до виникнення небажаних змін у організмі. Тому неодмінною умовою досягнення сприятливого ефекту є правильний вибір курсу прийому, а також індивідуалізація дозування залежно від функціонального стану організму та характеру спортивної діяльності.

Контроль за відновленням функцій організму та працездатності досить важке завдання, для вирішення якого потрібні підготовлені фахівці, необхідне апаратурне забезпечення та умови для проведення досліджень. *Однак існують рекомендації щодо використання простіших методичних прийомів.* Зокрема, для оцінки ефективності відновлення при заняттях оздоровчими фізичними вправами Е. Г. Мільнер (1985) рекомендує використовувати пульсометрію чи ортостатичну пробу.

Якщо за щоденного підрахунку ЧСС вранці лежачи після сну його коливання не перевищують $2-4 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, можна вважати, що навантаження адекватне функціональним можливостям організму а відновлювальні процеси протікають нормально. При виконанні ортостатичної проби у цих умовах (підрахунок ЧСС лежачи і після повільного вставання) прийнято вважати, що різниця пульсових ударів менше 16 свідчить про хороше відновлення, при різниці 16-18 ударів – відновлювальні процеси задовільні, і якщо ЧСС підвищилася на 18 $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ і більше – це говорить про перевтому і неповне відновлення.

Цілком очевидно, що деякі з названих фізіологічних відновлювальних заходів використовуються педагогами, психологами та спортивними лікарями, що, характеризує відновлення як комплексну проблему. На закінчення слід зазначити, що проблема відновлення у спорті полягає у подальшому пошуку та розробці найбільш ефективних реабілітаційних засобів і особливо в науковому обґрунтуванні системи їх застосування.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте з фізіологічної точки зору поняття «втома».
2. Які фізіологічні стани організму мають на увазі при хронічній втомі і перевтомі?
3. Перерахуйте об'єктивні і суб'єктивні ознаки втоми.
4. Які фізіологічні закономірності виникнення втоми при різних видах фізичних навантажень?
5. Як Ви розумієте стан передвтоми або прихованого стомлення?
6. Який вид втоми вважається паталогічним і потребує тривалого відпочинку або медичного втручання? Чому?
7. На основі отриманих знань розробіть рекомендації як слід будувати тренувальний процес, щоб уникнути хронічної втоми і перевтоми.

8. Узагальнено охарактеризуйте з фізіологічної точки зору процеси відновлення після фізичних навантажень.
9. Що таке «суперкомпенсація»? Яке значення має суперкомпенсація для підвищення рівня тренованості спортсмена.
10. Що мається на увазі під нерівномірністю процесів відновлення?
11. Що мається на увазі під гетерохронністю процесів відновлення?
12. Що мається на увазі під фазовим відновлення працездатності?
13. Що мається на увазі під вибірковою відновлення?
14. Що мається на увазі під тренованістю процесів відновлення?
15. Які заходи слід застосовувати для підвищення ефективності процесів відновлення?

Література:

1. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.
2. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
3. Комісова Т. Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник – Харків, 2022. – 152 с.
<https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/424b7162-a43f-4067-998f-90473fadd3b9/content> С. 37-59
4. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с. <http://eprints.zu.edu.ua/31655/1/sport.pdf> С. 47-51.
5. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
6. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2024. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Дослідження впливу втоми на прояв силових здібностей.

Обладнання: кистьовий динамометр, кистьовий еспандер, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: У досліджуваного за допомогою кистьового динамометра визначається сила кисті. Потім він виконує стискання кистьового еспандера до появи відчуття «оніміння» м'язів кисті. Після цього знову визначається сила кисті.

Дані заносяться у протокол дослідження. Здійснюється порівняльний аналіз сили кисті до виконання навантаження та після навантаження. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 2. Дослідження впливу втоми на прояв швидкісних здібностей.

Обладнання: кистьовий еспандер, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: два студенти.

Хід роботи: Досліджуваний стискує кистьовий еспандер з максимальною частотою протягом 45 с. Перший дослідник фіксує кількість стискань за перших 15 с, а другий дослідник фіксує кількість стискань за останніх 15 с (від 30-ої до 45-ої секунди). Результати заносяться у протокол дослідження.

Здійснюється порівняльний аналіз кількості стискань за перших 15 с роботи і останніх 15 с роботи. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 3. Дослідження відновлення функції серцево-судинної системи після фізичних навантажень різної потужності.

Обладнання: велоергометр, монітор серцевого ритму, сфігмоманометр, секундомір.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та хронометраж етапів контролю показників; другий дослідник здійснює контроль ЧСС; третій дослідник здійснює контроль АТ.

Хід роботи: У досліджуваного в положенні сидячи на велоергометрі визначають показники ЧСС, АТ. Після цього досліджуваний виконує навантаження на велоергометрі потужністю 60 Вт, із частотою педалювання 60 об.·хв⁻¹, тривалістю 5 хв. Одразу після виконання роботи і через кожні 5 хв періоду відновлення протягом 15 хв реєструються показники ЧСС, АТ.

Після цього той самий досліджуваний виконує друге навантаження потужністю 140 Вт, із частотою педалювання 60 об.·хв⁻¹, тривалістю 5 хв. Одразу після виконання роботи і через кожні 5 хв періоду відновлення протягом 15 хв реєструються показники ЧСС, АТ.

Розрахунки: На основі отриманих даних розраховуються величини СОК, ХОК (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1) у стані спокою та після першого і другого навантаження.

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Показники	У стані спокою	Після виконання роботи							
		1-а хв		6-та хв		11-та хв		16-та хв	
перше навантаження									
ЧСС, уд.·хв ⁻¹									
АТ _{сист.} , мм рт.ст.									
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.									
СОК, мл									
ХОК, мл·хв ⁻¹									
друге навантаження									
ЧСС, уд.·хв ⁻¹									
АТ _{сист.} , мм									

рт.ст.									
АТ _{діаст.} , мм рт.ст.									
СОК, мл									
ХОК, мл·хв ⁻¹									

Результати показників ЧСС, АТ, СОК, ХОК після першого і другого навантаження порівнюють. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Лекція 5. ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

План

1. Різні критерії класифікації вправ.
2. Фізіологічна характеристика спортивних вправ.
3. Характеристика відносних зон потужності при циклічній роботі.
4. Фізіологічна характеристика нестандартних рухів.

1. Різні критерії класифікації вправ.

Фізичні вправи – це рухова діяльність, за допомогою якої вирішуються завдання фізичного виховання – освітні, виховні та оздоровчі. Фізичні вправи надзвичайно різноманітні. Для їхньої класифікації неможливо застосувати єдиний критерій. Цим пояснюється наявність різних систем фізіологічної класифікації з різних критеріям, покладеним у їх основу.

У зв'язку з різноманітністю фізичних вправ, різними їх формами та фізіологічними механізмами, в основу класифікації покладено різні критерії. Серед них розрізняють такі основні критерії.

- **Енергетичні критерії** – розрізняють вправи за переважаючими джерелами енергії: **аеробні, анаеробні лактатні та анаеробні алактатні**.
- **Біомеханічні** – розрізняють вправи за структурою рухів: **циклічні, ациклічні та змішані**.
- **Критерії провідної фізичної якості** – вправи **силові, швидкісні, швидкісно-силові, вправи на витривалість, координаційні** чи **складно-технічні**.
- **Критерії граничного часу роботи** – підрозділи вправи за зонами відносної потужності: **максимальної, субмаксимальної, великої, помірної**.
- **За кількістю м'язів які виконують роботу: локальні, глобальні**.

Та багато класифікацій за іншими ознаками.

2. Фізіологічна характеристика спортивних вправ.

Як у повсякденному житті, так і під час занять фізичними вправами, людина виконує величезну кількість різноманітних рухів. У спортивній діяльності складність рухів, швидкість і точність їх виконання значно вищі, ніж у звичайній побутовій діяльності. Проте з метою дослідження впливу тих чи інших вправ на організм виникла потреба класифікувати рухи. Існує цілий ряд подібних класифікацій (Астранд, 1926, Фарфель, 1975, Коц, 1946, Фомін, 1987 і ін.), в основі яких лежать різні підходи до класифікації. Найбільш загальна класифікація фізичних вправ може бути здійснена на основі трьох основних характеристик активності м'язів:

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

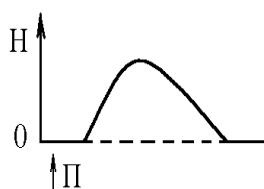
У залежності від об'єму активних м'язів виділяють наступні види фізичних вправ:

локальні (до $1/3$ м'язів – стрільба з лука, пістолета, окремі гімнастичні вправи);

регіональні ($1/3$ – $1/2$ м'язів – гімнастичні вправи за участю м'язів лише верхніх кінцівок і ін.);

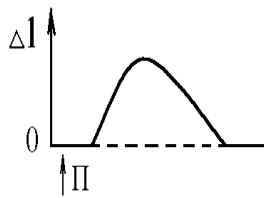
глобальні (більше $1/2$ м'язів – біг, гребля, велоспорт і ін.) – більшість фізичних вправ.

Перед оголошенням наступної класифікації слід нагадати які бувають види м'язових скорочень.



1. **Ізометричне скорочення** – скорочення при незмінній довжині м'яза. Довжина м'яза при скороченні залишається

сталою, але змінюється її напруження (Н). В експерименті таке скорочення можна отримати, якщо ізольований м'яз закріпити з двох сторін та стимулювати електричним струмом. В умовах цілісного організму ізометричне скорочення буває, коли людина намагається, але не може підняти вантаж.



2. Ізотонічне скорочення – скорочення при незмінному напруженні м'яза. Напруження м'яза при його скороченні залишається сталим, а довжина змінюється (Δl). В експерименті таке скорочення можна отримати, якщо один кінець ізольованого

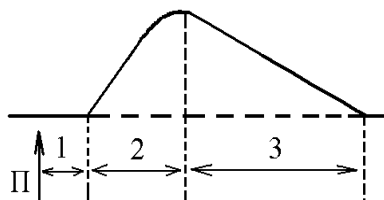
м'яза закріпити, а інший залишити вільним та стимулювати. В умовах цілісного організму скорочення м'язів максимально наближується до ізотонічного, якщо відбувається згинання ненавантажених кінцівок.

3. Змішане (ауксотонічне) скорочення – скорочення, при якому змінюється довжина та напруження м'яза. Такий тип м'язових скорочень найчастіше зустрічається в умовах цілісного організму.

В залежності від частоти стимуляції виділяють наступні види м'язового скорочення:

1. Одиночне – спостерігається у відповідь на одиничний стимул чи на їх серію (якщо інтервал між подразниками більший чи рівний тривалості одиночного м'язового скорочення). Виділяють такі періоди м'язового

скорочення:



- латентний період (1) – інтервал часу від дії подразника (П) до початку скорочення;

- період скорочення (2) – під час цього періоду довжина м'яза зменшується;

- період розслаблення (3) – під час цього періоду м'яз розслаблюється, його довжина збільшується до вихідного рівня.

2. **Тетанічне** – спостерігається в умовах сумачії одиночних м'язових скорочень (одне скорочення накладається на інше). Така сумачія можлива, якщо м'яз подразнюється серією стимулів і кожен наступний стимул діє тоді, коли попереднє одиночне скорочення ще не закінчилось (тобто, інтервал між стимулами має бути меншим тривалості одиночного м'язового скорочення).

Виділяють наступні види тетанічних скорочень (рис. 1):

Зубчастий тетанус – виникає на базі одиночних скорочень, якщо кожен наступний стимул попадає на період розслаблення одиночного м'язового скорочення. Отже, інтервал між стимулами в серії має бути менший тривалості одиночного м'язового скорочення, але більший, чим сума тривалості латентного періоду і періоду одиночного скорочення.

Гладкий тетанус – виникає на базі одиночних скорочень, якщо кожен наступний стимул попадає на латентний період або період вкорочення одиночного м'язового скорочення. Отже, інтервал між стимулами в серії повинний бути меншим чи рівним сумі тривалості латентного періоду одиночного скорочення, але більше тривалості латентного періоду одиночного скорочення. На рисунку 5.1 зображений запис реєстрації скорочень м'яза при збільшенні частоти її стимуляції. Видно, що при збільшенні частоти стимуляції на фазі одиночних скорочень виникають тетанічні, спочатку зубчастий, а потім гладкий тетанус.

Тетанічні скорочення відрізняється від одиночного наступними параметрами:

1. Тривалість тетанічного скорочення більша, ніж одиночного.
2. Амплітуда (сила) тетанічного скорочення більша, ніж одиночного.

Амплітуда гладкого тетануса більша, ніж зубчастого.

За формою роботи, яку виконують м'язи, що беруть участь у виконанні даної вправи, виділяють:

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

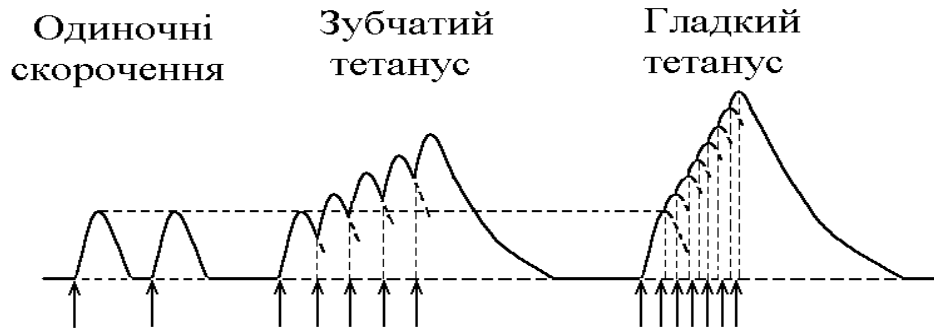


Рис. 5.1. Види тетанічних скорочень.

На основі залежності між силою і швидкістю скорочення м'язів під час виконання вправ виділяють наступні групи:

- **силові** – вправи, під час яких спостерігається максимальне, чи близьке до максимального скорочення основних м'язів за статичної чи динамічної форми скорочення і при малій швидкості руху. Максимальна тривалість – кілька секунд. Приклади – стійка на кистях, хрест, вправи із штангою максимальної чи близької до максимальної ваги;
- **швидкісно-силові** – динамічні вправи, у яких м'язи проявляють силу (50-60% від максимальної) і швидкість (30-50% від максимальної) скорочення. Тривають такі вправи від 3 с до 1- 2 хв. Приклади – біг на короткі дистанції, стрибки;
- **на витривалість** – скорочення м'язів характеризується невеликою силою і швидкістю, проте відбуваються тривалий час – від кількох хвилин до кількох годин. Сюди належать усі аеробні вправи циклічного характеру – біг на дистанціях від 5000 м, спортивна ходьба, шосейні велогонки, плавання на дистанціях, більших ніж 400 м.

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

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

Усі ці способи класифікації хоча й дають змогу у загальному охарактеризувати ту чи іншу вправу, проте не дають уявлення про зміни у функціонуванні різноманітних систем організму спортсмена. *Характер та вираженість таких замін залежать від фізіологічного навантаження на організм людини під час виконання вправи (визначається потужністю, тренованістю, віком, статтю і ін.).* Показником такого навантаження є максимальний час виконання даної вправи. Саме за цим принципом В.С.Фарфелем були виділені кілька зон відносної потужності вправ циклічного характеру. Саме за зонами потужності класифікують циклічні вправи:

- **максимальної потужності;**
- **субмаксимальної потужності;**
- **великої потужності;**
- **помірної потужності.**

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

Підтримання пози тіла, тобто незмінного положення тіла чи його ланок вимагає певного напруження м'язів та енергетичного його забезпечення. При цьому тип скорочення м'язів – статичний, а напруження, що його розвиває м'яз, може змінюватись у широких межах: максимальне напруження може підтримуватись кілька секунд, тонічне напруження – дуже тривалий час. *Максимальне напруження погіршує кровообіг у працюючих м'язах, що є одним із факторів відмови від роботи.*

Пози поділяються згідно положення тіла:

- *лежачи;*
- *сидячи;*
- *стоячи,*
- *з опорою на руки* і т.д.

Поза лежачи зустрічається у двох видах: з *опорою* (стрільба) та *без опори* (плавання). Вони мають різні координаційні механізми, значно відрізняючись у різних видах плавання. Проте об'єднуючим є необхідність дотримання правильного стилю плавання, а також включення багатьох груп м'язів (шиї, рук, ніг, тулуба) в ритмічну активність. На відміну від плавання, поза стрільця характеризується розслабленням м'язів нижньої половини тіла, статичним напруженням м'язів спини, верхньої половини тулуба і рук. Поза сидячи зустрічається у велоспорті, мотоспорті, бобслеї, кінному спорті, веслуванні, під час гри у шахи та ін. Вона може комбінуватись як із динамічним скороченням м'язів (циклічні рухи у веслуванні, велоспорті), так і з статичним напруженням спрямованим на підтримання пози (бобслей, мотоспорт). На відміну від інших видів спорту, у шахах підтримання пози фактично не має значення для кінцевого спортивного результату.

Поза стоячи у різних варіантах зустрічається як основна (стрільба) або на певному етапі виконання вправ (важка атлетика, кульова стрільба, стрільба з лука, бокс, гімнастика і ін.). Поза стоячи може комбінуватись із неповною опорою, наприклад під час ковзання (ковзани, лижі), з малою опорою (гімнастичні вправи на снарядах). В акробатиці зустрічається поза з опорою на іншу людину.

Усі рухи можна розділити на дві групи:

- ***стереотипні (стандартні)*** – виконуються у умовах що не змінюються і характеризуються чіткою послідовністю рухів. Такі вправи утворюються на основі формування рухового динамічного стереотипу. Сюди належать вправи легкої атлетики, важкої атлетики, плавання, ковзанярського

спорту, велоспорту і ін. У таких вправах за умови стандартних рухів і стандартних умов виконання спортсмен намагається показати найкращий результат у техніці, силі, швидкості чи витривалості.

- **ситуаційні (нестандартні)** – виконуються в нестандартних умовах, визначена послідовність рухів при цьому відсутня. Характер дій спортсмена визначається взаємодією з противником, учасниками команди чи зміною зовнішніх умов подолання дистанції. Сюди належать єдиноборства, спортивні ігри, кроси. У різних видах спорту стандартні та нестандартні рухи можуть комбінуватись.

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

рухи кількісного значення (результат оцінюється у метрах, кілограмах, секундах). Ця група підрозділяється на вправи:

- циклічні;
- ациклічні.

рухи якісного значення (оцінюються в балах). Основна мета таких вправ – показати максимальну координацію, швидкість рухів, гнучкість, вміння орієнтуватись у просторі, артистизм. Сюди належать спортивна і художня гімнастика, акробатика, фігурне катання, стрибки у воду і на батуті.

В основі циклічної рухової активності лежить послідовний повтор циклу (kiklos - круг) рухів. Всі елементи циклу при цьому повторюються у тій самій послідовності. У їх основі лежать ланцюжки умовно-безумовних рефлексів, які виробляються під час тренувань і є основою спортивної техніки.

В основі ациклічної рухової активності лежить відсутність стереотипного циклу, який повторюється.

3. Характеристика відносних зон потужності при циклічній роботі.

Циклічні рухи розподіляються на 4 зони потужності (*максимальна, субмаксимальна, велика, помірна*) (табл. 5.2).

Таблиця 5.2.

Характеристика внутрішньої (фізіологічної) сторони навантаження за зонами потужності (за МІ Волковим).

Показники	Зони відносної потужності			
	Максимальна	Субмаксимальна	Велика	Помірна
Граничний час роботи	До 20 с	20 с – 5 хв	5-30 хв	Більше 30 хв
Питомі енерговитрати, ккал·с ⁻¹	4,0	0,5-4,0	0,4-0,5	0,3
Загальні витрати енергії, ккал	До 80,0	Біля 150	Близько 750	До 10000
О ₂ використання в роботі	Незначне	Близьке до максимального	Максимальне	Менше максимального
О ₂ -запит/О ₂ -споживання	1/10	1/3	5/6	1/1
О ₂ – борг	До 8	18 і більше	До 12	До 4
Рівень концентрації і молочної кислоти (Мг%)	До 100	До 200	50-100	До рівня спокою
Рівень легеневої вентиляції, л·хв ⁻¹	До 50	100-150	100-150	До 100
Хвилинний об'єм крові	Менше за максимальний	Близький до максимального	Максимальний	Менше за максимальний

Робота максимальної потужності (зона максимальної анаеробної потужності). Тривалість роботи у цій зоні становить 20-30 с. Сюди належить біг на 60-200 м, плавання на 25-50 м, гіт на 200-500 м. Енергозабезпечення такої роботи здійснюється за допомогою анаеробних алактатних механізмів (відновлення за рахунок КрФ). Відносні витрати енергії максимальні – до 4 ккал/с., проте сумарні, зважаючи на незначну тривалість, невеликі – до 80 ккал. Величезний кисневий запит (до 40 л/хв.) задовольняється під час роботи лише на 10%, проте внаслідок незначної тривалості роботи кисневий борг досягає лише 7-8 л. Процеси дихання і кровообігу під час виконання вправ посилюються незначно. Середня легенева вентиляція під час виконання вправи – 20-30% від максимальної. ЧСС зростає під

час роботи, проте найбільших значень досягає після завершення роботи – до 90% від максимального. Концентрація лактату у крові під час вправи змінюється незначно, проте значно зростає у працюючих м'язах. В результаті посиленого виходу вуглеводів з печінки спостерігається гіперглікемія. Робота аферентного і еферентного відділів нервової системи відбувається у максимальному режимі, що може бути причиною розвитку втоми. Інша причина – вичерпування запасів АТФ, КрФ.

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

Робота великої потужності (максимальної і близької до максимальної аеробної потужності). Тривалість її від 5-6 хв до 20-30 хв. Сюди належить біг на 3-10 км, плавання на 800-1500 м, біг на ковзанах на 5-10 км, лижні перегони 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% від кисневого запиту. Проте внаслідок значної тривалості роботи сумарний кисневий борг весь час зростає під час роботи (уявний стійкий стан) і досягає 12-15 л. У крові спостерігається висока концентрація лактату (10 ммоль/л), що викликає значне зниження рН. Така робота ставить високі вимоги перед серцево-судинною системою, системою терморегуляції та ендокринною системою. Втома обумовлена зниженням функціональних показників кардіореспіраторної системи, накопиченням молочної кислоти, частковим зниженням рівня глюкози у крові, зменшенням концентрації у крові гормонів окремих залоз внутрішньої секреції (гіпофізу, наднирників).

Робота помірної потужності (середня і мала аеробні потужності). Сюди належить біг на 20-30 км, марафон, шосейні велоперегони (>100 км), лижні перегони на 15-50 км, веслування 10 км. Тривалість – понад 30-40 хв. Відносні енерговитрати незначні – 0,3 ккал/с, проте сумарні дуже великі – до 10000 ккал. Енергозабезпечення – переважно аеробне (більше 90%). Разом з цим у залежності від потужності роботи може переважати розщеплення жирів. Споживання кисню у цій зоні становить 70-80% від МПК, кисневий запит дорівнює споживанню кисню (стійкий стан). Кисень при цьому витрачається як на відновлення АТФ, так і на безпосереднє окиснення жирів і вуглеводів. Кисневий борг формується переважно на початку виконання вправ і досягає 4 л, накопичення молочної кислоти практично відсутнє (4 ммоль/л). Дихання і ЧСС зростають, проте не досягають максимального рівня (80% і нижче). Можливе зменшення вмісту глюкози у крові

(від 110 мг% до 50-40 мг%). Посилене потовиділення призводить до значної втрати води (до 1 л/год.) та порушення водно-сольового балансу. Може спостерігатись зміна у кількості та співвідношенні формених елементів крові. Причиною втоми може бути монотонність роботи (поза межне гальмування нервових центрів), виснаження запасів вуглеводів, збільшення температури тіла, зміна хімічного складу внутрішнього середовища, зменшення концентрації у крові глюко- і мінералокортикоїдів, катехоламінів, гормонів щитоподібної залози.

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

Ациклічні рухи поділяють на:

швидкісно-силові (стрибки, метання), де вага снаряда і вага спортсмена незмінні, а результат визначається заданою снарядом або тілу прискоренням;

силові (штанга, пауерліфтинг), де сила спортсмена спрямована на подолання маси штанги, а прискорення штанги змінюється мало;

прицільні (стрільба з луку, кульова стрільба, дартс), де висуваються вимоги до стійкості пози, витонченої м'язової координації, точного аналізу сенсорної інформації.

В усіх цих вправах поєднуються динамічна і статична робота анаеробного або анаеробно-аеробного характеру, які за часом виконання відповідають зонам максимальної і субмаксимальної інтенсивності. Сумарні енерговитрати за таких умов незначні, через короткочасність виконання. Значних вимог до вегетативних систем не висувається. Провідними системами виступають ЦНС, сенсорні системи, руховий апарат.

4. Фізіологічна характеристика нестандартних рухів.

До нестандартних або ситуаційних рухів відносять спортивні ігри (баскетбол, волейбол, теніс, футбол, хокей та ін.) та єдиноборства (бокс, боротьба,

фехтування). До цієї ж групи зараховують кроси через значну складність профілю сучасних трас. Для цих рухів характерні:

- **змінна потужність роботи** (від максимальної до помірної чи повної зупинки спортсмена), пов'язана з постійними змінами структури рухових дій та напрямків рухів;

- **мінливість ситуації, що поєднується з дефіцитом часу.**

Нестандартні вправи характеризуються ациклічною чи змішаною (циклічно-ациклічною) структурою рухів, переважанням динамічної швидкісно-силової роботи, високою емоційністю.

До ЦНС висуваються високі вимоги до *«творчої» функції мозку* через відсутність стандартних програм рухової діяльності. Особливе значення мають процеси сприйняття та обробки інформації в украй обмежені інтервали часу, що вимагає підвищеного рівня пропускнуєї спроможності мозку. Спортсмену необхідна не лише оцінка поточної ситуації, а й упередження можливих її майбутніх змін, тобто розвинена здатність до екстраполяції.

При виконанні ударних дій та кидків (м'яча, шайби) основна робоча фаза рухів займає десяти та соті частки секунди. *Це виключає внесення сенсорних корекцій у поточний руховий акт, отже, весь рух має бути заздалегідь і дуже точно запрограмовано. При цьому сама програма дії та наявні рухові навички спортсмена повинні постійно варіювати в залежності від змін умов їх виконання (виключення можуть складати тільки штрафні кидки та удари).* Всі ці умови ситуаційної діяльності вимагають високої збудливості та лабільності нервових центрів, сили та рухливості нервових процесів, переважного представництва серед спортсменів таких типів вищої нервової діяльності (ВНД) як холерики і сангвініки, поміхостійкості до значної нервово-емоційної напруженості, а також специфічних рис розумової працездатності – розвиненого оперативного мислення, великого обсягу та концентрації уваги, а в командних іграх – розподілу уваги, здатності до

правильного прийняття рішень та швидкої мобілізації з пам'яті тактичних комбінацій, рухових навичок та умінь для ефективного розв'язання тактичних завдань.

Роль сенсорних систем винятково велика, особливо зорової та слухової. У ситуаційній діяльності мають значення як центральний зір (при кидках м'яча в кільце, завдання ударів у боксі, фехтування і т. п.), так і периферичний (для орієнтування на полі, рингу). Для чіткого сприйняття дій гравців, суперників і м'яча, що летить, особливо при великих швидкостях (м'яча в тенісі, шайби в хокеї – до $200 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ і більше) та малих розмірах (настільний теніс) спортсмену необхідні гарна *гострота та глибина зору, ідеальний м'язовий баланс очей, а в командних іграх великі розміри поля зору*. Для орієнтації у просторі та в часі має важливе значення *слухова сенсорна система*. Різкі зміни напрямку та форми рухів, повороти, падіння, кидки викликають сильне навантаження на вестибулярну сенсорну систему. Потрібна висока *вестибулярна стійкість*, щоб не відбувалися при цьому порушення координації рухів. У *руховій сенсорній системі* заняття ситуаційними видами спорту викликають підвищення *пропріоцептивної чутливості* у тих суглобах, які мають основне значення у даному виді спорту (наприклад, у баскетболістів – у променево-зап'ястковому суглобі, у футболістів – у гомілковостопному).

Заняття ситуаційними вправами розвивають у *руховому апараті* високу збудливість та лабільність скелетних м'язів, гарну синхронізацію швидкісних можливостей різних груп м'язів. Розвиток сили та швидкісно-силових здібностей допомагає здійсненню точних та різких кидків та ударів. Потрібна також гарна гнучкість (наприклад, у боротьбі) та витривалість.

Енерговитрати в ситуаційних вправах *порівняно низькі*, ніж у циклічних. У зв'язку з великими відмінностями у розмірах майданчиків, кількості учасників, темпі рухів співвідношення аеробних та анаеробних процесів енергоутворення

помітно відрізняється: у волейболі, наприклад, переважають аеробні навантаження, у футболі – аеробно-анаеробні, у хокеї з шайбою – анаеробні. Змінна потужність фізичних навантажень дозволяє багато в чому задовольняти кисневий запит вже під час роботи та знижує величину кисневого боргу.

Основною характеристикою вегетативних функцій у ситуаційних рухах є не досягнутий під час навантаження робочий рівень, а ступінь його відповідності потужності роботи на даний момент. ЧСС, постійно змінюючись, коливається в діапазоні від 130 до 180-190 уд·хв⁻¹; частота дихання – від 40 до 60 вдихів за 1 хв. Величини ударного та хвилинного об'єму крові, глибини та хвилинного об'єму дихання, МСК при роботі дещо нижчі, ніж у спортсменів у циклічних видах спорту. У зв'язку з великими втратами води, а також робочими енерговитратами, маса тіла спортсмена, особливо після змагальних навантажень, знижується на 1-3 кг.

Провідними системами є ЦНС, сенсорні системи, руховий апарат.

Контрольні питання:

1. Чому не існує єдиної класифікації фізичних вправ? За якими характеристиками класифікують фізичні вправи.
2. Класифікуйте фізичні вправи за об'ємом м'язів, задіяних у виконанні вправи.
3. Класифікуйте фізичні вправи за формою скорочення м'язів.
4. Класифікуйте фізичні вправи у залежності від характеру основних джерел енергозабезпечення.
5. Класифікуйте фізичні вправи за зонами потужності.
6. Розкрийте поняття «пози» та «рухи».
7. Охарактеризуйте зону роботи максимальної потужності.
8. Охарактеризуйте зону роботи субмаксимальної потужності.

9. Охарактеризуйте зону роботи великої потужності.
10. Охарактеризуйте зону роботи помірної потужності.
11. Надайте характеристику ациклічним рухам.
12. Надайте фізіологічну характеристику нестандартним рухам.

Література:

1. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.
2. Голяка С. К. Фізіологічні основи фізичної культури та спорту: Навчально-методичний посібник для студентів. / С. К. Голяка, С. С. Возний. – Херсон: ПП Вишемирський В. С. , 2015. – 230 с. С. 5-21.
3. Босенко А. І. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. – 62 с. С. 10-18.
4. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
5. Комісова Т. Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник – Харків, 2022. – 146 с. С. 47-61.
6. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
7. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2024. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Діяльність серцево-судинної та дихальної систем під впливом спринтерського бігу

Оснащення: сфігмоманометри, секундоміри, мішки Дугласа, сухі спірометри, монітори серцевого ритму.

Досліджувані: студент будь якої статі і спортивної спеціалізації.

Дослідники: П'ять студентів. Перший дослідник здійснює фіксацію ЧСС; другий дослідник визначає ЧД; третій дослідник визначає АТ; четвертий дослідник визначає ХОД; п'ятий дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: У досліджуваного одночасно визначають АТ, ЧД, ЧСС, ХОД. На основі отриманих даних розраховуються показники СОК, ХОК, СК. Після цього досліджуваний виконує 15 хвилинну розминку. На наступному етапі досліджуваний пробігає дистанцію 100 м з максимальною швидкістю. Одразу після фінішу і кожних наступних 5 хв дослідники роблять 6 поетапних вимірювань тих самих показників. Здійснюють розрахунки. Отримані дані заносять у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Показники	Перед бігом на 100 м	Після бігу на 100 м					
		одразу після фінішу	на 6-й хвилині	на 11-й хвилині	на 16-й хвилині	на 21-й хвилині	на 26-й хвилині
ЧСС, уд.·хв ⁻¹							
АТ, мм рт.ст.							
СОК, мл							
ХОК, мл·хв ⁻¹							
ЧД, за 1 хв							
ХОД, л·хв ⁻¹							
СК, л·хв ⁻¹							

Робота 2. Діяльність серцево-судинної та дихальної систем під впливом бігу помірної інтенсивності

Оснащення: сфігмоманометри, секундоміри, мішки Дугласа, сухі спірометри, монітори серцевого ритму.

Досліджувані: той самий студент, що виконував біг на 100 м у попередній роботі (перша і друга роботи виконуються у різні дні).

Дослідники: П'ять студентів. Перший дослідник здійснює фіксацію ЧСС; другий дослідник визначає ЧД; третій дослідник визначає АТ; четвертий дослідник визначає ХОД; п'ятий дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: У досліджуваного одночасно визначають АТ, ЧД, ЧСС, ХОД. На основі отриманих даних розраховуються показники СОК, ХОК, СК. Після цього досліджуваний виконує 15 хвилинну розминку. На наступному етапі досліджуваний пробігає дистанцію 2000 м з помірною інтенсивністю. Одразу після фінішу і кожних наступних 5 хв дослідники роблять 6 поетапних вимірювань тих самих показників, здійснюють розрахунки. Отримані дані заносять у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4

Показники	Перед бігом на 100 м	Після бігу на 100 м					
		одразу після фінішу	на 6-й хвилині	на 11-й хвилині	на 16-й хвилині	на 21-й хвилині	на 26-й хвилині
ЧСС, уд.·хв ⁻¹							
АТ, мм рт.ст.							
СОК, мл							
ХОК, мл·хв ⁻¹							
ЧД, за 1 хв							
ХОД, л·хв ⁻¹							
СК, л·хв ⁻¹							

Лекція 6. ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ РУХОВИХ НАВИЧОК ТА РОЗВИТКУ РУХОВИХ ЯКОСТЕЙ

План

1. Механізм формування та компоненти рухової навички.
2. Фази утворення рухової навички та її стійкість у часі.
3. Фізіологічні механізми прояву та розвитку сили.
4. Фізіологічні механізми прояву та розвитку швидкості.
5. Фізіологічні механізми прояву та розвитку витривалості.
6. Фізіологічні механізми прояву та розвитку спритності.
7. Фізіологічні механізми прояву та розвитку гнучкості.

1. Механізм формування та компоненти рухової навички.

Увесь фонд людини складається з рухів вроджених (безумовні рефлексі) та набутих протягом життя (умовні рефлексі). При цьому у дорослої людини вроджені рухові акти відіграють другорядну роль, зберігаючись у формі найпростіших шкірних, сухожильних, больових, вестибулярних і ін. рефлексів. Усі більш чи менш 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.***

Слід зазначити, що окрім безумовних рефлексів людина успадковує здатність до утворення нових рухових навичок, тобто тренованість. *Тренованість неоднакова у різних людей, і навіть у однієї людини тренованість по відношенню до різних видів діяльності неоднакова. Тренованість значно змінюється з віком та кваліфікацією спортсмена.*

Фізіологічним механізмом тренування внаслідок якого формуються нові індивідуально набуті види рухової діяльності, у тому числі спортивна техніка, є тимчасові зв'язки, що утворюються за принципом умовних рефлексів. Нові умовні рефлексі формуються внаслідок набуття здатності викликати рефлексорну відповідь, чи виникненню нових рухових реакцій. При цьому нові рухи виникають

внаслідок формування нових тимчасових зв'язків, що забезпечують нову форму рухів чи нову комбінацію із уже відомих елементів.

При утворенні рухових навичок у людини велике значення мають тимчасові зв'язки вищих порядків, що утворюються при взаємодії через другу сигнальну систему (не лише шляхом показу, але й за допомогою словесних інструкцій). Під час формування рухової навички спостерігається утворення не лише нових рухових актів чи їх комбінації, але і утворення тимчасових зв'язків, які забезпечують ефективне функціонування вегетативних органів, що підтримують активність рухового апарату. Таким чином, утворюються рухові і вегетативні компоненти рухової навички. При цьому утворення рухових і вегетативних компонентів відбувається неодноразово. *У навичках із простими рухами (біг) швидше формуються рухові компоненти, а у навичках із складними рухами (гімнастика, боротьба, ігри) – вегетативні. При цьому вегетативні компоненти можуть виявитись більш інертними, ніж рухові.*

Засвоєння нової техніки рухів завжди відбувається на основі раніше сформованих в організмі рухових актів. Тому процес вивчення нових складних рухів доцільно розпочинати з підготовчих вправ, що включають елементи техніки руху, і лише потім поєднувати їх у єдиний цілісний комплекс рухів (метод розчленування складної вправи на прості елементи). При цьому слід пам'ятати про необхідність формування правильних рухів із самого початку вивчення техніки. Це зумовлено стійкістю уже вироблених навичок у часі, та складністю корекції уже засвоєних неправильних рухових актів.

*Рухова навичка, як правило, є не елементарним руховим актом, а комплексом рухів, що складається із ряду елементів (фаз), що зв'язані один з одним у цілісний руховий акт. Під час формування рухової навички окремі елементи формують своєрідну ланцюгову послідовність реакцій, що має назву **динамічного стереотипу**. При цьому під динамічним стереотипом розуміють стереотипну*

послідовність елементів або фаз руху, кожен з яких може змінюватись у залежності від зовнішніх умов чи внутрішнього стану організму (втома, травми і ін.). *Утворення динамічного стереотипу характерне для циклічних вправ.* У той же час у ряді ациклічних вправ (ігри, одноборства) динамічний стереотип як цілісна система зміни фаз руху, як правило, не утворюється. Важливе значення у формуванні нових рухових навичок має процес екстраполяції. **Екстраполяція** – це *властивість нервової системи на основі наявного досвіду вирішувати нові рухові задачі.* Здатність до екстраполяції значно зростає при збільшенні запасу уже засвоєних рухів. Екстраполяція використовується не лише при засвоєнні нових рухів, але і при зміні умов виконання уже засвоєних рухів (ходьба у різних умовах, при нахилі тіла, при поворотах і ін.). При цьому діапазон екстраполяції завжди дещо обмежений наявним фондом рухових навичок. Так, рухові навички футболіста мало сприяють екстраполяції при виконанні прийомів боротьби чи плавання. Тому при підборі комплексу підготовчих вправ важливо включати у нього вправи, які будуть сприяти засвоєнню основної вправи.

2. Фази утворення рухової навички та її стійкість у часі.

Утворення нової рухової навички відбувається у кілька етапів, які можна назвати стадіями або фазами.

Під час першої стадії (фази) відбувається іррадіація 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 реєструються 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 у інтервалах між ними.

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. Біопотенціали реєструються переважно у м'язах, що необхідні для рухів, імпульси електричної активності стають короткими і вираженими.

На третій стадії відбувається стабілізація, автоматизація компонентів рухової навички. 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.

Рухові навички, як і інші прояви тимчасових зв'язків, недостатньо стабільні на початку утворення, проте на наступних стадіях розвитку стають все більше і більше стабільними. При цьому простіші рухові навички характеризуються вищою стійкістю. Навички із складною координацією рухів менш стійкі. Тому навіть висококваліфікованому спортсмену складно кожного разу показувати найкращу техніку виконання вправ. Крім того, на стійкість навички впливає стан нервової системи (втома, сторонні подразники, і ін.), гіпоксія, десинхронізація часових ритмів при далеких перельотах і ін. Припинення тренувань веде до поступової втрати рухової навички. При цьому найбільш складні рухові компоненти можуть втрачатись протягом перерви навіть у кілька днів. Нескладні компоненти більш стійкі, і можуть зберігатись місяцями і роками. Так, елементарні рухові навички плавання чи їзди на велосипеді зберігаються практично все життя. Вегетативні компоненти при короткочасній зміні діяльності перебудовуються повільніше, ніж рухові. Проте за умови тривалої перерви (місяці і роки) вегетативні компоненти навички, на відміну від рухових, можуть повністю згасати.

3. Фізіологічні механізми прояву та розвитку сили.

До основних рухових якостей належать сила, швидкість, витривалість, гнучкість. В основі їх розвитку лежать морфофункціональні зміни у ряді систем організму, зокрема у опорно-руховому апараті, вегетативних органах, центральних і периферичних частинах нервової системи. Зміни ці дещо відмінні для кожної із названих якостей, більш того, розвиток сили, може, наприклад, супроводжуватись зменшенням витривалості чи швидкості рухів.

Виконання будь-яких рухів вимагає певної сили та швидкості. Швидкість та сила під час виконання спортивних вправ характеризуються певною оберненою залежністю. Так, вправи із зовнішнім навантаженням, близьким чи рівним максимальній ізометричній силі (МІС) м'язів, належать до силових (стійка на кистях, хрест, рівновага на кільцях, піднімання штанги і ін.). У випадку, якщо вправа вимагає прояву сили у межах 40-70% від максимальної ізометричної сили, спостерігається поєднання максимальної швидкості та сили рухів. Такі вправи належать до швидкісно-силових (спринт, стрибки). При переміщенні малої маси (менше 40% від МІС) досягається максимальна швидкість руху при прикладанні невеликих зусиль. Такі вправи належать до швидкісних (метання і ін.).

Сила м'язів – це здатність долати зовнішній опір за рахунок скорочень м'язів. Існує кілька різновидів сили. Так, за умови ізометричного скорочення м'язи виявляють максимальну статичну силу (МСС). При цьому відношення МСС до анатомічного перетину м'яза називається відносною силою м'яза, а відношення МСС до фізіологічного перетину – абсолютною силою м'яза ($0,5-1 \text{ Н/см}^2$).

(Фізіологічний поперечний перетин – площа поперечного перетину всіх волокон м'яза. У м'язів з косим напрямком волокон (одноперистих, двоперистих) фізіологічний поперечний перетин більший, ніж анатомічний, тому за однакового анатомічного поперечного перетину в таких м'язів сила більша.)

На рисунку 6.1 наведено зображення фізіологічного і анатомічного поперечного перетину м'язів.

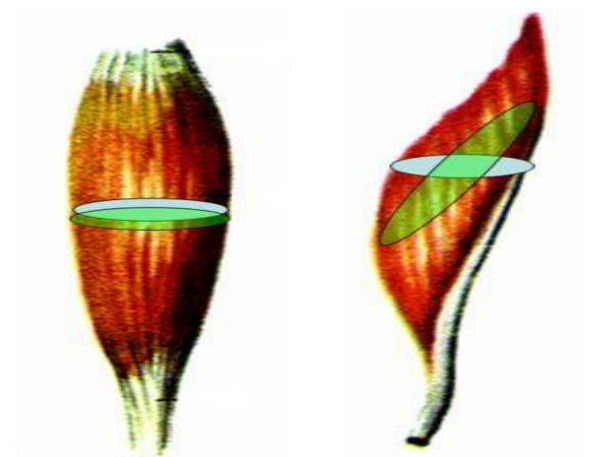


Рис. 6.1. Фізіологічний і анатомічний поперечний перетин м'язів.

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'язова координація – число і степінь активації рухових одиниць та їх взаємодія в часі; міжм'язова координація – взаємодія м'язів антагоністів і синергістів, фіксація суміжних суглобів і ін.).

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 сили 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. Так, *сила м'язів зростає із збільшенням площі їх поперечного перерізу – робочої гіпертрофії.*

Виділяють два крайні типи робочої гіпертрофії:

- **саркоплазматична** (збільшення об'єму саркоплазми, тобто нескоротливої частини м'язів, спостерігається збільшення кількості нескоротливих, втому числі мітохондріальних білків, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну). При цьому типі гіпертрофії спостерігається також збільшення капіляризації м'язів. Найбільш схильні до такого типу гіпертрофії повільні (ПС) та швидкі окислювальні (ШС-а) м'язові волокна. Така гіпертрофія мало впливає на силу м'язів, проте супроводжується зростанням їх витривалості.
- **міофібрилярна** (збільшення об'єму міофібрил, тобто скоротливого апарату). Спостерігається значне збільшення МСС, зростає абсолютна сила м'язу. Найчастіше спостерігається у випадку швидких (ШС-б) волокон.

В основі робочої гіпертрофії лежить інтенсивний синтез і зменшення розпаду м'язових білків, що супроводжується збільшенням синтезу ДНК та РНК. Окрім того, синтез актину і міозину може посилюватись внаслідок утворення креатину під час скорочення м'язів.

Під впливом силового тренування можуть спостерігатися зміни у композиції м'язу. Хоча співвідношення швидких і повільних волокон практично не змінюється, проте серед швидких волокон зростає частка швидких гліколітичних.

Окрім того, *гіпертрофія швидких волокон виражена значно більше, ніж повільних*, тому об'єм, який вони займають у м'язовому волокні, значно зростає.

Сила м'язів, що вимірюється за умов динамічного режиму скорочення, називається динамічною силою. При цьому тренування динамічної сили під час тренувань може практично не вплинути на максимальну статичну силу (МСС). У той же час статичні вправи переважно збільшують МСС, значно менше впливаючи на величину динамічної сили. Сила значно зростає у старшому шкільному віці. У 14-17 р. спостерігається сенситивний період розвитку сили м'язів. Максимального розвитку сила досягає у 18-20 р.

Отже, серед факторів, які визначають силові здібності, слід виділити: кількість м'язової тканини; композиційний склад м'язової тканини (співвідношення швидких та повільних м'язових волокон); здатність нервової системи підтримувати максимальну частоту імпульсів від працюючих м'язів; біохімічний склад м'язової тканини (вміст актину і креатину). Крім цього успішне виконання силових вправ залежить від вольових якостей людини, біомеханічних характеристик руху та рівня розвитку інших фізичних якостей.

Для оцінки силових здібностей існує безліч тестів. Так для діагностики вибухової сили можна застосовувати біг на 10 м з низького старту, стрибок з місця вгору, стрибок у довжину з місця, штовхання ядра, метання набивного м'яча тощо. За методом, розробленим Абалаковим, вибухову силу тестують за допомогою приладу, який складається з пружного затискувача (резинки), що фіксується до підлоги або до дерев'яної планки. Через щілину під затискувачем пропускають кравецьку стрічку. До її верхнього кінця фіксується мотузка, петля якої протягується в пасок. Досліджуваній розміщує пасок на талії і займає вихідне положення стоячи, ноги на ширині плечей. На підлозі на рівні носків робиться позначка, а на кравецькій стрічці на рівні затискувача фіксується показник в положенні стійки на носках. Потім досліджуваній займає положення напівприсід і

виконує максимально можливий стрибок уверх. Отриманий результат вважається об'єктивним, якщо досліджуваний після стрибка майже не переходить позначку на підлозі. Виконується три спроби. Враховується краща спроба. Для визначення показника вибухової сили від величини, зафіксованої на кравецькій стрічці при стрибку вверх, віднімається величина при вихідному положенні стійки на носках.

Максимальну силу м'язів визначають методом динамометрії. Існують спеціальні динамометричні пристрої для визначення максимальної сили окремих м'язових груп. Найвідоміший пристрій – це кистьовий динамометр (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Кистьовий динамометр.

Силу статичну витривалість тестують за допомогою гімнастичних силових вправ на утримання певного положення (наприклад утримання «до відмови» прямого кута між прямими ногами і тулубом у положенні вис на перекладині). Для

оцінки силової статичної витривалості м'язів-розгиначів спини використовують тест, який передбачає дії, описані нижче. Досліджуваний знаходиться в положенні лежачи на животі, руки прямі – вгору. За командою досліджуваному пропонується водночас максимально підняти злегка розведені руки й ноги і утримувати таке положення «до відмови». Якщо іспитований не може утримувати це положення 60 с, то це свідчить про недостатню статичну силову витривалість м'язів-розгиначів спини.

Силову статичну витривалість сідничних м'язів можна оцінити наступним чином. Для цього необхідно, щоб досліджуваний знаходився в положенні лежачі на животі на краю кушетки (край кушетки на рівні клубової кістки), ноги опущені, руки вгору – фіксовані кистями за край кушетки. За командою підняти обидві ноги вище поверхні кушетки – ноги розведені на 10° , зігнуті у колінних суглобах під кутом 45° для виключення допомоги з боку двоголового м'яза стегна. Тримати «до відмови». Якщо час утримання даної пози становить менше 60 с, то це свідчить про недостатню статичну силову витривалість сідничних м'язів.

Силову динамічну витривалість тестують за допомогою динамічних вправ (наприклад жим штанги «до відмови» в положенні лежачи або згинання та розгинання рук в упорі лежачи від гімнастичної лави «до відмови»).

4. Фізіологічні механізми прояву та розвитку швидкості.

Швидкість – це здатність виконувати рухи у мінімальний для даних умов відрізок часу. 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 відсоток швидких волокон становить 76%, у стрибунів – 53,3%, у бігунів на середні дистанції – 48,1%. У процесі занять фізичними вправами ріст швидкісних показників обумовлений такими змінами:

- збільшення лабільності нервових і м'язових клітин;
- зменшення часу проведення збудження через синапси;
- покращення нервово-м'язової координації (синхронізація активності рухових одиниць, покращення координації діяльності м'язів-антагоністів);
- підвищення швидкості розслаблення м'язів.

Швидкість рухів у шкільному віці поступово зростає, саме на вік 10-15 років припадає сенситивний період розвитку швидкості. У 15 років показники швидкості досягають рівня дорослих і залишаються стабільними до 35 років.

Однозначного поняття швидкості не існує через те, що швидкість проявляється різними формами, а саме, елементарними й комплексними. Елементарні форми швидкості проявляються: швидкістю виконання окремого руху, швидкістю простої та складної рухової реакції у відповідь на подразник, частотою рухів окремих частин тіла. Комплексні форми швидкості проявляються в складних рухових актах і включають елементарні форми в різних сполученнях. Прикладом комплексного прояву швидкості є швидкість пересування тіла у просторі під час бігу, ходьби, плавання тощо (дистанційна швидкість); швидкість виконання рухових дій в спортивних іграх (кидок м'яча по воротах у гандболі) або в єдиноборствах (підсічки і кидки); уміння набирати швидкість після старту. З огляду на вищевикладене в теорії і практиці фізичного виховання використовують поняття «швидкісні здібності».

У літературних джерелах ми не зустрічали визначення, яке б узагальнило усі види швидкості. Наведемо декілька: «швидкість – це здатність виконувати рухи за мінімальний проміжок часу»; «швидкісні здібності це комплекс функціональних властивостей, які забезпечують виконання рухових дій за мінімальний проміжок

часу», але під ці поняття не підпадає швидкість рухової реакції у відповідь на подразник. Здатність проявляти швидкісні здібності детермінована функціональними можливостями ЦНС та нервово-м'язового апарату. Функціональні можливості ЦНС обумовлені генетично (зокрема швидкість розповсюдження імпульсів по нервовим клітинам) і піддаються вдосконаленню в незначній мірі. Функціональні можливості нервово-м'язового апарату також зумовлені генетично (співвідношенням у м'язах швидкоскоротливих (ШС) і повільноскоротливих (ПС) волокон, потужністю анаеробних алактатних процесів енергозабезпечення), однак краще піддаються тренуванню, що використовується як незначний резерв у вдосконаленні швидкісних здібностей.

Для оцінки швидкості простої рухової реакції у відповідь на подразник та швидкості окремого руху застосовують наступний тест. Досліджуваний сідає боком до столу. Передпліччя зігнутої у ліктьовому суглобі руки знаходиться на столі. Випрямлена кисть з відставленим великим пальцем знаходиться поза столом. Партнер бере лінійку за верхній кінець таким чином, щоб нульова відмітка знаходилася на рівні верхнього краю кисті. Досліджуваний уважно стежить за позначкою на лінійці. Без подання команди лінійка відпускається, а досліджуваний повинен без переміщення кисті по вертикалі швидко захватити її пальцями. Чим швидше він виконає захват, тим меншою буде відстань від нульової відмітки до ребра кисті (або до верхнього краю кисті) і тим краща швидкість рухової реакції у відповідь на подразник, а також швидкість окремого руху.

Для оцінки швидкості складної рухової реакції, наприклад реакції вибору, використовують слайди з певними руховими ситуаціями. Тривалість експозиції кожного слайда та часові інтервали між експозиціями повинні бути стандартизованими. Оцінивши ситуацію, досліджуваний реагує тією чи іншою дією: натискуванням кнопки, словами, відповідним рухом. Час реакції вибору контролюється хронорефлексометрами.

Частоту рухів можна визначати за тестом «біг на місці з підніманням стегна до прямого кута протягом 5 або 10 с» чи за допомогою так званого «теппінг-тесту». За умовами «теппінг-тесту» досліджуваний повинен з максимальною швидкістю проставляти крапки у десяти квадратах (розміром 5х5 см), які показані на рис. 3. Тривалість проставляння крапок у кожному квадраті становить 5 с. Перехід з одного квадрату в інший здійснюється без перерви за командою дослідника у послідовності, визначеній на рис. 6.3.

1	2	3	4	5
10	9	8	7	6

Рис. 6.3. Модель рисунку для проведення теппінг-тесту

По завершенню тестування підраховується і реєструється кількість крапок у кожному квадраті. Показником прояву швидкості, як частоти рухів, є максимальна кількість крапок в одному з квадратів (як правило, у перших двох). У середньому максимальна кількість крапок, проставлених за 5 с, дорівнює близько 35. Здатність підтримувати високий темп в якомога більшій кількості квадратів свідчить про швидкісну витривалість. Для її визначення необхідно розрахувати у % зменшення кількості крапок у квадратах відносно максимальної кількості проставлених крапок, яка приймається за 100 %.

Швидкість, як здатність пересування тіла у просторі, доцільно визначати за тестом «біг на 30 м з розбігу». Тест «біг на 30 м зі старту» дає комплексну оцінку швидкості, по-перше, як рухової реакції у відповідь на подразник (тобто

характеризує швидкість, як прихований період реакції), по-друге, здатності набирати швидкість після старту, по-третє, швидкості, як пересування тіла у просторі.

5. Фізіологічні механізми 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 і анаеробну витривалість. Фізіологічною основою загальної витривалості є аеробні можливості організму, що залежать від:

- аеробної потужності, тобто максимального споживання кисню (МСК);
- аеробної ємності (здатності тривалий час підтримувати споживання кисню на високому рівні).

Аеробні можливості спортсмена визначаються перш за все його МСК. Чим вище МСК, тим більшу швидкість може показати спортсмен на дистанції, а також об'єм роботи аеробного характеру. Якщо у нетренованих чоловіків МСК в середньому становить 3-3,5 л·хв⁻¹. (45-50 мл·кг⁻¹·хв⁻¹), а у жінок – 2-2,5 л·хв⁻¹. (35-40 мл·кг⁻¹·хв⁻¹), то у висококваліфікованих бігунів-стаєрів МСК становить 5-6 л/хв. (80 мл·кг⁻¹·хв⁻¹), у лижниць – 4 л·хв⁻¹ (70 мл·кг⁻¹·хв⁻¹). При цьому рівень МСК визначається двома групами факторів: можливостями системи транспорту кисню, можливостями використання кисню працюючими м'язами.

Система транспорту кисню включає систему зовнішнього дихання, систему крові, серцево-судинну систему. Високі можливості системи зовнішнього дихання спортсменів забезпечуються такими змінами:

- більшими на 10-20 % легеневиими об'ємами, зокрема ЖЕЛ (до 9 л), наслідком чого є більший дихальний об'єм при тій же ЧД;
- значною витривалістю дихального апарату (80% від максимуму – 11 хв, а нетреновані – лише 3 хв);
- більша витривалість і сила дихальних м'язів;
- підвищена еластичність легень і грудної клітки;
- знижений опір повітроносних шляхів;
- підвищенням ефективності легеневої вентиляції;
- збільшенням дифузійної здатності легень.

Підвищена здатність транспортувати кисень системою крові обумовлена переважно такими змінами:

- зростання систолічного об'єму крові;
- концентрація еритроцитів і гемоглобіну практично не змінюється, але у зв'язку із збільшенням об'єму циркулюючої крові загальний вміст їх зростає (у нетренованих чоловіків гемоглобіну – $10-12 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$, а у стаєрів – $13-16 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$);
- менший вміст лактату, обумовлений такими факторами – м'язи спортсменів продукують менше молочної кислоти, пришвидшене впрацьовування кисневотранспортної системи, посилена утилізація молочної кислоти у працюючих м'язах, знижена концентрація внаслідок більшого об'єму циркулюючої крові.

Збільшення МПК відбувається також у результаті змін в серцево-судинній системі:

- висока продуктивність серця, обумовлена здатністю значно підвищувати CO_2 (спокій – 70 мл – 100-120 мл; навантаження – 120 мл – 190 мл). Збільшення CO_2 досягається збільшенням кінцевого діастолічного об'єму та підвищенням скоротливої здатності міокарду;

- вища ефективність роботи серця, обумовлена здатністю досягти максимального ХОК за нижчих значень ЧСС;
- підвищення системної артеріо-венозної різниці по кисню (ABP-O₂). ABP-O₂ у нетренованих чоловіків становить 140 мл·л⁻¹, а у спортсменів – 155 мл·л⁻¹. Зміни ABP-O₂ обумовлені зменшенням вмісту кисню у венозній крові, тобто його більш ефективній утилізації м'язами;
- збільшення капіляризації працюючих м'язів.

Витривалість також залежить від властивостей працюючих м'язів. Зокрема, у представників видів спорту, в яких важливою є витривалість, значно вищим є відсоток повільних волокон (ПС) – до 80%, що у 1,5 рази більше, ніж у нетренованих. Зараз вважають, що вміст повільних волокон визначається переважно генетичними факторами. У той же час у м'язах стаєрів зростає вміст швидких окислювальних волокон (ШС-а). Це підвищує загальний вміст волокон із аеробним метаболізмом. Тренування витривалості веде переважно до саркоплазматичної гіпертрофії. При цьому зростає вміст мітохондрій (до 300%), ферментів аеробного метаболізму, міоглобіну (1,5-2 рази), глікогену і ліпідів (на 50%), зростання здатності м'язів окислювати вуглеводи та, особливо, жири.

Спеціальна витривалість організму визначається рядом інших факторів.

Статична витривалість визначається здатністю нервових центрів і м'язів підтримувати безперервну активність у анаеробних умовах.

Силова витривалість залежить від здатності витримувати багатократні максимальні м'язові зусилля та явища натужування.

При цьому має значення величина запасів міоглобіну та глікогену. Швидкісна витривалість визначається здатністю нервових центрів підтримувати максимальний ритм активності, а також швидкістю відновлення АТФ у анаеробних умовах.

Сенситивним періодом розвитку витривалості вважається вік 15-20 років, 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.

6. Фізіологічні механізми прояву та розвитку спритності.

У наукових колах найбільше незгодженостей викликає ідентифікація спритності. Розбіжності виникають як у визначенні спритності, так і у тому, які саме властивості об'єднує це поняття. Найбільш узагальнююче визначення спритності таке: **спритність – це здатність людини контролювати свої рухи у силі, просторі і часі.** В.М. Платонов рекомендує дану якість називати координаційними здібностями, розширюючи це поняття ще й здатністю людини опановувати нові рухи, утримувати рівновагу, відчувати ритм рухів, довільно розслабляти м'язи, координувати рухи. А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб зазначають, що спритність – це здатність створювати нові рухові акти і рухові навички; можливість швидко переключатися з одного руху на інший при зміні ситуації; здатність виконувати складно-координаційні рухи. Виходячи з вищезгаданого, критеріями спритності є координаційна складність і точність виконання рухів у поєднанні зі швидкістю їх виконання. В основі координаційних здібностей лежить екстраполяція, орієнтація у мінливому середовищі, прогнозування змін ситуації, швидкість реакції на об'єкт що рухається, рухомість і лабільність нервових процесів, уміння невимушено керувати різними м'язами. Зрозуміло, що діагностувати таку багатогранну якість одним тестом неможливо. Існують тести, за якими визначають один або декілька видів координаційних здібностей.

Для тестування здатності людини опановувати нові рухи необхідно використовувати рухові завдання різної координаційної складності, які раніше не

виконувалися (наприклад, біг на час спиною вперед на дистанцію 30 м). Результати потрібно порівнювати у варіаційному ряді.

Діагностувати здатність утримувати рівновагу можна за допомогою тесту на утримання рівноваги на одній нозі з різними положеннями рук, ніг і вільної ноги або виконанням різних рухових дій з закритими очима.

Відчуття ритму можна тестувати за допомогою метронома. Спочатку досліджуваному пропонується прослухати ритм 20 ударів за 10 секунд. Потім запропонувати відтворити цей ритм (без метронома) 10-секундним бігом з високим підніманням стегна. Чим менше відхилення від 20 кроків за 10 секунд, тим відчуття ритму краще.

Здатність орієнтуватися в часі можна визначити за допомогою тесту, який полягає у повторному подоланні бігом 30 м (або 60 м) за час, витрачений на подолання першого відрізка. Спочатку досліджуваному пропонують пробігти дистанцію 30 м (або 60 м) на 50-70 % від своїх максимальних можливостей. Потім ще двічі з інтервалом у 5 хвилин пробігти цю дистанцію, намагаючись показати той самий час. Чим менша різниця між часом подолання дистанцій, тим краща здатність орієнтуватися в часі.

Слід зауважити, що здатність проявляти спритність тісно пов'язана з іншими якісними параметрами рухової діяльності, яких вимагає конкретна фізична вправа.

7. Фізіологічні механізми прояву та розвитку гнучкості.

Здатність виконувати рухи в суглобах з максимальною амплітудою називають гнучкістю. Можливості проявляти гнучкість обмежуються, з одного боку, еластичністю м'язів, зв'язок і сухожиль, а з іншого, – будовою суглобів. Розрізняють *активну і пасивну гнучкість.*

Активна гнучкість проявляється під час виконання рухів з максимальною амплітудою за рахунок власних зусиль.

Пасивна гнучкість проявляється при виконанні рухів за допомогою сторонніх сил (дії сили тяжіння, допомоги партнера, при використанні технічних засобів).

Пасивна гнучкість завжди перевищує активну.

Найбільшою мірою гнучкість зростає за рахунок покращення еластичності м'язів, оскільки зв'язки та сухожилля за морфологічними особливостями суттєво поступаються м'язам у здатності підвищити свої еластичні можливості. Для діагностики гнучкості рекомендуються такі тестові вправи:

1. Нахил вперед із вихідного положення основна стійка на підвищеній опорі (лава або табуретка) з вертикально закріпленою лінійкою, нульова відмітка якої збігається із поверхнею опори. Поділки, які знаходяться нижче цієї поверхні мають шкалу «+», а ті, що знаходяться вище цієї поверхні, шкалу «-». Фіксується результат, який досліджуваний може зафіксувати протягом 2 секунд, що дає змогу оцінити активну гнучкість.

2. Викрут з гімнастичною палицею, не згинаючи рук. Рівень рухливості у плечових суглобах оцінюється за відстанню між великими пальцями рук. Чим менша відстань, тим вищий рівень гнучкості.

3. «Міст». У будь-який спосіб прийняти положення «міст» і переступанням ніг досягти найменшої відстані між руками і ногами. Цей тест оцінює гнучкість хребта, кульшових та плечових суглобів.

У практиці фізичного виховання тестова вправа «міст» іноді використовується як тренувальна. Разом з тим слід зауважити, зловживати нею не можна через можливі негативні структурні зміни у міжхребцевих дисках поперекового відділу хребта.

Контрольні питання:

1. Що Ви розумієте під поняттям «руховий навик»? Який зв'язок між тренуваністю і руховим навиком?
2. Що Ви розумієте під поняттям «динамічний стереотип»? Для яких видів фізичних вправ характерне формування динамічного стереотипу? Чому?
3. Який зв'язок між екстраполяцією і утворенням нових рухових навичок?
4. Чому утворення нової рухової навички відбувається у кілька етапів? Охарактеризуйте кожен із етапів.
5. Надайте визначення сили, як фізичної якості людини. Які фізіологічні фактори визначають силові здібності людини?
6. Які форми прояву силових здібностей Ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
7. У чому відмінність між фізіологічним і анатомічним поперечним перетином м'язів?
8. Які тести застосовують для контролю силових здібностей?
9. Надайте визначення швидкості, як фізичної якості людини. Які фізіологічні фактори визначають швидкісні здібності людини?
10. Які форми прояву швидкісних здібностей Ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
11. Які тести застосовують для контролю швидкісних здібностей?
12. Надайте визначення спритності, як фізичної якості людини. Які фізіологічні фактори визначають спритність людини?
13. Які форми прояву спритності Ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
14. Які тести застосовують для контролю спритності?

15. Надайте визначення гнучкості, як фізичної якості людини. Які фізіологічні фактори визначають гнучкість людини?
16. Які тести застосовують для контролю гнучкості?
17. Надайте визначення витривалості, як фізичної якості людини. Які фізіологічні фактори визначають витривалість людини?
18. Які форми прояву витривалості Ви знаєте? Охарактеризуйте їх.
19. Які тести застосовують для контролю витривалості?

Література:

1. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.
2. Босенко А. І. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. – 62 с. С. 43-47.
3. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
4. Комісова Т. Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник. – Харків, 2022. – 146 с. С. 47-61.
5. Фурман Ю.М. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів / Ю.М. Фурман, В.М. Мірошніченко, С.П. Драчук. – К.: НУФВСУ, вид-во «Олімп. л-ра», 2013. – 184 с. ISBN978-966-8708-72-5 С. 43-50.
6. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
7. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2019. 648 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Оцінка швидкості, як максимальний темп руху, та швидкісної витривалості

Оснащення: секундомір, білий папір формату А 4, олівець.

Досліджувані: студенти.

Дослідники: викладач.

Хід роботи: На папері розграфлені квадрати як показано на рис. 6.3. За командою викладача студенти олівцем ставлять максимальну кількість крапок у кожному квадраті по черзі без перерви. Кожних 5 с викладач дає команду перейти на інший квадрат. По завершенню тестування підраховується кількість крапок у кожному квадраті. Швидкість оцінюють за найбільшою кількістю крапок у одному із квадратів.

Швидкісна витривалість оцінюється за здатністю підтримувати високий темп у кожному із квадратів. Студентам необхідно розрахувати на скільки відсотків зменшилася кількість крапок у кожному квадраті по відношенню до максимальної.

Робота 2. Визначення і оцінка статичної силової витривалості

Оснащення: кушетка, секундомір.

Досліджувані: усі студенти по черзі.

Дослідники: усі студенти по черзі.

Хід роботи: Досліджуваний лягає на кушетку на живіт, руки вгору. За командою досліджуваний піднімає максимально вгору злегка розведені в сторони прямі руки і ноги та утримує таке положення до відмови. Якщо результат становить 60 с і більше, це свідчить про достатній рівень силової статичної витривалості м'язів спини.

Робота 3. Визначення і оцінка активної гнучкості хребта

Оснащення: гімнастична лавка, лінійка.

Досліджувані: усі студенти по черзі.

Дослідники: усі студенти по черзі.

Хід роботи: Дослідник встановлює лінійку таким чином, що її нульова позначка співпадала з верхнім краєм гімнастичної лавки. Досліджуваний стає босими ногами на лавку таким чином, щоб лінійка була між правою і лівою стопами. Потім досліджуваний робить максимальний нахил вперед, торкаючись пальцями лінійки, зберігаючи це положення не менше 3 с. Дослідник фіксує результат по місцю торкання кінчиків пальців до лінійки.

Результати слід порівнювати між собою, а також зробити висновки щодо гендерних особливостей.

Лекція 7. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ТРЕНОВАНOSTІ

План

1. Фізіологічна характеристика тренування і стану тренованості.
2. Фізіологічні основи процесу тренування.
3. Фізіологічні основи стану тренованості.
4. Показники функціональної підготовленості у спокої.
5. Фізіологічна характеристика перетренованості та перенапруження.

1. Фізіологічна характеристика тренування і стану тренованості.

Спортивне тренування являє собою спеціалізований педагогічний процес, спрямований на підвищення загальної фізичної підготовленості та спеціальної працездатності.

Спортивне тренування, з фізіологічного погляду, представляє собою багаторічний процес адаптації організму людини до вимог, які йому висуває обраний вид спорту.

Як у будь-якому педагогічному процесі, у ході тренування дотримуються загальних педагогічних принципів:

- активності,
- свідомості,
- наочності,
- систематичності,
- послідовності,
- доступності,
- міцності.

Разом з тим, є специфічні принципи тренування:

- єдність загальної і спеціальної фізичної підготовки,
- безперервність та циклічність тренувального процесу,
- поступове та максимальне підвищення тренувальних навантажень.

Ці принципи обумовлені закономірностями розвитку фізичних якостей та формування рухових навичок у людини, особливостями функціональних перебудов в організмі, зміною діапазону функціональних резервів спортсмена.

2. Фізіологічні основи процесу тренування.

Лише на базі загальної (неспеціалізованої) підготовки в результаті розвитку фізичних якостей та зростання функціональних можливостей організму, здійснюється перехід до спеціалізованих форм підготовки спортсмена у вибраному виді спорту. Цей процес має бути по можливості безперервним, оскільки перерви у систематичних заняттях призводять до різкого падіння досягнутого рівня розвитку фізичних якостей та освоєння рухових навичок. Так, наприклад, у підлітків досягнутий протягом першого року занять рівень зростання м'язової сили за час літньої перерви практично повністю втрачається.

Циклічність тренувального процесу пов'язана з тим, що вихід на найбільш високий рівень спеціальної працездатності здійснюється поступово протягом **підготовчого періоду** (3-4 місяці). До **змагального періоду** спортсмен досягає високого рівня працездатності, але підтримувати цей досягнутий на даному етапі найвищий рівень функціональних та психічних можливостей людина може лише обмежений час – не більше 4-5 місяців. Після чого необхідний певний відпочинок, переключення на іншу діяльність, зниження навантаження, тобто **перехідний період**.

Річний тренувальний цикл **макроцикл** (або 2 цикли на рік), у свою чергу, поділяється на проміжні **мезоцикли**, а ті – на тижневі **мікроцикли**. Така циклічність дозволяє варіювати застосовувані фізичні навантаження.

Правильне чергування інтенсивності (важкості) фізичних навантажень з оптимальними інтервалами відпочинку забезпечує можливість використання явищ суперкомпенсації – надвідновлення організму, коли наступне тренувальне заняття

починається з вищого рівня працездатності, в порівнянні з вихідним. У такому режимі неухильно зростають результати спортсмена та зберігається його здоров'я. Занадто великі інтервали не дають ніякого приросту, а недостатні інтервали приводять до зниження працездатності та погіршення функціонального стану організму.

Тренувальні навантаження повинні поступово підвищуватися, залежно від досягнутого рівня функціональних можливостей, інакше навіть за систематичних занять забезпечуватиметься лише їх підтримуючий ефект. Наприклад, при фізичних навантаженнях у молодих людей ЧСС має бути вище $150 \text{ уд.} \cdot \text{хв}^{-1}$, а у літніх – вище $130 \text{ уд.} \cdot \text{хв}^{-1}$ інакше адаптивних зрушень в організмі, зокрема у стані серцевого м'яза, не спостерігатиметься.

Для досягнення високих спортивних результатів слід використовувати максимальні навантаження, що викликають мобілізацію функціональних резервів центральної нервової системи, рухового апарату та вегетативних систем, залишаючи функціональний та структурний слід від тренування.

3. Фізіологічні основи стану тренованості.

Правильна організація тренувального процесу зумовлює стан *адаптованості спортсмена до спеціалізованих навантажень* або стан *тренованості*.

Його характеризують:

- 1) підвищення функціональних можливостей організму.*
- 2) збільшення економічності його роботи.*

Оволодіння раціональною технікою виконання вправ, досконалість координації рухів, підвищення економічності дихання та кровообігу призводять до зниження енерговитрат на стандартну роботу, тобто підвищує її ККД. Найбільш високий рівень тренованості досягається в стані *спортивної форми*. Цей стан

вимагає максимально можливої мобілізації всіх функціональних систем організму, значної напруги регуляторних процесів. Відповідно, він не може зберігатися тривалий час, в залежності від індивідуальних особливостей спортсмена, його кваліфікації та інших факторів. Ціна такого рівня адаптації виявляється високою – при цьому підвищується реактивність організму на дію несприятливих умов середовища, знижується його стійкість до простудних та інфекційних захворювань, тобто різко знижується імунітет.

Характер фізіологічних зрушень визначається спрямованістю тренувального процесу – на швидкість, силу чи витривалість; особливостями рухових навичок; величиною навантаження на окремі м'язові групи тощо. У залежності від спрямованості тренувальні ефекти будуть специфічними.

Тренувальний ефект залежить від обсягу фізичного навантаження, його тривалості, інтенсивності та частоти. Однак у кожної людини є генетично визначена межа функціональних перебудов у процесі тренування – його генетична норма реакції. При однакових фізичних навантаженнях різні люди відрізняються за величиною та швидкістю змін функціональної підготовленості, тобто за рівнем тренуваності.

Вплив спадкових факторів визначає ступінь розвитку фізичних якостей. Якостями які найменше піддаються тренуванню є швидкість, гнучкість, швидкісно-силові можливості.

На основі багатолітніх досліджень розроблено методики спортивного відбору і спортивної орієнтації. Це дозволяє за генетично обумовленими характеристиками які легко визначаються (наприклад за морфологічними) зробити висновки щодо перспективності занять певним видом спорту або певної спеціалізації у виді спорту. Наприклад, високий і худий юнак (чи дівчина) з високим центром ваги і гарними результатами у стрибку в довжину можуть бути потенційними висококласними стрибунками у висоту.

4. Показники функціональної підготовленості у спокої.

У центральній нервовій системі спортсмена відзначається високий рівень лабільності нервових центрів, оптимальна збудливість та хороша рухливість нервових процесів (збудження та гальмування). У спортсменів, які мають високий рівень швидкості, зменшений час рухової реакції.

Руховий апарат кваліфікованих спортсменів відрізняється більшою товщиною та міцністю кісток, вираженою робочою гіпертрофією м'язів, їх підвищеною лабільністю та збудливістю, більшою швидкістю проведення імпульсів нервами, запасами м'язового глікогену та міоглобіну, високою активністю ферментів. Про покращення іннервації м'язів свідчать факти потовщення нервово-м'язових синапсів та збільшення їх числа. Спортсмени мають високі показники довільного напруження м'язів і в той же час високий ступінь їх розслаблення, тобто велику величину амплітуди твердості м'язів.

Обмін речовин спортсменів характеризується збільшенням запасів білків та вуглеводів, зниженням рівня основного обміну (лише у змагальному період основний обмін може бути підвищений через недостатнє відновлення).

Дихання спортсменів ефективніше, оскільки збільшена ЖЕЛ (до 6-8 л), тобто розширена дихальна поверхня; більше глибина вдиху, що покращує вентиляцію легень і знижує частоту дихання (до 6-12 вдихів за 1 хв). Краще розвинені та витриваліші дихальні м'язи. Величина хвилинного об'єму дихання у спокої не змінена (через протилежні зрушення частоти та глибини дихання), але максимальна легенева вентиляція значно вища у тренуваних осіб (порядку 150-200 л·хв⁻¹), порівняно з нетренованими (60-120 л·хв⁻¹). Збільшена тривалість затримки дихання (особливо в синхронному плаванні, пірнанні), що свідчить про хороші анаеробні можливості.

У серцево-судинній системі спортсменів також виявлено адаптивні зміни. Треноване серце має великий об'єм та товщину серцевого м'яза. При тренуванні на

витривалість (у бігунів-стаєрів, лижників-гонщиків та ін.) спостерігається особливе збільшення об'єму серця – до 1000-1200 см³ (у нетренованих осіб - близько 700 см³). Великий об'єм серця – до 1200 см³ характерний також для високорослих баскетболістів. Однак зростання об'єму серця більше 1200 см³ матиме негативні наслідки, тому що погіршуються можливості кровопостачання самого серцевого м'яза. Адаптація до швидкісно-силових вправ відбувається переважно через потовщення серцевого м'яза – його робоча гіпертрофія, а об'єм меншою мірою перевищує норму (800-1000 см³). Робоча гіпертрофія серцевого м'яза підвищує потужність роботи серця і забезпечує рух крові у скелетних м'язах при їх нарузі в умовах силових та швидкісно-силових навантажень.

Підвищення загального об'єму серця супроводжується збільшенням резервного об'єму крові і, хоча ударний об'єм крові у спокої практично не зростає, але під час роботи його значне зростання забезпечується за рахунок резервного об'єму. Частота серцевих скорочень спортсменів (особливо у стаєрів) у спокої знижена до 40-50 уд.·хв⁻¹ (в окремих випадках – до 28-32 уд.·хв⁻¹), тобто відзначається спортивна брадикардія. Хвилинний об'єм крові відповідає нормі або трохи нижче за неї.

У спортсменів у стані спортивної форми, в середньому, у 30% випадків спостерігається спортивна гіпотонія – зниження величини систолічного артеріального тиску до 100–105 мм рт. ст. та нижче. Найчастіше це зустрічається у гімнастів та спортсменів-стаєрів. Виразність артеріальної гіпотонії зростає у міру збільшення спортивного стажу та рівня кваліфікації спортсменів. У спортсменів, що спеціалізуються в спортивних іграх, навпаки, в стані спокою артеріальний тиск часто може бути підвищеним.

У системі крові у спортсменів більший об'єм циркулюючої крові, при відносно сталій концентрації гемоглобіну. Загальна кількість гемоглобіну в організмі у тренованого спортсмена (800-1000 г) перевищує його запаси у

нетренованих осіб (700 г). Підвищено лужні резерви, тобто легше протистояти закисленню крові. Це забезпечує велику кисневу ємність крові (до 20-22 %).

Усі перелічені перебудови функціональних показників свідчать про загальну адаптацію організму спортсменів до фізичних навантажень, і зокрема, до особливої функціональної підготовленості – вправ у обраному виді спорту.

5. Фізіологічна характеристика перетренованості та перенапруження.

Відхилення від раціонального режиму тренувальних занять, недотримання оптимальних величин навантаження та тривалості відпочинку ведуть до розвитку станів перетренованості та перенапруги.

Систематичне виконання інтенсивних навантажень на фоні значного недовідновлення організму призводить до розвитку у спортсменів стану перетренованості. Напружена рухова діяльність у цьому випадку перевищує функціональні можливості організму.

***Перетренованість** – це патологічний стан організму спортсмена, викликаний прогресуючим розвитком перевтоми внаслідок недостатнього відпочинку між тренувальними навантаженнями. Головна причина перетренованості – це недостатній відпочинок між навантаженнями.*

Цей стан характеризується стійкими порушеннями рухових та вегетативних функцій, поганим самопочуттям, падінням працездатності. Комплексні обстеження спортсменів виявили переважання тону симпатичної нервової системи, нестійкість психоемоційного стану, який відбивається в великому числі скарг (до 80% випадків), підвищеної дратівливості, слабкості, порушеннях серцево-судинної діяльності. У деяких осіб виникають явища депресії, млявості, відсутність інтересу до тренувань.

За даними коректурного тесту, відмічено зниження розумової працездатності: переважає оцінка низька і нижча за середню (у 60% випадків), і не

спостерігається оцінок високих і вищих за середні. Ступінь порушення мозкових процесів відповідає вираженості патологічних симптомів і падінню фізичної працездатності спортсменів.

У розвитку перетренованості виділяють 3 стадії:

- *Перша стадія* характеризується припиненням зростання спортивних результатів або їх незначним зниженням, поганим самопочуттям, зниженням адаптивних реакцій організму на навантаження.

- *Друга стадія* пов'язана з прогресуючим зниженням спортивних результатів, утрудненням процесів відновлення та подальшим погіршенням самопочуття.

- *Третя стадія* виявляється стійким порушенням функцій серцево-судинної, дихальної та рухової систем, різким зниженням спортивної працездатності, особливо витривалості, важким самопочуттям, постійними порушеннями сну, відсутністю апетиту, втратою маси тіла спортсмена.

Профілактика стану перетренованості полягає у дотриманні режиму тренувань та відпочинку, адекватного функціональним можливостям організму спортсмена.

Відновлення порушеної працездатності вимагає (залежно від важкості стану перетренованості) зниження фізичних навантажень або повного їх припинення. Спортсмену потрібен активний відпочинок або повний відпочинок на період від 1-2 тижнів до 1 місяця. Рекомендується застосування різних реабілітаційних засобів, спеціальної фармакологічної підтримки, масажу, фізіотерапії та інших заходів.

Перенапруження – це різке зниження функціонального стану організму, спричинене порушенням процесів нервової та гуморальної регуляції різних функцій, обмінних процесів та гомеостазу. Воно викликається невідповідністю між потребами організму та можливостями організму забезпечити ці потреби. У розвитку цього стану велика роль гормональної недостатності.

При розвитку перенапруги порушується баланс іонів натрію та калію, що викликає відхилення в нормальному перебігу процесів збудження в нервовій та м'язовій системах. Ці зміни призводять, зокрема, до осередкових та дифузних ураженням серцевого м'яза. При погіршенні її стану можливі навіть розриви м'язових волокон міокарда безпосередньо у процесі проходження дистанції спортсменом.

Головною причиною перенапруги є надмірні фізичні навантаження.

Виділяють *гостру* та *хронічну* перенапругу. *Гостра перенапруга* супроводжується різкою слабкістю, запамороченням, нудотою, задухою, підвищеним серцебиттям, падінням артеріального тиску. У найважчих випадках може викликати печінкові болі у правому підребер'ї, гостру серцеву недостатність, непритомний стан, навіть летальний кінець.

Хронічна перенапруга відзначається при багаторазових застосуваннях тренувальних навантажень, що не відповідають функціональним можливостям організму спортсмена. Вона проявляється у підвищеній втомі, порушеннях сну та апетиту, колючих болях у ділянці серця, стійких підвищеннях або пониженнях артеріального тиску. Працездатність спортсмена при цьому різко падає.

У такому випадку слід припинити фізичні навантаження та необхідне медичне втручання. При цьому необхідно приділяти підвищену увагу збалансованому харчуванню.

Контрольні питання:

1. Який фізіологічний сенс у розподілі тренувального процесу на періоди та цикли?
2. Вкажіть відмінності фізіологічних показників у стані спокою у спортсменів і осіб які не займаються спортом.

3. Обґрунтуйте наявність відмінностей фізіологічних показників у стані спокою у спортсменів різних спеціалізацій.
4. Охарактеризуйте з фізіологічної точки зору стан перетренованості та його стадії. Як запобігти виникненню стану перетренованості.
5. Охарактеризуйте з фізіологічної точки зору стан перенапруги. Як запобігти виникненню стану перетренованості.

Література:

1. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.
2. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
3. Комісова Т. Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник. – Харків, 2022. – 146 с. С. 90-109.
4. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2019. 648 p.
5. Фурман Ю.М. Лабораторні роботи з фізіології рухової активності (Навчально-методичний посібник). – Вінниця, 2018. – 58 с.
6. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ ЛЕКЦІЇ

Робота 1. Дослідження особливостей кровообігу у осіб різної спортивної майстерності.

Обладнання: сфігмоманометр, секундомір.

Досліджувані: Два студенти які мають однакову спортивну спеціалізацію у видах витривалості, але істотно відрізняються за рівнем спортивної майстерності, наприклад, III розряд і майстер спорту.

Дослідники: один студент.

Хід роботи: У обох досліджуваних в положенні сидячи визначають ЧСС, АТ.

Розрахунки: На основі отриманих даних розраховуються величини СОК, ХОК (див. лабораторну роботу 1 до лекції 1).

Показники ЧСС, АТ, СОК і ХОК заносяться у таблицю 7.1.

Таблиця 7.1

Показники	Отримані величини	
	спортсмен нижчого рівня майстерності	спортсмен вищого рівня майстерності
ЧСС, уд. · хв ⁻¹		
АТ, мм рт.ст.		
СОК, мл		
ХОК, мл · хв ⁻¹		

Результати показників ЧСС, АТ, СОК, ХОК отриманих у спортсменів різного рівня спортивної майстерності порівнюються. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Робота 2. Дослідження аеробної продуктивності організму за показником $\dot{V}O_{2\max}$ у спортсменів різного рівня спортивної майстерності.

Обладнання: монітор серцевого ритму, медичні ваги, велоергометр, секундомір.

Досліджувані: Два студенти які мають однакову спортивну спеціалізацію у видах витривалості, але істотно відрізняються за рівнем спортивної майстерності, наприклад, III розряд і майстер спорту.

Дослідники: Два студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та контролює потужність навантаження; другий дослідник здійснює контроль ЧСС та веде протокол дослідження.

Хід роботи: У досліджуваних визначають фізичну працездатність (PWC 170) методом Крапмана зі співавт. Дослідження слід проводити по чергово з одним, потім з іншим спортсменом. Сідло велоергометра встановлюють на такому рівні, щоб у нижньому положенні педалі нога досліджуваного була повністю випрямлена у колінному суглобі. Досліджуваний виконує 2 навантаження на велоергометрі тривалістю по 5 хв з інтервалом відпочинку 3 хв. Частота педалювання становить $60 \text{ об.} \cdot \text{хв}^{-1}$. Потужність навантаження встановлюється на велоергометрі і становить при першому навантаженні становить 1 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного, а при другому навантаженні – 2 Вт на 1 кг маси тіла досліджуваного. По завершенню першого і другого навантаження реєструється ЧСС. Якщо різниця ЧСС між першим і другим навантаженням становить менше $40 \text{ уд.} \cdot \text{хв}^{-1}$, досліджуваний після 3 хв відпочинку виконує третє навантаження з розрахунку 2,5 Вт на 1 кг маси тіла. У цьому випадку до уваги береться перше і третє навантаження.

Розрахунки: Розрахунок PWC 170 здійснюється за формулою (3.1), яка наведена у лекції 3:

На основі отриманих даних розраховують величину максимального споживання кисню ($\text{Vo}_2 \text{ max}$). Для розрахунку $\text{Vo}_2 \text{ max}$ отримані дані підставляють у формулу (3.2), яка наведена у лекції 3.

Потім слід розрахувати відносні показники PWC 170 і $\text{Vo}_2 \text{ max}$. Для цього необхідно показники PWC 170 абс. і $\text{Vo}_2 \text{ max}$ абс. розділити на масу тіла виражену у кг. Абсолютні і відносні показники заносяться у таблицю 7.2.

Результати абсолютних та відносних показників PWC_{170} та $VO_{2\max}$ отриманих у спортсменів різного рівня спортивної майстерності порівнюються. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Таблиця 7.2

Показники	Отримані величини	
	спортсмен нижчого рівня майстерності	спортсмен вищого рівня майстерності
$PWC_{170\text{ абс.}}, \text{ КГМ} \cdot \text{ХВ}^{-1}$		
$PWC_{170\text{ відн.}}, \text{ КГМ} \cdot \text{ХВ}^{-1} \cdot \text{КГ}^{-1}$		
$VO_{2\max\text{ абс.}}, \text{ МЛ} \cdot \text{ХВ}^{-1}$		
$VO_{2\max\text{ відн.}}, \text{ МЛ} \cdot \text{ХВ}^{-1} \cdot \text{КГ}^{-1}$		

Робота 3. Визначення потужності анаеробної алактатної продуктивності організму за 10-секундним Вінгейтським анаеробним тестом (ВАНТ 10) у спортсменів різного рівня спортивної майстерності.

Обладнання: велоергометр, секундомір.

Досліджувані: Два студенти які спеціалізуються на спринтерських дистанціях, але істотно відрізняються за рівнем спортивної майстерності, наприклад, ІІІ розряд і майстер спорту.

Дослідники: Три студенти. Перший дослідник здійснює хронометраж тривалості навантажень та відпочинку; другий дослідник здійснює підрахунок обертів педалей під час навантаження; третій дослідник веде протокол дослідження.

Хід роботи: Досліджувані виконують розминочне навантаження на велоергометрі протягом 5 хв, потужністю 225 Вт із частотою педалювання 60 об. · хв⁻¹. Під час розминки досліджувані здійснюють 4-5 прискорень тривалістю 5-6 с з максимально можливою частотою педалювання. Після цього відпочивають 4 хв. Потім виконують основне навантаження тривалістю 10 с, потужністю 225 Вт із

максимально можливою кількістю обертів педалей. Зважаючи на вплив на результат тестування мотивації досліджуваного виконувати друге навантаження із максимальною мобілізацією зусилля, під час виконання другого навантаження слід застосовувати словесну стимуляцію. Під час другого навантаження підраховують кількість обертів педалей починаючи з 3-ої секунди від початку роботи до 13-ої секунди.

Розрахунки. Розрахунок показника ВАНТ 10 здійснюється за формулами наведеними на рисунку 7.3. Розраховують абсолютний та відносний показники ВАНТ 10.

Таблиця 7.3

Показники	Отримані величини	
	спортсмен нижчого рівня майстерності	спортсмен вищого рівня майстерності
ВАНТ 10 _{абс.} , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$		
ВАНТ 10 _{відн.} , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$		

Результати абсолютних та відносних показників ВАНТ 10 отриманих у спортсменів різного рівня спортивної майстерності порівнюються. На основі порівняльного аналізу формулюються висновки.

Лекція 8. СПОРТИВНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

План

1. Вплив підвищеної температури і вологості повітря на спортивну працездатність.
2. Вплив зниженої температури.
3. Спортивна працездатність в умовах зміненого барометричного тиску.
4. Спортивна працездатність при зміні поясно-кліматичних умов.
6. Фізіологічні зміни в організмі при плаванні.

Спортивна діяльність може здійснюватися в різних умовах довкілля. При цьому спортсмени нерідко зазнають дії ряду екстремальних факторів, що призводить до погіршення їх функціонального стану, зниження загальної та спеціальної працездатності.

1. Вплив підвищеної температури і вологості повітря на спортивну працездатність. Інтенсивні та тривалі фізичні навантаження навіть у комфортних умовах зовнішнього середовища суттєво (у 15-20 разів) збільшують теплопродукцію у працюючих м'язах порівняно з показниками основного обміну. Тепло, що утворилося, передається в кров, переноситься по організму, підвищуючи його температуру до 39-40 ° C і вище (робоча гіпертермія).

Підвищене теплоутворення під час м'язової роботи призводить до зміни існуючих механізмів тепловіддачі.

У комфортних умовах тепловтрати здійснюються таким чином:

- 15 % – за рахунок теплопроведення та конвекції;
- 55 % – шляхом випромінювання;
- близько 30 % – за рахунок випаровування рідини з шкірних покривів та дихальних шляхів.

При цьому на випаровування 1 л рідини витрачається 580 ккал. При підвищенні температури навколишнього повітря тепловіддача шляхом теплопроведення та конвекції різко знижується та зростає випаровування поту. У своє чергу, посилене потоутворення призводить до порушення водного балансу організму – *дегідратації* (зневоднення), яке викликає насамперед напругу функцій серцево-судинної системи. Підвищена вологість повітря серйозно ускладнює тепловіддачу шляхом випаровування поту. Все це веде до нагромадження тепла в організмі, створюючи ризик перегрівання і навіть теплових ударів. Звичайно, за таких умов спортивна працездатність суттєво погіршується.

Вплив підвищеної вологості на працездатність спортсмена обумовлена наступними факторами:

Фізіологічними:

- При високій вологості потовиділення менш ефективно через зменшення випаровування поту, що призводить до перегрівання організму. Це може спричинити тепловий стрес і теплові захворювання, такі як тепловий удар.
- Підвищена вологість збільшує навантаження на серцево-судинну систему, оскільки серце мусить працювати інтенсивніше, щоб підтримувати охолодження організму через збільшення кровообігу до шкіри.
- Умови високої вологості сприяють втраті рідини через потовиділення, що може призвести до дегідратації та електролітного дисбалансу.

Психологічними:

- Висока вологість може спричиняти відчуття дискомфорту та психологічного стресу, що може знижувати мотивацію та концентрацію спортсменів під час тренувань та змагань.

Щоб зменшити негативний вплив підвищеної вологості на працездатність слід дотримуватися наступних рекомендацій:

1. Тренування в умовах високої вологості повинні проводитися поступово, щоб дати організму можливість адаптуватися до нових умов.
2. Забезпечення належного вживання рідини до, під час і після тренувань для підтримки гідратації організму.
3. Включення періодів відпочинку та охолодження в тренувальний процес, використання охолоджувальних пристроїв (наприклад, мокрих рушників).
4. Регулярний моніторинг стану здоров'я спортсменів, особливо в умовах високої вологості, щоб вчасно виявляти ознаки перегрівання або дегідратації.

Таким чином, зниження працездатності спортсменів в умовах підвищеної температури та вологості повітря може бути обумовлено зниженням киснево-транспортних можливостей серцево-судинної системи, дегідратацією організму та розвитком його перегрівання.

На основі механізмів саморегуляції *попередження перегрівання організму здійснюється трьома фізіологічними процесами:*

- Перший полягає у *посиленні шкірного кровотоку*, що збільшує перенесення тепла від ядра до поверхні тіла та забезпечує постачання потових залоз водою. Шкірний кровоток при фізичній роботі в умовах високої температури може збільшуватися у 10-15 разів, становлячи близько 20 % хвилинного об'єму крові. У комфортних умовах за такої ж роботи ця величина досягає всього 5 %.

- Другий фізіологічний процес обумовлений *посиленням потоутворенням* та його випаровуванням. Потовиділення у спортсменів на марафонській дистанції може досягати 12-15 л на добу; у звичайних умовах у стані відносного спокою воно становить 0,5-0,6 л на добу.

- І, нарешті, в умовах підвищеної температури навколишнього середовища зменшуються швидкість споживання кисню та енергетичні витрати, що призводить до зниження теплопродукції.

Втрата води організмом при тренуваннях та змаганнях в умовах спекотного клімату може досягати до 8-10 л на добу. Крім того, втрати води відбуваються шляхом сечовиділення (близько 1л) та випаровування з дихальних шляхів (0,75 л). Звичайно, такі втрати рідини повинні обов'язково поповнюватися. За сучасним уявленням, додатковий прийом рідини потрібно здійснювати у достатній кількості (з урахуванням величини витрат), дрібними дозами, з додаванням солей та вітамінів.

Регулярне перебування людини в умовах підвищеної температури та вологості повітря, а також фізичні тренування, пов'язані з підвищенням температури тіла, що призводять до адаптації (акліматизації) організму, що характеризується підвищенням працездатності в цих мовах. Особи, добре підготовлені фізично, легше переносять підвищення температури та вологості повітря. При підготовці до змагань у спекотному кліматі потрібно проводити тренування у аналогічних умовах за 10-14 діб до старту.

2. Вплив зниженої температури.

За умови перебування людини в умовах зниженої температури повітря (Крайня Північ, Заполяр'я) енергія АТФ витрачається головним чином на теплопродукцію і менше її залишається на забезпечення м'язової роботи. Для збереження тепла в ядрі тіла теплоізолююча оболонка збільшується у 6 разів шляхом зменшення шкірного кровотоку. В організмі відбувається перебудова обмінних процесів. Підвищується потреба у жирах. Калорійність харчування повинна збільшуватися на 5% при кожному зниженні середньомісячної температури повітря на 10° С. При цьому нирками посилено виводяться вітаміни С, В₁ і В₂, але краще засвоюються жиророзчинні вітаміни А, D та Е.

В організмі зменшуються запаси вуглеводів та збільшуються запаси ліпідів. Вміст глюкози у крові без жодних ознак патології зменшується вдвічі (до 45-50

мг/%). Зі зменшенням температури тіла основний обмін збільшується, зростає активність щитовидної залози. Описані перебудови в організмі знижують фізичну працездатність організму, особливо у період полярної ночі.

3. Спортивна працездатність в умовах зміненого барометричного тиску.

Спортсменам нерідко доводиться працювати за умов зміненого барометричного тиску. Тренування та змагання у горах пов'язані із впливом на організм факторів гіпобарії. Вони характеризуються зниженням загального тиску, парціального тиску газів і насамперед кисню, зниженням температури та вологості повітря, високою його іонізацією, підвищеною сонячною радіацією та зменшенням сили гравітації. З іншого боку, аквалангісти, плавці-підводники, акванавти зазнають впливу гіпербаричних умов. І в тому, і в іншому випадку основним біологічним фактором, що викликає погіршення функцій організму і зниження працездатності є кисень. При цьому відсотковий вміст кисню і на висоті, і на глибині залишається постійним (близько 21 %), але зменшується або зростає парціальний (частковий) його тиск, тому на висоті більше 3000 м при вдиханні повітря розвивається киснева недостатність (гіпоксія), а на глибинах понад 60 м (знову ж таки при диханні повітрям) виникає отруєння надлишковим вмістом кисню (гіпероксія).

Вплив пониженого барометричного тиску.

Висоти до 1000 м над рівнем моря прийнято вважати низькогір'ям, від 1000 до 3000 м – середньогір'ям і вище 3000 м – високогір'ям.

У переважній більшості видів спорту змагання проводять на висоті до 1000 м. Разом з тим є види спорту де змагання можуть проводити у середньогір'ї – лижні перегони, шосейні перегони, ковзанярський спорт, гірськолижний спорт біатлон та інші. Є види спорту де тренування і змагання проводять в умовах високогір'я – альпінізм, парашутний спорт, фрірайд та інші. Оскільки змагання у

середньогір'ї більш поширені, вплив пониженого тиску на працездатність спортсмена розглянемо на цьому прикладі.

Перші дні перебування людини у середньогір'ї супроводжуються зниженням аеробних можливостей, збільшенням енерговитрат на те саме навантаження, погіршенням функціонального стану організму, млявістю, порушенням сну. Після 10-15 діб настає адаптація, яка характеризується тим, що у спокої та при помірній м'язовій діяльності люди почуваються добре; важкі фізичні навантаження утруднені, головним чином, внаслідок зниження напруги кисню в крові (гіпоксемія).

При зниженні парціального тиску кисню у повітрі, що вдихається, альвеолярному повітрі та в крові може розвинутися патологічний стан – *гіпоксія*. Цей стан, як правило, розвивається в умовах високогір'я. Гіпоксію нерідко називають «підступним» патологічним станом. В основі підступності лежить характерна тріада ознак:

- ейфорія (підвищений настрій),
- втрата свідомості без провісників, на хорошому психоемоційному фоні,
- ретроградна амнезія (втрата пам'яті про попередню подію).

Зміни функцій організму при гіпоксії носять адаптаційний та компенсаторний характер і спрямовані на боротьбу з кисневою недостатністю. Це проявляється насамперед посиленням функцій органів дихання та кровообігу, збільшенням кількості еритроцитів, гемоглобіну, об'єму циркулюючої крові та зростанням її кисневої ємності.

При кисневої недостатності значної міри чи погіршенні компенсаторних реакцій в організмі у людини розвивається ряд фізіологічних та патологічних змін, які отримали назву гірської чи висотної хвороби. Вона проявляється зниженням рухливості основних нервових процесів, порушенням функцій вегетативних та

сенсорних систем, координації рухів, пониженою здатністю проявляти фізичні якості.

Суб'єктивні ознаки проявляються головним болем, запамороченням, вони супроводжуються носовими кровотечами, задихою, нудотою, блюванням, можлива втрата свідомості. У міру перебування на висоті стійкість організму до нестачі кисню підвищується, покращується самопочуття, стабілізуються функції організму та до певного рівня повертається фізична працездатність. Іншими словами, розвивається адаптація людей або окремих її випадок — акліматизація, яка здійснюється за двома фізіологічними механізмами:

а) шляхом підвищення доставки кисню тканинам унаслідок адаптаційних змін у першу чергу системи крові,

б) пристосуванням органів і тканин до зниженого вмісту кисню у крові та зменшенням внаслідок цього рівня метаболізму.

У перші дні перебування за умов середньогір'я фізична працездатність знижується як за прямими, так і за непрямими її показниками. Особливо суттєво зниження працездатності у представників тих видів спорту, для яких характерний значний кисневий запит (біг на середні та довгі дистанції, плавання, велосипедні та лижні перегони). Головною причиною зниження працездатності у цих умовах є збільшення кисневого боргу. У видах спорту, де робота протікає переважно в анаеробних умовах (гімнастика, акробатика, важка атлетика, спринтерський біг), результати практично не змінюються.

Після перебування спортсменів у середньогір'ї та після повернення їх на рівнину, протягом 3-4 тижнів зберігається підвищена фізична працездатність, а спортивні результати нерідко покращуються. **Фізіологічний зміст цього явища полягає в адаптованості організму до умов гіпоксії.** Тому перед відповідальними змаганнями, особливо у видах спорту на витривалість, рекомендуються тренування спортсменів у гірських умовах. Розроблено також тренування з диханням у

замкнутому просторі (наприклад, у гумовий мішок чи протигаз), в якому знижується вміст кисню і накопчується вуглекислий газ (розвивається гіперкапнія). Слід зауважити, що метод проведення тренувальних зборів у сердньогір'ї перед відповідальними змаганнями не має 100 % підтвердження ефективності у спортивному результаті, тому серед фахівців практиків однозначної думи з цього питання не існує. Але доведена ефективність стосовно зміни вищезгаданих функціональних показників кардіореспіраторної системи.

Вплив підвищеного барометричного тиску.

Представники деяких спортивних спеціалізацій (акванавти, пірнальники, підводні плавці, аквалангісти) в період перебування під водою піддаються впливу підвищеного барометричного тиску. У комплексній дії факторів, що визначають специфіку такої роботи, провідна роль належить впливу підвищеного тиску середовища і його перепадів, підвищених парціальних тисків газів, а також змін, що відбувається в організмі внаслідок порушення газової рівноваги з середовищем.

Дослідження впливу підвищеного барометричного тиску на організм людини пов'язані з методичними труднощами, які визначаються тим, що експериментатор не завжди може перебувати разом з обстежуваним; у багатьох випадках виявляється неможливим використання необхідної апаратури. Тому більшість фактичних матеріалів про вплив гіпербарії на організм отримано в період післядії.

При аналізі реакцій організму на дію перерахованих факторів слід пам'ятати, що у процесі еволюції в людини і наземних тварин не виробилися спеціальні адаптаційні механізми, що реагують на значне зростання парціальних тисків кисню та інших газів, на процес проникнення їх у кров та тканини. Свої захисні функції організм здійснює опосередковано переважно за рахунок компенсаторних реакцій. Усі зміни в організмі проявляються двома типами:

- фізіологічні зрушення, зумовлені впливом факторів гіпербарії при дотриманні необхідних вимог щодо перебування під водою;

- патологічні зміни, пов'язані з порушенням режимів безпеки чи несправності дихальної апаратури.

При дії підвищеного барометричного тиску на організм виникають функціональні зміни з боку різних органів та систем. Зміни функцій ЦНС вказують на порушення врівноваженості основних нервових процесів, що характеризується зниженням сили внутрішнього гальмування та переважанням процесів збудження. З боку дихальної системи відзначається збільшення опору дихання, зменшення швидкості видиху та зниження максимальної вентиляції легень. Найбільш типовою та закономірною реакцією органів кровообігу є зменшення частоти серцевих скорочень, зниження систолічного і підвищення діастолічного артеріального тиску, тобто зменшення пульсового тиску. Спостерігається також уповільнення швидкості кровотоку, зниження кількості циркулюючої крові, ударного та особливо хвилинного її обсягів. Ці зміни слід розглядати як пристосувальну реакцію організму, спрямовану на обмеження надлишкового надходження кисню в органи та тканини. Зміни периферичної крові характеризуються зменшенням кількості еритроцитів і гемоглобіну, помірно вираженим лейкоцитозом. Усі види обміну речовин порушуються, що призводить до зниження енергообміну та падіння рівня фізичної працездатності. *Зміни, що виникають в організмі в більшості випадків носять функціонально-пристосувальний характер і через кілька годин після припинення дії, як правило, всі показники повертаються до норми.*

Під час роботи під водою у разі порушення режимів безпеки можуть виникати різні патологічні стани та професійні захворювання. До них належать: отруєння киснем, кисневе голодування, отруєння вуглекислим газом, переохолодження чи перегрівання організму, особливий синдром підвищеного тиску (барогіпертензійний синдром), баротравма легень та декомпресійна хвороба. Лікуванням та профілактикою цієї патології займаються спеціально підготовлені лікарі-фізіологи та водолазні фахівці.

Спортсмени, тренери та медичні працівники, які забезпечують тренування та змагання в умовах гіпербарії, повинні добре знати про можливості виникнення та характері функціональних зрушень та патологічних порушень в організмі людей у період перебування під водою. У разі появи професійних захворювань постраждали повинні доставлятися до бароцентрів (а не до лікарень!), де є необхідне обладнання для проведення лікувальних заходів та відповідні фахівці.

4. Спортивна працездатність при зміні поясно-кліматичних умов.

Природні явища схильні до періодичних коливань. *Відповідно до ритмічних змін явищ природи в організмі людини та тварин сформувалися певні ритми фізіологічних функцій, які отримали назву **біологічних ритмів**.* Зміни зовнішнього середовища неминуче відображаються на фізіологічних реакціях організму, обумовлюючи стан рівноваги його із зовнішнім середовищем.

Розрізняють добові, місячні, сезонні (або річні), багаторічні та інші біоритми.

Серед біологічних ритмів людини центральне місце посідають добові, або циркадні ритми (ритми дня і ночі), період яких коливається близько 24 години. Стереотипні, що тисячоліттями повторюються добові коливання середовища у вигляді зміни дня та ночі створили в організмі міцну систему послідовних змін функцій організму. Добові коливання проявляються у діяльності вищих відділів ЦНС, в гемодинаміці та диханні, в системі крові та терморегуляції, в діяльності травного апарату та обміну речовин, у м'язовій силі, швидкості та витривалості, фізичної та розумової працездатності та в інших проявах життєдіяльності організму.

На даний час відомо близько 60 різних фізіологічних функцій організму, що мають чітку добову періодику, причому фаза максимальної діяльності здебільшого посідає період неспання, а мінімальної діяльності – приблизно о 4 години ночі.

Суворе чергування фізіологічних процесів у часі є одним із проявів біологічної доцільності та фізіологічної цілісності організму.

Можливість порушення добових біологічних ритмів обумовлена двома факторами:

- 1) змінною роботою (нічні зміни, вахти);
- 2) швидким переміщенням людей у широтному напрямку при перетині кількох часових поясів. Перебудова біоритмів проявляється як суб'єктивними відчуттями, так і об'єктивними порушеннями (швидка стомлюваність, слабкість, безсоння в нічний час і сонливість у денний час та зниженні працездатності). При поверненні до місця постійного проживання реадаптація протікає в більш короткий період, ніж адаптація до нових умов.

Адаптація до добової періодики проходить у декілька фаз:

- 2-5 доба після перельоту характеризуються зниженням функцій організму та показників працездатності;
- 6-10 доба – супроводжується коливаннями цих показників;
- 11-14 доба – характеризуються повним відновленням;
- після 15 доби – іноді відзначається перевищення вихідного рівня (надвідновлення).

Істотний вплив на процеси адаптації до нових поясно-кліматичних умов надає специфіка рухової діяльності. Зокрема, зміна часових поясів більше позначається на виконанні швидкісних, швидкісно-силових та складно-координаційних вправ; у вправах на витривалість його вплив значно менший.

Працездатність спортсменів змінюється також від місяця до місяця, від сезону до сезону, тобто залежить від біоритмів із тривалими періодами. Проте вивчені вони недостатньо, тому нині немає переконливих, науково-обґрунтованих передумов для використання їх у тренерській практиці.

6. Фізіологічні зміни в організмі при плаванні. Спортивна діяльність при плаванні має низку фізіологічних особливостей, що відрізняють її від фізичної роботи у звичайних умовах повітряного середовища. *Ці особливості обумовлені механічними факторами, пов'язаними з рухом у щільному водному середовищі, горизонтальним положенням тіла та великою теплоємністю води.*

Щільність води приблизно в 775 разів більша за щільність повітря, а звідси утруднення рухів, обмеження швидкості та великі енерговитрати. При плаванні основна м'язова робота витрачається не на утримання плавця на воді, а на подолання сили лобового опору. Її величина залежить від в'язкості води, розмірів та форми тіла та швидкості плавання. Середня швидкість при плаванні різними стилями коливається від $1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (брас) до $1,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (кроль). Витрата енергії при плаванні на різних дистанціях залежить від їхньої довжини та потужності роботи. На дистанціях 100-1500 м він становить середньому від 100 до 500 ккал.

Гіпогравітація відповідно до закону Архімеда призводить до того, що маса тіла людини у воді не перевищує 1-1,5 кг. У таких умовах у спокійному стані діяльність різних органів та систем аналогічна їх функціонуванню у невагомості. Цьому сприяє і горизонтальне положення тіла при плаванні, що полегшує роботу серцю, покращує розслаблення м'язів та функції суглобів.

Теплоємність води в 25 разів більша, а її теплопровідність у 5 разів більша, ніж повітря. Тому тривале перебування плавців навіть у теплій воді може призводити до значних втрат тепла та переохолодження тіла. Однак у тренуваних плавців механізми, що забезпечують збереження температурного гомеостазу, більш досконалі, ніж у людей, які не адаптовані до охолодження. Тому *плавання в будь-якому віці є одним з ефективних засобів загартування.*

Перераховані особливості водного середовища чинять спеціальний вплив на діяльність різних органів та систем. Зокрема, у процесі тренування у плавців формується особливе комплексне сприйняття різних подразників, зване відчуттям

води. Воно обумовлено відчуттями, що виникають при подразненні тактильного, температурного, пропріоцептивного та вестибулярного рецепторів. При наявності «відчуття води» плавці добре аналізують найменші зміни в величині опору води, її тиск та температуру. Ці відчуття сприяють удосконаленню рухів плавця. Функції зорової та слухової сенсорних систем при знаходженні плавця під водою суттєво погіршуються.

Рухова діяльність плавця також має свої особливості, які визначаються горизонтальним положенням тіла, великим опором води під час руху, виробленням специфічних рухових автоматизмів, суворою послідовністю роботи окремих м'язових груп, включенням у роботу переважно м'язів рук і плечового пояса (до 70 %) та ніг – при плаванні брасом. Під впливом тренування у плавців добре розвивається сила м'язів. При плаванні основні м'язові групи виконують динамічну роботу. М'язи повинні бути адаптовані до роботи як в аеробних, так і в анаеробних умовах.

Діяльність вегетативних органів і систем у плавців також має свої особливості. Тренованим плавцям властиві брадікардія, помірне підвищення артеріального тиску, посилений венозний приток крові до серця, збільшення ударного та хвилинного об'ємів крові, розширення порожнин серця та помірна гіпертрофія міокарда. Такі особливості обумовлюють дещо нижчу ЧСС при виконанні роботи у порівнянні із роботою на суші. Так за даними ряду дослідників виконання фізичних навантажень у водному середовищі супроводжується меншою (приблизно на 13 %) ЧСС ніж на суші, при цьому $VO_{2\max}$ залишається на тому ж рівні. Про такий вплив на ЧСС перебування у воді вказано і в роботах Я. Коц, А.С. Солодкова, S. Bonelly, при цьому за даними цих авторів різниця становить від 11 до 17 уд.·хв⁻¹.

При диханні плавцям доводиться долати опір води, тому в них добре розвинена дихальна мускулатура.

Зміни у системі крові при плаванні характеризуються збільшенням вмісту еритроцитів, гемоглобіну та лейкоцитів. При плаванні майже відсутнє потовиділення, тому продукти обміну речовин у плавців можуть виводитися тільки через нирки, що висуває додаткові вимоги до їх функцій. Зміна діяльності нирок є однією з специфічних реакцій організму на плавання.

Споживання кисню під час плавання у кваліфікованих спортсменів становить близько $5-6 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$, що близько до величин МСК. Однак ККД при плаванні дуже низький і у висококваліфікованих спортсменів не перевищує 4-5 %.

Плавання як вид спорту – достатньо «ранній вид спорту», оскільки перспективними вважаються спортсмени які у 16 років вже досягли спортивної майстерності рівня майстра спорту. Для людей зрілого та літнього віку – гарний засіб фізичного розвитку, тренування на витривалість та загартування.

Як уже зазначалося ***виштовхуюча сила води нейтралізує дію гравітації.*** Так занурившись у воду до рівня пояса гравітаційний вплив зменшується на 50 %, а занурившись до рівня плечей – на 80 %. У воді маса тіла людини становить 10 % від маси на суші. ***Така особливість водного середовища надає унікальні можливості для осіб із значним вмістом жирового компоненту та високими значеннями індексу маси тіла.*** Ця унікальність пов'язана з тим, що жир легший за воду і у воді відіграє роль поплавця. ***Тому особам з високим вмістом жирового компоненту потрібно менші зусилля для утримання себе на поверхні води.*** Особа, яка має значну перевагу жирового компоненту значно поступатиметься у своїх можливостях під час бігу або ходьби, а її рухи будуть виглядати незграбними і невпевненими, що сприяє розвитку певного «комплексу неповноцінності» під час оздоровчих занять на суші. Крім цього бігові навантаження для осіб з високими значеннями ІМТ створюють певні ризики травмування, особливо це стосується колінного та гомілковостопного суглобів. Однак, якщо створити умови, які

зменшують гравітаційний вплив, то така категорія осіб буде виконувати вправи майже не відчуючи відмінності від осіб із значно меншим індексом маси тіла.

На даний час інтенсивно розвиваються і набирають популярності оздоровчі види рухової активності, де водне середовище, завдяки підвищеній щільності, використовується у якості природного тренажера. До таких видів належать аквааеробіка, акваденс і аквафітнес.

Контрольні питання:

1. Яким чином впливає підвищена та понижена температура зовнішнього середовища на працездатність спортсмена? Чи існують відмінності впливу цих факторів на працездатність спортсменів різних спеціалізацій?
2. Охарактеризуйте вплив вологості повітря на працездатність спортсмена.
3. Охарактеризуйте вплив на спортивну працездатність зниженого барометричного тиску. Яким чином дану особливість використовують у процесі підготовки спортсмена до відповідальних змагань?
4. Охарактеризуйте вплив на спортивну працездатність підвищеного барометричного тиску. Куди потрібно доставити людину, яка постраждала від перебування у зоні підвищеного барометричного тиску?
5. Який вплив на організм людини має зміна поясно-кліматичних умов? Які заходи слід провести, щоб спортсмен не втратив працездатність при зміні часових поясів?
6. Чим обумовлена зниження працездатності спортсмена при зміні поясно-кліматичних умов?

7. Які фізичні якості водного середовища мають істотний вплив на фізіологічні реакції організму під час виконання фізичних навантажень?
8. Які функціональні показники різних систем організму характерні для плавців?
9. Чим обмовлена рекомендація до занять водними видами рухової активності для осіб із надмірними значеннями ІМТ та жирового компоненту?

Література:

1. Білаш С.М. Фізіологія рухової активності : підручник / С. М. Білаш. – Олді плюс, 2024. – 300 с.
2. Єжова О.О. Спортивна фізіологія у схемах і таблицях: посібник для студентів інститутів фізичної культури / Єжова О.О. – Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2013. – 164 с. С. 121-128.
3. Вілмор Дж. Х. , Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімп. літ-ра, 2003. – 655 с.
4. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с. С. 42-47.
5. [W. Larry Kenney](#), [Jack H. Wilmore](#), [David L. Costill](#). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics, 2019. 648 p.
6. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2004. 726 p.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Адаптація – сукупність фізіологічних реакцій, що лежить в основі пристосування організму до зміни навколишніх умов та спрямована на збереження відносної сталості його внутрішньої середовища – гомеостазу.

Адаптаційний синдром – сукупність захисних реакцій організму людини, що виникають за умов стресових ситуацій.

Активна гнучкість проявляється під час виконання рухів з максимальною амплітудою за рахунок власних зусиль.

Анаеробний алактатний режим енергозабезпечення м'язової діяльності (креатинфосфокіназний) – механізм енергозабезпечення, при якому використовуються запаси АТФ, які містяться у м'язах, та відновлюються шляхом приєднання до АДФ фосфатного зв'язку від високоенергетичної речовини креатинфосфату (КрФ), забезпечує виконання роботи максимальної потужності.

Анаеробний лактатний (гліколітичний) режим енергозабезпечення м'язової діяльності – полягає у безкисневому розщепленні вільної глюкози крові, а також глікогену м'язів та печінки, забезпечує виконання роботи субмаксимальної потужності.

Біологічні ритми – це певні ритми фізіологічних функцій в організмі людини та тварин відповідно до ритмічних змін явищ природи.

Бойова готовність – передстартовий стан при якому спостерігається оптимальний рівень фізіологічних зрушень, який забезпечує найкращий психологічний настрій та функціональну готовність спортсмена до змагальної діяльності.

Витривалість – здатність максимально довго виконувати спеціалізовану роботу без зменшення її ефективності.

Відновлення – сукупність фізіологічних, біохімічних та структурних змін, які забезпечують перехід організму від робочого рівня до вихідного (доробочого) стану.

Вправи на витривалість – скорочення м'язів характеризується невеликою силою і швидкістю, проте відбуваються тривалий час – від кількох хвилин до кількох годин.

Втома – це функціональний стан організму, викликаний розумовою або фізичною роботою, за яким можуть спостерігатися тимчасове зниження працездатності, зміна функцій організму та поява суб'єктивного відчуття втоми.

Гладкий тетанус – виникає на базі одиночних скорочень, якщо кожен наступний стимул попадає на латентний період або період вкорочення одиночного м'язового скорочення.

Гліколіз – ланцюг біохімічних реакцій розщеплення глюкози до пірувату (молочної кислоти) із виділенням енергії (утворенням АТФ).

Гнучкість – це здатність виконувати рухи в суглобах з максимальною амплітудою.

Дегідратація – це зневоднення, яке викликає насамперед напругу функцій серцево-судинної системи.

Змішане (ауксотонічне) скорочення – скорочення, при якому змінюється довжина та напруження м'яза.

Зубчастий тетанус – виникає на базі одиночних скорочень, якщо кожен наступний стимул попадає на період розслаблення одиночного м'язового скорочення.

Ізометричне скорочення – скорочення при незмінній довжині м'яза.

Ізотонічне скорочення – скорочення при незмінному напруженні м'яза.

Кисневий борг – виникає в організмі за умов, коли інтенсивність роботи вимагає такої кількості кисню, яка перевищує можливості серцево-судинної системи доставити його до працюючих м'язів.

Максимальне споживання кисню ($\dot{V}O_{2\text{ max}}$) – показник, який характеризує потужність аеробних процесів енергозабезпечення.

Міофібрилярна гіпертрофія м'язів – збільшення об'єму міофібрил, тобто скоротливого апарату.

Несправжній (уявний) стійкий стан – (виникає при роботі великої і субмаксимальної потужності), коли спортсмен досягає рівня максимального споживання кисню, але це споживання не покриває високого кисневого запиту і утворюється значний кисневий борг.

Одиночне скорочення м'яза – спостерігається у відповідь на одиничний стимул чи на їх серію (якщо інтервал між подразниками більший чи рівний тривалості одиночного м'язового скорочення).

Пасивна гнучкість проявляється при виконанні рухів за допомогою сторонніх сил (дії сили тяжіння, допомоги партнера, при використанні технічних засобів).

Перевтома – це патологічний стан організму, який характеризується постійним відчуттям втоми, млявістю, порушенням сну та апетиту, болями в ділянці серця та інших частинах тіла.

Передстартова апатія – передстартовий стан який характеризується недостатнім рівнем збудливості центральної нервової системи, збільшенням часу рухової реакції, незначними змінами у стані скелетних м'язів та вегетативних функцій, пригніченістю та невпевненістю у своїх силах.

Передстартова лихоманка – передстартовий стан при якому збудливість мозку надмірно підвищена, що спричиняє порушення тонких механізмів міжм'язової координації, зайві енерговитрати та передчасна доробоча витрата вуглеводів, наявні надлишкові кардіореспіраторні реакції.

Перенапруження – це різке зниження функціонального стану організму, спричинене порушенням процесів нервової та гуморальної регуляції різних функцій, обмінних процесів та гомеостазу.

Перетренованість – це патологічний стан організму спортсмена, викликаний прогресуючим розвитком перевтоми внаслідок недостатнього відпочинку між тренувальними навантаженнями.

Поріг анаеробного обміну (ПАНО) – характеризує потужність роботи, вище якого в досліджуваного розвивається метаболічний ацидоз.

Прицільні вправи – це вправи де висуваються вимоги до стійкості пози, витонченої м'язової координації, точного аналізу сенсорної інформації.

Руховий динамічний стереотип – ланцюг умовних та безумовних рефлексів, що полегшує послідовне виконання однакових рухів (у циклічних вправах) або програми різних рухових актів (в ациклічних вправах).

Рухові навички – це індивідуально набуті рухові акти, що формуються на основі механізму тимчасових зв'язків.

Саркоплазматична гіпертрофія м'язів – збільшення об'єму саркоплазми, тобто нескоротливої частини м'язів, спостерігається збільшення кількості нескоротливих, втому числі мітохондріальних білків, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну.

Сила м'язів – це здатність долати зовнішній опір за рахунок скорочень м'язів.

Силові вправи – це вправи, під час яких спостерігається максимальне, чи близьке до максимального скорочення основних м'язів за статичної чи динамічної форми скорочення і при малій швидкості руху.

Ситуаційні (нестандартні) вправи – виконуються в нестандартних умовах, визначена послідовність рухів при цьому відсутня.

Спортивне тренування з фізіологічного погляду – це багаторічний процес адаптації організму людини до вимог, які йому висуває обраний вид спорту.

Справжній стійкий стан – виникає при роботі помірної потужності, коли споживання кисню відповідає кисневому запиту, а кисневий борг майже не утворюється.

Спритність – це здатність людини контролювати свої рухи у силі, просторі і часі.

Стереотипні (стандартні) вправи – виконуються в умовах що не змінюються і характеризуються чіткою послідовністю рухів.

Суперкомпенсація – це процес підвищення якогось параметра вище вихідного рівня після зниження за рахунок фізичного навантаження (тобто після інтенсивного тренування).

Тетанічне скорочення – спостерігається в умовах сумації одиночних м'язових скорочень (одне скорочення накладається на інше).

Цикл трикарбонових кислот – аеробний механізм ресинтезу АТФ при якому глюкоза, жирні кислоти, окремі амінокислоти, молочна кислота та інші недоокиснені продукти метаболізму у замкнутому ланцюгу біохімічних реакцій розщеплюються до CO_2 , H_2O .

Швидкісно-силові вправи – це динамічні вправи, у яких м'язи проявляють силу скорочення (50-60% від максимальної) і швидкість (30-50% від максимальної).

Швидкість – це здатність виконувати рухи у мінімальний для даних умов відрізок часу.

Фізична працездатність – здатність людини здійснювати конкретну діяльність у рамках заданих параметрів часу та ефективності праці.

Фізіологічні резерви організму – вироблена в процесі еволюції адаптаційна та компенсаторна здатність органу, системи та організму в цілому посилювати у багато разів інтенсивність своєї діяльності порівняно зі станом відносного спокою.

Фізичні вправи – це рухова діяльність, за допомогою якої вирішуються завдання фізичного виховання – освітні, виховні та оздоровчі.

Фізичне здоров'я – це не лише одномоментний стан організму, але і його потенційні можливості, які прийнято вимірювати за показником максимального споживання кисню.

Фізіологічний поперечний перетин – площа поперечного перетину всіх волокон м'яза.

Навчальне видання

Укладач: МІРОШНІЧЕНКО Вячеслав Миколайович

Фізіологія спорту. Курс лекцій.

Навчальний посібник