

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди

Т.Є. Комісова

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА СПОРТУ**

Навчальний посібник

**Харків
2022**

Рецензенти:

Шейко В.І – доктор біологічних наук, професор кафедри біології людини та тварин, Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

Спринь О.Б. – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології людини та імунології Херсонського державного університету.

Затверджено вченою радою Харківського національного педагогічного
університету імені Г. С. Сковороди
протокол № 13 від 14.12.2021 року

Комісова Т. Є.

У навчальному посібнику на основі даних анатомії та фізіології людини, біомеханіки фізичних вправ, біохімії спорту розглянуто реакції організму на рухову активність та сутність гіпокінезії. Висвітлено роль нервової системи та вегетативних систем організму в регулюванні процесів обміну речовин та енергії, а також адаптації організму до фізичних навантажень різної інтенсивності. Приведено фізіологічну класифікацію фізичних вправ та фізіологічну характеристику 10-ти видів спортивної діяльності. Розглянуто роль чинників навколишнього середовища на рухову активність, викладено шляхи оптимізації м'язової діяльності.

Посібник призначений для здобувачів вищої освіти, вчителів фізичної культури й усіх, хто цікавиться даною проблематикою.

Видано за рахунок автора

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В ОЗДОРОВЛЕННІ Й РОЗВИТКУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ...	6
1.1. Значення фізичних вправ у сучасних умовах життя людей.....	6
1.2. Вплив фізичних вправ на стійкість організму до дії несприятливих факторів.....	7
1.3. Роль м'язового апарату в розвитку вегетативних функцій.....	8
1.4. Взаємозв'язок між різними системами організму під впливом м'язової діяльності.....	10
1.5. Адаптивний характер змін в організмі під впливом м'язової діяльності.....	12
1.6. Взаємозв'язок між фізичним і розумовим розвитком дітей.....	16
РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РУХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДІТЕЙ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗАВДАННЯМИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА СПОРТУ	20
2.1. Вікові особливості розвитку рухового апарату.....	20
2.2. Розвиток рухів у дітей.....	24
2.3. Фізіологічні механізми утворення рухових навичок.....	25
2.4. Значення аналізаторів і аферентного синтезу у формуванні рухових навичок.....	26
2.5. Компоненти рухових навичок.....	26
2.6. Основні принципи центрального регулювання рухів під час утворення рухових навичок.....	28
2.7. Стереотипність і мінливість рухових навичок.....	32
2.8. Стадії формування рухових навичок.....	33
2.9. Автоматизація і міцність рухових навичок.....	34
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЛЮДИНИ	37
3.1. Фізіологічна характеристика сили.....	37
3.2. Фізіологічні основи швидкісно-силових здібностей.....	38
3.3. Фізіологічні основи витривалості.....	40
3.3.1 Система кровообігу.....	43
3.4. Фізіологічна характеристика гнучкості.....	44
РОЗДІЛ 4 ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ –	47
4.1. Загальна фізіологічна класифікація фізичних вправ.....	47
4.1.1. Енергетична характеристика фізичних вправ.....	48
4.1.2. Фізіологічна характеристика статичних зусиль.....	49
4.2. Фізіологічна класифікація спортивних вправ.....	53
4.2.1. Циклічні рухи.....	54
4.2.2. Ациклічні рухи.....	58
4.2.3. Нестандартні (ситуаційні) вправи.....	59
РОЗДІЛ 5. ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ФОРМ ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНИМ ВИХОВАННЯМ У ШКОЛІ	61
5.1. Фізіологічні основи уроку фізичної культури.....	61
5.2. Особливості навчання рухам на уроках фізичної культури.....	62

5.3. Фізіологічне обґрунтування позаурочних форм фізичного виховання.....	64
РОЗДІЛ 6 ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНІВ ОРГАНІЗМУ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПІД ЧАС СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	69
6.1. Передстартовий стан.....	69
6.1.1. Розминка.....	71
6.2. Впрацьовування.....	73
6.3. Стійкий стан.....	74
6.4 Стан втоми.....	75
6.4.1. Загальна стратегія фармакологічного попередження втоми під час роботи різної інтенсивності.....	78
6.4.2. Вікові особливості розвитку втоми.....	79
6.4.3. Перевтома, перенапруження, перетренованість.....	79
6.5. Відновлення.....	82
6.5.1. Кисневий борг і відновлення енергетичних запасів організму.....	83
6.5.2. Відновлення запасів кисню.....	84
6.5.3. Відновлення фосфагенів (АТФ і КрФ).....	84
6.5.4. Відновлення глікогену.....	85
6.5.5. Усунення молочної кислоти.....	85
6.5.6. Активний відпочинок.....	86
6.5.7. Засоби відновлення.....	86
РОЗДІЛ 7. СПОРТИВНЕ ТРЕНУВАННЯ І ПОКАЗНИКИ ТРЕНОВАНOSTІ –	90
7.1. Спортивне тренування як педагогічний процес.....	90
7.2. Вікові особливості спортивного тренування.....	93
7.3. Фізіологічні механізми розвитку тренуваності.....	95
7.4. Прояв тренуваності в стані спокою.....	96
7.5. Прояв тренуваності під час виконання стандартної роботи.....	102
7.6. Прояв тренуваності під час граничної роботи.....	105
РОЗДІЛ 8. ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ВИДІВ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	109
8.1. Легка атлетика.....	109
8.2. Гімнастика.....	116
8.3. Лижний спорт.....	119
8.4. Велосипедний спорт.....	124
8.5. Плавання.....	127
8.6. Веслування.....	131
8.7. Спортивні ігри.....	133
8.8. Важка атлетика.....	136
8.9. Бокс.....	138
8.10. Туризм.....	140
ПІСЛЯМОВА.....	145
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	146

ПЕРЕДМОВА

У підвищенні якості підготовки спеціалістів з фізичної культури і спорту на сучасному етапі значна роль відводиться знанням з медико-біологічних дисциплін. Вони закладаються під час вивчення анатомії, фізіології, біохімії, біомеханіки, фізіологічних основ фізичного виховання та спорту. Без знання фізіологічних механізмів адаптації організму до навколишнього середовища, яке безперервно змінюється, функціональних і структурних змін організму, що відбуваються внаслідок систематичного використання фізичних і спортивних вправ з різною спрямованістю, без урахування вікових, статевих особливостей дітей і підлітків, без навичок фізіологічного аналізу тренувального процесу, знання резервних можливостей і механізмів саморегуляції функцій та адаптації організму людини неможливо готувати гармонійно розвинену особистість. Крім того, цей предмет тісно пов'язаний з теорією і практикою сучасного спорту. Знання закономірностей перебігу процесів в організмі дитини, підлітка чи дорослої людини особливо важливо, як для вчителя фізичної культури, так і тренера, які працюють з дитячим колективом.

Відомо, що м'язова робота є тим єдиним природним важелем, за допомогою якого змінюється інтенсивність діяльності систем організму, що забезпечує її виконання і може значною мірою впливати на ріст та розвиток дітей, забезпечуючи всебічний гармонійний розвиток. Отже, організовувати раціональну систему тренувань дітей чи підлітків можна тільки на основі глибоких знань вікової фізіології та фізіології рухової активності.

Майбутні фахівці повинні оволодіти сучасними знаннями фізіології спорту, фізіологічним способом мислення, уміти визначати фізичний рівень і працездатність тих, хто тренуються, формувати оптимальну спортивну техніку, навички довільних рухів, керувати набуттям спортивної форми, правильно обирати засоби і форми для тренувального процесу, здійснювати професійний відбір, прогнозувати спортивні результати, запобігати перевтомі й перенапрузі.

Навчальний посібник складається з восьми розділів. У посібнику подано загальні закономірності процесів, що відбуваються в організмі під час занять фізичними вправами й спортом. Розглянуто докладно реакції організму на рухову активність. Висвітлено роль нервової, ендокринної, серцево-судинної, дихальної систем у регулюванні процесів обміну речовин. Розглянуто вплив різних обсягів тренувальних навантажень і чинників навколишнього середовища на рухову активність, викладено способи оптимізації рухової діяльності дітей та підлітків. Подане фізіологічне обґрунтування основних форм занять фізичним вихованням у школі та фізіологічна характеристика деяких видів спортивної діяльності (легка атлетика, гімнастика, лижний спорт, велосипедний спорт, плавання, веслування, спортивні ігри, важка атлетика, бокс, туризм).

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В ОЗДОРОВЛЕННІ Й РОЗВИТКУ ОГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Значення фізичних вправ у сучасних умовах життя людей. Сучасні умови життя характеризуються бурхливим розвитком суспільного виробництва, технічним прогресом. Вони вимагають від людей дуже великого психічного напруження, оскільки це пов'язано із створенням і оволодінням новою складною технікою. Однак широкий розвиток механізації і автоматизації виробництва, а також побуту позбавляє людей рухової активності. Сьогодні людина все більше контролює і направляє роботу машин. Замість того, щоб пройти пішки на роботу або з роботи, більшість людей поспішають скористатись автотранспортом. Замість того, щоб відпочити на свіжому повітрі в парку, лісі, на березі річки, пограти в ігри, переважна більшість учнів і дорослих людей годинами сидять біля телевізорів або комп'ютерів. Удома газ, електрика, пральні та інші машини теж звільняють людину від фізичної праці.

У той же час встановлено, що рухи, фізичне навантаження – необхідна умова нормального розвитку як дітей, так і дорослих. У цьому одне з протиріч, породжене технічним прогресом у різних областях нашого життя. Якщо людина не включає у своє життя, у свій побут необхідний мінімум рухової активності, то комфорт і технічний прогрес можуть позбавити її здоров'я і привести до передчасного старіння.

Згубний вплив гіпокінезії (малої рухливості) на організм пов'язаний з тим, що від пропріорецепторів м'язів мало поступає в центральну нервову систему нервових імпульсів, у результаті чого порушується нормальна діяльність важливих органів і систем.

На двадцяти цілком здорових добровольцях були проведені спеціальні дослідження з вивчення впливу тривалої гіподинамії на організм. За умовами експерименту вони повинні були знаходитись протягом 20 діб у ліжку, їм заборонялося вставати і сидіти. Вже на третю добу всі досліджувані скаржились на появу м'язової болі в спині, погіршення апетиту та самопочуття. Після того, як вони вперше піднялися з ліжка, з'явилися запаморочення, потемніння в очах і різка кваліть м'язів. У досліджуваних спостерігались значні зміни з боку нервової системи, рухового апарату і сенсорних систем. Порушилася координація рухів, при цьому збільшилася амплітуда коливань загального центру маси тіла. У них частково атрофувалися м'язи, з'явилися кваліть м'язів і тремор. Досліджувані погано пристосовувалися до фізичних і психічних навантажень, до змін зовнішнього середовища. Унаслідок тривалої гіпокінезії відбулися явно виражені зміни в системах кровообігу й дихання. У стані спокою зовнішнє дихання характеризувалося зменшенням життєвої ємності легень, хвилинного об'єму дихання, воно ставало більш поверхневим, частішим. Тривала гіпокінезія призвела до зменшення розмірів серця, зниження систолічного і хвилинного об'єму крові, прискорення частоти серцевих скорочень, а також до зменшення маси циркулюючої в організмі крові та збільшення часу кровообігу. В крові зменшились кількість еритроцитів і вміст гемоглобіну. Спостерігалось зниження функції ендокринних залоз і, у першу чергу, – надниркових. Основний обмін у них знизився на 5 – 20%.

Під час фізичного навантаження в цих людей знизилась економічність вегетативних функцій, а також коефіцієнт корисної дії м'язів. Під час виконання тієї самої роботи, яку виконують люди із звичайним руховим режимом, у цих осіб збільшився як кисневий запит, так і кисневий борг. Результати дослідів, які з цією метою були проведені на лабораторних тваринах, показали, що в умовах повного припинення рухової активності протягом тривалого часу деякі з них загинули, в інших тварин

спостерігалися негативні структурні зміни в тканинах і внутрішніх органах та функціональні розлади в їхній діяльності. Отже, тривала гіподинамія негативно відбивається на функціональному стані всіх органів і систем і може призвести до значного погіршення діяльності як рухових, так і вегетативних функцій і навіть до передчасної смерті.

Одним із найефективніших засобів боротьби з гіподинамією є фізкультура і спорт. Фізичні вправи, заняття гімнастикою поліпшують здоров'я, зміцнюють організм, підвищують як фізичну, так і розумову працездатність людини. Дослідження показали, що введення в режим дня фізичних вправ нормалізує кров'яний тиск, рівень холестерину в крові, а цим самим попереджує розвиток таких захворювань, як атеросклероз і інфаркт міокарда, призводить до норми сольовий і жировий обмін. Систематичні заняття фізичними вправами і спортом викликають глибокі позитивні зміни в системі кровообігу і кровотворення. Кровоносні судини стають більш еластичними, у крові збільшується кількість гемоглобіну, стає більш стійкою формула крові, підвищується активність ферментних систем.

У результаті зростання рухової активності (гіпердинамії або гіперкінезі) зростає використання кисню кожною клітиною тіла. Треновані люди в 2 – 3 рази більше можуть споживати кисню на 1 кг маси, ніж нетреновані.

Відомо, що теплорегуляція є одним із важливих життєвих процесів. Фізичні вправи забезпечують стійкий і високий рівень цього механізму.

У літературі є дані про те, що фізичні вправи сприяють більш швидкому і правильному формуванню мовної функції в дітей [9, 11, 13]. Аналіз результатів дослідження показав, що більшість досліджуваних, які мали стабільну розумову працездатність, добре фізично розвинені. Показники уваги, пам'яті, а також продуктивність розумової діяльності під час напруженої роботи змінювались меншою мірою в тих, хто займався спортом і мав високі спортивні результати. Заняття фізичними вправами зміцнюють організм, підвищують працездатність дітей, дорослих і людей похилого віку. Але необхідно пам'ятати, що заняття фізичними вправами і пов'язане з ними фізичне напруження організму цілком впливають на організм людини лише в тому випадку, коли об'єм, характер, ритм, тривалість та інші характеристики фізичних вправ встановлюються з урахуванням віку і стану здоров'я людини.

Вплив фізичних вправ на стійкість організму до дії несприятливих факторів. Позитивний вплив фізичних вправ на організм полягає не тільки в тому, що вони розвивають його, удосконалюють усі функції, а й у тому, що підвищують стійкість організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Під впливом систематичних занять фізкультурою і спортом відбувається неспецифічна адаптація організму до різних стресових факторів завдяки вдосконаленню нейроендокринного апарату за рахунок підвищення функції кори надниркових залоз і гіпофіза, а також ретикулярної формації.

Канадський учений Г. Сельє встановив, що під впливом сильних зовнішніх подразників в організмі виникає напруження, назване стресом. При цьому спостерігається комплекс функціональних змін, які він назвав загальним адаптаційним синдромом [24]. Його перебіг має 3 стадії:

- 1) тривоги;
- 2) підвищеної резистентності;
- 3) виснаження.

Перша стадія і третя під час правильного застосування фізичних вправ, тобто за умов дотримання всіх принципів і гігієнічних норм тренування, не проявляються. Уже

після кількох тренувань виникає друга стадія – підвищеної резистентності як до специфічних (м'язових навантажень), так і до неспецифічних (несприятливих) впливів зовнішнього середовища.

Під впливом фізичних вправ в організмі відбуваються складні біохімічні і гематологічні зміни, які впливають на захисні функції крові. У літературі є дані про те, що систематичні заняття фізичними вправами підвищують імунобіологічні властивості крові і шкіри. Крім того тренування підвищує стійкість організму до дії гіпоксичних факторів. Це пов'язано зі збільшенням кількості еритроцитів і гемоглобіну крові, а також міоглобіну в серцевому і скелетних м'язах, які забезпечують збільшення кисневої ємності крові. Спортсмени швидше пристосовуються до умов зниженого атмосферного тиску внаслідок підвищення резистентності нервових клітин до кисневого голодування.

Фізичні вправи підвищують стійкість організму до дії низьких температур. Досліди, проведені на людях віком від 16 до 25 років в умовах низьких температур (від 0 до -27°C), показали, що частота серцевих скорочень після кросу зростала в нетренованих більше, ніж у тренуваних. У спортсменів діастолічний кров'яний тиск замість зниження під час фізичного навантаження зростає, тоді як у нетренованих він знижувався на 5 – 15 мм рт. ст. Зниження маси тіла після фізичного навантаження при низьких температурах (від -15 до -27°C) у досліджуваних було більшим, ніж при звичайній (кімнатній) температурі, але в нетренованих вона знижувалась значно більше. Таким чином, тренування в умовах низьких температур більш напружене, ніж при такому самому фізичному навантаженні в умовах звичайних температур. Треновані люди досить легко адаптуються до фізичної роботи при низьких температурах, чого не можна сказати про нетренованих. Пояснити це можна тим, що фізичні вправи сприяють удосконаленню рефлексорних судинних реакцій на холод і підвищують стійкість організму до його дії. Але при надмірних фізичних навантаженнях неспецифічна стійкість організму спортсменів до несприятливих факторів зовнішнього середовища знижується в результаті розвитку втоми. У спортсменів в основному періоді тренування, у зв'язку із значною втомою, знижувалась стійкість організму до охолодження. Це слід урахувати під час планування відновлювального режиму, особливо після проведення великих тренувальних навантажень [5].

Отже, фізичні вправи за умов раціонального використання їх у спортивній практиці підвищують опірність організму до дії багатьох несприятливих факторів зовнішнього середовища. У зв'язку з цим для учнів повинні широко використовуватись найрізноманітніші форми занять фізичними вправами і при найрізноманітніших погодних умовах.

Роль м'язового апарату в розвитку вегетативних функцій.

Спеціальні дослідження показали, що під впливом м'язової діяльності поліпшується координація роботи м'язів і внутрішніх органів. За даними М. Р. Могендовича, робота м'язів ніби налаштовує функції внутрішніх органів і забезпечує більш ефективне їхнє регулювання. Під час виконання рухів від працюючих м'язів у центральну нервову систему (руховий аналізатор) безперервно поступають нервові імпульси, які сприяють пристосуванню діяльності внутрішніх органів у запиті на кисень і продукти харчування [14].

Під впливом фізичних вправ поліпшуються захисні функції крові завдяки збільшенню лейкоцитів, тромбоцитів і антитіл. Під час м'язової діяльності більше в стані спокою виділяється в кров кортикостероїдів і катехоламінів, а також інших гормонів, які підвищують життєдіяльність організму.

Систематичні заняття фізичними вправами в школі призводять до фізіологічної

гіпертрофії серцевого м'яза дітей, у результаті чого зростає сила серцевих скорочень, збільшуються систолічний і хвилинний об'єми крові. Добре треноване серце в стані спокою скорочується повільніше, що дає йому можливість більше відпочивати.

Скорочення тренованого серця більш глибокі, і під час кожної систоли в аорту надходить більший об'єм крові, ніж у людини, яка не тренується. Серце дітей, що займаються фізичною роботою або спортом, працює економніше. Про те, як м'язова робота впливає на розвиток серцевої діяльності, свідчать дані, одержані на спортсменах-лижниках міжнародного класу. Підраховано, що їхні серця працювали з потужністю 588 Дж (9,8 Вт) за 1 хв протягом 9 год. Роботу, яку виконувало серце в цих умовах, вистачило б, щоб підняти 25 чоловік масою 70 кг на висоту п'ятиповерхового будинку, а кількість крові, яку перекачували обидва шлуночки за цей час, дорівнювала 35 т, тобто масі великої залізничної цистерни, наповненої рідиною.

Не менш важливу роль відіграють фізичні вправи для розвитку органів дихання. Систематичні заняття фізичними вправами збільшують життєву ємність легень. Наприклад, у стаєрів і плавців вона може досягати 6 – 7 л і більше. У юних спортсменів поверхня легеневих пухирців (альвеол) може досягати 120 см² і більше. У них стають більш еластичними хрящі, змінюються дихальні м'язи, а це все сприяє підвищенню легеневої вентиляції. Якщо в спокої людина видихає 6 – 8 л повітря за 1 хв, то під час напруженої м'язової роботи ця величина збільшується в 20 разів, а у спортсменів, які тренуються на витривалість, легенева вентиляція може досягати 160 – 200 л за 1 хв.

Систематична робота м'язового апарату покращує діяльність травного каналу. Рухи справляють позитивний вплив на перистальтику кишок і шлунка, активізують дію травних залоз, усувають запори і застійні явища в тазовій порожнині, які можуть викликати геморой. Останній часто спостерігається в людей, що ведуть тривалий час сидячий спосіб життя.

За даними М. Р. Могендовича, впливи, які здійснюються на органи травлення з рухового апарату, під час м'язової роботи протікають за механізмом моторно-вісцеральних рефлексів. Від пропріорецепторів працюючих м'язів аферентними шляхами в харчовий центр поступає великий потік нервових імпульсів, які збуджують його і цим самим стимулюють роботу органів травлення. Поряд з цим під час виконання фізичних вправ м'язи черевного пресу і діафрагми своїми рухами масажують внутрішні органи, що призводить до посилення секреторної діяльності їхнього залозистого апарату й моторної функції [14].

Під впливом м'язових скорочень поліпшуються обмінні процеси і робота органів виділення, артеріальний і венозний кровообіг в усіх тканинах, підвищуються функції кровоносної і лімфатичної систем. Фізичні вправи є профілактичним засобом склеротичних змін у судинах, які часто призводять до таких захворювань серцево-судинної системи, як інфаркт, атеросклероз тощо.

Заняття фізичними вправами і спортом справляють великий вплив на психіку учнів і на їхню ендокринну систему. Під впливом вправ підвищується тонус нервової системи, посилюються нервові процеси, поліпшується їхня рухливість стимулюється робота залоз внутрішньої секреції. Впливаючи на ендокринну та автономну нервову систему через центральну нервову систему, м'язові рухи породжують позитивні емоції, які, у свою чергу, підвищують працездатність організму. Під час систематичного і тривалого заняття фізичними вправами висока працездатність людини зберігається до глибокої старості, підвищуються функції всіх внутрішніх органів і систем.

Взаємозв'язок між різними системами організму під впливом м'язової діяльності. У високоорганізованих тварин і людей взаємозв'язок між різними системами й органами здійснюється за допомогою нервової системи. Крім того, нервова система органічно впливає на залози внутрішньої секреції, які виділяють у кров активно діючі речовини – гормони. Вони діють на функції організму так, як нервова система, і входять в єдину систему регулювання функцій.

Вищим регуляторним органом діяльності всіх систем організму є кора великого мозку. У кору безперервно поступає від м'язів і внутрішніх органів потік нервових імпульсів, який у кожний момент підлягає систематизації, у результаті чого формуються відповідні програми й ефекторні реакції. Кора великого мозку дуже тонко реагує на всі ті подразнення, які поступають до неї із зовнішнього середовища і внутрішніх органів, своєю діяльністю забезпечує пристосування організму до оточуючого середовища і його активний вплив на неї. Усі ці дуже складні процеси протікають в організмі дуже швидко – протягом часток секунди.

Координована діяльність організму під час виконання фізичних вправ пов'язана з тим, що на ті чи інші подразнення він реагує скороченням не всіх і неабияких м'язів, а чітко визначеної групи їх. При цьому рухова реакція організму супроводжується зміною діяльності серцево-судинної, дихальної та інших систем, а також зміною обміну речовин і енергії. Вищеназвані фізіологічні процеси забезпечують найкраще протікання рухового акту.

Інтенсивність обмінних процесів в організмі, а також напруженість різних органів під час роботи характеризуються рівнем газообміну. Звільнення енергії під час розщеплення енергетичних речовин (білків, жирів, вуглеводів тощо) забезпечується окислювальними процесами. Ось чому поглинання кисню організмом за час роботи точно відповідає витратам енергії. При використанні 1 л кисню звільняється приблизно 21 Дж (5 калорій) енергії. Між газообміном і роботою внутрішніх органів існує тісний корелятивний зв'язок.

Під час роботи помірної інтенсивності використовується невелика кількість кисню, а тому внутрішні органи працюють без значного посилення своєї активності. Навіть під час виконання максимальної роботи м'язів одного пальця з боку внутрішніх органів не відбувається значних відхилень від рівня спокою [14].

У процесі фізичної роботи, яка виконується за участю невеликих груп м'язів, але рухи при цьому складно координовані (наприклад, рухи жонглера), вегетативні функції (кровообіг, дихання, видільні процеси й теплообмін) теж мало змінюються. Функціональні зміни, які мають місце під час таких видів м'язової діяльності, пов'язані переважно з процесами, що протікають в іннерваційних механізмах м'язів і приймають безпосередню участь у роботі. У тому випадку, коли робота супроводжується сильним емоційним збудженням, викликаним складністю роботи або іншими причинами, зрушення в діяльності внутрішніх органів можуть бути значними, хоча при цьому і скорочується невелика група м'язів. Споживання тканинами кисню, витрати енергії, легенева вентиляція, хвилинний об'єм крові та інші показники функціонального стану організму за таких умов можуть підвищуватись по відношенню до рівня спокою в кілька разів.

Під час виконання таких видів роботи, як біг, плавання, спортивна ходьба, бокс, фехтування, гребля, спортивні ігри, ходьба на лижах, коли скорочується багато великих м'язів, виявляється активація вегетативних функцій. Під час виконання роботи великої потужності (біг на 3 – 5 км) вегетативні функції досягають максимального напруження. Регулювання внутрішніх органів за цих умов настільки вдосконалена, що вони всі мобілізуються в роботу. Загальні витрати енергії (розраховані за поглинанням кисню)

досягають максимальних величин і значною мірою залежать від тривалості роботи (табл. 1.1).

З таблиці видно, що вправи циклічного характеру (біг, ходіння, плавання тощо), які виконуються ритмічно, з поперемінним скороченням і розслабленням м'язів, супроводжуються значними витратами енергії, тоді як вправи ациклічного характеру (бокс, боротьба), і особливо вправи з великою питомою вагою статичних зусиль, викликають менші витрати енергії. Статичні вправи спричиняють швидке стомлювання м'язів і виконуються із значно меншою витратою енергії і поглинанням кисню, ніж вправи динамічного характеру. Під час їхнього виконання діяльність внутрішніх органів може досягати високого рівня, але значно нижчого, ніж під час динамічної роботи циклічного характеру.

Таблиця 1.1 – Витрати енергії під час деяких видах діяльності
(за В. С. Фарфелем)

Вправа	Дистанція або тривалість	Витрати енергії кДж (кКал)
Біг	100 м	до 252 (60)
	800 м	546 (130)
	5000 м	1890 (451)
	10 000 м	3150 (752)
	42 000 м	10920 (2608)
Біг на ковзанах	500 м	336 (80)
	5000 м	840 (201)
	10 000 м	1470 (351)
Плавання	100 м	420 (100)
	200 м	588
	400 м	840
	1500 м	2100
Ходіння на лижах	10 000 м	3780
	20 000 м	7140
	50 000 м	16800 (4013)
	1500 – 2000 м	1050 (251) –
Веслування		1260 (301)
Волейбол		42 (10)
Теніс	1 хв	3360 (803)
Бокс	1 хв	840 (201)
Боротьба	9 хв	1680 (401)
Футбол	20 хв	6300 (1505)
Гімнастичні вправи	90 хв	10 (2,4)– 84 (20)
	6 – 9 с	

Тривалість роботи помірної інтенсивності визначається не тільки координаційними процесами, що безпосередньо пов'язані з іннерваційними механізмами діяльності м'язів, а й рівнем координації вегетативних функцій і, у першу чергу, діяльністю дихальної, серцево-судинної і видільної систем. Якщо настає обмеження роботи цієї інтенсивності, то, у першу чергу, у результаті порушення координації діяльності серця, дихального апарату, нирок і потових залоз. Рухові функції при цьому погіршуються внаслідок зниження окислювальних процесів у м'язах і нервових центрах. Ось чому координація вегетативних функцій під час виконання фізичних вправ має не менш важливе значення, ніж координація рухових функцій. У зв'язку з цим систематичне тренування рефлексорних механізмів координації, які визначають ступінь регулювання

роботи систем кровообігу, дихання і виділення, повинно відбуватися поряд із тренуванням координаційних механізмів рухового апарату.

У координації діяльності вегетативних систем значна роль належить умовно-рефлекторним механізмам, завдяки їм під час тренування встановлюються тонкі взаємовідносини між вегетативними і соматичними функціями. Крім того, під час координації як соматичних, так і вегетативних функцій велике значення посідають трофічні впливи симпатичної частини автономної нервової системи на внутрішні органи і м'язи.

Адаптивний характер змін в організмі під впливом м'язової діяльності. Якщо простежити за діяльністю кожної з функціональних систем організму, то можна помітити, що під час виконання фізичної роботи вони зазнають багатьох закономірних змін. Причому ці зміни мають адаптивний характер. Адаптація організму під час м'язової роботи в першу чергу спрямована на забезпечення відповідної сталості внутрішнього середовища – гомеостазу.

Функції нашого організму протікають нормально тільки при постійній температурі тіла. Під час фізичної роботи температура тіла підвищується тим більше, чим інтенсивніша і триваліша робота. Під час помірної роботи, наприклад у процесі ходьби середньої інтенсивності, вона підвищується на 0,5 – 0,6 °С, тоді як після тривалого й інтенсивного бігу – до 39 – 40 °С.

Систематичні заняття фізкультурою і спортом підвищують адаптацію організму учнів до перегрівання. Фізичні вправи тренують однаковою мірою як механізм хімічної, так і фізичної терморегуляції. У тренуваних дітей під час фізичних навантажень значно краще, ніж у нетренуваних, поліпшується тепловіддача через шкіру завдяки більшому розкриванню капілярів. До шкіри притікає більше теплої крові, температура її підвищується, а тому посилюються такі способи тепловіддачі, як випромінювання, проведення і випаровування.

Яскравим прикладом адаптації тепло регулювальних механізмів до фізичного навантаження є те, що під час напруженої м'язової діяльності різко підвищується віддача тепла шляхом випаровування і зменшується виведення води через нирки. Біологічна цінність цього механізму регулювання видільних процесів характеризується збільшенням припливу крові до працюючих м'язів і шкіри, а також до нирок, оскільки функція їх певний час може замінятися роботою потових залоз.

Клітини організму нормально функціонують лише при відносно постійному осмотичному тиску, який визначається постійним вмістом у них електrolітів і води. Під час напруженої і тривалої фізичної роботи, особливо при високих температурах повітря, організм людини за 1 годину може втрачати більше 1 л поту, а з ним вимивається до 3 – 5 г солей. Тривале і значне потовиділення призводить до порушення водно-сольової рівноваги. У цих умовах м'язову роботу без зниження її інтенсивності може продовжувати лише той організм, який добре адаптований до різкого підвищення осмотичного тиску.

Говорячи про адаптивний характер змін у крові під час м'язової роботи, слід відмітити і те, що клітини нашого організму, особливо нервові, дуже чутливі до зміни рівня глюкози. Під час напруженої тривалої роботи (тривалий біг) запаси глюкози в організмі швидко зменшуються, оскільки вона безперервно використовується всіма тканинами організму. Під час її окислення звільняється енергія, яка необхідна для роботи м'язів і внутрішніх органів. У людей, які добре треновані для такої роботи, концентрація глюкози в крові може зменшуватись до 50 мг% (2,75 ммоль/л) і навіть нижче (норма глюкози 3,3 – 5,5 ммоль/л). Не адаптована людина мусить припинити

її при зниженні рівня глюкози до 60 мг% (3,3 ммоль/л).

Одним з проявів адаптації організму до м'язової діяльності є підвищення захисних функцій крові. Під час напруженої і тривалої роботи виникає міогенний лейкоцитоз. Кількість лейкоцитів, порівнюючи із станом спокою, може зростати в 6 – 8 разів. Під час м'язової діяльності збільшується також і число тромбоцитів, які, як відомо, беруть участь у зсіданні крові. Показано, що навіть під час бігу на короткі дистанції (100 і 400 м) швидкість зсідання крові підвищується на 20 – 30%. Описані вище реакції організму на м'язову роботу мають адаптивний характер, вони біологічно доцільні, тому що всяка м'язова робота в якійсь мірі пов'язана з можливістю кровотеч і занесенням інфекції через рани.

Під час м'язової роботи змін адаптивного характеру зазнають й інші системи організму. Зміна частоти серцевих скорочень є одним із фізіологічних механізмів, що забезпечує адаптацію кровообігу до м'язової роботи. У людей, які систематично мають фізичне навантаження, частота серцевих скорочень як у стані спокою, так і під час виконання фізичного навантаження помірної інтенсивності, значно нижча, ніж у тих, хто займається лише розумовою діяльністю. Це свідчить про те, що організм перших більш пристосований до фізичної роботи й виконує її при більш економній роботі серця.

У ході виконання важкої фізичної роботи адаптація серця проходить в основному за рахунок більш повного випорожнення шлуночків, тобто за рахунок використання резервного об'єму крові, який у людей тренуваних до м'язової роботи значно більший, ніж у нетренуваних. Фізіологічний механізм такої адаптації серця до роботи перш за все зумовлений підвищенням збудливості провідної системи серця, унаслідок чого прискорюються частота серцевих скорочень і їхня сила. Завдяки цьому і проходить більш повне вигнання крові з серця.

Збільшення хвилинного об'єму крові під час виконання фізичної роботи є одним із адаптивних пристосувань організму. Під час помірної роботи зростання хвилинного об'єму крові проходить переважно за рахунок збільшення систолічного об'єму крові, тоді як важка робота супроводжується збільшенням хвилинного об'єму крові при частіших скороченнях серця. Адаптивний характер змін серцево-судинної роботи залежить також і від виду роботи. У процесі виконання динамічної роботи хвилинний об'єм крові збільшується, тоді як при статичній він змінюється мало або навіть зменшується [13]. Під час виконання роботи помірної інтенсивності адаптація системи кровообігу до м'язового навантаження іде переважно за рахунок перерозподілу крові без збільшення загального об'єму циркулюючої в організмі крові. Суть цього фізіологічного механізму полягає в тому, що значна частина крові притікає до працюючих м'язів і органів (серця, легень, мозку тощо) тоді, як кровообіг у менш активно працюючих органах (кишках, шлунку, нирках тощо) зменшується. Це досягається зміною вазомоторних реакцій: кровonosні судини в працюючих м'язах значно розширюються, а в малоактивних органах звужуються. Приплив крові до працюючих м'язів під час виконання дуже важкої роботи може збільшуватись на 88%, тоді як в стані спокою він становить лише 20% від загального хвилинного об'єму крові.

Ступінь і спрямованість перерозподільних реакцій, що виникають під час м'язової роботи зумовлюються, у першу чергу, функціональним станом великих артерій. Як показали дослідження, пружність (тонус) стінок артеріальних судин наростає більше в непрацюючих кінцівках, ніж у працюючих [13]. У зв'язку з цим приплив крові до непрацюючих кінцівок набагато менший, ніж до працюючих. Про стан перерозподілу крові в організмі судять за зміною швидкості розповсюдження пульсової хвилі в судинах. Одним із пристосувань організму до м'язової роботи є зміна загального периферійного опору судин кровоплину. Під час м'язової діяльності він знижується

і тим більше, чим більш тренована до фізичної роботи людина. Звичайно, при меншому загальному периферійному опорі до тканин припливає більше крові, у них посилюються обмінні процеси, а це призводить до підвищення працездатності організму. Характерно, що в людей, які добре адаптовані до фізичної роботи, відновлення загального периферійного опору проходить набагато повільніше, ніж у нетренованих. Це забезпечує відносно кращі умови для діяльності їхнього серця і кровопостачання тканин.

М'язова діяльність збільшує роботу дихального апарату у відповідності з підвищенням газообміну. Під час роботи значно зростає легенева вентиляція. Причому вона може збільшуватись як за рахунок збільшення частоти дихання, так і за рахунок поглиблення дихальних рухів. Чим більша у людини життєва ємність легень, тим глибшими в неї будуть дихальні рухи. Численні експериментальні дослідження показали, що більш працездатні ті люди, в яких показники життєвої ємності вищі. У них у ході роботи збільшується легенева вентиляція за рахунок поглиблення дихання, а не за рахунок збільшення його частоти. Це, звичайно, доцільніше для організму, оскільки знижуються енерговитрати на роботу дихальних м'язів і, крім того, під час поглибленого дихання повітря, що залишається в «мертвому просторі» дихальних шляхів, після кожного вдиху становить відносно меншу частину всього вентилязованого повітря. А тому кількість повітря, що бере безпосередню участь у газообміні під час такого дихання, стає дещо вищою.

Останніми роками вчені довели, що всі тривалі пристосувальні реакції організму (тренованість, загартування, адаптація до складу їжі, імунітет і навіть пам'ять) мають у своїй основі той самий процес – збільшення кількості або зміну якості білків, що утворюють структури організму і виконують ферментативну функцію. Наприклад, тривале примусове тренування щурів у бігу призвело не лише до гіпертрофії м'язів кінцівок, а й до збільшення в них концентрації білка міоглобіну (на 80%), який відповідає за утворення резервів кисню і транспортування його до мітохондрій. Причому активація генетичного апарату клітин організму під впливом фізичної роботи та інших факторів, що тривалий час діють на організм, настає вже в перші години після підвищення їхньої фізіологічної функції. Спочатку проявляються вони у збільшенні синтезу РНК і білка, а пізніше – ДНК. При цьому, як правило, виникає фізіологічна гіпертрофія робочих органів.

Таким чином, м'язова робота підвищує надійність біологічної системи [16]. Під надійністю біологічної системи розуміють такий рівень регулювання функцій, коли забезпечується оптимальна діяльність організму та його окремих органів. Надійність біологічної системи людини визначається резервами кожного органа. Чим більші резерви її, тим вища надійність біологічної системи. Так, наприклад, у дітей, які мають вищий рівень максимального споживання кисню (*МСК*), витрати його під час дозованої роботи значно менші, ніж у тих, хто має нижчі величини цього показника. Крім того, існує тісний корелятивний зв'язок між рівнем *МСК* і тривалістю виконання напруженої роботи. Діти, які мають вищі показники *МСК*, як правило, мають і вищу аеробну працездатність. Однак у дитячому віці надійність біологічної системи, а також адаптація організму до м'язової роботи ще не досягли високого рівня. Цей період характеризується інтенсивним удосконаленням усіх механізмів адаптації.

У дітей шкільного віку спостерігаються деякі відмінності в протіканні таких фізіологічних явищ, як міогенний лейкоцитоз і еритроцитоз. А під час тяжкої і тривалої фізичної роботи в підлітків і юнаків значно більше, ніж у дорослих, розпадається лейкоцитів і еритроцитів, що знижує адаптивні можливості крові. Про те, що в дітей під час виконання одних і тих самих фізичних навантажень адаптивні механізми крові

напружуються більше, ніж у дорослих, свідчить поява другої фази міогенного лейкоцитозу. У дорослих під час цієї роботи з'являється лише перша фаза. Установлено, що в дітей як міогенний лейкоцитоз, так і тромбоцитоз під час тяжкої і тривалої роботи наступають значно раніше, ніж у дорослих. Усе це свідчить про значно нижчі адаптивні можливості функції крові дітей під час виконання фізичної роботи, ніж у дорослих.

У дітей спостерігається відмінність і в адаптації їхньої системи кровообігу до м'язової роботи. Адаптація до циклічної тривалої роботи в них проходить значно важче, ніж у дорослих. Це пояснюється тим, що в них ще недостатньо розвинений міокард серця, менший об'єм останнього і значно більша частота серцевих скорочень. Через це енергетична цінність кожного систолічного об'єму крові у дітей нижча, ніж у дорослих. У юних спортсменів нерідко спостерігається гіпертрофія серцевого м'яза, яка є результатом форсованого тренування в спортивних вправах на витривалість. Частіше це спостерігається в юних лижників і велогонщиків. Слід відмітити, що гіпертрофія серцевого м'яза в дітей за нормальних умов спортивного тренування не досягає таких розмірів, як у дорослих [13].

Виконання однієї і тієї самої фізичної роботи в дітей супроводжується значно більшою частотою серцевих скорочень і вищим артеріальним тиском, ніж у дорослих. У дітей гранична робота виконується при значно нижчих показниках систолічного об'єму крові. Цей показник 12-річних учнів не перевищує 104 мл, у 13-річних він зростає до 112 мл, а в 14-річних – до 116 мл. У дорослих тренуваних людей систолічний об'єм крові під час виконання граничної роботи може дорівнювати 190 мл і більше. У дітей набагато менший і хвилинний об'єм крові. У 12 років він під час граничної фізичної роботи досягає 19 л, у 13 років – 21 л, а в 14 років – 22 – 23 л. У дорослих спортсменів цей показник може перевищувати 30 л. Ці морфологічні й фізіологічні відмінності серця дітей та дорослих і зумовлюють значно нижчі адаптаційні можливості його до фізичної роботи у перших.

Адаптація дихальної системи дітей до фізичних навантажень теж має деякі свої особливості. У зв'язку з тим, що життєва ємність легень у них значно менша (наприклад, у 10-річних учнів вона становить всього 1700 мл, а в 14-річних – 2250 мл), ніж у дорослих (у них вона знаходиться в межах 3000 – 5000 мл), легенева вентиляція під час граничної роботи не перевищує 70 – 80 л у 16 – 17-річних. У 10-річних дітей вона становить 50 – 55 л, у 14-річних – 70 – 75 л. Чим молодша дитина, тим значніше збільшується вентиляція легень за рахунок прискорення частоти дихання, а не за рахунок поглиблення дихання. Одним із пристосувань дихальної системи дітей до фізичного навантаження є те, що з віком у них різко підвищується показник максимального споживання кисню. Особливо різко він підвищується в 14 – 18 років. Встановлено, що як юнаки, так і дівчата цього віку більш чутливі до гіпоксії під час м'язової роботи, ніж дорослі. У них при явищах гіпоксії більше посилюється і порушується діяльність головного мозку, ніж у дітей молодшого віку або в дорослих.

Одним із адаптивних механізмів організму дітей до фізичного навантаження є значно швидше, ніж у дорослих, відновлення вихідного рівня споживання кисню. З віком ця здатність організму зменшується. При відносно однаковій потужності роботи в дітей кисневий борг менший, ніж у дорослих. Газообмін у дітей шкільного віку під час роботи дещо нижчий, ніж відразу після її закінчення. Кисневий борг після короткочасної роботи може досягати 90% по відношенню до кисневого запиту. Чим молодша дитина, тим менше поглинається кисню в легенях, а тому в спокої менш економно використовуються легенева вентиляція і серцева діяльність для споживання кисню (рис. 1.1). Ось чому під час утрудненого дихання насичення крові киснем у дітей зменшується раніше, ніж у дорослих (рис. 1.2).

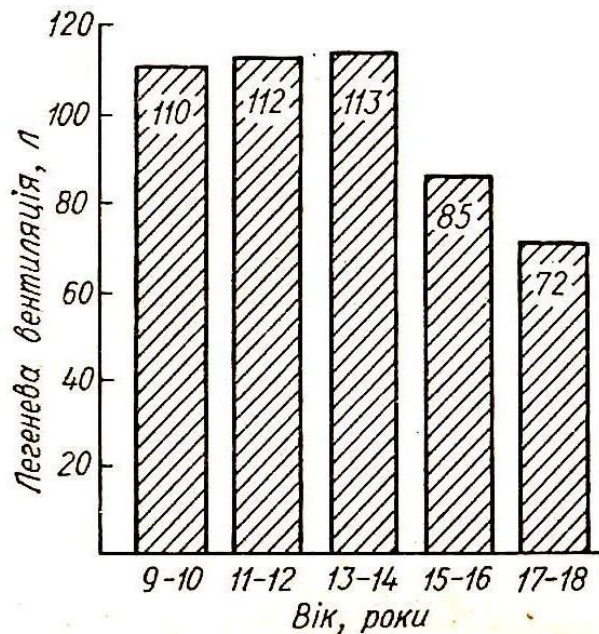


Рисунок 1.1 – Сумарна величина легеневої вентиляції під час однакової роботи учнів різного віку (за І. Некером).

Тренеру та учителю фізичного виховання слід пам'ятати, що діти дихають менш економно, ніж дорослі, не тільки в стані спокою, але й під час фізичної роботи. Усе це свідчить про менші можливості в регулюванні дихання під час важкої фізичної роботи і про гірше пристосування їхнього організму до неї. Під час виконання важкої роботи діти швидше припиняють її тому, що мають менші запаси глюкози в печінці і м'язах, ніж дорослі люди. Крім того, за даними М. М. Яковлева, в юних спортсменів під час роботи значно швидше, ніж у дорослих спортсменів, знижується рівень цукру в крові, а це є однією із умов розвитку втоми [37].

Частота серцевих скорочень під час виконання роботи на велоергометрі у дітей з віком зменшується, що призводить до підвищення кисневого пульсу (кисневий пульс – відношення величини МСК до частоти серцевих скорочень). Це свідчить, що в міру розвитку дитячого організму адаптивні можливості працездатності дихальної і серцево-судинної систем до фізичної роботи підвищуються.

Взаємозв'язок між фізичним і розумовим розвитком дітей. Фізичний розвиток людини в першу чергу визначається ступенем удосконалення її рухової сенсорної системи. Останнім часом доведено, що руховий аналізатор приймає безпосередню участь у міжаналізаторному синтезі. З цієї точки зору становить великий науковий інтерес дослідження залежності розумового розвитку від рухової активності дітей.

І. М. Сеченов уперше подав думку про те, що в головному мозку проходить аналіз пропріорецептивних імпульсів, і показав, що м'язові чуття не тільки посилюють інші, але і об'єднують їх.

Формування будь-якого нового рефлекторного акту неодмінно пов'язане з участю рухового аналізатора. На жаль, у літературі є дуже мало даних про роль рухового аналізатора у функціональному розвитку мозку дітей, їхніх розумових здібностей.

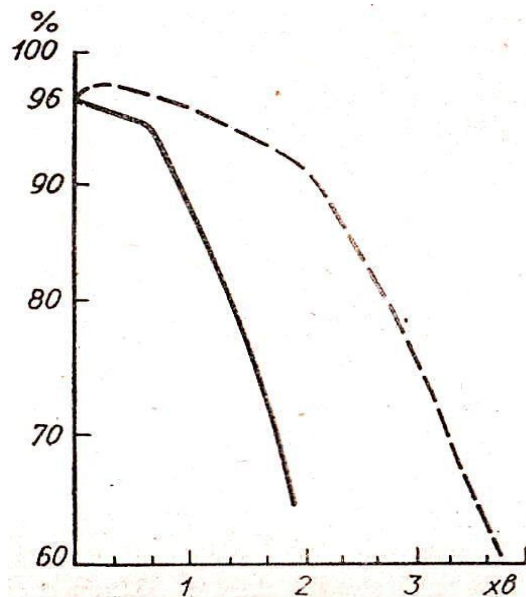


Рисунок 1.2 – Зниження насичення крові киснем під час дихання в замкнений простір у дітей (суцільна лінія) і в дорослих (пунктирна лінія) (за О. Б. Гандельсманом).

Дані, одержані за допомогою електрофізіологічного методу, свідчать про те, що збудливість нервових клітин рухового аналізатора у новонароджених значно вища збудливості клітин інших сенсорних аналізаторних систем (слухової, зорової, шкірної чутливості тощо) і що сенсорні механізми рухового аналізатора вже з перших днів життя дитини беруть участь у діяльності інших аналізаторів.

Про те, яку роль відіграють у розумовій діяльності дітей рухи пальців, свідчать дані, одержані на 5 – 7-річних дітях. Дослід було проведено у трьох групах дітей. У першу групу входили діти, які перед дослідом не виконували ніяких рухів. Діти другої групи перед дослідом робили присідання в ритмі 15 разів за хвилину. Третю групу становили діти, які перед дослідом протягом трьох хвилин стискали і розтискали пальці рук у ритмі 15 разів за хвилину. В усіх дітей виробляли позитивний умовний рефлекс на один і той самий звуковий подразник і диференціювання до нього. Умови вироблення рефлексів у дітей усіх цих груп були однакові (табл.1.2).

З таблиці 1.2. видно, що тренування в тонких рухах пальців (III група), порівнюючи з іншими видами м'язової діяльності (наприклад, присідання, що виконували діти II групи), прискорює вироблення як умовного позитивного рефлексу, так і диференціувального гальмування майже в три рази. Латентний період умовних реакцій на подразнення в дітей III групи виявився коротшим, ніж у дітей I та II груп.

Аналогічні результати було одержано в групах дітей, коли вони розв'язували арифметичні задачі. В усіх III групах у кожному досліді двічі пропонували прості і складні приклади на додавання. Виявилось, що в дітей, з якими проводились систематичні вправи пальців рук до початку дослідження, час розв'язання легких прикладів становив у середньому 3 с, а при розв'язанні складних задач – 15 с, тоді як у групі, де діти не виконували ніяких вправ, ці показники відповідно дорівнювали 10 – 20 с і 100 с. Отримані дані свідчать про те, що тренування пальців рук є могутнім тонізуючим фактором для роботи кори великого мозку, для розвитку розумової діяльності людей різного віку.

Тонкі рухи пальців мають дуже великий вплив на розвиток мовної функції. Установлено надзвичайно сильний вплив пропріорецептивних імпульсів із м'язів і сухожилків пальців рук на розвиток моторної мови дітей. У дітей у віці 1 – 2 років, які

не вміли говорити, уже через тиждень після початку тренування пальців почали з'являтися реакції диференційованого звуконаслідування [8, 10, 12].

Таблиця 1.2 – Особливості умовно-рефлекторної діяльності дітей залежно від рівня рухової діяльності (за М. М. Кольцовою)

Група	Умови дослідження	На якому збігу одержаний умовний рефлекс	На якому підкріпленні одержано диференціювання	На якому підкріпленні одержано згасання
I	Відсутність рухової активності	18±6	12±3	25±5
II	Присідання перед дослідом	15±5	11±4	27±4
III	Згинання та розгинання пальців перед дослідом	7±4	4±4	32±5

Рухова активність дітей має великий вплив на розвиток предметного мислення.

І. П. Павлов визначав предметне мислення як «мислення в дії».

М. М. Кольцова та її школа встановили, що ті діти, яким давали в руки різні предмети і дозволяли з ними погратися, значно швидше засвоювали їхню назву і призначення, ніж ті діти, яким тільки показували ці предмети і говорили, як вони називаються. Таким чином, із наведених прикладів ми бачимо, яку роль відіграє кінестетичний фактор у розвитку предметного мислення і сенсорної мови дітей [10].

Детальний аналіз складних координованих рухів у дітей різного віку, наприклад, вироблення рухових навичок на уроках фізкультури в школі, показав, що програма дій формується на основі тих кінестезій, які використовуються в даному випадку. Необхідні рухи, їхня послідовність тут закріплюються за механізмом вироблення рухового стереотипу.

Усе це свідчить про те, що руховий аналізатор повинен розглядатися як один з найбільш суттєвих механізмів, що забезпечує цілісну інтегровану діяльність великого мозку.

Дослідження в дітей умовних рефлексів показало, що вони в них виробляються і закріплюються швидше, ніж у дорослих, але виробляються набагато швидше в тих дітей, які мають кращий фізичний розвиток. Для цих учнів досить кількох збігів індиферентного подразника з безумовним, щоб перший набув властивості специфічного стимулу – сигналу.

Відомо, що в дітей спостерігається значно ширша іррадіація нервових процесів структурами мозку, ніж у дорослих. Лише поступово, з віком процеси збудження і гальмування стають більш сильними, зрівноваженими і концентрованими. Проте в дітей, які мають вищий ступінь фізичного розвитку, нервові процеси досягають вищого розвитку раніше, ніж у дітей з ослабленим здоров'ям. У фізично розвинених дітей гальмівний процес досягає розвитку на один-два роки раніше, ніж у дітей слабо фізично розвинених. У зв'язку з тим, що в перших краща зрівноваженість збудливого і гальмівного процесів, у них не так швидко, як у дітей з достатнім фізичним розвитком, наростає втома під час занять у школі. Крім того, діти з недостатнім фізичним розвитком відзначаються частою зміною емоцій, невірноваженістю проявів поведінки, а також короткочасністю активної (довільної) уваги на уроках. Як правило, діти з кращим

фізичним розвитком менше хворіють, краще вчаться, швидше наступає в них статева зрілість і змужніння.

Знання всіх цих особливостей умовно-рефлекторної діяльності головного мозку необхідне, оскільки це допомагає вчителю правильно організувати процес навчання, фізичного виховання і режим учнів.

Фізична культура і спорт не лише зміцнюють здоров'я дітей, а й покращують їхні успіхи в навчанні. Так, наприклад, у школі-інтернаті діти, які систематично займалися спортом і мали високі спортивні результати, протягом року мали успішність на 7 – 8% вищу, ніж нетреновані діти. У дітей, які мали низькі спортивно-технічні результати, наприкінці року успішність знизилась на 2 – 3%.

Контрольні питання до першого розділу

1. Чим характеризуються сучасні умови життя?
2. Які засоби можуть компенсувати низький рівень рухової активності?
3. Які наслідки тривалої гіпокінезії?
4. Чим характеризуються специфічна й неспецифічна адаптація організму людини, що займається спортом?
5. Які стадії має перебіг стресового стану?
6. Яким чином м'язова активність сприяє розвитку вегетативних функцій?
7. Які системи організму здійснюють міжсистемну інтеграцію?
8. Які механізми забезпечують координацію діяльності вегетативних систем?
9. Які процеси лежать в основі адаптації до фізичних навантажень?
10. Чим характеризується адаптація фізіологічних систем до фізичного навантаження?
11. Які особливості адаптації до фізичних навантажень дітей шкільного віку?
12. Яка сенсорна система здійснює міжаналізаторний синтез?
13. Як впливають заняття фізичною культурою на розумовий розвиток?

РОЗДІЛ 2

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РУХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДІТЕЙ У ЗВ'ЯЗКУ ІЗ ЗАВДАННЯМИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА СПОРТУ

Вікові особливості розвитку рухового апарату. У процесі онтогенетичного розвитку руховий апарат зазнає значних змін. У різні періоди онтогенезу він, як і весь організм, розвивається неоднаково. У період росту руховий апарат поступово розвивається, відбуваються морфологічні, фізіологічні та біохімічні зміни в усіх його частинах: кістковій, м'язовій, нервовій. У період зрілості, коли руховий апарат досягає повного розвитку, його функціональні можливості підтримуються в основному на одному і тому ж рівні. У період старості руховий апарат підлягає інволюції, поступово зменшуються його розміри, знижується маса окремих його частин тощо. У цей період різко знижується рівень обмінних процесів у кістковій і м'язовій системах, що призводить до послаблення сили м'язів. Рухливість і сила нервових процесів зменшуються, що спричиняє зниженню рухової функції. Заняття фізичними вправами і спортом прискорюють і поліпшують розвиток рухового апарату в дитячому і зрілому віці та віддаляють старість.

Розвиток опорного апарату. Найбільш інтенсивного росту кісткова система дитини зазнає в перший рік її життя. Після реалізації пози стояння, тобто починаючи з другого року життя, швидкість росту кісток у дітей знижується. У період статевого дозрівання вона знову збільшується, причому у хлопчиків дещо більше, ніж у дівчаток. Здебільшого другий період інтенсивного росту в дівчаток настає в 12 – 13 років, а у хлопчиків – у 14 – 15 років. В юнацькому віці швидкість росту кісток знову знижується.

Основною частиною опори тулуба є хребетний стовп. Установлено, що рухливість у різних його відділах розвивається нерівномірно. Найбільша рухливість спостерігається у 8 – 9 років, хоч вона продовжує зростати до 17 років, особливо в тих учнів, які систематично займаються спортом. Після 15 – 17 років рухливість хребетного стовпа в усіх його відділах знижується.

Формування вигинів хребетного стовпа в різні вікові періоди проходять нерівномірно. До 6 – 7 років формується шийний і грудний вигини, а поперековий повністю формується в 17 – 19 років.

У зв'язку з тим, що рухливість хребетного стовпа в молодшому і середньому шкільному віці велика, у дітей, які систематично під час сидіння, стояння і ходіння не дотримуються правильної постави тіла, дуже часто спостерігаються деформації хребетного стовпа (сколіози, кіфози).

У дітей окостеніння різних частин скелету проходить неодноразово. Раніше (до 9 – 11 років) костеніють фаланги пальців руки, дещо пізніше (у 10 – 13 років) – зап'ясток і п'ясток. Кістки тазу в дівчаток розвиваються з 8 до 10 років. З 10 до 12 років формування кісток тазу в дівчаток і хлопчиків іде паралельно, а в період статевого дозрівання темпи їхнього розвитку в дівчаток збільшуються. Зрощування трьох частин тазової кістки починається з 5 – 6 років, а закінчується тільки в 20 – 22 роки.

Стопа в дітей і підлітків росте значно швидше, ніж інші частини тіла, за виключенням голови й рук. У кінці пубертатного періоду стопа досягає максимальних розмірів. Причому коливання росту стопи у хлопчиків більші, ніж у дівчаток.

Найбільша рухливість переднього відділу стопи в дівчаток, що займаються спортом (легкою атлетикою), спостерігається в 10 – 12 років. У підлітків і дорослих спортсменів рухливість стопи зменшується, але в них вона стає більш міцною за рахунок кращого розвитку зв'язкового апарату.

У дітей шкільного віку нерідко спостерігається плоскостопість. Заняття фізичною культурою і спортом значно зменшують цей дефект, але повністю його не усувають. Так, наприклад, серед юних спортсменів плоскостопість становить 8,3%, а сплюсненість стопи – 38,9%. Причому сплюсненість стопи в дівчаток спостерігається частіше, ніж у хлопчиків. Зважаючи на це, на уроках фізкультури потрібно включати спеціальні вправи, спрямовані на розвиток поздовжніх і поперекових м'язів стопи. Якщо ж учитель фізичного виховання в підготовчій частині уроку не застосовує спеціальних фізичних вправ для нормального розвитку стопи, а виключно використовує вправи основного виду спорту, в учнів, особливо молодшого віку, нерідко спостерігається сплюсненість стопи. Серед дітей, що займаються фігурним катанням, спостерігається менший відсоток сплюсненості стопи, ніж серед спортсменів, які займаються іншими видами спорту.

Вищезазначені особливості розвитку опорного апарату дітей шкільного віку необхідно враховувати під час занять фізичними вправами, особливо під час проведення стрибків у довжину і висоту. Різкі поштовхи під час приземлення або нерівномірний розподіл навантаження на нижні кінцівки можуть викликати зміщення тазових кісток. Крім того, надмірне фізичне навантаження під час занять фізичними вправами з дітьми, у яких не закінчилося окостеніння скелета, може призвести до викривлення нижніх кінцівок і до появи плоскостопості.

Розвиток м'язової системи. У період росту дітей значно змінюється загальна маса м'язів, причому вона змінюється більше, ніж маса інших органів.

У новонароджених маса м'язів по відношенню до маси тіла становить близько 23%, у 8 років вона збільшується до 27%, в 15 років – до 32%, а в 17 – 18 років становить 44% загальної маси тіла. Потім, після періоду стабілізації, м'язова маса починає зменшуватись.

У ранньому дитячому віці різні м'язи розвиваються теж нерівномірно. У дітей краще розвинені м'язи спини і гірше – кінцівок. В ясельному періоді в них переважає тонус згиначів над тонусом розгиначів. Із 2 – 3 років проходить інтенсивний розвиток розгиначів, загальна маса яких і тонус збільшуються швидше, ніж згиначів.

У дітей відбуваються значні зміни і в мікроструктурі м'язів. Ріст м'язових волокон з віком збільшується в основному за рахунок потовщення міофібрил. Розміри м'язових волокон стабілізуються лише в 18 – 20 років.

Сполучнотканинні структури м'язів інтенсивніше розвиваються в молодшому віці і вже в 7 років досягають значного розвитку. З віком сполучна тканина м'язів атрофується.

Кількість ядер у м'язових волокнах в онтогенезі теж змінюється. Кількість їх найбільша в ембріональному віці, у міру інтенсивного росту м'язів – значно зменшується.

Формування рухових нервових закінчень у м'язах і ступінь диференціювання їх в основному закінчуються в 7 – 8 років, тоді, коли в дітей з'являються швидкі й різноманітні рухи. Рецепторний апарат у м'язах дітей формується набагато швидше, ніж рухові нервові закінчення. Мієлінізація нервових волокон найбільш інтенсивно проходить в ясельному віці. У людей похилого віку проходить редукція мієліну в усіх нервових волокнах, що іннервують м'яз. Кровообіг м'язів теж інтенсивніше проходить у молодому віці. Капілярна сітка м'язів у ранньому онтогенезі розвинена набагато краще, ніж у дорослому віці.

В онтогенезі змінюються не лише морфологія м'язів, а й їхні функціональні властивості. Скелетні м'язи мають найменшу лабільність в ембріональному періоді. У цьому періоді вони можуть відтворювати тільки 3 – 4 імпульси в секунду, а з віком цей показник збільшується до 60 – 80. У міру дозрівання нервово-м'язових синапсів

швидкість проведення збудження через них збільшується в середньому в 4 рази. Функціональна рухливість м'язових волокон формується вже в 10 – 13 років і до 14 – 15 років поріг повного песимуму досягає порогових величин у дорослих. У процесі старіння песимальне гальмування розвивається набагато швидше, ніж у молодшому віці.

Суттєвою особливістю м'язових волокон у молодому віці є їхня постійна активність. На відміну від м'язів дорослих, м'язи дітей ясельного віку навіть під час сну не розслабляються. На думку деяких учених, постійна активність м'язів є стимулом інтенсивного росту їхньої маси. Хронаксія м'язів досягає величин, властивих дорослим, вже в 9 – 15 років, хоч окремі м'язи досягають показників дорослих і раніше.

У міру вдосконалення рухового апарату в м'язах змінюється характер розвитку процесу збудження. Орієнтуючись на дані електроміографічних досліджень, варто сказати, що в онтогенезі найбільших змін зазнає тривалість потенціалів дії рухових одиниць. Так, якщо цей показник у дітей 1 – 4 років дорівнює 5,7 мс, то в дорослих він знижується до 3,8 мс, а в період старіння підвищується до 10 мс.

Зміни м'язової працездатності і координація рухів. Робота, яку діти виконують за одиницю часу (наприклад, за 1 хв), з віком збільшується, причому приріст кількості роботи змінюється в різні вікові періоди нерівномірно (табл. 10).

Аналіз рухової функції дітей різного віку показав, що вона характеризується деякими особливостями в період росту і розвитку організму. Так, амплітуда ергограм чітко знижується в період від 7 – 9 до 10 – 12 років, а пізніше поступово збільшується. Сумарна біоелектрична активність м'язів з віком дітей зазнає нерівномірних змін. Співставлення цього показника з кількістю виконаної роботи свідчить, що він знижується з віком, тобто в міру розвитку рухового апарату дитини «використання» м'язами нервового напруження поліпшується. Слід відзначити, що з віком змінюється і характер біоелектричної активності м'язів. У дітей молодшого шкільного віку в більшості випадків на електроміограмі спостерігається неперервна електрична активність. У міру росту і розвитку дітей ділянки підвищеної біоелектричної активності чітко розділяються інтервалами, в яких біопотенціали м'язів не реєструються. Ці зміни пояснюються тим, що з віком нервові процеси стають більш зрівноваженими, концентрованими, лабільність м'язів підвищується. У процесі старіння, навпаки, періоди електричної активності на електроміограмі збільшуються, серії («пачки») біопотенціалів стають менш компактними, а в окремих випадках має місце електрична активність, що не припиняється [11].

Характеризуючи ефективність роботи рухового апарату, слід урахувати швидкість відновних процесів, оскільки це має велике практичне значення для обґрунтування раціонального режиму роботи і відпочинку на виробництві і в школі. Показано, що з віком відбуваються неоднозначні зміни відновлювальної дії відпочинку. Найбільш високі значення цього показника спостерігаються в дітей 7 – 8 років (до 96,9%). У 10 – 12 років відновлювальна дія відпочинку знижується до 93,7%, різко зменшується (до 81,8%) в 13 – 15 років, а в 16 – 18 років підвищується до 87,3%.

У зрілому віці настає стабілізація показників відновлювальної дії відпочинку, а під час старіння спостерігається зростання їх, причому воно проходить, коли настає глибока втома. Під час глибокої втоми, навпаки, замість підвищення відновлювальної дії відпочинку в людей похилого віку відмічається різке зниження цього показника.

Управління рухами в онтогенезі має цілу низку особливостей. Рухові акти в дітей від моменту народження переважно мають дифузний характер, а в 7 років ціла низка рухових реакцій набувають вже спеціалізованого характеру. Це пов'язано з тим, що в цей період у них поліпшується аналіз дотиково-кінестетичних сигналів і посилюється концентрація нервових процесів.

Розвиток функції кінестезії в шкільному віці проходить гетерохронно і завершується лише в підлітковому віці. У процесі онтогенезу вдосконалюються всі види екстерорецептивної аферентації, що беруть участь у координації рухів [19, 29]. В учнів до 11 – 12 років поліпшуються функції бінокулярного, монокулярного, центрального і периферійного зору. У 13 – 14 років зорово-моторні функції, що забезпечують точність багатьох рухових актів (попадання в ціль), досягають високого рівня розвитку і наближаються до рівня дорослих. Проте основну роль в утворенні координованих рухових навичок на ранніх стадіях онтогенезу має рухово-дотикова орієнтація [1]. Зорові функції відіграють допоміжну роль під час рухової діяльності дитини, тоді як пропріорецептивна імпульсація має першорядне значення. З віком дитини поліпшується управління просторовими, часовими і силовими параметрами рухів.

Таблиця 2.1 – Показники м'язової працездатності та деякі особливості рухової функції м'язів-згиначів (за Саватєєвою)

Показники	1-ша хвилина роботи				2-га хвилина роботи			
	7 – 9 років	10 – 12 років	13 – 15 років	16 – 18 років	7 – 9 років	10 – 12 років	13 – 15 років	16 – 18 років
М'язова робота за 1 хв, кгм	292± 13,5	430± 6,7	828± 28,0	1238± 52,2	283± 13,1	403± 6,5	667± 32,0	1081± 448,4
Амплітуда ергограм, мм	80,7± 4,0	59,8± 3,3	72,7± 3,0	93,5± 4,2	77,0± 3,8	58,9± 2,2	64,6± 3,2	88,7± 4,8
Тривалість поодиноких скорочень, мс	695± 2,6	605± 2,6	685± 2,2	675± 2,5	696± 2,0	600± 2,3	690± 2,4	670± 2,8
Тривалість пауз, мс	305± 2,7	385± 2,9	305± 0,7	310± 2,5	285± 2,0	365± 2,0	290± 2,0	280± 2,8
Сумарна біоелектрична активність, мВ	405± 7,5	520± 8,6	400± 6,2	455± 5,4	310± 7,2	470± 3,1	415± 8,5	380± 2,8
Втрати сумарної біоелектричної активності на 9,8 Н/м роботи	138	121	49	36,7	108	115,5	61	36,7

Згідно з даними А. С. Ровного, спостерігаються два періоди посиленої здатності дітей до просторового диференціювання рухів, що визначаються величиною відхилення точності виконання заданого руху. Перший період знаходиться між 5 та 6 роками життя дитини, а другий між – 7 – 8 роками [19].

З 10 – 11 років настає стабілізація показника просторового диференціювання рухів, які змінюються підвищенням його в 12 – 13 років. У віці 15 років спостерігається деяке погіршення рухової орієнтації в просторі, а в 16 років вона досягає рівня дорослих. У цей період значно поліпшується і периферійний зір, який з 14 – 15 років був дещо погіршений.

Високий темп розвитку відтворювальних рухів у дітей відбувається в 7 – 12 років. Дещо інша картина спостерігається в здатності дітей відтворювати задану величину м'язового напруження. Ця функція майже не змінюється від 5 до 10 років і лише з 10 до 16 років точність відображення м'язових зусиль підвищується.

Що ж стосується розвитку управління часовими параметрами рухів, то в міру розвитку дітей, особливо від 9 до 12 років, підвищується максимальна частота рухів, що пов'язано з підвищенням у них рухливості нервових процесів у цей період. Здатність дітей диференціювати темп рухів підвищується з віком. Поряд з цим підвищується і здатність виконувати витончені зміни руху. Цей показник значно підвищується в учнів у процесі спортивних тренувань, особливо у віці 13 – 16 років [19].

Здатність дітей розрізняти час рухів формується поступово і ще не досягає повного розвитку в 15 – 16 років. Управління силовими параметрами рухів у дітей теж розвивається з віком. Здатність дітей віком від 5 до 10 років диференціювати напругу м'язів невелика. Збільшується вона з 11 до 16 років, коли підвищується відсоток точних відтворень заданого м'язового напруження і знижується варіабельність результатів. Різниця в точності диференціювання м'язового напруження між хлопцями і дівчатами в цей період не виявляється.

У дітей усіх вікових груп м'язово-суглобова чутливість рук розвинена краще, ніж ніг. Значне поліпшення цієї функції та її стабілізація спостерігаються у 13 – 14 і 16 – 17 років [19].

Таким чином, діти молодшого віку краще запам'ятовують часові, а потім просторові, і гірше силові параметри рухів. У підлітковому та юнацькому віці різниця між цими параметрами поступово нівелюється. У ці періоди формування зазначених вище функцій закінчується. За електроенцефалографічними даними в учнів до 13 – 16 років спостерігаються значне ускладнення і підсилення внутрішніх і міжпівкульних зв'язків рухових нервових центрів головного мозку, а також збільшення впливу кори великого мозку й особливо рухової зони на інші рівні нервової системи.

Розвиток рухів у дітей. Рухи новонароджених мають безумовно-рефлекторний характер, не координовані й виконуються майже безперервно, коли вони не сплять. Навіть під час сну нерухомість немовлят спостерігається не більше 5 – 6 хв. Пояснюється це тим, що нервові процеси в них не зрівноважені, збудження широко іррадіює по структурах головного і спинного мозку.

Одним з координованих рухів новонароджених є ссання. Координовані рухи верхніх кінцівок у дітей з'являються з 3–4 місяців. У цей період спостерігаються цілеспрямовані рухи рук, вони починають брати предмети в обидві руки, а в 5 – 6 місяців можуть брати їх і в одну руку. А також самостійно брати предмети, що знаходяться в полі їхнього зору. Отже, першим довільним рухом дитини, в основі якого лежить утворення умовного рухового рефлексу, є хапання.

На 6 – 7 місяці життя дитина може сидіти, намагається повзати і переступати. У 7 місяців вона піднімається, а при підтримці переступає. У 8 місяців дитина встає, самостійно ступає, чіпляється за опору, а в 9 місяців може стояти без підтримки. В 11 – 12 місяців при підтримці дитина ходить, а починаючи з 2-го року життя – ходить самостійно. В 1 – 2 роки кроки дітей незграбні, не координовані, вони часто спотикаються, падають. У міру вироблення координованих механізмів ходіння рухи тулуба і ніг узгоджуються з рухами рук. Навичка ходьби формується довго. Лише в 5 років закріплюються всі елементи ходіння, властиві дорослим людям. З віком дитини збільшується довжина кроку. Так, в 4 роки довжина кроку в середньому дорівнює 40 см, в 7 років – 50, а в 14 років – 73 см. З розвитком дітей також збільшується і швидкість ходіння. Якщо до 8 років цей показник зростає в основному за рахунок збільшення довжини кроку, то після 8 років – за рахунок збільшення темпу руху при поступовій стабілізації довжини кроку.

Важливо пам'ятати, що, навчаючи дітей ходити, потрібно систематично стежити

за правильною поставою з паралельною постановкою стоп на землю (підлогу) та з чітким пересуванням стопи з п'ятки на носок.

Навичка бігу в дітей виробляється значно пізніше від навички ходіння. Щось подібне на біг у дітей спостерігається вже в 2 роки, але біг з усіма його елементами в дітей спостерігається лише у віці 4 – 5 років, коли пропріорецептивна чутливість досягає значного розвитку і вдосконалення. На цей період у дітей краще розвинена і просторова орієнтація, ніж у ранньому віці. Швидкість бігу з віком дитини підвищується. Так, у дітей 7 років максимальна швидкість бігу становить у середньому 4,5 м/с, в 10 – 11 років — 5,4, в 12 – 13 років – 5,8 і в 17 – 18 років – 8 м/с. Для того, щоб перевищити цю швидкість, діти повинні тривалий час тренуватись у спринті.

У 4 – 5 років дітям стають доступні й інші складні рухи, такі, як стрибки, катання на ковзанах, гімнастичні та акробатичні вправи. У цьому віці діти досить чітко диференціюють м'язові зусилля, а окремі, технічно складні вправи розучують навіть швидше і краще, ніж дорослі люди. У 14 – 15 років здатність дітей оволодівати складними координованими навичками погіршується, що, мабуть, пов'язано з інтенсивними процесами статевого дозрівання їх, сповільненим розвитком рухового аналізатора. У віці 5 – 8 років збільшується точність рухів, хоча вже однорічні діти можуть кидати предмети. У хлопчиків ця навичка розвивається краще, ніж у дівчаток. Це пов'язано з тим, що в них краще, ніж у дівчаток, розвиваються координаційні механізми і сила м'язів, особливо плечового пояса й рук. Різниця в точності метання у хлопчиків ще більше проявляється в шкільному віці. Під час метання в горизонтальну ціль найбільший приріст точності попадань спостерігається у віці від 4 до 7 – 8 років і дещо менше в дітей 9 – 10 років [19]. Точність метань підвищується до 13 – 15 років, після чого стабілізується на одному рівні. Хлопчики точно метають мішечки з піском масою 150 – 200 г на віддаль 7 – 8 м, тоді як дівчатка цього ж віку – на 4 – 6 м.

Фізіологічні механізми утворення рухових навичок. З попереднього розділу відомо, що новонароджена дитина вже може виконувати значну частину рухів. Більшість з них є природженими (безумовно-рефлекторними) рефlekсами. До них відносяться, наприклад, рефлекс на розтягування, розгинальний, згинальний, орієнтовний тощо. Проте деякі з природжених рефлексів (як, наприклад, орієнтовні) у перші дні після народження ще не проявляються у зв'язку з тим, що морфологічний і функціональний розвиток деяких рухових нервових центрів на цей період ще повністю не досяг такого рівня, який би забезпечив їхнє нормальне функціонування. Дозрівання їх і встановлення зв'язків між ними і м'язами, роботу яких вони забезпечують, проходять пізніше. Однак якими б не були вдосконаленими природжені рухові акти, вони не можуть забезпечити той складний взаємозв'язок людини з зовнішнім середовищем, в якому вона весь час перебуває. У процесі еволюції склалися активні форми пристосування до умов зовнішнього середовища, які, як відомо, не є постійними. У зв'язку з цим у людини, на відміну від тварин, досяг значного розвитку руховий апарат, завдяки якому вона не тільки переміщується в просторі, а й виконує різні форми трудової діяльності, творчо видозмінює навколишній світ. Усі ці рухові акти за своєю природою також рефлекторні, але вони значно складніші за природжені. Це довільні рухи, вони виконуються завдяки цілій системі рефлексів, причому не тільки природжених, а й набутих у процесі індивідуального розвитку. Довільні рухи формуються шляхом навчання і є основою рухових навичок. Рухові навички – це нова форма рухових дій, яка виникає за механізмом умовних рефлексів унаслідок систематичного повторення вправ [7, 11, 20, 36].

Рухові навички завжди формуються на основі раніше вироблених рухових актів.

Наприклад, дитина не може ходити, якщо в неї немає навички стояння. А стояти вона не буде, якщо перед цим не навчилася сидіти. Те саме спостерігається і під час розучування фізичних вправ. Перед тим як оволодіти складною руховою навичкою, спортсмен повинен засвоїти безліч простих навичок. Раніше набуті рухові навички широко використовуються як підготовчі вправи під час розучування складних рухових навичок. Ось чому останнім часом у спортивній практиці надається великої ваги всебічному фізичному розвитку спортсменів.

Значення аналізаторів і аферентного синтезу у формуванні рухових навичок. У формуванні рухових навичок в учнів беруть участь різні аналізатори, але основну роль того чи іншого аналізатора визначає, як правило, структура рухової навички. Так, наприклад, у спортивній гімнастиці головне значення має вестибулярний аналізатор. Інші аналізатори в цьому виді спорту відіграють другорядну роль. Однак під час виконання будь-якої рухової діяльності важливу роль має руховий аналізатор. Якщо за допомогою таких, наприклад, аналізаторів, як слухового, зорового, судять про початок, зміну або кінець руху, то за допомогою рухового дізнаються про ті зміни, які відбулися в руховому апараті й вегетативних органах під час виконання фізичної вправи. Суттєвим моментом при цьому є безперервний потік аферентних імпульсів, що надходять у центральну нервову систему від рецепторів м'язів, сухожилків і внутрішніх органів по зворотних зв'язках.

Згідно з вченням відомого радянського фізіолога П. К. Анохіна, формування будь-якого поведінкового акту, у тому числі й рухового, відбувається за наявності певної функціональної системи [1]. Під функціональною системою слід розуміти функціональне утворення, яке об'єднує діяльність кількох фізіологічних систем організму, участь яких необхідна для виконання того чи іншого поведінкового акту. Функціональна система виникає тільки тоді, коли в корі великого мозку відбувся аферентний синтез тих подразнень, які поступають від рецепторів. Аферентний синтез – це інтегрування (об'єднання) усієї інформації, що надходить через аналізатори із слідами від попередніх збуджень. Згідно з вченням П. К. Анохіна, аферентний синтез здійснюється в результаті взаємодії чотирьох основних факторів: мотивації, пам'яті, обстановочної і пускової інформації (рис. 2.1). Пускова інформація одних рухових навичок проста, здебільшого вона зв'язана з подачею певних команд, пострілів, як це, наприклад, спостерігається в легкій атлетиці на старті перед бігом. В інших видах спорту пускова інформація являє собою не поодинокий сигнал, а складну ситуацію, де вона зливається з обстановочною інформацією. Наприклад, у футболі початок і сам характер рухових дій визначаються не лише сигналом судді, а всією ситуацією, яка складається під час гри. Гравці обох команд повинні ретельно слідкувати за діями як своїх партнерів по команді, так і суперників, ураховувати їхню майстерність. Причому оцінювати ігрову (обстановочну) ситуацію вони повинні за дуже короткий проміжок часу, інколи за лічені частки секунди. Це завжди значно ускладнює аферентний синтез. У цих випадках сприймання мінливої ситуації потребує від людини великої практики, у результаті якої вдосконалюється здатність правильно і швидко оцінювати ігрові ситуації, які постійно змінюють одна одну.

Компоненти рухових навичок. Кожна рухова навичка включає аферентні, центральні та еферентні компоненти.

Аферентні компоненти рухової навички характеризують початок, зміну і кінець фізичної вправи. Виконання цих компонентів безпосередньо зв'язано з роботою аналізаторів і аферентним синтезом, про що йшлося раніше.

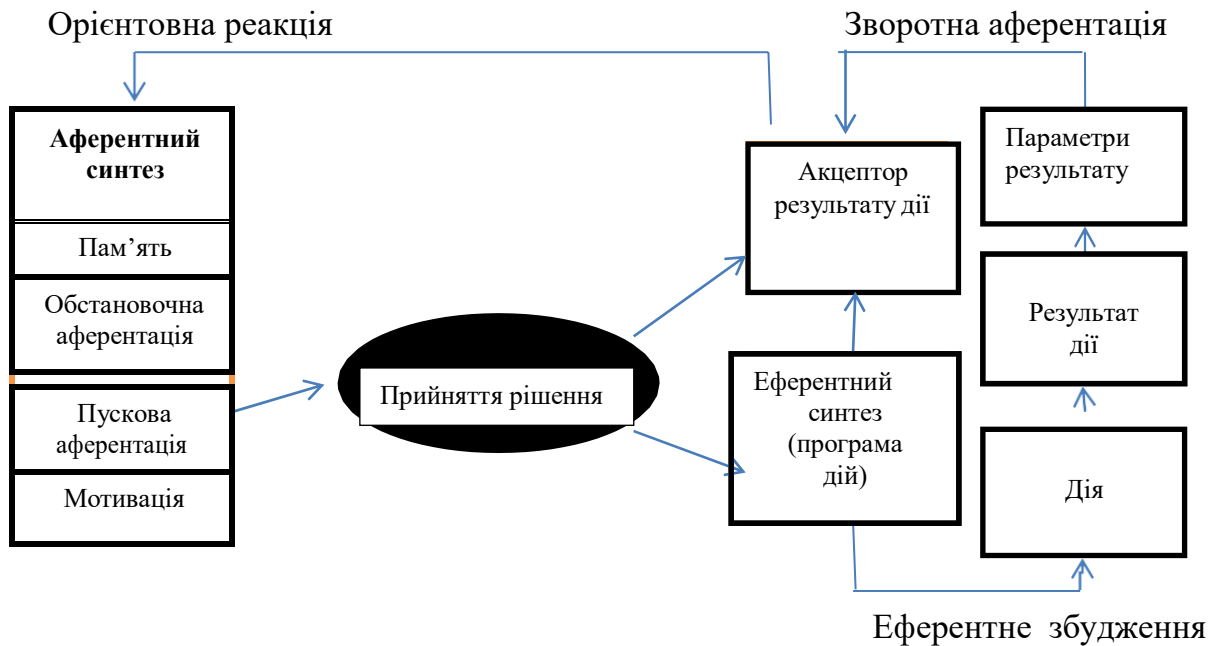


Рисунок 2.1 – Загальна архітектура функціональної системи (за П. К. Анохіним)

В окремих видах спорту аферентні компоненти навички прості, тоді як в інших дуже складні. Наприклад, спринтер починає біг за командою «руш» або після стартового пострілу. У цьому випадку пускова інформація проста для сприймання і вона не зливається з обстановочною. У спортивних же іграх аферентні компоненти дуже складні. Тут проходить злиття обох інформацій, оскільки спортсмен повинен адекватно реагувати на ігрову ситуацію, що безперервно змінюється.

Що стосується центральних компонентів, то вони пов'язані з виробленням ефективних алгоритмів і програм дій. Навіть найпростіші рухові навички протікають за дуже складними програмами, що формуються в центральній нервовій системі за участі кори великого мозку. Коли виконується яка-небудь фізична вправа, то рухи відбуваються одночасно в різних суглобах. А це значить, що одночасно із різних рухових центрів повинні поступати еферентні імпульси і викликати скорочення тільки окремих рухових одиниць. Крім того, скорочення повинні проходити в певній послідовності і бути чітко регламентованими в часі. Під час утворення і виконання рухових навичок поряд з виробленням програми дій інформація надходить до нервового апарату (за П. К. Анохіним – «акцептора дії»), який, спираючись на пропріорецептивну інформацію, порівнює програму рефлексу з результатами його фактичного виконання і у випадку необхідності вносить у діяльність рухового апарату необхідні корекції [1].

В окремих видах спорту програми дій сформовані ще з дитинства і можуть лише дещо змінюватись, уточнюватись відповідно до тих обставин, які склалися під час виконання рухових актів (їзда на велосипеді, біг). В інших видах спорту (спортивних іграх, шаховій грі) потрібно утворювати все нові і нові програми. Причому ці програми можуть бути дуже складними. Наприклад, у шаховій грі можлива дуже велика варіабельність розташування фігур, і шахіст перед кожним наступним ходом тієї чи іншої фігури повинен скласти нову програму дій.

Ефекторні компоненти рухової навички тісно пов'язані з програмою дій, тобто з центральними компонентами. У деяких видах спорту еферентні компоненти рухової навички прості, хоч центральні й складні. Наприклад, під час гри в шахи рух рукою, який здійснює шахіст, сам по собі простий, але програми дій дуже складні. Якщо взяти

гімнастичні вправи, то тут не так складні програми дій, але рухи гімнаста, тобто еферентні компоненти, дуже складні. В інших видах спорту складними є всі три компоненти рухової навички. Наприклад, під час гри у волейбол або баскетбол складними є і сприймання, й оцінювання обстановки, що весь час змінюється, і програмування самих дій, і їхнє виконання. У зв'язку з цим під час розучування тих чи інших рухових навичок на уроках фізкультури в школі потрібно, у першу чергу, приділяти увагу освоєнню важких компонентів, оскільки вони гірше підлягають тренуванню і закріпленню.

Під час утворення рухових навичок формуються не лише аферентні, центральні й еферентні компоненти, а й вегетативні. Це пояснюється тим, що жодна фізична робота не може виконуватись без посилення функції внутрішніх органів. Як встановлено М. Р. Могендовичем, м'язи під час свого скорочення посилають аферентні імпульси у вегетативні нервові центри і через них стимулюють роботу внутрішніх органів. Ці функції регулюються безумовно-рефлекторним шляхом. Однак під час утворення рухових навичок мають важливе значення і вегетативні компоненти, які властиві не взагалі м'язовій роботі, а тільки тій діяльності, в якій тренується спортсмен. Так, наприклад, у спринтерів, рухова діяльність яких протікає швидко, при високій лабільності і збудливості соматичних нервових центрів частота серцевих скорочень і дихання в стані спокою вищі, ніж у стаєрів, в яких діяльність протікає значно повільніше і довше [14].

Характерно, що під час розучування простих рухових навичок швидше формуються рухові (соматичні) компоненти, тоді як під час утворення складних навичок – вегетативні. Слід відмітити і те, що після утворення і закріплення рухової навички вегетативні компоненти є більш інертними, ніж рухові. Наприклад, якщо стаєр переключиться на спринтерський біг, то, незважаючи на те, що рухові реакції в нього стають високими (характерними для спринтера), частота пульсу і дихання в цих умовах залишаються ще тривалий час такими, якими вони були в нього, коли він тренувався на витривалість.

Основні принципи центрального регулювання рухів під час утворення рухових навичок. Для пояснення механізмів регулювання складної рухової діяльності фізіологія широко використовує поняття регулювання в замкнутих контурах автоматизованих систем, які знайшли відображення в кібернетиці. У замкнутому циклі регулювання рецептори відіграють роль вимірювальних пристроїв, нервові центри – регулюючого механізму, а робочі органи (ефектори) – установчого механізму. Зовнішні або внутрішні впливи в цьому випадку розглядаються як «збурювачі», що викликають зміну того чи іншого параметра руху.

Діяльність такої, системи з точки зору кібернетики являє собою безперервний нервовий процес взаємодії організму з навколишнім середовищем. М. О. Бернштейн розробив теорію про рівні побудови рухів. Згідно з цією теорією, у центральній нервовій системі існують 5 рівнів, які об'єднуються в замкнену біологічну систему (рис. 2.2). Рівень *A* – це рівень тону, нервові центри його знаходяться в найнижчих відділах центральної нервової системи (довгастий, середній мозок). Завдяки цьому рівневі регуляції рухів підтримується нормальний тонус м'язів. Рівень *B*, або його називають ще рівнем сінергій, сприяє погодженій роботі великої кількості груп м'язів. Знаходиться він частково в середньому і проміжному мозку. Рівень *C*, або рівень просторового поля, забезпечує спів розмірність рухів людини з оточуючим простором. Нервові центри його знаходяться в області зорових бугрів. Рівень *D*, його називають ще рівнем предметної події, регулює ті рухи, які пов'язані з предметним мисленням. Центри його знаходяться

в проміжному мозку і базальних (підкіркових) ядрах. Рівень *Е. М. О. Бернштейн* назвав «вищим символічним рівнем», завдяки йому здійснюються довільні, цілеспрямовані рухові дії людини [3].

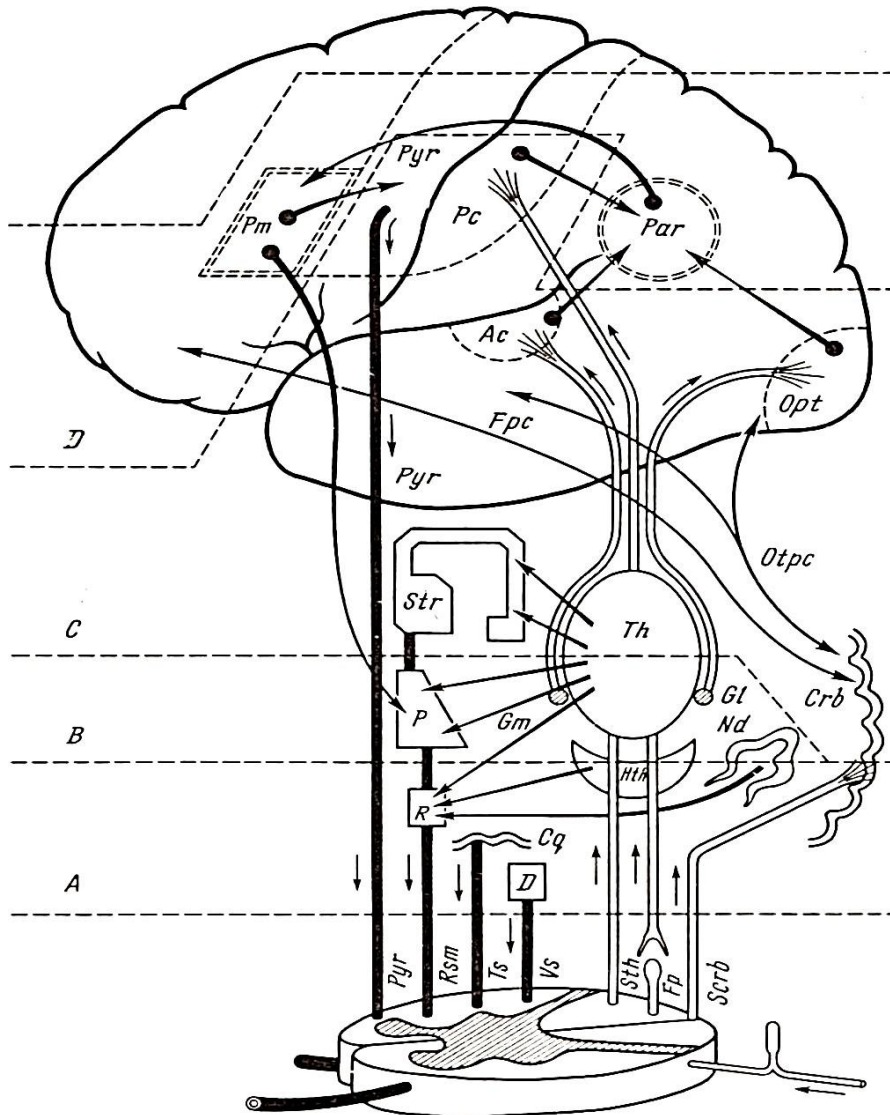


Рисунок 2.2 – Схема основних ядер та провідних шляхів мозку із зазначенням розподілу їх за координаційними рівнями А-Д

Ядра: R – червоне ядро, D – ядро Дейтерса, Cg – четверопогорб, Hth – гіпоталамус, Nd – зубчасте ядро, P – палідум, Gm – внутрішнє і Cl – зовнішнє колінчасте тіло, Crb – кора мозочка, Str – стріатум, Th – таламус, Pm – передмоторна зона кори, Pyr – пірамідна область, Pc – післяцентральна звивина, Ac – слухова зона, Opt – зорова зона, Par – тім'яна частка.

Шляхи: Pyr – пірамідний, Rsm – рубростігматичний, Ts – тестостігматичний, Vs – вестибулостігматичний, Sth – спіно-таламичний, Fp – задньостовбовий, Scrb – спіно-церебральний, Fpc – фронтально-понтocereбральний, Otpc – потилично-скроневий-понтocereбральний

Слід відмітити, що ця схема рівнів регуляції дуже спрощена, у природних умовах механізми регулювання людини здійснюються за значно складнішими схемами. Усі ці рівні в тій чи іншій мірі беруть участь у регулюванні рухів одночасно, і, як правило, вищі рівні координують діяльність нижчих. На кожному рівні за участю чутливих приладів (рецепторів) через сенсорні системи відбуваються формування і корекція (виправлення помилок) рухів. Ця біологічна замкнена система (блок-система) координованого управління рухів включає:

- 1) ефектор, або мотор, системи (м'язи);
- 2) прилад схеми, який вносить потрібне значення величини, що регулюється;
- 3) рецептор сприймає фактичне значення величини, що регулюється;
- 4) апарат звірення – визначає непогодженість між необхідним і фактичним

значенням;

5) прилад центрального перекодування переводить сигнали непогодженості в коректувальні (що виправляють) команди;

- 6) регулятор – дозує потік енергії (рис. 2.3).

Згідно з цією теорією автоматичного регулювання, системи працюють у різних режимах:

- 1) у компенсаційному режимі;
- 2) режимі стеження (програмове регулювання)
- 3) режимі саморегулювання.

У компенсаційному режимі система компенсує всякі відхилення регулюючої величини від заданого стану:

- у режимі стеження регулювання рухів відбувається за заданою програмою;
- у режимі саморегулювання біологічні системи проводять регулювання одночасно за багатьма параметрами і вибирають оптимальний режим роботи, і всі рухові акти людини підпорядковані вищеназваним режимам регулювання.

У режимі компенсації регуляція рухових актів здійснюється за рахунок біологічної системи статичних і статокінетичних рефлексів: рефлексів підтримання постави тіла і випрямляючих, рефлексів з обертання тіла тощо. У режимі стеження, коли зовнішні і внутрішні умови постійні, виконання простих безумовно-рефлекторних актів проходить за заданою твердою програмою. Прикладом можуть бути сухожилльні, зіничні, мигальні рефлексі, рефлексі чхання, блювання тощо. Але оскільки зовнішні умови, що оточують людину, постійно змінюються, то рухова діяльність її завжди зв'язана з безперервним пошуком оптимального режиму регулювання. У цьому випадку біологічні системи працюють у режимі саморегулювання. Розучування різних фізичних вправ проходить в останньому режимі.

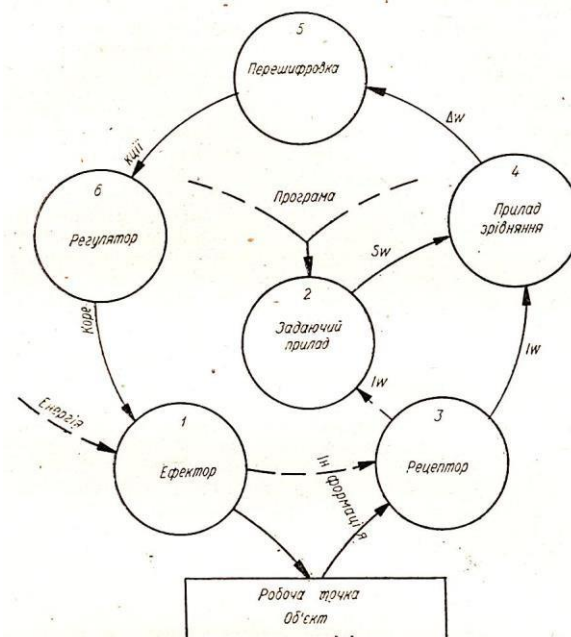


Рисунок 2.3 – Блок-схема апарату управління рухами (за М. О. Бернштейном).

Рухова діяльність спортсмена об'єднує цілу низку актів, які спрямовані на безперервне підтримання м'язового тону і перервного процесу фазних тетанічних скорочень. Крім того, під час виконання рухових актів є часові відмінності в регулюванні вегетативних і м'язових функцій.

Отже, усі ці частини функціональних систем забезпечуються багатьма видами рефлекторних процесів, які відрізняються за своєю будовою і походженням. Характерно, що однією із необхідних умов пристосування організму до безперервно змінюваних умов навколишнього середовища є терміновість виконання рухових актів. Установлено, що мозок слаломіста за 10 с спуску з гори сприймає і переробляє в 4 рази більше інформації, ніж математик під час самої напруженої розумової діяльності.

Основним принципом підтримання тривалої циклічної або повторної ациклічної роботи є принцип варіативності. Цей принцип має безпосереднє відношення до програмування рухового компонента в цілісному акті руху. Він полягає в тому, що досягнення одних і тих самих результатів під час виконання якогось рухового акту може забезпечуватись різними комбінаціями змін органів і функціональних систем, кількість яких, як було сказано вище, дуже велика. Структура цілісного рухового акту варіює як за рахунок зміни послідовності, тривалості й активності скорочення окремих м'язів, так і за рахунок змін частоти і глибини дихання, частоти серцевих скорочень, величини систолічного об'єму серця тощо. Ось чому виконання багатьох рухових навичок характеризується кожний раз різним складом м'язів, що скорочуються з різною послідовністю їхнього включення в роботу і з різним напруженням м'язів. У даному випадку програмування, яке здійснюється в центральній нервовій системі, повинно передбачити зміни як суттєвих, так і несуттєвих параметрів рухового акту, залишаючи при цьому незмінною лише кінцеву мету – досягнення рухового завдання. Яке б завдання не вирішувала та чи інша біологічна система управління, кожний нервовий центр мінімізує інформацію, що надходить до нього.

Згідно з принципом мінімізації функцій нервових центрів, невідповідність характеру зворотної аферентації характеру створеної нервової моделі викликає появу імпульсів неузгодженості в нервових центрах. Основним завданням діяльності нервових центрів є боротьба за зменшення цієї неузгодженості. Механізм мінімізації функції має місце під час будь-якої орієнтовної реакції, під час вироблення умовних рефлексів і утворення рухових навичок.

Усе зазначене дає право зробити такі висновки:

- у складних біологічних системах організму реалізуються викладені вище принципи й механізми управління;
- у системах створюється апарат імовірності передбачення, відбувається самопрограмування, проходять контроль і звірення за допомогою зворотних зв'язків, використовується апарат, який дає можливість вибирати із численних можливостей і забезпечує досягнення мети в реалізації тієї чи іншої діяльності.

Таким чином, усяка рухова навичка є складним локомоторним актом, який має кілька рівнів організації рухів. У процесі навчання відбувається умовно-рефлекторне об'єднання цілих комплексів регуляторних механізмів, які мають автоматичну природу. Крім того, у регулюванні рухової діяльності має місце екстраполяція. Екстраполяція являє собою здатність нервової системи на основі попереднього досвіду адекватно реагувати на ті чи інші подразники з урахуванням часу й місця наступних подій. Отже, екстраполяція забезпечує «перенесення» навичок. Форми екстраполяції можуть бути різними. Вони можуть застосовуватися не лише під час виконання нових рухових навичок, а й під час добре вивчених і автоматизованих. Наприклад, характер ходіння

мінється залежно від умов зовнішнього середовища, а також від функціонального стану організму. Ходіння по твердому ґрунті не схоже на ходіння по кризі чи снігу. Природно, що всім способам ходіння, які зустрічаються в житті, дитина не навчається. Але навчившись одному чи кільком способам, вона може шляхом екстраполяції виконувати цей руховий акт у найрізноманітніших умовах. Під час ходіння кожним способом будуть різними висота й довжина кроку, напруження і розслаблення м'язів згиначів і розгиначів, а також темп ходіння, робота внутрішніх органів. Отже, завдяки екстраполяції діти, навчившись обмеженому числу варіантів рухових навичок, можуть правильно виконувати дуже багато інших способів. Особливо великого значення екстраполяція набуває в їхній спортивній діяльності, де рухи мають дуже велику варіабельність. Так, наприклад, волейболіст навчається передачі м'яча небагатьма прийомами, але у складних ситуаціях гри завдяки екстраполяції він може здійснювати передачу такими прийомами, яким ніколи не навчався.

Під час розучування стандартних фізичних вправ (біг, ходіння, гімнастичні вправи тощо) можливості для екстраполяції не великі, тоді як під час виконання нестандартних (спортивні ігри, єдиноборство тощо) – необмежені. Екстраполяція повинна враховуватись у ході обрання комплексу допоміжних підготовчих фізичних вправ.

Стереотипність і мінливість рухових навичок. Усяка рухова навичка складається із цілої низки фаз, які йдуть одна за одною. Під час виконання рухової навички реалізується цілий ланцюг рефлексів, які з'єднані в одне ціле у вигляді функціональної системи, або динамічного стереотипу за І. П. Павловим.

У центральній нервовій системі в ході виконання будь-якої рухової навички завжди має місце складна мозаїка зі збуджених і загальмованих пунктів, малюнок якої безперервно міниться під час зміни різних фаз навички. Нервові імпульси, що поступають у центральну нервову систему від екстеро- і інтерорецепторів під час виконання тих чи інших фаз рухової навички, є сигналами наступних фаз. Причому в руховій навичці окремі фази, які об'єднуються в комплекс ланцюгових рефлексів, теж є сигналами для виконання наступних.

За принципами динамічного стереотипу виконуються лише ті навички, в яких послідовність фаз протікає за повним стандартом (ходіння, біг, стрибки, плавання, ходіння на лижах, гімнастичні вправи тощо). Прикладом рухових навичок, в яких не проявляється динамічний стереотип, можуть бути спортивні ігри, єдиноборство тощо. Якщо в спортивних іграх динамічний стереотип і проявляється, то це характерно не для всієї складної комбінації, а лише для її окремих елементів (штрафні кидки в кільце та ведення м'яча в баскетболі тощо).

Стереотипність рухів спортсмена відносна, ось чому І. П. Павлов функціональну системність назвав не просто стереотипом, а динамічним стереотипом. Цим самим він підкреслював, що функціональна системність може змінюватись. Непостійність у характері протікання рухових навичок може спостерігатися під час утоми і перетренуванні, захворюваннях спортсмена, тривалій перерві в тренуванні, зміні погодних умов тощо.

Коли розучуються складні фізичні вправи, то відразу засвоїти всі компоненти рухової навички дуже важко. У зв'язку з цим потрібно розбити її на окремі елементи і розучувати їх на уроках фізкультури окремо, і тільки після міцного закріплення кожного з них учень починає тренуватись на виконання вправи в цілому.

У стандартних видах спорту вчитель фізичного виховання і тренер повинні добиватись, щоб усі рухові навички учнів засвоювались за принципом динамічного стереотипу. Це сприяє високій координованості виконуваного складного рухового акту

і, що характерно, при значно менших затратах енергії, ніж за умов, коли ще не утворився динамічний стереотип.

Стадії формування рухових навичок. Процес формування рухових навичок на уроках фізкультури в школі тривалий. Потрібне багаторазове повторення комплексу рухових актів, які складають рухову навичку. Під час її утворення виділяють три фази, або стадії.

У першій фазі, яка одержала назву *генералізації*, рухи учнів ще не точні, не координовані, оскільки в роботу включається багато зайвих у даному руховому акті м'язів. Якщо в цю фазу від м'язів відвести біопотенціали і записати електроміограму, то виявиться, що реєструються вони не лише в тих м'язах, які необхідні для здійснення даного рухового акту, але й у так би мовити «сторонніх». Це зумовлено тим, що в цю фазу формування рухової навички екстеро-пропріо-інтерорецептивні імпульси через відносно слабкий і нестійкий гальмівний процес викликають у корі великого мозку іррадіацію збудження. У результаті цього в учнів відсутнє точне диференціювання тих подразнень, які сприймаються органами чуттів, і відповідні рухові акти на них мають узагальнюючий, генералізований характер. У фазу генералізації спостерігається в активно діючих м'язах імпульсація не лише в період скорочень їх, але й в інтервалах між ними. У результаті того, що під час виконання рухового акту м'язи весь час напружені і в нього включається багато зайвих рухових одиниць, робота виконується неекономно, учні швидко стомлюються.

У міру вдосконалення рухової навички настає друга фаза – фаза *концентрації*. У цю фазу процес збудження менше іррадіює по корі великого мозку. Це пов'язано з тим, що посилюється індуктивне гальмування, збудливий процес стає більш концентрованим в осередку свого виникнення і в діяльність залучаються тільки необхідні для здійснення рухового акту м'язи. При цьому біоструми концентруються, залпи імпульсів, що поступають у центральну нервову систему по аферентних нервових волокнах від пропріорецепторів, стають короткими і, як правило, реєструються лише під час їхнього скорочення, а в паузах вони зменшуються, а то й зовсім можуть зникати.

Якщо в першу фазу формування рухової навички спостерігалась одночасна біоелектрична активність у м'язах, то в міру оволодіння навичкою під час повільного виконання рухів спостерігається реципрокність (узгодженість) між ними, і біоелектрична активність починає виникати послідовно. У фазу концентрації тимчасові зв'язки вже достатньо закріплені в зовнішньому малюнку виконуваної рухової навички і в діяльності нервових центрів створюється динамічний стереотип. Однак, незважаючи на те, що рухи виконуються більш економно, вільно, координовано і точно, у цю фазу динамічний стереотип ще повністю не сформований. Якщо учень працює в незвичайній для нього обстановці (наприклад, на відповідальному змаганні) або стомився, то стереотип нервових процесів може порушуватись, рухи його стають некоординованими, як і у фазу генералізації.

У третю фазу формування рухової навички, яка називається фазою *стабілізації*, динамічний стереотип стає міцним і вже не порушується при ускладненні зовнішніх умов. Значна частина рухів, тим більш простих навичок, автоматизовані, що робить їх більш економними, максимально координованими, і виконуються вони за рахунок скорочення лише необхідних у цьому руховому акті м'язів. Однак і в цю фазу формування рухової навички реципрокність у роботі м'язів може проявлятися не повністю (більшою мірою під час скорочення м'язів-антагоністів). Чим швидший темп руху, тим більша біоелектрична активність синергіста узгоджується з одночасною аналогічною активністю антагоніста.

Точність рухових навичок необхідна в усіх видах спорту, але особливо важлива

в тих, де якість виконання рухів оцінюється в балах (спортивна і художня гімнастика, фігурне катання тощо). У цих видах спорту потрібно дуже точно управляти рухами, чітко дозувати м'язові зусилля. Слід пам'ятати, що добре закріплені рухові навички переробляються дуже важко. Ось чому учні повинні правильно заучувати рухові навички, інакше їм буде дуже тяжко позбутися помилок, які весь час затримуватимуть формування рухових навичок і фізичний розвиток.

Автоматизація і міцність рухових навичок. Рухові навички, які пройшли всі фази свого формування, автоматизуються. Автоматизація рухової навички характеризується виконанням її в цілому або окремих її компонентів без осмислювання. В організмі людини розрізняють два види автоматизмів: первинні і вторинні. Первинні автоматизми завжди мають місце в організмі, вони характерні для безумовно-рефлекторних реакцій. Протікають вони без осмислення і регулюють вегетативні деякі рухові реакції (наприклад, рефлекси, що регулюють роботу серцево-судинної, дихальної, травної систем тощо). Вторинні автоматизми – це умовно-рефлекторні реакції, які раніше протікали з осмисленням, а пізніше автоматизувалися. До них відносяться всі рухові навички.

Згідно з поглядами академіка І. П. Павлова, автоматизми здійснюються на тлі пониженої збудливості (гальмуванні) кори великого мозку, тоді як формування рухових навичок не може проходити без оптимальної збудливості її нервових центрів. Однак, хоч автоматизація рухової навички і здійснюється під час пониженої збудливості кіркових клітин, нервові центри ще здатні здійснювати добре закріплені рухові акти. Якщо рухова навичка виконується автоматично, то це не значить, що вона не буде осмислена далі. Учні після виконання рухового акту можуть інколи детально проаналізувати більшість своїх рухів, які були виконані автоматично. Таким чином, кіркові центри під час автоматизації рухової навички повністю не загальмовані, як це буває під час сну або великої заклопотаності людини, а тільки частково. Це дає можливість корі великого мозку виконувати аналітичну і синтетичну діяльність, пов'язану з виконанням нових рухових актів, менш засвоєних і не доведених до автоматизму, а також здійснювати екстраполяцію.

Слід відмітити, що не всі автоматизовані рухові акти можуть однаковою мірою усвідомлюватись. В одних видах краще усвідомлюються ті рухові акти, які пов'язані з роботою більш крупних м'язів. Наприклад, під час виконання тієї чи іншої вправи краще запам'ятовується положення всієї руки в просторі, ніж її окремих частин – плеча, передпліччя чи кисті. Однак, якщо взяти кваліфікованого спеціаліста, наприклад годинникаря, то він, маніпулюючи з деталями годинника, краще запам'ятовує положення окремих пальців, а не положення всієї руки.

У ході виконання рухів осмислюються лише рухові компоненти навички, вегетативні компоненти, як правило, не осмислюються.

У процесах навчання і тренувань свідомий контроль за рухами, які виконують учні, має дуже велике значення. Необхідно з самого початку формування рухових навичок привчати учнів, щоб вони свідомо виконували кожний рух і завжди, навіть при повній автоматизації їх, змогли проаналізувати, указати на допущені помилки.

Автоматизація в різних видах спорту проявляється неоднаково, залежить вона від складності і різновидності виконуваних рухів. Вона буде більш повною в тих видах спорту, в яких вправи ближчі до природних рухів. Наприклад, біг є руховою навичкою високої автоматизації, бо спортивна техніка його дуже близька до природних рухів. Якщо взяти гімнастичні вправи, то рухові навички на них будуть менш автоматизовані, бо тут використовуються вправи, які рідко вживає людина в повсякденному житті.

Важливо пам'ятати, що автоматизувати рухові навички більш, ніж це потрібно для спорту, не бажано. Це може призвести до «задовбування» навички і до втрати свідомого контролю над чітким виконанням тих чи інших рухів. Крім того, чим повніше автоматизовані вправи, тим важче їх змінити під час заняття, якщо, наприклад, потрібно змінити техніку рухової навички. В окремих видах спорту добре автоматизовані рухи можуть бути перешкодою для утворення нових, схожих на попередні, навичок у результаті, негативного перенесення. Таким чином, незважаючи на те що автоматизація рухів необхідна спортсменові для вдосконаленого оволодіння фізичними вправами, при нераціональному використанні методів тренування може стати перешкодою в рості спортивної майстерності.

Рухові навички зберігаються деякий час навіть і тоді, коли спортсмен припинив тренування. Тривалість їх збереження залежить від багатьох факторів:

- рухові навички, простіші за своєю координацією, зберігаються довше, ніж складні;
- навички зберігаються довше, якщо перед цим вони були більш закріпленими;
- навички, які викликають позитивні емоції в людини, зберігаються набагато довше від тих, які супроводжуються негативними емоціями.

На тривалість збереження рухових навичок мають вплив функціональний стан організму, тип нервової системи, гігієнічний стан місць занять спортивними вправами тощо. Під час втоми і захворюваннях в учнів можуть порушуватись не лише складні рухові навички, а й досить прості (наприклад, ходіння, біг). При цьому їхні рухи стають неточними, мало координованими, неекономними. В учнів, що мають слабкий тип нервової системи або сильний, але невірноважений (холерики), частіше, ніж в учнів з іншим типом нервової системи, спостерігаються порушення рухових навичок після припинення тренування або при дії негативних факторів під час виконання фізичних вправ. Слід відмітити і те, що не всі компоненти рухової навички згасають і порушуються однаково. Грубі компоненти рухової навички можуть зберігатися тривалий час після припинення тренування, навіть роками, у той час як тонкі компоненти зникають набагато раніше. Наприклад, якщо людина в дитинстві навчилася їздити на велосипеді і після цього більше не їздила, то вона може поїхати на ньому навіть через багато років без попереднього тренування, але тонкі рухи при цьому вона не відтворить, оскільки тимчасові зв'язки на них вже згасли.

Що стосується вегетативних компонентів рухової навички, то вони мають деякі відмінності від рухових. При тривалих перервах у тренуванні вегетативні компоненти згасають набагато швидше, ніж рухові, у той час як при короткочасній заміні одного виду діяльності іншим вегетативні компоненти перебудовуються довше, ніж рухові.

Ураховуючи всі ці закономірності формування рухових навичок, учителю фізичного виховання потрібно систематично їх тренувати, причому максимальне вдосконалення координації рухів може бути досягнуто лише при оптимальних умовах, зумовлених режимом тренування, індивідуальними особливостями учнів, розминкою та іншими факторами. Прості рухові навички швидше утворюються і стають міцнішими в молодшому віці, а складні краще формуються в старшому шкільному віці, коли нервові процеси досягають свого найвищого розвитку.

Контрольні питання до другого розділу

1. Яких змін зазнає опорний апарат у постнатальному онтогенезі?
2. Чим характеризується розвиток м'язової системи?
3. Які особливості змін м'язової працездатності та координації рухів з віком?

4. Які особливості управління рухами в онтогенезі?
5. Охарактеризуйте розвиток рухів у дітей.
6. Дайте визначення терміну «Рухова навичка».
7. Яку природу мають рухові навички?
8. Яка роль сенсорних систем у процесі формування рухових навичок?
9. Дайте визначення терміну «Функціональна система організму».
10. Хто є автором учення про функціональні системи організму?
11. Охарактеризуйте центральну структуру функціональної системи регуляції поведінки за П. К. Анохіним.
12. Назвіть основні компоненти рухових навичок.
13. Які рівні ЦНС здійснюють організацію рухів за М. О. Бернштейном?
14. Охарактеризуйте динамічний стереотип.
15. Назвіть стадії формування рухової навички.
16. Які фактори здатні здійснити вплив на автоматизм та міцність рухових навичок?

РОЗДІЛ 3

ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНИХ ЗДІБНОСТЕЙ ЛЮДИНИ

Фізичні здібності розвиваються в єдності з руховими навичками. Навіть у тих видах спорту, де результат оцінюється за техніку виконання, рухові якості є визначальним чинником. Так, у фігурному катанні, щоб виконати стрибок у три оберти, необхідно мати високий рівень швидкісно-силових здібностей. Або в спортивній гімнастиці неможливо виконати упор руки вбік на кільцях «хрест» без високого рівня розвитку сили. Отже, досконалість рухових навичок залежить великою мірою від здатності людини дозувати зусилля, а інколи – від максимальних значень сили, швидкості, витривалості. У процесі розвитку фізичних здібностей особливе значення має функціональна, біологічна й морфологічна перебудова систем організму. Під час вивчення цієї теми потрібно уважно розглянути фізіологічні механізми розвитку фізичних здібностей, режими, в яких розвиваються ці здібності й засоби, за допомогою яких вони розвиваються.

Розглянемо фізіологічну характеристику фізичних здібностей окремо.

Фізіологічна характеристика сили. *Сила* – це здатність протидіяти зовнішньому опору. Визначають силу м'язів за максимальною напругою в ізометричному режимі за допомогою динамометрії або тензометрії.

Відомо, що сила перебуває у зворотній залежності від швидкості руху, тобто, чим більше розвивається напруження м'язів, тим менша швидкість скорочення. На підставі цієї залежності всі силові вправи виконуються із зовнішнім навантаженням, близьким до ізометричної сили і з низькою швидкістю м'язових скорочень (класичні вправи штангіста, силові елементи гімнаста тощо).

Вправи з високим опором 40 – 70% від максимальної ізометричної сили й високою швидкістю м'язових скорочень називаються швидкісно-силовими (стрибки, метання).

Якщо зовнішній опір менший 40% максимальної ізометричної сили й висока швидкість скорочення м'язів, то такі вправи називаються швидкісними (метання легких предметів, вправи на швидкість окремих рухів).

Для розвитку максимального ізометричного напруження необхідні такі фізіологічні умови:

- активізація всіх рухових одиниць;
- повний тетанус м'язового напруження;
- скорочення м'яза, вихідна довжина якого така ж, як під час спокою.

Максимальна сила залежить від кількості волокон, які утворюють поперечний перетин м'яза. Відношення максимальної сили (MC) до анатомічного поперечника називається відносною силою ($BC = 1 \text{ кг/см}^2$).

Анатомічний поперечник – це перпендикулярний перетин м'яза. Але не всі м'язи мають паралельний хід волокон, і при анатомічному поперечнику перетин не проходить через усі м'язові волокна. Поперечний перетин усіх м'язових волокон становить площу перетину фізіологічного поперечника. Відношення MC до фізіологічного поперечника називається абсолютною силою.

У процесі життєдіяльності людина здійснює довільні (навмисні) та мимовільні (ненавмисні) рухи. Силу визначають під час виконання довільних вправ, і тому вона називається довільною ($ДС$). $ДС$ залежить від периферичних і центральних чинників.

Периферичні, або м'язові чинники, охоплюють:

- механічні умови дії м'язової тяги (важіль і кут застосування сили до кістки);

- початкову довжину м'яза;
- фізіологічний поперечник;
- співвідношення швидких і повільних волокон.

До центральних чинників належать:

- внутрішньом'язова координація – показує залучення до імпульсації числа мотонейронів і їхню частоту;
- міжм'язова координація – характеризується адекватним залученням м'язів-синергістів і у вилученні м'язів-антагоністів.

Перераховані чинники показують складність управління силовими актами. Тому в природних умовах максимальна довільна сила (*МДС*) менша за максимальну (*МС*). Різниця між *МДС* і *МС* називається силовим дефіцитом. Максимальна сила визначається в лабораторних умовах подразнення нерва який іннервує м'яз електричним струмом із частотою 50 – 100 імпл./с. Зниження силового дефіциту досягається спеціальним тренуванням. Величина силового дефіциту залежить від таких чинників:

- психологічного настрою спортсмена;
- внутрішньом'язові координації;
- міжм'язової координації.

Характеризуючи психологічне налаштування, необхідно відзначити, що тільки створення певних умов (змагання, гіпноз, страх) може виявити надзвичайні, силові показники. Спеціальне силове тренування поглиблює другий і третій чинники, тобто довільно керувати м'язовим напруженням.

Для розвитку м'язової сили важливе значення має морфологічний склад (співвідношення швидких і повільних волокон). Швидкі волокна мають більше міофібрил, і тому сила їхнього скорочення вища, ніж у повільних.

Для розвитку *МДС* застосовуються тренувальні вправи із зусиллями 70 – 95% від максимальних. Це підвищує внутрішню м'язову (вводиться більше швидких рухових одиниць) і міжм'язову координацію і збільшує м'язову масу.

Збільшення фізіологічного поперечника відбувається за рахунок робочої гіпертрофії. Цей процес здійснюється не за рахунок м'язових волокон, які щойно утворилися, а за рахунок потовщення кожного м'язового волокна через підвищення їхньої трофіки.

Розрізняють два типи робочої гіпертрофії: саркоплазматичну та міофібрилярну.

Саркоплазматичний тип гіпертрофії характеризується збільшенням у м'язах саркоплазми і хімічних речовин. При цьому типі гіпертрофії в саркоплазмі збільшуються резерви глікогену, а також кількість капілярів. Цей тип гіпертрофії мало впливає на силу м'язів, але значно підвищує витривалість їх.

Міофібрилярний тип гіпертрофії характеризується збільшенням об'єму міофібрил. У них стає більше скоротливих білків міозину і актину. Фізіологічний та анатомічний поперечники м'язів збільшуються не набагато, але сила м'язів значно зростає. Перший тип гіпертрофії виникає під час систематичного і тривалого застосування на тренувальних заняттях динамічних вправ з відносно невеликим навантаженням. Якщо на заняттях застосовуються великі фізичні навантаження (більше 2/3 від максимальної довільної сили) в ізометричному режимі скорочення, то розвивається другий тип робочої гіпертрофії.

Фізіологічні основи швидко-силових здібностей Виконання вправ характеризується потужністю роботи, тобто оптимальним поєднанням сили і швидкості. Так, фінальна швидкість снаряда залежить від сили, прикладеної до нього, й швидкості розгону його. Збільшення потужності відбувається за рахунок підвищення сили або

швидкості, або ж за рахунок обох компонентів. Для розвитку швидкісно-силових якостей важливо враховувати режим роботи м'язів. Ізометричний режим не розвиває швидку «вибухову силу». Під час виконання динамічних вправ для переборювального характеру «вибухова сила» розвивається меншою мірою, ніж під час вправ поступального характеру. Це пояснюється тим, що зі збільшенням швидкості маси зростає ступінь напруження м'язів. Отже, знаючи режими, при яких м'язи розвивають найбільше напруження, можна цілеспрямовано впливати на розвиток якісних показників м'язів.

У швидкісно-силових вправах розвивається «вибухова сила». Показником «вибухової сили» є *градієнт сили*. Це – відношення *МС* до часу її досягнення. Градієнт сили вищий у спортсменів-спринтерів, стрибунів, металників. Фізіологічним механізмом «вибухової сили» є початкова швидкість імпульсації мотонейронів. У виявленні «вибухової сили» відіграє роль морфологічна структура м'язів. Швидкі волокна більші в спортсменів швидкісно-силових видів спорту. Під час спеціального тренування ці волокна гіпертрофуються більше, ніж повільні, і становлять основну масу м'яза. Швидкі волокна скорочуються за 60 мс, а повільні – за 120 мс. Під час народження всі м'язові волокна повільні. У перші місяці життя відбувається диференціювання. Одні волокна стають швидкими, а інші – повільними. У цьому велику роль відіграють спадкові чинники. Спеціальне тренування сприяє скорочувальній здатності швидких волокон. Але, якщо швидкі волокна скорочуватимуться в режимі повільних волокон, то вони стають повільними.

Важливою фізичною якістю в досягненні результатів у багатьох видах спорту є швидкість. Вона складається з таких компонентів: латентного періоду сенсо-моторної реакції, швидкості поодинокого руху й частоти руху за одиницю часу.

Так, у спринті більшою мірою виявляється латентний період рухової реакції і частота рухів за одиницю часу. В єдиноборстві важлива швидкість реакції та швидкість одиночного руху тощо.

У тренуванні треба застосовувати вправи зі швидкістю, яка дорівнює або перевищує змагальну. Для цього застосовуються полегшувальні й ускладнювальні умови.

Енергетичне забезпечення під час виконання силових і швидкісно-силових вправ здійснюється в анаеробних умовах. Використовувані тренувальні вправи характеризуються максимальною анаеробною потужністю і максимальною анаеробною ємністю.

Максимальна потужність виконання вправ в анаеробному режимі може підтримуватися декілька секунд. Робота при цьому здійснюється за рахунок АТФ і КрФ. Отже, їхній запас і швидкість утилізації визначає максимальну анаеробну потужність (*МАП*). *МАП* можна визначити в спринті й стрибках. Для її визначення пропонується ознайомитися з тестом «Маргарія». Досліджуваний перебуває на відстані 6 м від сходів. Пробігає 9 сходинок, наступаючи на кожную, «з ходу», час фіксується з 4-ї по 9-ту сходинку.

$$МАП = A/C, \text{ (кгм/с)}$$

де *A* – вага тіла х на висоту 6 сходинок, кгм;

C – час пробігання 6 сходинок, с.

Вікові показники *МАП* наводяться в таблиці 3.1 [21].

Фізіологічний механізм полягає в тому, що у бігунів на ці дистанції кількість швидких волокон більша, ніж повільних, це сприяє високому рівню гліколітичного

обміну.

Максимальна анаеробна ємність характеризується величиною кисневого боргу. Ці величини становлять: у чоловіків – 10,5 л, у жінок – 5,9 л. У нетренованих людей відповідно – 5 л і 13,1 л. У видатних бігунів на 400 м і 800 м величина максимального кисневого боргу перевищує 20 л. Фізіологічний механізм полягає в тому, що в бігунів на ці дистанції кількість швидких волокон більша, ніж повільних, що сприяє високому рівню гліколітичного обміну. Максимальну анаеробну ємність визначають креатинфосфокіназний (алактатний) та гліколітичний (лактатний) компоненти. У нетренованих людей максимальна ємність лактатного компонента становить 120 мг%, а в спортсменів досягає більше 300 мг%. Тому спортсмени можуть розвивати велику потужність роботи й підтримувати її тривалий час. Під час роботи такої потужності відбувається переведення на волокна з гліколітичним механізмом енергозабезпечення. Ці волокна в спортсменів таких видів спорту більші.

Таблиця 3.1 – Вікові показники максимально анаеробної потужності, кгм/с

Якість <i>МАП</i>	Вік	
	15-20	20-30
Чоловіки		
погана	менша 113	менша 106
середня	150 – 187	140 – 175
добра	188 – 224	176 – 210
відмінна	більша 224	більша 210
Жінки		
погана	менша 92	менша 85
середня	121 – 151	112 – 140
добра	152 – 182	141 – 168
відмінна	більша 182	більша 68

Постійні тренування в такому режимі розвивають механізми, що забезпечують витримку організму до таких умов.

У спортсменів, що займаються видами із переважним виявленням швидкісної витривалості, вміст АТФ і КрФ на 30% вищий, ніж в інших. Велике значення в енергозабезпеченні мають ферменти міокіназа й креатинфосфокіназа, які забезпечують швидкість розщеплювання і ресинтезу АТФ, АДФ, АМФ, КрФ. Застосування повторних інтервальних вправ анаеробної потужності підвищує механізм адаптації організму до накопичення молочної кислоти.

Фізіологічні основи витривалості. Витривалість – це здатність зберігати тривалий час працездатність і протистояти втомі. Розрізняють загальну та спеціальну витривалість. Загальна витривалість визначається здатністю виконувати тривалий час динамічну роботу. У кожному виді спорту виявляється витривалість, адекватна специфіці м'язової діяльності. Для чіткішого визначення фізіологічної характеристики витривалості її визначають за загальними характеристиками м'язової діяльності.

Розрізняють такі різновиди витривалості:

- динамічну;
- статичну;

- силову;
- витривалість до анаеробної роботи;
- витривалість до аеробної роботи.

Більш змістовна суть поняття «витривалість» – це здатність тривало виконувати глобальну роботу, переважно аеробного характеру [21].

Аеробна витривалість показує залежність між потужністю споживання кисню, швидкістю споживання кисню і тривалістю виконання роботи, тобто характеризує аеробні можливості. Показником аеробної продуктивності є максимум споживання кисню (*МСК*). Від величини *МСК* залежить обсяг тренувального навантаження і спортивний результат. *МСК* – головний критерій відбору стаєрів, лижників-гонщиків, веслярів, велосипедистів тощо.

Показники *МСК* залежать від довжини й маси тіла. Розраховуючи відносний показник *МСК* (відношення *МСК* до ваги тіла), можна наочно показати перевагу одного спортсмена над іншим. Наприклад, у хокака й баскетболіста абсолютні показники *МСК* однакові – 5 л/хв., а в перерахунку на кілограм маси в хокаків – 70 мл/кг/хв., а в баскетболістів – близько 60 мл/кг/хв. Висококваліфіковані спортсмени у видах витривалості мають цей показник понад 80 мл/кг/хв.

Рівень *МСК* визначається, як можливостями киснево-транспортної системи, так і – системою утилізації кисню. До киснево-транспортної (кардіореспіраторної) функціональної системи належать такі фізіологічні системи: дихання, кровообігу й крові.

Система зовнішнього дихання забезпечує споживання кисню із зовнішнього середовища. У тренуваних спортсменів легеневі об'єми в спокої на 20% більші ніж у тих, хто не займається спортом. Під час роботи в них глибина дихання досягає 55% життєвої ємності легень (*ЖЄЛ*). Тому величина глибини дихання важлива для швидкості споживання кисню. Найвищий показник *ЖЄЛ* у веслярів – близько 9 л. Для видів витривалості дуже важливий показник витривалості дихального апарату. Спортсмени можуть підтримувати максимальну легеневу вентиляцію (*МЛВ*) понад 11 хвилин безперервної роботи. Ті, хто не займається спортом, можуть підтримувати *МЛВ* на рівні 80% від максимальної до 3 хв. Характерно, що частота дихання під час роботи в спортсменів менша, ніж у тих, хто не займається спортом. Цей механізм адаптації системи дихання до навантажень досягається за рахунок:

- збільшення легневих об'ємів;
- підвищення сили й витривалості дихальної мускулатури;
- підвищення екскурсії грудної клітки;
- зниження опірності потоку повітря в повітряноносних шляхах.

У результаті тренувань на витривалість стандартні навантаження виконуються при менших витратах кисню. Крім того підвищується дифузна здатність легень. Це забезпечує прискорений перехід кисню з альвеол у кров за рахунок розширення альвеолярної капілярної мережі.

Таким чином, головними ефектами тренування на витривалість у системі зовнішнього дихання є:

- збільшення легневих об'ємів;
- підвищення потужності й ефективності дихання;
- підвищення дифузної здатності легень.

У процесі тренування на витривалість підвищується загальний обсяг циркулюючої крові (*ОЦК*) на 20% порівняно з нетренованими. Це досягається за рахунок збільшення плазми. Отже, гематокрит більший у нетренованих. Збільшення плазми підвищує синтез білків у печінці (альбумінів і глобулінів). Ці білки абсорбують додаткову рідину

з міжклітинних та міжтканинних просторів у кров. При цьому концентрація білка в крові підтримується нормальною, а об'єм циркуляційної крові збільшений.

Підвищення *ОЦК* збільшує венозне повернення, що забезпечує збільшення систолічного об'єму крові.

Кількість еритроцитів і гемоглобіну визначають кисневу ємність крові (табл. 3.2).

Як видно з таблиці 3.2, у спортсменів і в тих, хто не займається спортом показники еритроцитів і гемоглобіну майже однакові. Це пояснюється тим, що в спортсменів *ОЦК* більше і тому загальний вміст гемоглобіну вищий. Під час посиленних тренувань на витривалість у спортсменів спостерігається робочий гемоліз еритроцитів, який є стимулятором до кровотворення.

Таблиця 3.2 – Показники еритроцитів і гемоглобіну в спортсменів і в тих, хто не займається спортом

Досліджувані	Еритроцити, млн/мкл	Гемоглобін, г/л	Загальний вміст гемоглобіну	
			г	г/кг ваги тіла
Стаєри і середньовики	4,77	146	840	13,6
Ті, хто не займається спортом	4,97	151	747	11,3

Виконання будь-яких тренувальних навантажень викликає появу в крові молочної кислоти. Величина її накопичення обернено пропорційна довжині дистанції. Вміст молочної кислоти в крові залежить від таких факторів:

- здатності киснево-транспортної системи задовольняти потреби в кисні;
- можливості м'язів працювати в аеробних та анаеробних умовах;
- здатності організму утилізувати молочну кислоту.

Тренування на витривалість сприяє меншому накопиченню лактату в спортсменів у процесі роботи, ніж у нетренованих.

Адаптаційний механізм до навантажень полягає в такому:

- у спортсменів підвищено відсоткове насичення м'язів киснем;
- у спортсменів відбувається швидше впрацювання, а накопичення лактату (HLa) досягається в перші хвилини роботи;
- у спортсменів спостерігається посилена утилізація молочної кислоти повільними волокнами (вони використовують, її, як енергетичний матеріал);
- збільшення *ОЦК* зменшує концентрацію лактату.

Таким чином, тренування на витривалість підвищує *МСК* і розвиває здатність переносити великі навантаження без збільшення лактату. Таким показником є *пори́г анаеробного обміну (ПАНО)*. Пори́г анаеробного обміну показує мінімальне навантаження, під час якого в крові досягається концентрація лактату 4 ммоль/л. У спортсменів, які тренують витривалість, *ПАНО* досягається під час роботи на рівні 80% від *МСК*, а в тих, хто не займається спортом – на рівні 40%.

Кислотно-лужне співвідношення (рН) залежить від вмісту в крові лактату, вуглекислого газу й буферних систем. Чим інтенсивніша робота, тим більше в крові HLa, і тим помітніше порушується кислотно-лужне співвідношення.

Вміст глюкози в крові у спокої – 90 – 120 мг%, а під час великих аеробних

навантажень може падати до 40 мг%. Спеціальне, тренування перешкоджає ранньому зниженню працездатності в спортсменів.

Система кровообігу. Характеризуючи систему кровообігу, необхідно з'ясувати показники роботи серця в спокої і під час навантаження. У спокої в спортсменів, які займаються видами витривалості, спостерігається *брадикардія* – зниження частоти серцевих скорочень (*ЧСС*). Це – ефект тренування. *ЧСС* може знижуватися до 40 ударів за хвилину й нижче. Брадикардія корелює з *МСК* і результатом тренування і сприяє економності роботи серця. Фізіологічним механізмом брадикардії є вплив парасимпатичних нервів (вагус) і зниження концентрації катехоламінів у крові (адреналіну й норадреналіну).

Зниження *ЧСС* компенсується збільшенням систолічного об'єму (*СО*) У тих, що не займаються спортом, $СО = 70$ мл у спокої, а в спортсменів – 100 – 120 мл при *ЧСС* = 45 уд./хв.

Систолічний об'єм збільшується за рахунок підвищення сили скорочення міокарда, збільшення об'єму порожнини серця і за рахунок збільшення *ОЦК*.

Максимальні показники роботи серця спостерігаються під час інтенсивності роботи на рівні *МСК*. Так, при *МСК* 6,24 л (81,1 мг/кг/хв.) хвилинний об'єм крові дорівнює 42,3 л/хв. Максимальне значення *ЧСС* у спортсменів – 190 – 195 ударів за хвилину, а в тих, що не займаються, на 10 – 15 ударів більше. Хвилинний об'єм крові збільшується за рахунок підвищення систолічного об'єму. Збільшення систолічного об'єму – це головний результат тренування. Під час навантажень систолічний об'єм крові в спортсменів підвищується до 190 – 210 мл, а в нетренованих – 120 – 130 мл. Збільшення систолічного об'єму крові в тих, хто не займається спортом, відбувається в основному за рахунок підвищення *ЧСС*.

У процесі тренування необхідно пам'ятати про режим *ЧСС*, в якому виконується фізичне навантаження. Тренувальний режим при *ЧСС* понад 180 уд./хв. неефективний, оскільки відбувається зниження систолічного об'єму крові тому, що шлуночки не встигають повністю наповнитися кров'ю.

Розміри серця відіграють важливу роль у його продуктивності. Методом рентгенограми встановлено, що найбільшими об'ємами серця володіють лижники. Об'єм серця в них становить 1073 см³, у плавців – 1065 см³, у велосипедистів-шосейників – 1030 см³, у стаєрів – 1020 см³. Рекордний об'єм серця зафіксований в 1700 см³. Об'єм серця в нетренованих становить 800 см³.

Збільшення об'єму серця відбувається як за рахунок *дилатації* (збільшення об'єму порожнини), так і за рахунок *гіпертрофії* міокарда. У спортсменів з видів витривалості збільшення об'єму серця відбувається за рахунок дилатації, а в спортсменів швидкісно-силових видів спорту порожнини майже не збільшені, а збільшена стінка міокарда (*гіпертрофія*). Дилатоване серце дає змогу підвищити *ХОК* за рахунок підвищення систолічного об'єму при відносно низькій *ЧСС*, що знижує енерговитрати. Волокна дилатованого серця розвивають більше напруження при меншому вкороченні. Це створює умови для підтримки великого систолічного об'єму при високій *ЧСС*.

Рівень аеробних можливостей створюється не тільки збільшенням хвилинного й систолічного об'ємів крові, але й здатністю організму використовувати його. Чим більша артеріовенозна різниця (*АВР*) за киснем, тим ефективніше використовується серцевий викид. Тренування призводить до зниження кисню у венозній крові, що свідчить про більш повну його утилізацію.

У процесі тренування на витривалість удосконалюється перерозподіл крові, тобто в спортсменів приплив крові до м'язів, які працюють, стає більшим. Унаслідок тренування збільшується мережа капілярів, що створює умови для ефективнішої

утилізації кисню. Споживання кисню на одиницю об'єму в тренуваних 1,5 рази вище, ніж у нетренованих. Отже, тренуваним м'язам треба менше крові, щоб одержати таку ж кількість кисню, як у нетренованих.

Таким чином, ефект тренування на витривалість системи кровообігу характеризується:

- збільшенням хвилинного об'єму крові за рахунок об'єму систоли;
- брадикардією;
- економністю роботи серця;
- більш досконалим перерозподілом крові;
- посиленням капіляризації.

У спортсменів з видів спорту, що розвивають витривалість, у м'язах переважають повільні волокна, які здатні до тривалих аеробних навантажень. Крім того, специфіка тренування сприяє перетворенню швидких волокон у підтип швидких окислювальних, що таким чином підвищує кількість волокон кисневого метаболізму.

У процесі тренування на витривалість збільшується кількість капілярів. Так, на 1 мм² у спортсменів їхня кількість досягає більше 400. Збільшення капілярної мережі збільшує площу дифузії, що й призводить до підвищення коефіцієнта утилізації кисню.

Фізіологічна характеристика гнучкості. Ступінь розвитку гнучкості є одним із основних факторів, що забезпечують нормальну роботу опорно-рухового апарату, поставу, рівень фізичного розвитку й працездатності. Так, за умови недостатньої гнучкості значно ускладнюється та уповільнюється процес засвоєння рухових навичок, бо обмежується рівень виявлення сили, швидкісних і координаційних здібностей, погіршується внутрішньом'язова і міжм'язова координація, знижується економичність роботи й часто є причиною пошкодження м'язів і зв'язок [18, 35].

Слід ураховувати, що надмірна гнучкість може призвести до негативних наслідків – дестабілізувати суглоби підвищити ризик травматизму.

Гнучкість – це морфо-функціональні властивості опорно-рухового апарату, які визначають амплітуду різноманітних рухів людини. Термін «гнучкість» більш прийнятий для оцінки сумарної рухомості суглобів усього тіла. Коли ж йдеться про окремі суглоби, то правильніше говорити про їхню рухомість (у гомілковостопних, колінних чи плечових суглобах) [18, 35]. Розрізняють активну і пасивну гнучкість.

Активна гнучкість – це здатність виконувати рухи з великою амплітудою за рахунок активності груп м'язів, що оточують відповідний суглоб. Активна гнучкість визначається також рівнем розвитку сили й досконалістю координації.

Пасивна гнучкість – це здатність до досягнення найвищої рухомості в суглобах під дією зовнішніх сил і є відображенням, величини резерву та розвитку активної гнучкості.

Слід пам'ятати, що велика рухомість у плечових суглобах не забезпечує рівня рухомості в кульшових чи гомілковостопних суглобах. Таким чином, виникає необхідність різнобічного розвитку гнучкості в процесі загальної фізичної підготовки й спрямованого підвищення рухомості в суглобах залежно від спортивної спеціалізації.

Виділяють також анатомічну гранично можливу рухомість, яка обмежується будовою відповідних суглобів. Під час виконання окремих елементів техніки та змагань рухомість у суглобах може досягати 85 – 95% від анатомічної і більше.

Рівень гнучкості передусім обмежується напруженням м'язів-антагоністів. Тому гнучкість значною мірою залежить від здатності поєднувати напруження м'язів, що виконують рух, із розслабленням м'язів, що розтягуються.

Рівень гнучкості зумовлюється такими основними факторами:

- еластичними властивостями м'язів і сполучної тканини;

- ефективністю нервового регулювання м'язового напруження;
- структурою суглобів.

Установлено, що скоротливі елементи м'язів можуть збільшити свою довжину на 30 – 40% і навіть на 50% відповідно до довжини в стані спокою, створюючи цим умови для виконання рухів з великою амплітудою.

Під впливом системи раціонального тренування, яке ґрунтується на використанні широко амплітудних м'яких рухів, що виконуються з невисокою швидкістю і спрямовані на вдосконалення нервової регуляції м'язового напруження, знижується рівень напруженості м'язової тканини, яка розтягується.

Встановлено, що швидке розтягування м'язової тканини викликає активну реакцію нервової системи у відповідь – подання захисних стимулів до скорочення. І, навпаки, зниження швидкості розтягування м'язів сприяє створенню більш м'якого режиму регулювання м'язового напруження.

Перехід за межі індивідуального порогу розтяжності м'язів і сухожилок на конкретному етапі вдосконалення стимулює дію так званого комплексу Гольджі – захисної сухожильної реакції під час надмірного розтягнення, згідно з якою виникає захисне напруження нервово-сухожильного веретена, що перешкоджає подальшому розтягуванню м'язів.

Як бачимо, обидві відмічені реакції передбачають необхідність урахування в методиці тренування як швидкості рухів, так і їхньої амплітуди.

Під час підбору вправ для розвитку рухомості в суглобах слід використовувати первинні типи рухів, на основі яких створюються рухи, які сприяють розвитку даної якості. Виділяють такі первинні типи рухів:

- *згинання* – рух, що найчастіше супроводжується зменшенням кута між сусідніми сегментами тіла (згинання передпліччя і кисті, стегна й гомілки);
- *розгинання* – рух, який повертає сегменти тіла із положення флексії до вихідного анатомічного положення і таким чином призводить до збільшення кута між ними. Продовження руху веде до перерозгинання або гіперекстенсії;
- *відведення* – рух сегмента в бік від середньої лінії тіла;
- *приведення* – рух, протилежний абдукції. При цьому сегмент кінцівки наближається до середньої лінії тіла;
- *обертання* – рух сегмента тіла навколо власної осі (обертання голови, тулуба тощо);
- *циркулядукція* – обертальний рух, під час якого кінець сегмента, який бере участь у русі, окреслює коло;
- *спеціальні рухи* (супінація – ротація передпліччя назовні, а до середини – пронація).

Під час планування роботи, спрямованої на розвиток гнучкості, необхідно враховувати стать, вікові зміни у формуванні рухомості в суглобах, рівень розвитку кісткової та м'язової тканин, особливості їхньої іннервації, будову суглобів у різні періоди життя людини.

У віці 12 – 14 років робота, спрямована на розвиток гнучкості, виявляється вдвічі ефективнішою порівняно з такою ж роботою у віці 18 – 20 років і більше. Гнучкість змінюється протягом дня: найменші її величини спостерігаються вранці, після сну, потім вони поступово збільшуються, досягаючи граничних показників удень, а до вечора поступово зменшуються.

Спеціальна розминка, різноманітні види масажу, зігрівальні процедури, вправи йогів, аутогенне розслаблення призводять до суттєвого збільшення гнучкості.

Контрольні питання до третього розділу

1. Дайте визначення терміну «Сила м'яза».
2. За яких умов м'яз розвиває максимальне ізометричне напруження?
3. Охарактеризуйте типи робочої гіпертрофії м'язів.
4. В якому віці організм чутливий до вправ на розвиток сили?
5. Які компоненти має швидкість рухів?
6. Що є показником «вибухової» сили?
7. Які педагогічні методи тренування використовують для розвитку швидкісно-силових якостей?
8. Які різновиди має витривалість?
9. Який показник характеризує рівень аеробної витривалості?
10. Функціональні можливості яких фізіологічних систем забезпечують прояв загальної витривалості?
11. В якому віці є ефективними вправи на розвиток витривалості?
12. Які існують різновиди гнучкості?
13. Від чого залежить рухливість суглобів?

РОЗДІЛ 4

ФІЗІОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

Фізичною вправою називають сукупність безперервно пов'язаних одна з одною рухових дій (рухів), спрямованих на досягнення певної мети. У змагальних спортивних вправах сукупність рухових дій направлена на досягнення максимально можливого спортивного результату.

Величезна кількість м'язових дій, які може виконувати людина, не дозволяє детальніше зупинитися на фізіологічних механізмах кожної. Отже, щоб охарактеризувати різні види м'язової діяльності, потрібна їхня класифікація, тобто групування на основі виділення спільних ознак. Фізіологічна класифікація об'єднує в групи фізичні вправи з подібними функціональними характеристиками.

У процесі фізичного розвитку і трудової діяльності людина використовує різноманітні за характером та інтенсивністю фізичні вправи. Аналіз впливу занять спортом на організм повинен проводитися не стільки за видами спорту, скільки за подібними функціональними характеристиками, спрямованістю тренувального процесу.

Загальна фізіологічна класифікація фізичних вправ. Знання класифікації фізичних вправ має теоретичне і практичне значення. Адже фізичні вправи, що відрізняються одна від одної (наприклад, за своєю структурою), впливають на організм людини неоднаково. Існує багато систем класифікації фізичних вправ. Різні види м'язової діяльності можуть розглядатись у залежності від критеріїв (функціональних показників), покладених в основу класифікації [21, 22, 35]. Так, рухову діяльність можна класифікувати за:

- 1) характером режиму діяльності м'язів;
- 2) об'ємом активної м'язової маси;
- 3) механічними характеристиками, формами й типами скорочення м'язів;
- 4) енергетичним забезпеченням роботи м'язів;
- 5) способом виконання фізичних вправ;
- 6) потужністю і тривалістю виконання вправ;
- 7) вимогами до розвитку тих або інших рухових здібностей.

За характером режиму діяльності м'язів роботу прийнято ділити на *статичну* і *динамічну*.

Статична робота характеризується тим, що м'язи скорочуються без наступного розслаблення. Під час такої роботи (а точніше під час такого зусилля) не відбувається переміщення тіла або окремих його частин у просторі, зовнішня робота м'язів відсутня. Однак, не дивлячись на це, на її підтримання витрачається велика кількість енергії. У цьому випадку робота виконується в ізометричному режимі. Прикладом статичної роботи м'язів є: лежання (плавання, стрільба), сидіння (на коні, велосипеді, у човні тощо), стояння «ноги нарізно» (стрільба, фехтування), стояння «ноги разом» («струнко»), стояння «ноги на одній лінії» (на колоді), стояння на одній нозі, на носку (гімнастика), на ковзанні (фігурне катання), виси і упори (гімнастика). Усі ці види статичної роботи забезпечують ту чи іншу поставу тіла, вихідне положення, з якого починається виконання фізичних вправ.

Динамічна робота супроводжується поперемінними скороченнями і розслабленнями м'язів, у результаті чого відбувається переміщення окремих частин тіла або всього тіла в просторі. Ця робота відбувається в ізотонічному або

ауксотонічному режимі. Переважна кількість рухів людини виконується в ауксотонічному режимі.

М'язові зусилля можуть бути *долаючими або уступаючими*. Перші пов'язані з подоланням зовнішньої сили (підняття тягаря), другі – з уступанням зовнішній силі (опускання тягаря). Під час долаючого м'язового зусилля виконується позитивна зовнішня робота, тоді як при уступаючому – від'ємна. Під час помірних навантажень витрати енергії на від'ємну роботу приблизно в 2 рази менші, ніж на позитивну. Прикладом позитивної роботи може бути ходіння людини по східцях вгору, тоді як спускання по них характеризує від'ємну роботу.

Залежно від об'єму м'язової маси м'язову діяльність поділяють на *локальну, регіональну і глобальну*:

1) до локальних вправ відносять рухові дії, під час виконання яких активізується менше 1/3 всієї м'язової маси.

2) у регіональних вправах бере участь від 1/3 до 1/2 м'язової маси (м'язи тулуба, ніг, рук і верхнього плечового пояса).

3) глобальні вправи вимагають активної участі в роботі більше 1/2 м'язової маси (спортивна хода, біг тощо).

Залежно від «мозаїки» функціональних систем, які формуються постійно під час фізичних навантажень, фізичні вправи можна поділити на такі групи:

- 1) вправи, які допомагають опанувати спортивні, трудові, побутові рухи;
- 2) вправи, які допомагають удосконалити локомоцію;
- 3) вправи ігрового характеру, які викликають позитивні емоційні реакції;
- 4) вправи, які розвивають і підтримують статичні зусилля;
- 5) вправи, які вдосконалюють рівновагу і стато-кінетичну стійкість.

Залежно від спрямованості на розвиток рухових здібностей фізичні вправи класифікують на:

- 1) *силові*, які виконуються з максимально можливою напругою м'язів у динамічному або статичному режимах при малій швидкості рухів;
- 2) *швидкісно-силові*, які виконуються в динамічному режимі одночасно з великою швидкістю і силою м'язового скорочення, що забезпечує значну їхню інтенсивність;
- 3) *вправи на витривалість*, під час виконання яких м'язи скорочуються з меншою силою і швидкістю.

Енергетична характеристика фізичних вправ. Енергетичне забезпечення м'язової діяльності здійснюють такі енергетичні системами:

- 1) анаеробна фосфагенна (алактатна);
- 2) анаеробна гліколітична (лактацидна);
- 3) аеробна (киснева).

Під час фізичних навантажень різної інтенсивності і тривалості внесок названих систем є різним. У зв'язку з цим фізичні вправи поділяються на групи з очевидною перевагою анаеробного або аеробного шляхів енергоживлення, а також змішаного анаеробно-аеробного енергозабезпечення.

Енергетична потужність фізичних вправ вимірюється, як правило, у фізичних одиницях: ватах, ккал/хв., кілоджоулях за хвилину, а також у «фізіологічних»: швидкість споживання O_2 (мл O_2 /хв) або в *MET* (метаболічний еквівалент, тобто кількість O_2 , що споживається за 1 хв на 1 кг ваги тіла в умовах повного спокою лежачи. Один *MET* становить 3,5 мл O_2 /кг/хв).

Важливою характеристикою фізичних вправ є їхня енергетична ціна. Розрізняють

дві енергетичні характеристики фізичних вправ:

- 1) інтенсивність витрат енергії під час виконання вправи за одиницю часу;
- 2) загальні (валові) витрати енергії на виконання фізичних вправ.

Валові енергетичні витрати (загальна енергетична вартість) можуть бути визначені як добуток середньої енергетичної потужності на час виконання вправи.

Під час бігу валові енергетичні витрати на подолання однакової дистанції у визначених рамках не залежать від швидкості пересування. Справа в тому, що під час збільшення швидкості (енергетичної потужності) час подолання даної дистанції зменшується, а під час зниження швидкості, навпаки, збільшується. Отже, добуток енергетичної потужності на час подолання дистанції (загальні енергетичні витрати) залишаються незмінними. Загальна енергетична вартість подолання однієї і тієї ж самої дистанції вища під час бігу, ніж під час ходьби (до швидкості біля 8 км/год.): на кожен кілометр дистанції під час ходьби витрачається в середньому 0,72 ккал/кг ваги тіла у жінок і 0,68 ккал/кг ваги тіла в чоловіків, а під час бігу, відповідно, 1,08 і 0,98 ккал/кг ваги тіла.

За показниками енергетичної потужності фізичні вправи підрозділяються на *легкі, помірні (середні), важкі і дуже важкі* (табл. 4.1).

Під час оцінювання важкості вправ за енергетичними показниками необхідно враховувати ще цілу низку факторів: характер виконуваної роботи (статичний чи динамічний), об'єм активної м'язової маси (локальна, регіональна чи глобальна вправа), розміри чи вага тіла, вік, стать і ступінь тренуваності (фізичної підготовленості) людини, яка виконує дану вправу, зовнішні умови виконання даної вправи.

Таблиця 4.1 – Класифікація фізичних вправ за витратами енергії (ккал/хв)

Вік	Класифікація фізичних вправ			
	Легкі	Помірні	Важкі	Дуже важкі
Чоловіки				
20 – 29	4,2	4,3 – 8,3	8,4 – 12,5	>12,5
30 – 39	3,9	4,0 – 7,8	7,9 – 11,7	>11,7
40 – 49	3,7	3,8 – 7,1	7,2 – 10,7	>10,7
50 – 59	3,2	3,3 – 6,3	6,4 – 9,5	>9,5
60 – 69	2,5	2,6 – 5,0	5,1 – 7,5	>7,5
Жінки				
20 – 29	3,2	3,3 – 5,1	5,2 – 7,0	>7,0
30 – 39	2,9	3,0 – 4,2	4,3 – 6,5	>6,5
40 – 49	2,7	2,8 – 4,0	4,1 – 6,0	>6,0
50 – 59	2,2	2,3 – 3,8	3,9 – 5,5	>5,5
60 – 69	1,9	2,0 – 3,5	3,6 – 5,0	>5,0

Фізіологічна характеристика статичних зусиль. М'язова діяльність поділяється на два типи: *позиційну* і *фазну*. У людини і ссавців щодо механізму роботи м'язів і рухових одиниць позиційна діяльність майже нічим не відрізняється від фазної. Якщо й існує цей поділ, то тільки за ознакою координаційного завдання. Обидва типи діяльності м'язів проходять паралельно один одному. Загальним для них є те, що в них бере участь велика кількість м'язів і що в їхній роботі повинна бути повна узгодженість.

Позиційна діяльність м'язів спрямована на підтримання певного положення тіла або його окремих частин. Основним завданням позиційної діяльності м'язів є утримання в певному положенні суглобів, на які діють моменти сили тяжіння тіла або фіксація тих суглобів, які не беруть участі в рухах. У позиційній діяльності здебільшого беруть

участь тонічні м'язові волокна, але виконують її і повільні фазні м'язові волокна. Переважна більшість поз людини являє собою протидію м'язів земному тяжінню. Ці пози називають антигравітаційними. Позами людського тіла можуть бути: лежання, сидіння, стояння, вис, упори, стійка на кистях тощо. Усі вони мають місце в спортивній діяльності, здебільшого є вихідними положеннями фізичних вправ, при яких відбувається фаза діяльності м'язів.

Лежання. Ця поза є найпростішою. Під час лежання тонус м'язів-розгиначів і згиначів тулуба та кінцівок визначається положенням тіла на площині. Методом електроміографії показано, що повне розслаблення усіх м'язів тіла спостерігається лише під час лежання на боці з трохи зігнутими верхніми і нижніми кінцівками. Якщо людина лежить на спині з витягнутими вздовж тіла кінцівками, то тонус згиначів менший, ніж розгиначів. У даному випадку м'язи-згиначі будуть розтягнутими, а розгиначі – скороченими і напруженими. Коли людина лежить спиною на воді, то м'язи її повністю не розслаблені. Під час цієї пози напруженими будуть м'язи-розгиначі, які протидіють розтягуванню м'язів-згиначів.

Сидіння. Під час сидіння тонус м'язів розподіляється так: м'язи-розгиначі тулуба та ший дещо напружені, завдяки чому підтримується вертикальне положення тулуба, а м'язи нижніх кінцівок – розслаблені. Поза сидіння в спортивній практиці трапляється часто: під час їзди на велосипеді, веслуванні, гоночному автомобілі, на коні тощо. Але в цих видах спорту поза, як правило, обтяжена додатковими напруженнями м'язів як тулуба, так і кінцівок.

Стояння. Поза стояння в спорті найпоширеніша. Під час стояння напруженими стають не лише м'язи-розгиначі тулуба і ший, а й розгиначі нижніх кінцівок. Особливо напруженими виявляються такі м'язи, як передній великогомілковий, довгий малогомілковий і литковий. Найменш активними є м'язи ший. Щоб голова весь час утримувалась у вертикальному положенні, повинні бути напруженими м'язи ший. У дітей 6 – 7 років виробляється нормальна поза стояння, але вони ще не можуть довго стояти. Стійкість тіла під час стояння в дітей стає такою, як у дорослих лише після 13 – 14 років. У дітей 7 – 8 років поза прямостояння під час зміщення опори зберігається краще, ніж у підлітків.

Під час стояння на нерухомій горизонтальній опорі коливання таза у фронтальній і сагітальній площинах у дітей 7 – 15 років більші, ніж коливання голови і тулуба. Причому в юнаків коливання тулуба і голови більші, ніж у дівчаток. Це пов'язано з тим, що в останніх нижчий зріст і, відповідно нижче розташований загальний центр тяжіння, ніж у юнаків.

У спорті спостерігаються різні пози стояння, визначаються вони розмірами опорної площі. Поза фехтувальника характеризується широким розставленням ніг. Така поза більш стійка, оскільки загальний центр тяжіння тіла знаходиться нижче, ніж при стоянні «струнко» або стоянні на ковзанах, на носках чи на колоді. Менш стійка поза стояння на одній нозі і ще менша – під час стояння на одному носку.

Вис і упор. Ці пози тіла значно складніші, ніж поза стояння. Обидві вони пов'язані з опорою тіла на руки. Вис, порівнюючи з упором, простіший, бо при ньому загальний центр тяжіння тіла людини знаходиться нижче площі опори, тоді як при положенні «упор» він розташований вище. І тому, щоб утримати тіло в цьому положенні, потрібне велике напруження м'язів.

Пози «вис» і «упор» здебільшого зустрічаються в спортивній гімнастиці. Є кілька різновидів висів і упорів, а саме: вис на випрямлених руках, вис прогнувшись. При цих позах головна робота виконується м'язами верхніх кінцівок.

Стійка на кистях. Виконання цієї пози пов'язано з великим напруженням м'язів

тулуба (особливо м'язів спини) і верхніх кінцівок. Поза «стійка на кистях» дуже складна. Під час її виконання загальний центр маси тіла знаходиться вище опори, а сама опора мала. Крім того, м'язи рук дітей розвинуті значно гірше, ніж м'язи ніг, тому утримувати цю позу тривалий час без розвитку м'язів верхніх кінцівок їм дуже важко. Незвичайне положення головою вниз погіршує кровообіг у головному мозку і його роботу й особливо ускладнює функцію вестибулярного аналізатора. Виконання цієї пози вимагає від дітей вольових зусиль, щоб загальмувати рефлекс вертикального положення тіла. Ураховуючи все це, поза «стійка на кистях» може бути виконана тільки після тривалого тренування. Ця стійка часто зустрічається в спортивній гімнастиці.

Опанування тією чи іншою позою тіла залежить від розвитку тону м'язів. Деякі м'язи (наприклад, м'язи кисті, розгиначі стегна) у ранньому шкільному віці знаходяться в підвищеному тонусі. З 8 – 9 років тонус м'язів у хлопчиків вищий, ніж у дівчаток. Найбільше підвищення тону м'язів спостерігається у 12 – 15 років, особливо у хлопчиків. У дітей довільне розслаблення м'язів досягається гірше, ніж їхнє довільне напруження. Здатність м'язів розслаблюватись з віком збільшується. Скованість поз і рухів у хлопчиків зменшується до 12 – 13 років, у дівчаток – до 14 – 15 років, а потім знову дещо підвищується. В юнаків 16 – 18 років скованість поз і рухів значно вища, ніж у дівчаток цього ж віку.

Особливості статичних зусиль та їхній вплив на організм. Статична робота, під час якої має місце тонічне напруження м'язів, може підтримуватись тривалий час. Людина може сидіти чи стояти кілька годин без помітної втоми м'язів. Пояснюється це тим, що від пропріорецепторів тонічних м'язів і повільних фазних волокон в їхні рухові центри поступає невеликий потік нервових імпульсів, у результаті чого в них не виникає поза межного гальмування. Крім того, м'язові волокна під час підтримання тієї чи іншої пози тіла скорочуються повільно, у них менше витрачається енергії і накопичується продуктів розпаду, які могли б призводити до розвитку втоми. Характерно, що тонічні волокна відрізняються добре вираженою в'язкістю і пластичністю. В'язкість значно підвищується під час збудження м'язів, а тому повернення її до вихідної величини після припинення збудження проходить у них набагато повільніше, ніж у фазних волокнах, що швидко скорочуються. Електрофізіологічним дослідженням доведено, що тонічні рухові одиниці значною мірою, ніж фазні, спроможні працювати поперемінно. Ураховуючи морфологічні і фізіологічні особливості тонічних м'язових волокон та їхню іннервацію, стає зрозумілим, чому вони менше стомлюються під час підтримання тієї чи іншої пози тіла.

Що стосується *статичних зусиль*, які супроводжуються тетанічним скороченням м'язів, то вони не можуть продовжуватись довго. Так, наприклад, тягар масою 5 кг людина може утримувати на витягнутій руці лише кілька хвилин. Під час такого тетанічного скорочення від пропріорецепторів м'язів рук у рухові центри поступає дуже багато нервових імпульсів, які викликають у них охоронне (песимальне) гальмування. Таким чином, статичні тетанічні напруження, на відміну від тонічних, викликають швидку втому.

Особливістю статичних зусиль є і те, що під час їхнього виконання, здебільшого у дітей і нетренованих до статичної роботи дорослих людей, виникає так званий феномен статичних зусиль (рис. 4.1). Суть цього феномену полягає в тому, що фізіологічні зрушення в діяльності систем організму більше виявляються не під час статичного зусилля (наприклад, утримання штанги на витягнутих руках), а в перші секунди після його припинення.

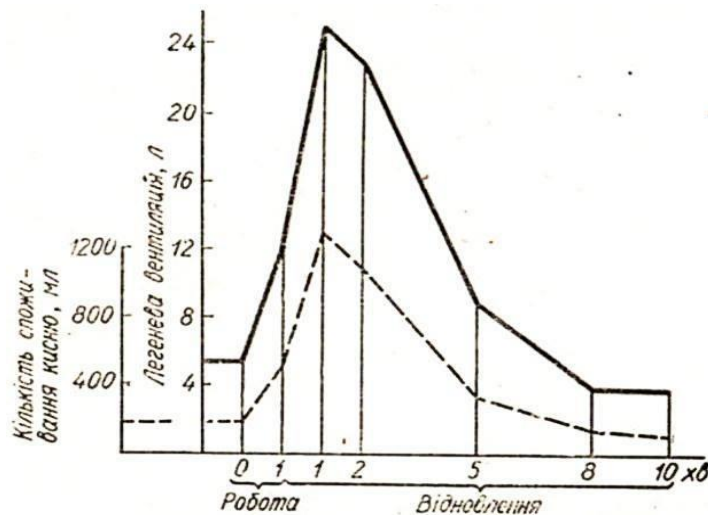


Рисунок 4.1 – Феномен статичного зусилля.

Споживання кисню (пунктирна лінія) і легенева вентиляція (суцільна лінія)

Дослідами встановлено, що дихання і кровообіг під час статичних зусиль менш ефективні, ніж під час роботи динамічного характеру. Про це свідчать:

- відсутність збільшення величини відношення артеріовенозної різниці до хвилинного об'єму дихання;
- значно менший кисневий ефект дихального та серцевого циклів;
- високі вентиляційні та гемодинамічні еквіваленти;
- менші, ніж під час динамічної роботи, артеріовенозна різниця за киснем, а також утилізація кисню з альвеолярного повітря і крові;
- значно нижчі показники споживання кисню, швидкості його транспортування та надходження до легень.

На відміну від динамічної роботи, коли кисневий запит на фізичне навантаження помірної та субмаксимальної інтенсивності підвищується у 20 – 30 разів по відношенню до стану спокою, а під час роботи максимальної інтенсивності навіть у 40 – 60 разів, під час виконання статичних зусиль він підвищується лише в 5 – 8 разів. Споживання кисню під час статичних зусиль теж зростає меншою мірою, ніж під час динамічної роботи. У підлітків, які тренуються в піднятті штанги, споживання кисню організмом збільшується у 2 рази, тоді як під час виконання ними роботи субмаксимальної інтенсивності воно зростає в 10 – 13 разів.

Посилення кровообігу під час статичних зусиль відбувається переважно за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень, яка може зростати до 180 – 200 ударів за хвилину.

Статичні зусилля впливають на функцію травної системи залежно від їхньої напруженості. Невеликі статичні зусилля, які рівномірно розподіляються на велику кількість м'язів, посилюють слиновиділення, шлункову і кишкову секрецію, а також прискорюють евакуацію їжі зі шлунка у дванадцятипалу кишку. Великі статичні зусилля, навпаки, гальмують секрецію шлункових і слинних залоз. Вони гальмують як голодну періодику, так і харчові рухи шлунка. Статична робота знижує всмоктування глюкози в тонкій кишці.

Ураховуючи те, що великі й тривалі статичні зусилля негативно впливають на роботу серцево-судинної, дихальної та інших систем, вони протипоказані дітям молодшого і середнього шкільного віку, а також людям з послабленим станом здоров'я.

Негативний вплив статичних вправ на вегетативні функції значною мірою зменшується, якщо їх застосовувати в комплексі з вправами динамічного характеру. Включення статичних зусиль у циклічну динамічну роботу посилює зрушення в серцево-судинній системі й процеси метаболізму деяких органів, причому більшою мірою в дітей, ніж у дорослих. Це дає підставу активніше включати в тренувальний процес учнів старшого віку вправи статичного характеру для вироблення в них статичної витривалості. Звичайно, застосування статичних зусиль у тренувальному процесі дітей, як і вправ динамічного характеру, повинно бути з урахуванням стану їхнього здоров'я і фізичної підготовленості.

Фізіологічна класифікація спортивних вправ. Усі спортивні вправи можна розділити на дві великі групи. Для першої характерними є високі вимоги до проявів фізичних якостей спортсмена (сили, витривалості, швидкості, гнучкості та спритності) і відповідно високі запити до фізіологічної системи організму, які забезпечують м'язову діяльність. До другої групи вправ відносять технічні види спорту: парашутний, кінний, санний, авто- і мотоспорт тощо (табл. 4.2).

Під час виконання вправ першої групи переміщення тіла здійснюється в основному за рахунок м'язової сили самого спортсмена. Під час виконання технічних вправ переміщення здійснюється переважно за рахунок зовнішніх сил (двигуна, коня, сили вітру, гравітації тощо). Успіх виконання цих вправ у значній мірі залежить від технічного спорядження. Такі вправи не ставлять максимальних вимог до енергетичної і м'язової системи, але можуть вимагати високого розвитку психофізіологічних функцій: уваги, координації рухів, швидкості реакції тощо.

У фізіології спорту найчастіше в процесі класифікації вправ першої групи використовують схему, запропоновану В. С. Фарфелем. Фізичні вправи динамічного характеру, залежно від умов виконання поділяють на дві великі групи: **стандартні і нестандартні**.

Стандартні (стереотипні) вправи виконуються в постійних умовах шаблонно і характеризуються строгою послідовністю рухів, стереотипністю. Ці рухи на тренуваннях і змаганнях здійснюються в заздалегідь відомих умовах, передбачених правилами змагань. Прикладом стандартних фізичних вправ можуть бути: ходіння, біг, плавання, метання, стрибки, піднімання штанги, гімнастичні вправи тощо. Ці вправи складаються з елементів, які завжди виконуються в однаковій послідовності і з однаковими проміжками часу між ними. Як правило, такі вправи доводяться до автоматизму.

Види спорту зі стандартним характером рухів за принципом їх оцінки діляться на дві групи (табл. 4.2):

- 1) *рухи кількісного значення* (які оцінюються системою CGS) – характеризуються рухами, спрямованими на розвиток швидкості, сили і витривалості, показники яких вимірюються в одиницях простору, сили і часу (система CGS – сантиметр, грам, секунда). Ця група поділяється на дві підгрупи. Одна з них включає *циклічні* рухи, друга – *ациклічні*. Циклічні вправи складаються з однакових за структурою рухів, тоді як ациклічні включають у себе не схожі один на одного рухові елементи.
- 2) *рухи якісного значення* (які оцінюються в балах) – ця група включає види спорту зі стереотипною структурою рухів. Основне завдання спортсмена під час їхнього виконання – показати здатність тонко керувати своїми рухами в часі й просторі. При цьому, хоча і потрібні прояви сили, швидкості і витривалості, на перший план виходять уміння виконувати координовані акти різного рівня складності,

використовувати різні м'язові групи тощо.

Таблиця 4.2 – Фізіологічна класифікація спортивних вправ (за В. В. Чижиком).

І. СТЕРЕОТИПНІ (СТАНДАРТНІ) ВПРАВИ			
А) Рухи кількісного значення (які оцінюються системою SGS)			
Циклічні			
За потужністю	За видами локомоцій		
Максимальна Субмаксимальна Велика, Помірна		Здійснювані ногами	Здійснювані за допомогою рук
	Природні	Ходьба,біг	
	З ковзанням	Біг на ковзанах	Ходьба на лижах
	З важільними передачами	Їзда на велосипеді	Веслування
	У водному середовищі		Плавання
Ациклічні			
Швидкісно-силові	Власне-силові		Прицільні
Стрибки, метання	Важка атлетика, силове триборство, гирьовий спорт, армреслінг		Стрільба, подачі і штрафні кидки м'яча
Б) Рухи якісного значення (оцінюються в балах)			
За видом спорту		За характеристиками рухів	
Гімнастика спортивна, гімнастика художня, акробатика, фігурне катання, стрибки у воду, стрибки на батуті		Сила, швидкість, координація, орієнтування у просторі, рівновага, гнучкість, безопорність, виразність	
ІІ. СИТУАЦІЙНІ (НЕСТАНДАРТНІ) ВПРАВИ			
Єдиноборства	Спортивні ігри	Кроси	
Боротьба, бокс, фехтування, східні єдиноборства тощо	Бадмінтон, теніс, волейбол, водне поло, гандбол, футбол, хокей тощо	Біг, гірські лижі, велокроси, лижні перегони на пересічній місцевості	

Циклічні рухи. До циклічних рухів (від грец. *siklos* – колообіг, коло) належать: біг, ходьба, біг на ковзанах і на лижах, гребля, плавання і велоспорт. Для цих вправ характерне багаторазове повторення стереотипних циклів рухів. При цьому відносно постійні не тільки загальна структура рухів, але і середня потужність навантаження або швидкість переміщення по дистанції. Циклічні вправи – це рухиз відносно-постійною структурою і потужністю. Кожний цикл руху тісно пов'язаний з попереднім і наступним. Цей зв'язок носить рефлекторний характер, подібно ланцюговому рефлексу: один рефлекс, закінчуючись, викликає наступний. Такий ланцюговий характер властивий ритмічному руховому рефлексу і є фізіологічною основою циклічних рухів. Ритмічний руховий рефлекс лежить в основі кроку, який, у свою чергу, є основою циклічних локомоцій, тобто руху тіла в просторі

за посередництвом рухів, які повторюються.

Між окремими циклічними рухами, які використовуються в спорті, існують і фізіологічні відмінності. Вони визначаються головним чином тим, якою мірою в даному виді локомоцій використовуються елементарні механізми ритмічного рухового рефлексу. Або, навпаки, якою мірою даний вид локомоцій відрізняється від найпростішого крокування, які ускладнення виникають у даній локомоції, яка ступінь важкості в оволодінні цим видом циклічного руху і навчання йому.

Найпростішим видом циклічних рухів є ходьба, де найбільшою мірою виражений механізм крокувального рефлексу. Складнішим, у порівнянні з ходьбою, є біг. Для нього характерне чергування періоду одиночної опори з періодом польоту. Важчими, ніж елементарні локомоції – ходьба і біг є локомоції на слизькій опорі, до яких належать рухи в ковзанярському і лижному спорті. Рух на велосипеді здійснюється за допомогою важільних передач, а рухи ногами є круговими, які не зустрічаються в природних видах локомоцій.

Наведені вище основні види локомоцій з рухом у просторі за допомогою ніг. Принципово відмінними від них є локомоції, які здійснюються з участю рук. До них належать ходьба на лижах, веслування і плавання. У веслуванні, як і під час їзди на велосипеді, зусилля передаються на опору за допомогою важільних передач.

Залежно від рухової діяльності циклічні вправи поділяються на *природні локомоції* (ходіння, біг), локомоції із ковзанням (ходіння на лижах), локомоції з *використанням важільних передач* (велоспорт) і локомоції у воді (плавання).

Плавання відрізняється від усіх інших видів локомоцій не тільки тим, що відбувається під час горизонтального положення тіла і за участю як рук, так і ніг, але головним чином тим, що воно здійснюється в незвичному водному середовищі. Навчання плавання пов'язане з гальмуванням низки гальмівних рефлексів, які виробляються в умовах наземного руху.

Зони інтенсивності. Час, протягом якого може відбуватися та чи інша робота, залежить від її потужності. Якщо вона велика, то час виконання роботи малий унаслідок швидкого настання втоми. Якщо потужність роботи мала, то її протяжність може бути велика, тому що втома настає не скоро. Отже, між максимальною протяжністю роботи, тобто часом настання втоми і потужністю, існує обернена залежність [32] (рис.4.2, табл. 4.2).

Перша зона – робота максимальної інтенсивності (потужності). Тривалість вправ з максимальною інтенсивністю становить до 20 секунд. Робота максимальної потужності здійснюється в основному за рахунок розпаду готових фосфагенів у м'язах, що скорочуються. Головна кількість енергії, яка звільняється під час максимальної інтенсивності роботи, створюється за рахунок енергії розпаду АТФ і КрФ. Найбільша інтенсивність її не перевищує 80 – 100 кДж (19 – 24 ккал). Оскільки робота такого темпу виконується за дуже короткі інтервали часу, функція кардіореспіраторної системи і стан обміну речовин мають значення лише у відновлювальному періоді. Кисневий запит під час роботи такої інтенсивності становить більше 40 л кисню за 1 хв. Він задовольняється лише на 5 – 10% і в організмі накопичується кисневий борг. Хоч його абсолютна величина й не велика (7 – 8 л), але відносна (відносно кисневого запиту) досягає граничних величин – до 90 – 94%. На фініші спринтерських дистанцій частота серцевих скорочень нерідко досягає 200 уд./хв, тоді як систолічний об'єм крові, порівнюючи зі станом спокою, збільшується не набагато. Хвилинний об'єм кровообігу, частота і глибина дихання під час подолання коротких дистанцій зростають теж не набагато. За всю дистанцію бігуни роблять 2 – 3 поверхневі дихальні рухи, отримуючи необхідну кількість O_2 для ресинтезу продуктів алактатного походження (АТФ і КрФ).

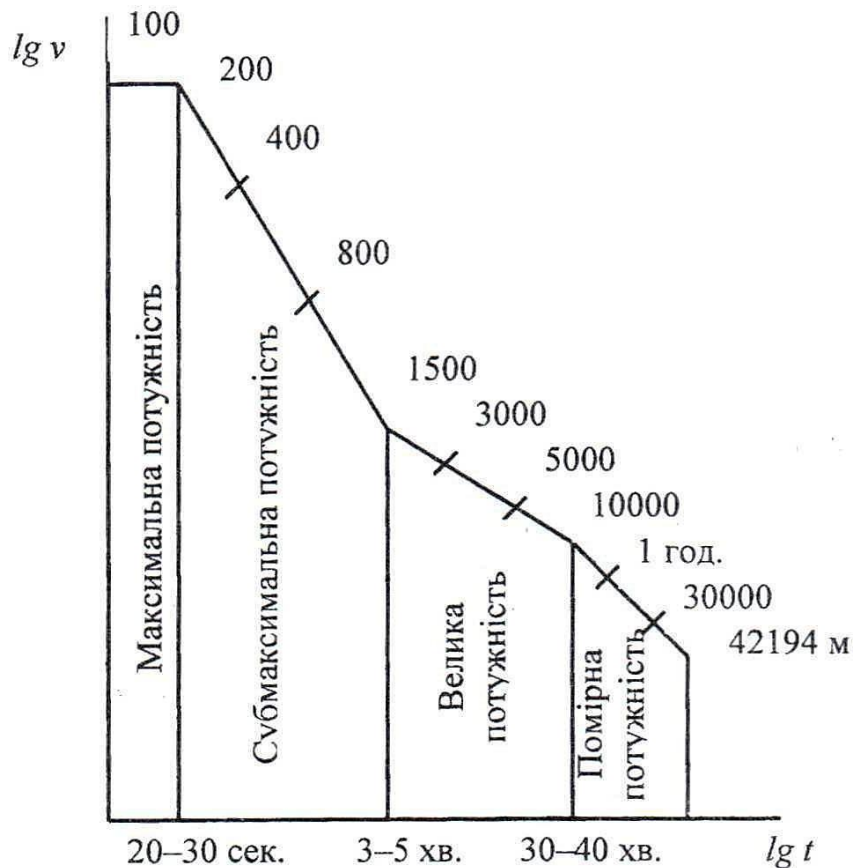


Рисунок. 4.2 – Залежність тривалості роботи від довжини дистанції
(за В. С. Фарфелем)

Друга зона – робота субмаксимальної інтенсивності. Тривалість вправ у цій зоні не менше 20 – 30 с і не більше 3 – 5 хв. Робота субмаксимальної інтенсивності проходить дещо повільніше, ніж робота максимальної інтенсивності. У результаті цього, крім анаеробних процесів, включаються і аеробні, а це призводить до посилення функцій дихання і кровообігу та значного підвищення постачання організму киснем. Залежно від темпу й тривалості, робота субмаксимальної потужності лежить у зонах анаеробного («лактатного») і анаеробно-аеробного енергетичного забезпечення і на 40 – 80% покривається за рахунок анаеробних реакцій. До цієї групи належать: біг на дистанціях 400 – 1500 м, плавання на дистанції 50 – 400 м, біг на ковзанах 500 – 3000 м. Під час роботи такої інтенсивності в кров поступає значна кількість недоокислених продуктів розпаду. Кисневий борг під час виконання роботи субмаксимальної інтенсивності досягає 20 л.

Після припинення роботи максимальної і субмаксимальної інтенсивності, особливо в дітей, інколи виникає гравітаційний шок, який характеризується порушеннями координації рухів, утратою свідомості. Виникає він унаслідок зменшення притоку венозної крові до серця після припинення роботи скелетних м'язів. Адже одночасно з припиненням діяльності м'язового насоса кров під впливом сили тяжіння скупчується в розширених судинах нижніх кінцівок, серце не може відразу підняти її вгору по судинах, унаслідок чого кровопостачання мозку й погіршується. Нестача крові в корі великого мозку призводить до непритомності. Щоб попередити можливість розвитку гравітаційного шоку, рекомендується після фінішу не зупинятися, а продовжувати деякий час біг, поступово зменшуючи його інтенсивність.

Таблиця 4.4 – Фізіологічна характеристика циклічних вправ різних зон інтенсивності та розподіл спортивних вправ за цими зонами (за В. В. Чижиком).

Показники	Зони інтенсивності			
	Максимальна	Субмаксимальна	Велика	Помірна
Тривалість роботи	До 20 с	20 с – 5 хв	5 хв – 30 хв	30 хв і більше
Витрати енергії (ккал/с)	До 4	До 1.5 – 0.6	До 0.5 – 0.4	До 0.3
Загальні витрати енергії (ккал)	До 80	До 450	До 900	До 10 000
Споживання кисню	Незначне	Підвищення до максимуму	Близько до максимуму	Нижче максимуму
Відношення споживання O ₂ до запиту O ₂	Нижче 1/10	Близько 1/3	Близько 5/6	Рівне 1
Кисневий борг (л)	До 8	До 20	До 12	До 4
Підвищення рівня лактату в крові	Невелике	Максимальне	Велике	Невелике
Посилення дихання	Незначне	Наростає до максимуму	Максимальне	Нижче максимального
Посилення роботи серця	Невелике	Наростає до максимуму	Близьке до максимального	Нижче максимального
Види спортивних вправ				
Біг	100 м; 200 м	400 – 1500	2000 – 10 000 м	20 000 м
Ходьба			3000 – 10 000 м	20 000 – 50 000 м
Біг на ковзанах		500 – 3000 м	5000 – 10 000 м	
Плавання		50 – 400 м	800 – 1500 м	
Велоспорт	200 м	500 – 5000м	10 000 – 20 000 м	100 000 м

Третя зона – робота великої інтенсивності. Робота великої потужності триває від 3 – 5 хв. до 20 – 30 хв. За тривалий час виконання цієї роботи встигають повністю активізуватись усі функціональні системи організму. Дихання і кровообіг посилюються до своїх максимальних величин, спостерігається найбільше споживання кисню, яке у тренуваних спортсменів може перевищувати 6 л/хв. У процесі виконання вправ ЧСС знаходиться на рівні 90 – 95%, легенева вентиляція – 85 – 90% від індивідуальних

максимальних значень. Кисневий запит під час цієї роботи ще дещо вищий, ніж споживання кисню, а кисневий борг не перевищує 12 л. Аеробний шлях енергозабезпечення явно переважає (75 – 97%) й ефективність його залежить в основному від можливостей кардіореспіраторної системи і здатності організму довгостроково компенсувати наростаючі зрушення кислотно-лужного стану, гіпоглікемію (енергетичний голод мозку), порушення терморегуляції. У процесі виконання вправи відбувається істотне підвищення температури тіла – до 39 °С. Як субстрати окислювання використовуються в більшій мірі вуглеводи, ніж жири. До цієї групи належать: біг на дистанціях 2000, 5000 і 10 000 м, плавання на дистанції 800 і 1500 м, біг на лижах до 15 км та на ковзанах 5000 і 10 000 м.

Четверта зона – робота помірної інтенсивності. Робота помірної потужності характеризується практично повним аеробним енергозабезпеченням і можливістю тривалого виконання – від 30 хв., гранична тривалість – до декількох годин. Це вправи, під час виконання яких більше 90% всієї енергії утворюється аеробним шляхом. Основним енергетичним субстратом служать вуглеводи та жири. Кисневий борг не перевищує 4 л. Протягом вправи ЧСС та легенева вентиляція значно нижчі від максимальних значень для даного спортсмена. Вони помітно збільшуються тільки на початку бігу або в результаті тривалих підйомів. Протягом виконання цих вправ температура тіла може досягати 39 – 40 °С. Ведучі фізіологічні системи і механізми – загальні для всіх аеробних вправ і, крім того, ємність кисневої (окисної) системи, що найбільше залежить від запасів глікогену в працюючих м'язах і печінці та від здатності м'язів до підвищеної тривалої утилізації (окислюванню) жирів. У цю групу входять: біг на 20 км і більше (включаючи марафонський біг), лижні гонки на 20 – 50 км, спортивна ходьба 20 та 50 км.

Вправи малої аеробної потужності можуть виконуватися протягом багатьох годин. Це відповідає побутовій діяльності людини (ходьба) або вправам у системі занять масовою або лікувальною фізичною культурою.

Ациклічні рухи. *Вправи, які характеризуються кількісно.* Ациклічні рухи не мають зливої повторюваності циклів і є стереотипно повторюваними фазами рухів, які мають чітке завершення. Найбільш типовими ациклічними рухами є одноразові рухи у вигляді стрибка, метання, піднімання вантажу. Усі вони відрізняються визначеною послідовністю фаз або елементів рухів, які характеризуються максимальною силою і швидкістю.

В одній з них, куди входить піднімання вантажу, основною перемінною величиною, яка визначає максимум сили м'язів, є опір, який переборюється – вага штанги. Напруга, яка розвивається м'язом, відповідає вазі штанги, яку піднімають. У той же час швидкість м'язового скорочення при даному способі піднімання штанги змінюється незначно. Рухи такого типу отримали назву *власне-силових*.

До другої групи вправ, які називають *швидкісно-силовими*, належать стрибки й метання, де опір, що переборюється, постійний і рівний вазі тіла спортсмена або вазі снаряда. Основною перемінною величиною, в якій реалізується сила м'язів, є швидкість м'язового скорочення, яка обумовлює дальність стрибка чи польоту снаряду. Стрибки і метання належать до «вибухових» вправ. Групу стрибків складають стрибки в легкій атлетиці (у довжину, у висоту, потрійним, із жердиною). У групу метань входять легкоатлетичні метання: диска, списа, молота, штовхання ядра. Характерна риса «вибухових» вправ – наявність одного або декількох акцентованих короточасних зусиль великої потужності («вибуху»), що надають велику швидкість усьому тілу і (або) верхнім кінцівкам зі спортивним снарядом. Ці «вибухові» м'язові зусилля

обумовлюють: а) дальність стрибка в довжину або висоту; б) тривалість польоту, під час якого виконуються складні рухи в повітрі (стрибки у воду, гімнастичні й акробатичні стрибки); в) максимальну (у легкоатлетичних метаннях) дальність польоту спортивного снаряду. Усі вибухові вправи мають дуже невелику тривалість – від декількох секунд до декількох десятків секунд. Значну частину більшості «вибухових» вправ складають циклічні рухи – розбіг або розгін. Кожна «вибухова» вправа виконується як єдине ціле, що визначає і особливості навчання таким рухам.

Специфічною особливістю *прицільних рухів*, які належать за своєю структурою до однократних ациклічних рухів, є те, що результат у них оцінюється не в точних кількісних мірах. Точність у стрільбі вимірюється відстанню від центру мішені, яке оцінюється не в абсолютних мірах простору, а в умовних одиницях – очках. У цьому відношенні прицільні дії наближаються до описаної нижче групи вправ, які оцінюються за якістю виконання.

Вправи, які оцінюються за якістю виконання. У різних фізичних вправах, які оцінюються за якістю виконання, демонструється досконалість управління силою і швидкістю рухів, орієнтування у просторі й у часі. Це вправи в спортивній і художній гімнастиці й акробатиці (крім стрибків), у фігурному катанні на ковзанах і на водних лижах, у синхронному плаванні. Для цих вправ характерне об'єднання в безперервний, чітко фіксований, стандартний ланцюжок різноманітних складних дій (елементів), кожна з яких є закінченою самостійною дією і тому може розучуватися окремо і входити як компонент у найрізноманітніші комбінації (комплексні вправи). Високий рівень гнучкості в суглобах кінцівок і хребта потрібний для всіх вправ цієї групи. Багато з них містять положення без опори, які створюють особливі труднощі для управління. У цих видах спорту від виконавців вимагається виразність рухів, художня, естетична їхня сторона.

Нестандартні (ситуаційні) вправи. Нестандартні (ситуативні) вправи характеризуються відсутністю жорсткої постійності рухів і умов, в яких вони здійснюються. В основі рухів у цій групі видів спорту лежить реагування на змінні умови і ситуації. Дії спортсмена постійно пов'язані з розв'язанням завдання, як вчинити в цю мить, яку дію доцільніше застосувати відповідно до ситуації, яка на цю мить склалась. Кожна з груп видів спорту зі стандартними і нестандартними рухами, у свою чергу, ділиться на дрібніші групи.

Нестандартні-перемінні (ситуаційні) вправи включають усі спортивні ігри і спортивні єдиноборства, а також усі різновиди гірськолижного спорту. Протягом виконання цих вправ різко і нестандартним чином чергуються періоди з різним характером й інтенсивністю рухової діяльності – від короточасних максимальних зусиль вибухового характеру (прискорень, стрибків, ударів) до фізичного навантаження щодо невисокої інтенсивності, аж до повного відпочинку (хвилинні перерви в боксерів і борців, зупинки в грі, періоди відпочинку між таймами в спортивних іграх). У зв'язку особливо інтенсивної рухової активності (діяльності), і проміжні періоди, або періоди відносно мало інтенсивної рухової активності.

Одним із головних факторів, який визначає складність вибору потрібної дії в ситуаційних вправах, є кількість учасників. Другий важливий фактор – швидкість, з якою спортсмен повинен реагувати на створену ситуацію і дефіцит часу, який часто виникає при цьому. Чим менше часу для вибору потрібної дії, тим, імовірно, важчі для спортсмена умови вирішення рухового завдання. І, на кінець, фактором фізіологічної класифікації цієї групи рухів може бути інтенсивність (відносна потужність) даного виду спорту. Нестандартні рухи діляться на дві групи, які відповідають традиційному

діленню в спорті: на єдиноборство і спортивні ігри.

В єдиноборствах складність вибору потрібного руху визначається діями суперника з котрим спортсмен знаходиться в умовах безпосереднього контакту. Спортивні ігри відрізняються від єдиноборства наявністю посередника між противниками у вигляді м'яча або шайби.

Контрольні питання до четвертого розділу

1. За якими ознаками класифікують фізичні вправи?
2. Чим відрізняється реакція фізіологічних систем організму на статичні зусилля від динамічних?
3. Як класифікують фізичні вправи залежно від кількості активної м'язової маси?
4. Як класифікують фізичні вправи залежно від характеру енергетичного забезпечення м'язової діяльності?
5. Як класифікують спортивні вправи залежно від структури рухів?
6. Чим характеризуються циклічні рухи різної інтенсивності (за В. С. Фарфелем)?
7. Які енергетичні системи організму забезпечують роботу максимальної та субмаксимальної інтенсивності?
8. Які фактори лімітують тривалість роботи великої інтенсивності?
9. Охарактеризуйте роботу помірної інтенсивності.
10. Чим характеризуються ациклічні вправи?
11. Чим характеризуються нестандартні (ситуаційні) вправи?

РОЗДІЛ 5

ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ФОРМ ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНИМ ВИХОВАННЯМ У ШКОЛІ

У школі використовують урочні і позаурочні форми фізичного виховання. Урочна форма занять передбачає виконання навчально-виховного процесу під керівництвом вчителя, тоді як для позаурочних форм характерні елементи самостійності в здійсненні процесу фізичного виховання.

Позаурочними формами фізичного виховання є: ранкова гімнастика, фізкультхвилинки, рухливі перерви, спортивні години в групах продовженого дня, гуртки (групи) загальної фізичної підготовки, спортивні секції, шкільний туризм, самодіяльні клуби, дні здоров'я і спорту, свята фізичної культури, спортивні змагання [2].

Фізіологічні основи уроку фізичної культури. У практиці фізичного виховання урок фізичної культури здебільшого складається з 3 частин: вступної, основної і заключної [2, 11, 20].

Вступна частина уроку має на меті підготувати організм учнів до роботи. На заняттях спортивного характеру ця частина уроку називається розминкою. Розминка складається із двох частин: загальної і спеціальної. Ця частина уроку створює оптимальну збудливість центральної нервової системи, підвищує обмін речовин і температуру тіла, сприяє розгортанню функціональних можливостей організму і прискорює процес впрацьовування в основну роботу, яка буде відбуватися в останній частині. Вправи, які застосовуються у вступній частині, підбираються відповідно до задач основної частини уроку. У дітей шкільного віку швидше, ніж у дорослих людей, проходить мобілізація соматичних і вегетативних функцій у роботу. Цьому сприяє менша інертність нервових процесів, серцево-судинної і дихальної систем, а також більша збудливість і функціональна рухливість нервових клітин. У зв'язку з цим тривалість вступної частини повинна бути в межах 8 – 12 хв.

В *основній частині* уроку учні шляхом тренування повинні оволодіти різними руховими навичками. Тут вирішується основне завдання – технічна, а також загальна і спеціальна фізична підготовка. Об'єм і інтенсивність фізичних вправ, що застосовуються в цій частині уроку, визначаються характером фізичних вправ, особливістю їх чергування і тривалістю інтервалів відпочинку між ними, а також ступенем тренуваності, специфікою спорту та індивідуальними особливостями учнів. Тривалість основної частини – 25 – 30 хвилин.

Як правило, на початку уроку подаються вправи нескладні, легкі за координацією і ступенем фізіологічного впливу їх на організм. В основній частині складність вправ і величина зусиль зростають до рівня, який відповідає віку і фізичній підготовленості учнів.

Заключна частина уроку має на меті знизити збудливість центральної нервової системи, що настала під впливом фізичних вправ, привести організм у стан спокою і цим самим підготувати його до наступної діяльності. У цій частині уроку застосовують такі фізичні вправи, які б підвищували відновлювальні процеси і значною мірою знижували втому організму. У дітей відновлення функцій до вихідного рівня відбувається значно швидше, ніж у дорослих. У цьому випадку будуть ефективними різні дихальні вправи і вправи на розслаблення м'язів. Саме в цій частині уроку доцільно давати навантаження на ті м'язи, які не виконували напруженої роботи в основній частині. Тривалість заключної частини – 3 – 5 хвилин.

Для виявлення ступеня впливу уроку фізичної культури на організм учнів користуються фізіологічною кривою, яка визначається на основі безперервної або дискретної реєстрації одного або кількох фізіологічних показників, частіше частоти пульсу. Пульсова крива уроку повинна поступово наростати у вступній частині, в основній досягати максимуму і в заключній знижуватись.

Великий вплив на зміну функціонального стану організму має щільність уроку. Під щільністю уроку розуміють ступінь раціонального використання часу уроку на різні види м'язової діяльності. Визначається вона відношенням часу, використаного на фізичну роботу, до всього часу уроку. Щільність уроку називається моторною.

Оздоровча цінність уроку фізичної культури визначається моторною щільністю. Останній час уроку сприяє розвитку гальмівних процесів в учнів. У зв'язку з цим уся увага вчителя фізичного виховання і тренера повинна бути зосереджена на збільшенні моторної щільності, яка в різних частинах уроку буде різною. В основній частині уроку вона може становити 80 – 90%, а у вступній – не перевищує 10 – 15%. Для підвищення моторної щільності уроку, особливо її основної частини, необхідно збільшити кількість легкоатлетичних снарядів і спортивного обладнання, зменшити час на очікування черги до них тощо.

Тривалість інтервалів відпочинку між вправами залежить від низки факторів. Під час розучування нових вправ вони коротші, ніж під час закріплення і вдосконалення виконання їх. На заняттях з дітьми і спортсменами початківцями інтервали відпочинку між вправами повинні бути довшими, ніж на заняттях з дорослими людьми і тренуваними спортсменами. Тривалість періодів відпочинку значною мірою визначається індивідуальними і, насамперед, типологічними особливостями учнів.

На уроках з учнями, особливо молодшого віку, слід більше використовувати рухливі ігри, проводити їх емоційно і змістовно, відповідно до навчальної програми з фізкультури, дотримуючись при цьому принципів і методів навчання.

Особливості навчання рухам на уроках фізкультури. На уроках фізичної культури з дітьми, особливо молодшого шкільного віку, потрібно широко застосовувати наочність і показ виконання фізичних вправ, оскільки в них ще погано розвинене абстрактне мислення. Діти молодшого шкільного віку мають велику схильність до предметного, образного мислення. А тому в цьому віці повинен застосовуватись цілісний метод навчання, а не розчленований, як це має місце в старших класах. У молодших класах урок фізкультури повинен проводитись емоційно, причому перевага повинна віддаватись ігровим сюжетним ситуаціям.

Слід ураховувати, що передпубертатний період (10 – 13 років) характеризується значними як морфологічними, так і функціональними змінами в усіх системах організму. У цей період має особливе значення раціональне чергування роботи і відпочинку. Правильно організовані заняття фізичною культурою і спортом у школі посилюють пластичні процеси, прискорюють ріст і розвиток дітей. Заняття фізкультурою і спортом у школі сприяють розвитку як кісткової, так і м'язової систем. Якщо ж учні на уроках виконують дуже важку, непосильну для них фізичну роботу, то настає передчасне окостеніння і припинення росту кісток.

У зв'язку з тим що у дітей і підлітків зв'язковий апарат дуже еластичний, на уроках фізичної культури для них рекомендовані вправи на гнучкість і розтягування.

Під час характеристики рухових здібностей дітей наголошувалось на тому, що діти молодшого і середнього шкільного віку не можуть виконувати силову роботу. Це зумовлено тим, що в цьому віці відбувається затримка розвитку сили. Причому залежить вона не від меншої, ніж у дорослих, товщини м'язових волокон, а від здатності

дітей включати одночасно в роботу максимальну кількість рухових функціональних одиниць. Ця здатність розвивається пізніше в старшому шкільному, а також у дорослому віці. Розвиток сили м'язів закінчується лише в 20 – 25 років. Але під впливом фізичних вправ розвиток сили прискорюється і набагато зростає (рис. 5.1). Сила кисті рук учнів, що займаються спортом, помітно більша, ніж у тих, що не займаються ним. Слід пам'ятати, що у підлітків є схильність до переоцінки своїх функціональних можливостей. Вони нерідко виконують без попередньої підготовки непосильні для себе силові навантаження, що призводить до небажаних наслідків перенапруги серця, перетреновання і навіть до патологічних станів організму.

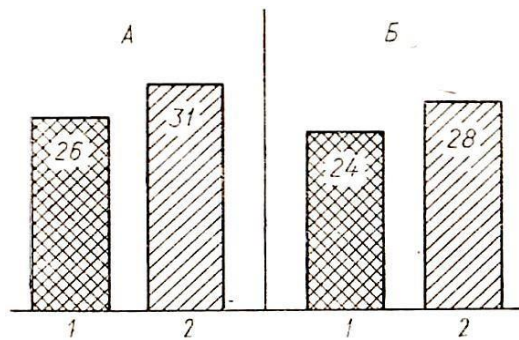


Рисунок 5.1 – Сила кисті (H) правої (A) і лівої (B) у 15-річних учнів.
1 – учні, що не займаються спортом; 2 – спортсмени.

У дітей шкільного віку добре розвиваються швидкісні здібності. Це пов'язано з тим, що навіть у дітей молодшого шкільного віку збудливість м'язів достатня для прояву цієї рухової здібності. Регулярні заняття фізичною культурою і спортом розвивають швидкість м'язових скорочень і максимальна частота рухів може досягти рівня дорослих уже в 13 – 14 років. Однак тоді, коли швидкість скорочення м'язів повинна узгоджуватися з силовими напруженнями (швидкісний біг, стрибки), удосконалення рухів продовжується в старшому шкільному віці.

Усі види витривалості, як відомо, у дітей розвиваються пізніше інших рухових здібностей, але за умов раціонального тренування швидкісна витривалість може досягти рівня дорослих уже в підлітковому віці.

Для дітей шкільного віку на уроках фізичної культури важливо розвивати статичну витривалість м'язів тулуба, які утримують хребетний стовп у правильному положенні. Від розвитку м'язів тулуба значною мірою залежить формування правильної кривизни хребетного стовпа, яка визначає поставу тіла. Гарна постава тіла спостерігається лише в тих учнів, в яких добре розвинуті м'язи тулуба і висока статична витривалість.

Для правильного формування склепіння стопи має важливе значення розвиток статичної витривалості м'язів стопи і гомілки. В учнів, які мають погано розвинені м'язи гомілки і стопи, часто спостерігається деформація стопи – плоскостопість.

Слід пам'ятати, що для повноцінного фізичного розвитку дітей на уроках фізкультури важливо симетрично розвивати м'язи правої і лівої стоп. Практика показує, що з віком стає важче розвивати у дітей симетричні функції рук, ніг і тулуба. Ось чому симетричний розвиток м'язів слід розпочинати в молодшому шкільному віці.

Для підлітків характерна нестійкість психіки. Тому важливо, щоб учитель фізичного виховання будував урок так, щоб у них постійно підтримувався інтерес до нього.

Виховання наполегливості, цілеспрямованості в оволодінні фізичними вправами, а також турбота про здоров'я – одне із важливих завдань фізичного виховання

в підлітковому віці.

На уроках фізичної культури і тренувальних заняттях з дітьми потрібно враховувати їхні типологічні особливості. Діти *сильного, зрівноваженого, рухливого* типу швидко засвоюють програмний матеріал, оволодівають технікою рухів. Однак швидкий успіх може в них супроводжуватись втратою дальшого удосконалення рухів.

Діти *спокійного типу* (сильний, з малою рухливістю нервових процесів) теж успішно оволодівають складними координаційними рухами, але не так швидко, як перші.

Для *нестриманого* типу, якому властиві велика сила, рухливість і нерівномірність нервових процесів, характерна здатність швидко засвоювати рухові навички, але в результаті значної переваги збудливого процесу над гальмівним вони проявляють зайву енергію в оволодінні вправами, не завжди повністю засвоюють їх і відрізняються дуже великою руховою активністю на уроках.

Слабкий тип із зниженою збудливістю і рухливістю нервових процесів характеризується байдужим відношенням до розучуваних нових вправ, особливо складних, оскільки для оволодіння ними необхідні вольові зусилля. Незвичайні рухові ситуації в них нерідко викликають стан позамежного гальмування. У зв'язку з цим під час занять з такими дітьми потрібно частіше, ніж з іншими, застосовувати допоміжні вправи, які полегшують засвоєння нових рухів.

Крім вищеописаних вимог на уроках з фізкультури потрібно дотримуватись принципів і методів навчання, а також гігієнічних вимог, які детально описані в підручниках зі шкільної гігієни та гігієни фізичних вправ.

Фізичні навантаження на уроках повинні нормуватися відповідно до вікових і статевих особливостей учнів згідно зі станом їхнього здоров'я, фізичного розвитку і програм з фізичної культури.

Фізіологічне обґрунтування позаурочних форм фізичного виховання.

Основні фізіологічні передумови, покладені в основу уроку фізичної культури, мають важливе значення і під час проведення позаурочних форм фізичного виховання з учнями. Відмінність їх полягає лише в тому, що на них більше повинна проявлятися самостійність дітей. Особливе значення надається ознайомленню їх з методичними й фізіологічними основами раціонального виконання фізичних вправ.

Позаурочні форми відіграють допоміжну роль у вирішенні завдань фізичного виховання та доповнюють уроки. Проте нерідко вони набувають цілком самостійного значення. До них відносять: ранкову гімнастику, фізкультхвилинки, рухливі перерви, спортивну годину в групах продовженого дня, гуртки (групи) загальної фізичної підготовки, спортивні секції, шкільний туризм, самодіяльні клуби, дні здоров'я й спорту, свята фізичної культури, спортивні змагання [2].

Ранкова гімнастика. Під час сну гальмівний процес з кори великого мозку розповсюджується на кіркові центри і знижує роботу їх, а деякі з них загальмовуються повністю (наприклад, рухові). Під впливом гальмівного процесу обмін речовин знижується до мінімуму, дещо нижчою стає температура тіла. Частота серцевих скорочень і дихання зріджуються на 10 – 15%. Дихання стає менш глибоким, хвилинний об'єм серця і легенева вентиляція теж зменшуються. Циркуляція крові як у великому, так і в малому колах кровообігу зменшується, особливо сповільнюється венозний приплив крові до серця. Це, у першу чергу, пов'язано з виключенням дихального і м'язового насосів, які посилено працюють під час фізичної роботи.

Для активізації всіх цих фізіологічних систем застосовується ранкова гімнастика. Ранкова гімнастика під час правильної організації і проведення її у відповідних умовах

зовнішнього середовища (добре провітрене приміщення, кімнатна температура повітря тощо) викликає цілу низку позитивних зрушень в організмі. У першу чергу вона позитивно впливає на нервову систему, знімає гальмівний стан кори великого мозку, який утворився під час сну. Під впливом фізичних вправ встановлюється на оптимальному рівні збудливо-гальмівний процес. Причому вплив ранкової гімнастики на нервову систему не короточасний, він зберігається протягом усього навчального дня.

Спеціальні дослідження показали, що під впливом фізичних вправ, що проводяться після сну, знижується хронаксія м'язів і нервів, а це свідчить про підвищення збудливості тканин. Ранкова гімнастика поліпшує координаційні відношення м'язів-антагоністів. Оскільки в роботу включаються майже всі м'язи, то в них значно посилюються кровообіг і лімфообіг. Поглиблюється дихання, збільшується життєва ємність легень, пульс підвищується на 50 – 60%, максимальний артеріальний тиск на 7 – 27 гПа (5,25 – 20,25 мм рт. ст.), а мінімальний знижується на 7 – 13,3 гПа (5,25 – 10 мм рт. ст.), що призводить до збільшення пульсового тиску крові. При цьому споживання кисню тканинами може збільшуватись на 10 – 13% по відношенню до рівня спокою [11].

Численні дослідження показали, що підвищення збудливості нервових процесів, а також підвищення працездатності настають тим швидше, чим більше поступає до спинного і головного мозку аферентних імпульсів від пропріорецепторів працюючих м'язів і органів чуття. У тому випадку, коли фізичні вправи проводяться на повітрі або в приміщенні під час низьких температур, а потім приймаються водні процедури (обтирання, обливання, душ), збудливість нервової системи відновлюється ще швидше і працездатність організму стає вищою. Крім того, поєднання фізичних вправ з водними процедурами сприяє зміцненню здоров'я і загартуванню організму. Діти, які систематично займаються ранковою гімнастикою на відкритому повітрі, менше хворіють простудними й інфекційними хворобами, більш зрівноважені, краще вчаться.

Якщо учні тривалий час займаються ранковою гімнастикою, то в них поліпшуються рухові здібності (сила, витривалість, швидкість реакції на зовнішні подразники), робота дихальної, серцево-судинної та інших систем, виробляється правильна постава тіла.

Заняття ранковою гімнастикою повинні широко застосовуватися серед юних спортсменів, вони не тільки зберігають досягнутий рівень фізичного вдосконалення, а й підвищують його.

Тривалість ранкової гімнастики залежить від ступеня фізичної підготовленості, їхньої спортивної спеціалізації і кваліфікації, стану здоров'я тощо. Оскільки ранкова гімнастика проводиться до роботи (навчання), то вона не повинна знижувати працездатність учнів. Якщо фізичні вправи виконуються у великому об'ємі і з великою інтенсивністю, то в учнів може з'явитися втома, у першу чергу, нервової системи.

До ранкової гімнастики рекомендується включати як гімнастичні вправи, так і такі вправи, як ходіння, плавання, ходіння на лижах, їзда на велосипеді, веслування тощо.

Фізкультхвилинки (фізкультпаузи) проводяться систематично під час уроків, коли з'являються ознаки втоми учнів: неуважність, стурбована поведінка, сонливість тощо. Комплекси складаються з однієї вправи типу потягування і двох-трьох вправ для рук, ніг і тулуба в 1 – 4 класах, трьох чотирьох вправ у 5 – 8 класах. Загальна тривалість фізкультхвилинки від 2 – 3 до 5 хвилин.

У разі необхідності фізкультхвилинки використовуються для учнів 9 – 12 класів.

Рухливі перерви (15 – 20 хв) мають посісти особливе місце в розкладі шкільного

дня з огляду на їхній оздоровчий ефект, підвищення розумової працездатності, покращення фізичного розвитку і функціональної підготовленості учнів. Вони краще сприймають матеріал наступних уроків, уважніше слухають учителів, спокійніше поводитимуться в класі.

Спортивна година продовженого дня. Така форма занять проводиться вихователями груп за участю учнів старших класів.

Зміст занять:

- різні види прогулянок;
- легкоатлетичні вправи;
- силові вправи;
- гімнастичні вправи;
- подолання смуги перешкод;
- рухливі та спортивні ігри.

Гуртки (групи) загальної фізичної підготовки. До занять у таких гуртках доцільно залучати в першу чергу учнів з недостатнім рівнем рухової підготовленості, учнів підготовчої медичної групи. Заняття проводять 2 – 3 рази на тиждень у продовж 45 – 60 хвилин.

Основний зміст роботи таких гуртків полягає у відтворенні деяких розділів програми з фізичного виховання, а також спортивних та рухливих ігор.

Завданнями гуртка є:

- залучити якомога більшу кількість учнів до систематичних занять фізичними вправами;
- покращити рухову підготовленість учнів.

Спортивні секції (групи). Це спортивні тренування, які можуть проводитися безпосередньо в школі або в дитячих спортивних школах. До навчально-тренувальних груп приймають учнів певного паспортного віку (таблиця 5.1).

У системі спортивних занять зі школярами, особливо в перші роки, основну увагу приділяють загальній фізичній підготовці. Спеціальна фізична підготовка спрямована на вдосконалення рухових здібностей, специфічних для обраного виду спорту. У складнокоординаційних видах половину часу відводиться на технічну підготовку. Крім того передбачаються теоретичні змагання, інструкторська практика, участь у змаганнях. Періодичність занять – 2 – 3 рази на тиждень тривалістю 60 – 90 хвилин.

Таблиця 6.1 – Оптимальний віковий період для початку занять деякими видами спорту (за В. Г. Арефьевим)

Вид спорту	Вік, роки	
	хлопчики	дівчатка
Гімнастика, фігурне катання, настільний теніс	8 – 9	7 – 8
Плавання	9 – 11	8 – 10
Фехтування	12 – 14	12 – 14
Волейбол, баскетбол, футбол, гандбол, бокс, важка атлетика	13 – 15	12 – 14
Біг 100, 200 м, веслування на байдарках, велоспорт, ковзанярський спорт, лижний спорт, хокей	13 – 16	13 – 16
Академічне веслування, біг 800 – 10 000 м	14 – 17	14 – 16

Шкільний туризм є важливою складовою позакласної спортивної роботи. Участь у туристичних походах сприяє розвитку таких якостей, як особиста ініціатива та взаємна допомога, наполегливість, сила воля та висока дисциплінованість.

Види шкільного туризму сприяють покращенню діяльності систем кровообігу і дихання, підвищенню опору організму до захворювань, зміцненню м'язів. Знаходження на свіжому повітрі, дія сонця і дозованих фізичних навантажень, різноманіття вражень під час подорожі – все це нормалізує діяльність ЦНС, відновлює сили, підвищує як розумову, так і фізичну працездатність.

Клуб оздоровчого бігу. Один раз на тиждень, зазвичай у неділю, збирається весь колектив клубу, і керівник проводить інструктаж. Після цього переходять безпосередньо до виконання тренувальних вправ у групах. У решту днів (2 – 3 рази на тиждень) кожен член клубу займається самостійно або (за узгодженням) у невеликих групах.

Клуб атлетичної гімнастики. Атлетична гімнастика застосовується для гармонійного розвитку. Нею можна починати займатися з 11 – 12 років. На першому етапі занять (3 – 4 місяці) звертають більше уваги на всебічну фізичну підготовку. Для цього використовують мало інтенсивний кросовий біг, ходіння на лижах, плавання, загальнорозвивальні вправи. На другому етапі занять в основному використовують силові вправи (підняття тягарів, еспандер, віджимання, підтягування на перекладині тощо). Оптимальним тягарем буде той, який можна підняти без великого напруження 8 – 10 разів. Це буде сприяти збільшенню м'язової маси.

Збільшення м'язової сили можна досягти завдяки застосуванню тягарів масою 70 – 80% від максимального. Максимальна кількість піднімань – 4 – 6 разів, кількість підходів в серії від 2 до 6. У цих умовах роботи не слід давати великий відпочинок між підходами, щоб не відбувалось зверхвідновлення, яке є передумовою збільшення м'язової маси.

Заняття атлетичною гімнастикою рекомендується проводити 3 – 4 рази на тиждень, тривалість їх від 20 – 30 до 40 – 60 хв залежно від віку, стану здоров'я і фізичної підготовленості. Спеціалісти вважають, що гармонійний розвиток буде вищим, якщо заняття атлетичною гімнастикою поєднувати із заняттями (1 раз на тиждень) для розвитку витривалості. Для цього рекомендується кросовий біг тривалістю від 10 – 15 до 30 – 40 хв або ходіння на лижах від 1 до 2,5 год.

Самостійні індивідуальні заняття проводяться з метою зміцнення здоров'я, кращого розвитку рухових якостей, підвищення функціональних можливостей організму. Залежно від обраного виду спорту можуть застосовуватися силові вправи, вправи на витривалість, гнучкість тощо. Такими є біг, піднімання тягарів, гімнастичні вправи, веслування, їзда на велосипеді тощо.

У період припинення активної спортивної діяльності рекомендується біг «підтюпцем» протягом 15 – 30 хв. Ці заняття слід проводити кожний день, щоб уникати несприятливих відхилень у стані здоров'я внаслідок різкого припинення занять тим чи іншим видом спорту. В осіб, які різко припиняють і не займаються самостійно фізичними вправами, часто спостерігаються тахікардія і підвищення артеріального тиску, головний біль тощо.

Важливою умовою, яка визначає фізіологічну ефективність самостійних занять, є самоконтроль. Він повинен включати спостереження за самопочуттям (сном, настроєм, втомленістю, апетитом), вимірювання антропометричних показників (зросту, маси, окружності грудної клітки, м'язової сили кисті і спини, життєвої ємності легень тощо).

Дні здоров'я та спорту. Основна мета цього заходу – активний відпочинок, пропаганда фізичної культури. Проводиться з усім складом учнів школи або в групах.

Зміст: рухливі та спортивні ігри, прогулянки з іграми на місцевості, проведення туристичних змагань і конкурсів, спортивні змагання «Веселі старти», конкурси на кращого бігуна, стрибуну, найсильнішого (піднімання гирі), різні розваги: катання на санчатах, ковзанах, лижах тощо.

Свята фізичної культури. Програма свята включає: урочисте відкриття і закриття, спортивно-показову частину та масову розважальну.

Свята найчастіше приурочені до початку чи закінчення навчального року, до святкових днів та ювілейних дат. До складу свят фізичної культури включають також різноманітні конкурси. Найбільш поширеними серед них є конкурс «Мама, тато, я – спортивна сім'я».

Спортивні змагання в школі організують, перш за все, з тих видів, які наведені у шкільній програмі з фізичного виховання та з яких проводяться міські (районні) першості шкіл.

Кожне змагання розглядають як певний підсумок стану тренувальної роботи. Терміни проведення змагань треба призначати з урахуванням часу, необхідного для їх достатньої підготовки. Кожен з учнів, що займається в гуртку, клубі повинен брати участь у змаганнях приблизно один-два рази на місяць. Змагання – найбільш приваблива форма в заняттях спортом та кращий засіб забезпечення систематичного тренування. Участь у змаганнях – чудовий спосіб розвитку особистих якостей учнів. Беручи участь у змаганнях, кожен учень ставить перед собою завдання або перемогти, або показати свій найкращий результат. Все це потребує максимального напруження сил, прояву фізичних та психологічних якостей, достатньої самостійності у виборі засобів спортивної боротьби і, у той же час, взаємодії з партнерами в команді, уміння надавати один одному необхідну допомогу. Усе це разом виховує цілеспрямованість, ініціативність, наполегливість, рішучість, самоконтроль, дисциплінованість, товариське ставлення до інших тощо.

Контрольні питання до п'ятого розділу

1. Назвіть основні форми занять фізичною культурою в школі
2. З яких частин складається урок фізичної культури в школі?
3. Які особливості розвитку рухів у школярів різного віку?
4. Який вигляд повинна мати фізіологічна крива протягом уроку з фізичної культури?
5. В якій послідовності бажано застосовувати фізичні вправи на розвиток фізичних здібностей?
6. Які особливості необхідно враховувати під час занять фізичними вправами з підлітками?
7. Охарактеризуйте позаурочні форми фізичного виховання.
8. Яка мета фізкультурних хвилюнок і коли їх доцільно проводити?
9. З якого віку доцільно проводити заняття з атлетичної гімнастики?
10. Яка користь від шкільного туризму?
11. Які вправи доцільно виконувати під час проведення рухливих перерв.

РОЗДІЛ 6

ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНІВ ОРГАНІЗМУ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПІД ЧАС СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Під час тренувань або змагань в організмі спортсмена відбуваються значні зміни, в динаміці яких виділяють три стани: доробочий (передстартовий), основний (період роботи) і відновлення функцій.

Передстартовий стан характеризується функціональними змінами, що передують початку роботи (виконанню вправи).

У **робочому стані** розрізняють швидкі зміни функцій у самий початковий період роботи – *стан впрацьовування*. Якщо робота продовжується тривалий час з невеликою інтенсивністю, виникає наступний за ним відносно незмінний, а точніше, повільно змінний стан основних фізіологічних функцій, відомий як «*стійкий стан*». У процесі виконання вправи розвивається втома, що виявляється в зниженні працездатності, тобто неможливості продовжувати вправу на необхідному рівні інтенсивності або в повній відмові від продовження даної вправи.

Відновлення функцій до вихідного (доробочого) рівня відбувається протягом деякого часу після припинення вправи.

Кожен із зазначених станів характеризується особливою динамікою фізіологічних функцій різних систем, органів і всього організму в цілому. Наявність цих станів, їхньої особливості і тривалість визначаються характером, інтенсивністю і тривалістю виконуваної вправи, умовами її виконання, а також ступенем тренуваності спортсмена.

Передстартовий стан. За декілька годин до тренування, або навіть днів (перед відповідальними змаганнями), в організмі спортсмена відбуваються різноманітні зміни в діяльності систем організму, які називають передстартовими. За декілька хвилин до початку роботи ці прояви значно посилюються, виникає власне стартовий стан. У передстартовому стані відбуваються перебудови в різних функціональних системах організму. Більшість цих перебудов подібні до тих, які відбуваються під час самої роботи: частішає і посилюється робота серця, частішає і глибшим стає дихання, тобто зростає легенева вентиляція, газообмін, зростає концентрація молочної кислоти в крові і в м'язах, підвищується температура тіла. Ці зміни забезпечують підготовку організму до виконання майбутньої діяльності. Таким чином, організм стає на деякий «робочий рівень» ще до початку діяльності і це, як правило, сприяє успішному виконанню наступної роботи.

Споживання O_2 , основний обмін, легенева вентиляція перед стартом можуть у 2 – 2,5 рази перевищувати звичайний рівень спокою. Це є наслідком емоційного збудження і пов'язано з посиленням діяльності симпатoadреналової системи, яка активується лімбічною системою головного мозку (гіпоталамусом, лімбічною корою). Активність цих систем збільшується ще до початку роботи, про що свідчить, зокрема, підвищення концентрації норадреналіну й адреналіну в крові. Під впливом катехоламінів й інших гормонів прискорюються процеси розщеплення глікогену в печінці, жирів у жирових депо, так що ще до початку роботи в крові підвищується вміст енергетичних субстратів – глюкози, вільних жирних кислот. Посилення симпатичної активності через холінергічні волокна, інтенсифікуючи гліколіз у скелетних м'язах, викликає розширення їхніх кровоносних судин (холінергічна вазодилатація).

За своєю природою передстартові зміни функцій є умовно-рефлекторними, нервовими і гормональними реакціями. Умовно-рефлекторними подразниками в цьому

випадку служать місце, час майбутньої діяльності, а також подразники, що поступають від другої сигнальної системи (мовні). Вони готують організм у цілому до наступної роботи і прискорюють процеси впрацювання. Найважливішу роль при цьому відіграють емоційні реакції. Тому найбільш різкі зміни у функціональному стані організму спостерігаються перед спортивними змаганнями. Причому, ступінь і характер передстартових змін часто знаходяться в прямому зв'язку зі значимістю даного змагання для спортсмена.

Підтвердженням умовно-рефлекторної природи передстартового стану є закономірність його появи в дітей у віці 7 – 8 років (а під час систематичних занять і з 5 років), а також залежність інтенсивності проявів передстартового стану дітей від спортивного стажу. При цьому інтенсивність проявів у юних спортсменів була вищою перед специфічними навантаженнями (наприклад, в юних плавців на плавання в басейні), ніж перед неспецифічними (проба з присіданнями в лікарському кабінеті). Відмічено, що у стрибунів у висоту пульс тим частіший, чим вище піднята планка.

Рівень і характер передстартових зрушень часто відповідає особливостям тих функціональних змін, що відбуваються під час виконання самої вправи. Специфічність проявів передстартового стану залежить від інтенсивності майбутньої роботи. Наприклад, ЧСС перед стартом у середньому тим вища, чим коротша дистанція майбутнього бігу, тобто, чим вища ЧСС під час виконання вправи. Вміст глюкози і молочної кислоти в крові в передстартовому стані наростає тим більше, чим інтенсивніша наступна м'язова діяльність. У спринтерів, гірськолижників ЧСС на старті може досягати 160 уд./хв.

Особливості передстартового стану багато в чому можуть визначати спортивну працездатність та успішність наступної роботи. Виділяють три форми передстартового стану:

1. *Стан бойової готовності* – характеризується помірним емоційним збудженням, що сприяє підвищенню спортивного результату. Бойова готовність забезпечує якнайкращий психологічний настрій і функціональну підготовленість спортсменів до роботи. Спостерігається оптимальний рівень фізіологічних зсувів – підвищена збудливість нервових центрів і м'язових волокон, адекватна величина надходження глюкози в кров з печінки, сприятливе перевищення концентрації норадреналіну над адреналіном, оптимальне посилення частоти і глибини дихання і частоти серцебиття, укорочення часу рухових реакцій.

2. *Стартова лихоманка* – різко виражене збудження, під впливом якого можливе як покращення, так і погіршення результату. У разі виникнення передстартової лихоманки збудливість мозку надмірно підвищена, що викликає порушення тонких механізмів міжм'язової координації, зайві енерговитрати і передчасну (до роботи) витрату вуглеводів, надмірні кардіореспіраторні реакції. При цьому у спортсменів відзначена підвищена нервозність, виникають фальстарты, рухи починаються в невиправдано швидкому темпі і незабаром призводять до виснаження ресурсів організму.

3. *Стартова апатія* – характеризується пригніченням емоційних реакцій, депресивним настроєм і приводить, як правило, до зниження результату. Стан передстартової апатії характеризується недостатнім рівнем збудливості центральної нервової системи, збільшенням часу рухової реакції, незначними змінами в стані скелетних м'язів і вегетативних функцій, пригніченістю і невпевненістю у своїх силах спортсмена. Проте у видах спорту, де тривалість роботи велика, спортсмени з проявами апатії можуть ефективно впрацюватися і показувати високі результати.

Регулювання передстартових станів. Управляти протіканням передстартових

станів допомагає аутогенне самонавіювання та зовнішнє навіювання, наприклад, вплив тренера, спортивного лікаря або психолога. Проте найбільшу регулюючу дію на характер передстартового стану здійснює правильно проведена розминка. У разі передстартової лихоманки необхідно проводити розминку в невисокому темпі, підключити глибокі ритмічні дихання (гіпервентиляцію), оскільки дихальний центр чинить могутній вплив, що нормалізує функцію кори великих півкуль. Під час апатії, навпаки, потрібне проведення розминки у швидкому темпі для підвищення збудливості в нервовій і м'язовій системах.

Чим більше попередні вправи подібні на вправи, які будуть виконуватись під час змагань, тим більше вони підвищують збудливість нервової системи, і навпаки, вправи тривалі і не схожі з наступною руховою діяльністю, зменшують надмірне передстартове збудження. Таким чином, змінюючи характер розминки, можна регулювати передстартові реакції, добиваючись оптимального збудження нервової системи.

Передстартові реакції можна також регулювати масажем. Інтенсивні масажні прийоми, такі як постукування, розминання різко підвищують збудливість нервової системи, тоді як спокійні – розтирання і погладжування – заспокоюють її. Масаж необхідно проводити незадовго до старту. Причому, позитивний вплив він здійснює на організм у стартовому періоді лише після тривалого звикання спортсмена до нього, інакше масаж буде перезбуджувати організм.

Розминка. Розминка – це виконання вправ, що передують виступу на змаганнях або основній частині тренувального заняття. Розминка включає легке фізичне навантаження, розтягнення, що сприяє оптимізації передстартового стану, забезпечує прискорення процесів впрацювання, підвищує працездатність. Механізми позитивного впливу розминки на наступну змагальну або тренувальну діяльність різноманітні.

Розминка має такі фізіологічні ефекти:

- підвищує збудливість сенсорних і моторних центрів кори великих півкуль, вегетативних нервових центрів;
- посилює діяльність залоз внутрішньої секреції, завдяки чому створюються умови для прискорення процесів оптимального регулювання функцій під час виконання наступних вправ;
- підвищує діяльність усіх ланок системи транспортування кисню (дихання і кровообігу): підвищуються легенева вентиляція, швидкість дифузії O_2 з альвеол у кров, ЧСС і серцевий викид, АТ, венозне повернення, розширюються капіляри в легенях, серці, скелетних м'язах. Усе це призводить до посилення постачання тканин киснем і відповідно до зменшення кисневого дефіциту в період впрацювання, запобігає настанню стану «мертвої точки» або прискорює настання «другого дихання»;
- позитивно впливає на терморегуляцію (підсилює кровообіг у шкірі і знижує поріг початку потовиділення, полегшуючи тепловіддачу, запобігаючи надмірному перегріванню тіла під час виконання наступних вправ);
- підвищує температуру тіла і м'язів, тому розминку часто називають розігріванням.

Зниження температури навколишнього середовища зменшує рухливість у суглобах. Експериментально встановлено, що зниження температури повітря на $5 - 8^{\circ}C$ знижує амплітуду рухів стопи ковзаняра. Під час підвищення температури повітря рухливість у суглобах, навпаки, збільшується [5]. Це явище пояснюється рефлекторним впливом холоду або тепла на тонус м'язів. Під впливом зниження температури повітря

тонус м'язів підвищується, отже, збільшується гальмівний вплив м'язів-антагоністів. У зв'язку з цим під час зниження температури навколишнього середовища треба збільшити час розминки (загальної і спеціальної). Під час розминки підсилюється робота серця, підвищується кров'яний тиск, відкриваються резервні капіляри в м'язах і поліпшується периферичний кровообіг. Це призводить до зниження в'язкості м'язів. Вони стають більш розтяжними, у зв'язку з чим збільшується рухливість у суглобах.

Установлено, що підвищення температури м'яза збільшує швидкість його скорочення. Так, підвищення температури на 3,1 °C призводить до зменшення часу скорочення і розслаблення відповідно на 7 і 22%; зниження внутрішньої м'язової температури на 8,4 °C призводило до збільшення часу скорочення (38 %) і 1/2 часу розслаблення (93 %); пасивне розігрівання м'язів, наприклад, у гарячій воді, не дає такого ж підвищення працездатності як під час занять фізичними вправами.

Крім того, при вищих температурах збільшується швидкість нервової провідності, а також збільшується швидкість метаболічних процесів (насамперед у м'язах) завдяки підвищенню активності ферментів, що визначають швидкість протікання біохімічних реакцій (зі збільшенням температури на 1 °C швидкість метаболізму у клітинах збільшується приблизно на 13%). Підвищення температури крові викликає зрушення кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо (ефект Бора), що полегшує постачання м'язів киснем [5].

Разом з тим ефекти розминки не можуть бути пояснені тільки підвищенням температури тіла, тому що пасивне розігрівання (за допомогою масажу, опромінення інфрачервоними променями, ультразвуку, гарячих компресів, сауни) не дає такого ж підвищення працездатності, як активна розминка. Найважливіший результат активної розминки – регулювання та узгодження функцій дихання, кровообігу й рухового апарату в умовах максимальної м'язової діяльності.

Під час виконання вправ без розминки знижується їхня ефективність, зростає ризик травм, виникають позачергові скорочення серця (екстрасистоли). Різке зростання фізичного навантаження призводить до значного підвищення артеріального тиску, що підвищує ризик виникнення серцевого нападу. У 70% людей спостерігаються відхилення від норми на електрокардіограмі [4, 13].

Розрізняють такі види розминки: пасивна, загальна і спеціальна:

1) *пасивна розминка* передбачає підвищення температури тіла різними засобами (наприклад, теплий одяг, гарячий душ, масаж);

2) *загальна розминка* – це виконання активних рухів, які залучають у роботу великі м'язові групи (наприклад, біг підтюпцем тощо). Загальна розминка неспецифічна, вона мало відрізняється в різних видах спорту і може складатися із найрізноманітніших вправ, мета яких – сприяти підвищенню температури тіла, збудливості ЦНС, посиленню функцій кисневотransпортної системи, обміну речовин у м'язах та інших органах і тканинах тіла;

3) *спеціальна розминка* – це виконання фізичних вправ, що включають рухи, характерні для конкретного виду спорту. Спеціальна розминка є специфічною для конкретного виду спорту, тобто в роботі повинні брати участь ті ж системи й органи тіла, що й під час виконання вправ основної частини тренування або змагальних вправ. У цю частину розминки варто включати складні в координаційному відношенні вправи, що забезпечують необхідне «налаштування» ЦНС, відновлення рухових енгам та динамічних рухових стереотипів.

Тривалість і інтенсивність розминки й інтервал між розминкою та основною діяльністю визначаються низкою обставин: характером майбутньої вправи, зовнішніми умовами (температурою і вологістю повітря тощо), індивідуальними особливостями

й емоційним станом спортсмена. У середньому оптимальна тривалість розминки становить 10 – 30 хв.

Активация скелетних м'язів збільшує їхню температуру. Тривалість цього «зигрівачого ефекту» складає до 0,5 години після розминки. Отже, перерва між розминкою і наступною вправою повинна складати не більше 15 хв, протягом яких ще зберігаються слідові процеси від розминки. Доведено, наприклад, що після 45 хв перерви позитивний ефект розминки втрачається, температура м'язів повертається до вихідного рівня.

Роль розминки в різних видах спорту і за різних зовнішніх умов неоднакова. Особливо помітний позитивний вплив розминки перед швидкісно-силовими вправами невеликої тривалості. Розминка суттєво поліпшує результати в таких швидкісно-силових складно координованих вправах, як легкоатлетичні метання. Позитивний вплив розминки перед бігом на довгі дистанції виражений значно менше, ніж перед бігом на середні й короткі дистанції. Більше того, при високій температурі повітря виявлений негативний вплив розминки на терморегуляцію під час бігу на довгі дистанції.

Впрацювання. Впрацювання – початковий період роботи, протягом якого швидко підсилюється діяльність функціональних систем організму, що забезпечують виконання даної роботи. Впрацювання – це перша фаза функціональних змін, що відбуваються під час роботи. Тісно пов'язані з процесом впрацювання явища «мертвої точки» і «другого дихання».

У процесі впрацювання відбувається:

- налаштування нервових механізмів управління рухами, поступове формування необхідного стереотипу рухів (за характером, формою, амплітудою, швидкістю, силою і ритмом), тобто поліпшення координації рухів;
- налаштування гуморальних механізмів і вегетативного забезпечення м'язової діяльності.

Виділяють такі особливості впрацювання:

1. Відносна *сповільненість* у посиленні вегетативних процесів, інертність у розгортанні вегетативних функцій, що значною мірою пов'язано з характером нервового й гуморального регулювання цих процесів у цей період.

2. *Гетерохронність*, тобто неодноразовість у посиленні окремих функцій організму. Впрацювання рухового апарату протікає швидше, ніж вегетативних систем. З неоднаковою швидкістю змінюються різні показники діяльності вегетативних систем, наприклад, ЧСС росте швидше, ніж серцевий викид і АТ, легенева вентиляція підсилюється швидше, ніж споживання O_2 .

3. *Залежність швидкості впрацювання від інтенсивності роботи*. Чим інтенсивніша виконується робота, тим швидше відбувається початкове посилення функцій організму, безпосередньо пов'язаних з її виконанням. Тому тривалість періоду впрацювання знаходиться в оберненій залежності від інтенсивності (потужності) вправи.

4. *Залежність від тренуваності* – впрацювання протікає швидше у більш тренуваних спортсменів.

Через кілька хвилин після початку напруженої і тривалої роботи в нетренованої людини часто виникає особливий стан, який називають «мертвою точкою» (іноді він відзначається і в тренуваних спортсменів). Надмірно інтенсивний початок роботи підвищує імовірність появи цього стану. Він характеризується важкими суб'єктивними відчуттями, серед яких головне – відчуття задишки. Крім того, людина відчуває стиснення в грудях, запаморочення, відчуття пульсації судин головного мозку, іноді

біль у м'язах, бажання припинити роботу. Об'єктивними ознаками стану «мертвої точки» є часте і відносно поверхнєве дихання, підвищене поглинання O_2 і збільшене виділення CO_2 з видихуванним повітрям, висока ЧСС, підвищений вміст CO_2 у крові й альвеолярному повітрі, знижене рН крові, значне потовиділення (рис. 6.1).

Загальна причина настання «мертвої точки» полягає, імовірно, у виникаючій у процесі впрацювання невідповідності між високими потребами працюючих м'язів у кисні та недостатньому рівні функціонування кисневотранспортної системи. У результаті в м'язах і крові накопичуються продукти анаеробного метаболізму (молочна кислота тощо).

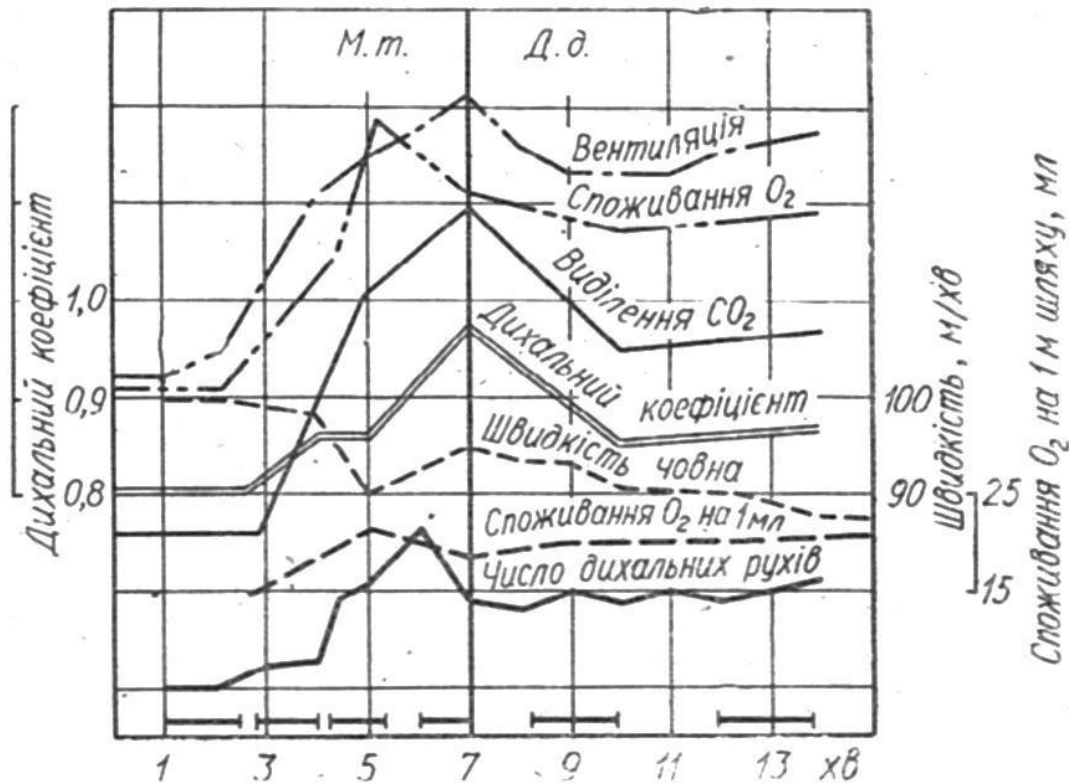


Рис. 6.1. Зміни в організмі в стані «мертвої точки» (М. т.) і другого дихання (Д. д.) і швидкостей переміщення човна у веслувальників (за Евігом).

Подолання тимчасового стану «мертвої точки» вимагає великих вольових зусиль. Якщо робота продовжується, то змінюється почуттям раптового полегшення, що найчастіше проявляється в появі нормального («комфортного») дихання. Тому стан, що змінює «мертву точку», називають «другим диханням». З настанням цього стану легенева вентиляція, звичайно, зменшується, частота дихання сповільнюється, а глибина збільшується. ЧСС також може трохи знижуватися. Поглинання O_2 і виділення CO_2 з видихуванним повітрям зменшуються, рН крові збільшується. Потовиділення стає інтенсивнішим. Стан «другого дихання» показує, що організм досить мобілізований для задоволення робочих запитів.

Стійкий стан. Під час виконання вправ з постійною інтенсивністю після швидких змін функцій організму (впрацювання) настає період стійкого стану. Швидкість поглинання O_2 після швидкого його наростання на початку вправи встановлюється на певному рівні і практично зберігається незмінною протягом деякого часу. Під час виконання вправ помірної потужності протягом періоду стійкого стану

є кількісна відповідність між потребою організму в кисні (кисневим запитом) і її задоволенням. Тому такі вправи належать до вправ з *істинно стійким станом* (рис. 6.2 Б) Кисневий борг після тривалого їхнього виконання практично дорівнює лише кисневому дефіциту, що виникає на початку роботи.

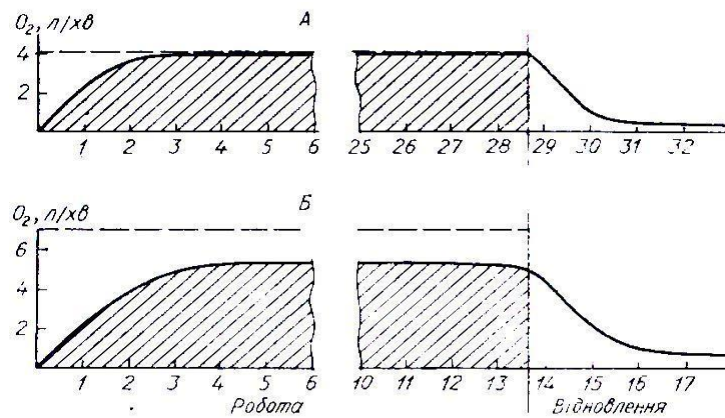


Рисунок 6.2 – Споживання кисню (заштрихована площа) і кисневий борг під час роботи, що характеризується уявною (А) і справжньою (Б) стійкою рівновагою.

Під час виконання інтенсивніших навантажень після періоду швидкого збільшення інтенсивності поглинання O_2 (впрацьовування) виникає період, протягом якого воно хоча і дуже мало, але поступово підвищується. Тому другий робочий період у цих вправах можна позначити тільки як умовно стійкий стан. В аеробних вправах великої потужності вже немає повного задоволення кисневого запиту. Після них реєструється кисневий борг, що тим більший, чим більша потужність роботи та її тривалість.

Для вправ із *уявним стійким станом* (рис. 6.1 А) характерна наявність кисневого боргу, величина якого росте з підвищенням потужності виконуваних вправ.

Стан втоми. Втома – це викликане роботою тимчасове зниження працездатності. Під втомою розуміють фізіологічний стан, який виникає внаслідок напруженої або тривалої діяльності організму, що виявляється в дискоординації функцій і тимчасовому зниженні працездатності. Біологічна роль втоми полягає у своєчасному захисті організму від виснаження під час тривалої або інтенсивної м'язової роботи. У стані втоми людина не здатна підтримувати необхідний рівень інтенсивності і (або) якості (техніки виконання) роботи, або змушена відмовитися від її продовження. Втома характеризується викликаним роботою тимчасовим зниженням працездатності, що виявляється в суб'єктивному відчутті стомлення. Особливістю психології високо тренованих спортсменів є уміння переборювати симптоматику стомлення («друге дихання») та ефективно, з високою інтенсивністю, виконувати роботу на фоні явної втоми. Однак у будь-якому випадку настає момент, коли людина відчуває, що вона повинна припинити роботу, тому що за цією межею настає патологічний стан або навіть загибель організму.

Ступінь участі тих або інших фізіологічних систем у виконанні вправ різного характеру і потужності неоднаковий. У виконанні будь-якої вправи можна виділити основні, найбільш навантажені системи, функціональні можливості яких визначають здатність людини виконати дану вправу на необхідному рівні інтенсивності та якості. Ступінь навантаженості цих систем стосовно їхніх максимальних можливостей визначає граничну тривалість виконання даної вправи, тобто період настання стану стомлення.

Таким чином, функціональні можливості основних систем не тільки визначають, але й лімітують інтенсивність і граничну тривалість та якість виконання даної вправи.

Під час виконання різних вправ причини втоми неоднакові. Розгляд основних причин втоми пов'язаний з двома основними поняттями. Перше поняття – локалізація втоми, тобто виділення тієї основної системи (або систем), функціональні зміни в якій і визначають настання стану втоми. Друге поняття – механізми втоми, тобто ті конкретні зміни в діяльності головних функціональних систем, що обумовлюють розвиток втоми.

За локалізацією втоми можна розглядати три основні групи систем, що забезпечують виконання будь-якої вправи:

- регулювальні системи – центральна нервова система, вегетативна нервова система і гормонально-гуморальна система;
- системи вегетативного забезпечення м'язової діяльності – системи дихання, крові і кровообігу;
- виконувана система – руховий (периферичний нервово-м'язовий) апарат.

Під час виконання будь-якої вправи відбуваються функціональні зміни в стані нервових центрів, керуючих м'язовою діяльністю і регулюючих її вегетативне забезпечення. При цьому найбільш «чутливими» до втоми є кіркові нервові центри. Проявами центрально-нервової втоми є порушення в координації функцій (зокрема, рухів), виникнення почуття стомлення. Втома нервових клітин є прояв позамежного, охоронного гальмування, що виникає внаслідок їхньої інтенсивної (тривалої) активності. Передбачається, зокрема, що таке гальмування виникає під час роботи в результаті інтенсивної пропріоцептивної імпульсації від рецепторів працюючих м'язів, зв'язок, суглобових капсул, частин тіла, що рухаються, сягаючих усіх рівнів центральної нервової системи, аж до кори головного мозку.

Втома може бути пов'язана зі змінами в діяльності вегетативної нервової системи і залоз внутрішньої секреції. Роль останніх особливо велика під час виконання тривалих вправ. Зміни в діяльності цих систем можуть призвести до порушень у регуляції вегетативних функцій, енергетичного забезпечення м'язової діяльності тощо. Причиною розвитку втоми можуть служити багато змін у діяльності систем вегетативного забезпечення, насамперед дихальної і серцево-судинної. Головний наслідок таких змін – зниження кисневотранспортних можливостей організму працюючої людини.

Втома може бути пов'язана також зі змінами в самому виконавчому апараті – у працюючих м'язах. При цьому м'язова (периферична) втома є результатом змін, що виникають або в самому скорочувальному апараті м'язових волокон, або в нервово-м'язових синапсах, або в системі електромеханічного зв'язку м'язових волокон. Під час кожної із цих локалізацій м'язова втома виявляється в зниженні скорочувальної здатності м'язів.

Ще в минулому столітті були сформульовані три основних механізми м'язової втоми:

- виснаження енергетичних ресурсів;
- засмічення або отруєння продуктами розпаду енергетичних речовин, що накопичуються під час роботи;
- задушення в результаті недостатнього надходження кисню.

У даний час з'ясовано, що роль цих механізмів у розвитку втоми неоднакова під час виконання різних вправ. Під час виконання роботи різної потужності й основні фактори втоми різні. Залежно від виду роботи, її інтенсивності, тривалості головна роль у розвитку втоми може належати різним фізіологічним системам (рис. 6.3).

Під час роботи максимальної інтенсивності втома пов'язана з розвитком

у центральній нервовій системі позамежного гальмування і виснаженням запасів фосфагенів. У результаті могутнього потоку пропріоцептивних і хеморецептивних імпульсів у ЦНС розвивається позамежне гальмування (первинне стомлення). Надмірна частота нервових імпульсів до виконавчих органів виснажує і нервові клітини, що генерують їх. Уже через декілька секунд роботи падає лабільність нервових центрів, унаслідок чого знижується і швидкість виконання вправи. Втома під час роботи максимальної інтенсивності пов'язана з неспроможністю центральної нервової системи підтримувати організацію і координацію рухів такого темпу: відбувається самообмеження інтенсивності потоку імпульсів у ланцюгах нейронів. Імовірні порушення синаптичної передачі на рівні – рухове закінчення – м'язове волокно внаслідок залишкової деполяризації електрозбудливих мембран і розвитку парабіозу. Запаси фосфагенів, наявні в м'язі, можуть бути просторово недоступними для скоротних білків і роботи іонних насосів.

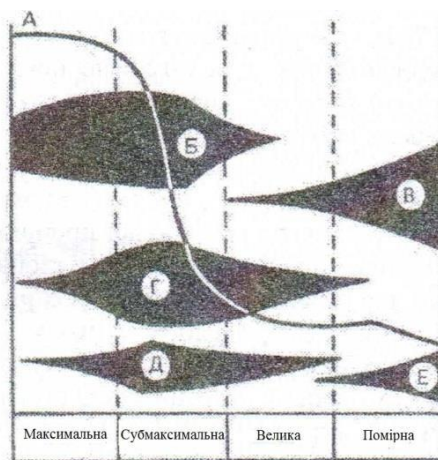


Рисунок 6.3 – Схема найважливіших фізіологічних змін під час навантажень різної інтенсивності: А – зміна середньої швидкості по мірі збільшення дистанцій; Б – пригнічуючий вплив високого темпу роботи на ЦНС; В – пригнічуючий вплив роботи великої тривалості на ЦНС; Г – нестача кисню; Д – витрата анаеробних джерел енергії; Е – витрата загальних енергетичних ресурсів (за Е. К. Жуковим)

Під час роботи субмаксимальної інтенсивності підключення гліколізу до енергозабезпечення відбувається через 20 – 30 с після її початку. Причиною втоми є розвиток у центральній нервовій системі позамежного гальмування. Цьому процесу сприяє накопичення молочної кислоти, яке:

- знижує швидкість глікогенолізу в м'язах;
- виявляє несприятливий вплив на ЦНС;
- зумовлює нестачу кисню та виснаження м'язового глікогену.

Робота завершується на фоні найбільших зрушень гомеостазу: вираженої лактацидемії, ацидозу (до рН 6,8 – 6,9 у крові високо тренованих спортсменів), гіпоглікемії, збідніння запасів глікогену в м'язах і печінці, зниження ударного об'єму серця. Основну роль у генезі стомлення вбачають у загальних і місцевих (у працюючих м'язах) зрушеннях обміну й у нездатності організму компенсувати далі гострі порушення гомеостазу. Накопичення лактату в м'язах є, мабуть, головним чинником розвитку втоми під час роботи субмаксимальної потужності.

Під час роботи великої інтенсивності головною причиною розвитку втоми є відносна гіпоксія тканини, а також поступове накопичення продуктів гліколізу і їхня пригнічуюча дія на аеробний обмін в м'язах, на процеси нервового регулювання

рухової функції. Під час цієї роботи спостерігається помітне зниження продуктивності кардіореспіраторної системи, особливо серця і дихальних м'язів, і втома, пов'язана, у першу чергу, з кисневотранспортною системою. Під час виконання роботи великої інтенсивності аеробний шлях енергозабезпечення очевидно переважає анаеробний (75 – 97%) і ефективність його, очевидно, залежить в основному від стану кардіореспіраторної системи і здатності організму довгостроково компенсувати наростаючі зрушення кислотно-лужного стану, гіпоглікемію (енергетичний голод мозку), порушення терморегуляції. Парадоксальний, на перший погляд, розвиток гіпоксії в умовах граничного споживання кисню і перехід на використання енергії гліколізу пояснюється тим, що потреба в кисні під час роботи великої потужності набагато вища максимально можливого його споживання. На розвиток втоми також впливає зростання концентрації молочної кислоти, виснаження запасів глікогену в м'язах і печінці.

Під час роботи помірної інтенсивності на перше місце в розвитку втоми виходить виснаження енергетичних ресурсів – головним чином глікогену в печінці і в працюючих м'язах. Порушення в регуляторних впливах ЦНС є, ймовірно, вторинним. Втома, очевидно, має такі причини: виснаження вуглеводного резерву, що веде до розвитку гіпоглікемії (зниження рівня цукру в крові), і порушення живлення мозку, накопичення метаболітів і погіршення функцій мітохондрій, порушення терморегуляції і здатності стійко регулювати і підтримувати гомеостатичні механізми. Під час роботи помірної інтенсивності відбувається засмічення крові і тканин недоокисленими продуктами розпаду жирів, виснаження гормональних резервів. Припинення роботи пов'язане також з вичерпанням резервів кардіореспіраторної системи та виснаженням енергетичних субстратів глікогену. Під час тривалої виснажливої роботи разом з граничними затратами енергії тривалість роботи може лімітувати і стомлення системи гіпоталамус-гіпофіз-наднирники. Покращенню працездатності сприяє харчування і вживання рідини на дистанції.

Чітке кількісне оцінювання значущості окремих чинників у розвитку втоми під час конкретних видів м'язової роботи є одним з важливих елементів управління тренувальним процесом. Виділення провідного чинника можливе при правильному підборі тестуючих проб і методик дослідження.

Загальна стратегія фармакологічного попередження втоми під час роботи різної інтенсивності. Проблема фармакологічної корекції стомлення, природно, не може бути однозначною. Вона залежить від того, кому, в якому стані і з якою метою призначають фармакологічні засоби та які саме. Основне питання може бути сформульоване так: чи варто взагалі боротися із втомою фармакологічними засобами, якщо вона є нормальною «заключною» фазою активної діяльності і необхідна для удосконалювання конкретного виду роботи? На це питання можна відповісти так: фармакологічний засіб у спорті покликаний не усувати феномен втоми, а віддаляти його настання, розширювати функціональні можливості і безпечний інтервал фізичної роботи спортсмена [9; 35].

Сигнальна роль стомлення встановлена досить давно і добре відома. Мета фармакології зовсім не полягає у створенні засобів, що скасовують цю роль, стерти який-небудь із сигналів – це досить небезпечно в медицині, хоча і заманливо в спорті. Ймовірно, можна знайти засоби, здатні придушити сприйняття стомлення як сигналу про необхідність припинити роботу, і вона буде продовжуватися до повного виснаження функціональних і біохімічних резервів. Небезпека подібних засобів очевидна. Власне високі дози «допінгових» речовин фенамінової групи діють і в такий спосіб. Саме тому вони заборонені для використання у спорті. Навпаки, метаболічний підхід до створення

препаратів, які оптимізують умови роботи фізіологічних систем, підвищують адаптацію і знижують «ціну» одиниці роботи для організму без усунення сигнальної ролі стомлення, є цілком безпечною альтернативою. Отже, медичний аспект підвищення працездатності полягає в розробці та застосуванні таких засобів, що, не перешкоджаючи сприйняттю сигналу, віддаляти б настання стомлення за рахунок розширення біохімічних і функціональних резервів, але не за рахунок їхнього виснаження.

Орієнтація на той або інший характер фізичної роботи, яка обумовлена її потужністю, станом організму й етапом тренування, ступенем адаптації спортсмена до навантажень, дозволяє диференційовано підійти до застосування фармакологічних засобів, призначених для оптимізації фізичної діяльності (табл. 6.1).

Вікові особливості розвитку втоми. У дітей втома розвивається швидше внаслідок низки особливостей діяльності ЦНС. У них швидше порушуються процеси внутрішнього гальмування. При цьому погіршується увага, з'являється рухова гіперактивність, що змінюється різким спадом активності в результаті розвитку охоронного гальмування і пониження збудливості кіркових клітин. Діти відмовляються від роботи задовго до розвитку критичного стану, пов'язаного з накопиченням продуктів проміжного розпаду, і виснаження енергетичних джерел. У дітей менший коефіцієнт корисної дії, менша здатність до роботи в анаеробних умовах, нижчі можливості системи транспортування кисню та мобілізації енергетичних субстратів, проте краща тренуємість, адаптабельність.

На заняттях з дітьми не слід пропонувати одноманітну, монотонну роботу. Необхідно чергувати різні види роботи, що полегшують відновлення за механізмом активного відпочинку. Ураховуючи, що працездатність у дітей падає від першого уроку до останнього, від понеділка до суботи, у режимі дня варто передбачити відповідний зміст фізичних і розумових навантажень, а також засоби й методи їхньої активізації.

Перевтома, перенапруження, перетренованість. *Втома* – це нормальний фізіологічний процес. Унаслідок «перенавантаження» відмічається *перевтома* – передпатологічний стан організму, обумовлений надмірним навантаженням.

Перетренованість – стан прогресуючого розвитку перевтоми. Під час перетренування найчастіше відзначаються порушення в діяльності системи кровообігу та травми опорно-рухового апарату. У стані перетренування спортсмени частіше хворіють на так звані простудні захворювання. Це пов'язано з погіршенням природного імунологічного захисту організму, що залежить від бактерицидної функції рідких середовищ організму, епітелію дихальних шляхів, шкірних покривів тіла, тобто від їхньої здатності знищувати хвороботворні бактерії, віруси, нейтралізувати продукти їхньої життєдіяльності.

Можна виділити такі стадії перетренованості:

1. Припинення росту результатів, скарги на погіршення самопочуття, погана адаптація до навантаження.
2. Прогресуюче зниження спортивних результатів, погіршення відновних процесів і погане пристосування до навантаження.
3. Стійкі функціональні порушення систем кровообігу й дихання (повний відпочинок і лікування).

Для відновлення спортивної працездатності на ранніх стадіях перетренування необхідний активний відпочинок протягом 1 – 2 тижнів. Об'єм тренувального навантаження в цей час слід зменшити, інтервали відпочинку між інтенсивними вправами збільшити, змагання виключити. Пізні стадії перетренування вимагають

повного 2 – 3-тижневого відпочинку з подальшим переходом до активного відпочинку тривалістю 3 – 4 тижні. У найбільш важких випадках спортсменам рекомендують повністю припинити заняття спортом. У період лікування та активного відпочинку необхідно застосовувати комплекс відновлювальних засобів (медикаментозні препарати, біологічно активні речовини, фізіотерапевтичні процедури).

Таблиця 6.1 – Джерела забезпечення роботи різної потужності і загальна стратегія фармакологічних впливів з метою оптимізації працездатності

Інтенсивність роботи		
<i>Максимальна і субмаксимальна</i>	<i>Велика</i>	<i>Помірна</i>
Джерела енергії		
Готовий енергетичний резерв (фосфаген), анаеробний гліколіз, аеробний гліколіз	Легкодоступний енергетичний резерв (аеробний гліколіз); ліполіз	«Глибокий» енергетичний резерв (ліполіз, глюконеогенез, гліколіз)
Основні способи мобілізації енергії		
Внутрішньоклітинна ауторегуляція, менше симпатoadреналова система	Симпатoadреналова система	Гіпофіз-адреналова і симпатoadреналова системи
Роль нервово-психічного забезпечення роботи		
Винятково висока	висока	Менш істотна
Частка анаеробних процесів у енергозабезпеченні		
85 – 40%	15 – 3%	2 – 1%
Стратегія фармакологічних впливів		
1. Збільшення фонду макроергів. 2. Активація гліколізу в м'язах і міокарді. 3. Боротьба з гіпоксією. 4. Поліпшення рефлекторного і мотиваційного забезпечення. 5. Збільшення частки аеробного енергозабезпечення	1. Збільшення фонду вуглеводів. 2. Підвищення окислювального потенціалу мітохондрій. 3. Боротьба з лактацидемією ацидозом. 4. Боротьба з гіпоксією	1. Активація глюконеогенезу. 2. Активація входження глюкози і в клітини і СЖК у мітохондрії. 3. Заповнення втрати води й електролітів, дефіциту субстратів
Очікувані результати		
Підвищення інтенсивності роботи, збільшення тривалості сумнівне або дуже мале	Підвищення тривалості роботи (у меншій мірі її інтенсивності)	Збільшення тривалості роботи, підвищення її інтенсивності сумнівне або мале

Заходами попередження перетренування є правильна організація тренувального режиму, урахування індивідуальних особливостей адаптації до фізичного навантаження, чітке дотримання принципів спортивного тренування, в яких узагальнений багаторічний досвід раціональної побудови тренувального процесу.

Перенапруження – різке погіршення здоров'я і функціонального стану під час виконання фізичного навантаження, яке перевищує підготовленість спортсмена.

Надмірне і форсоване фізичне навантаження без достатнього для відновлення періоду відпочинку призводить до перенапруження – передчасного зносу найважливіших систем організму, що забезпечують м'язову діяльність, і до розвитку патологічних станів. Перенапруження виникає як результат невідповідності між запитами до організму, що виникають під час м'язової роботи, і його функціональними можливостями для їхнього задоволення.

В основі фізичного перенапруження лежать порушення нейрогуморальної регуляції фізіологічних функцій і обміну речовин, стійкі зміни хімізму внутрішнього середовища, гормональні дисфункції – збільшення вмісту адреналіну і його аналогів у крові. Наслідком перенапруження може бути розвиток патологічних форм гіпертрофії серця. Вони характеризуються виразними дистрофічними змінами і відрізняються цим від фізіологічної гіпертрофії, що є наслідком систематичної м'язової роботи. У результаті різких змін обміну речовин, а також порушення балансу іонів K^+ і Na^+ , можуть спостерігатися дифузні і осередкові ураження серцевого м'яза.

Феноменологія гострого перенапруження досить виразна: різка слабкість, запаморочення, нудота, задишка, серцебиття, падіння артеріального тиску, а в більш важких випадках – гостра серцева недостатність, болі в правому підребер'ї, збільшення розмірів печінки, непритомний стан. Гостре перенапруження внаслідок змін у міокарді може призвести до смертельних наслідків.

Виділяють три стадії розвитку хронічного перенапруження:

1. Збереження високих спортивних результатів (помітні зміни в електрокардіограмі, падає емоційність функцій).
2. Різде падіння працездатності (комплекс вегетативних і соматичних розладів).
3. Дистрофічні зміни в міокарді, розлади гемодинаміки (дистонія, гіпертонія, гіпотонія).

У результаті перенесеного перенапруження можуть зберігатися: стійке підвищення *АТ*, болі в області серця і печінки, тривале зниження спортивної працездатності, погана адаптація до м'язового навантаження.

Зміни ультраструктур і обмінних процесів у міокарді виявляються при одноразовому високому фізичному навантаженні виснаженням запасів глікогену і гліколітичних ферментів у кардіоміоцитах при активізації роботи мітохондрій. Під час хронічних навантажень, що призводять до стану перетренованості, відбувається зменшення активності окислювальних мітохондріальних ферментів і більш економне витрачання гідролітичних ферментів. Стан тренуваності сприяє зниженню чутливості міокарда до катехоламінів, які нерідко мають токсичну дію.

Відновлення. Неминучим наслідком м'язової діяльності є той або інший ступінь втоми. *Втома* – це фізіологічний, запобіжний механізм, що захищає організм від перенапруження, і разом з тим – це наслідки проробленої роботи, що сприяє розвитку адаптації, стимулює подальше підвищення працездатності й тренуваність організму. Процеси втоми і відновлення повинні розглядатися як взаємопов'язані сторони підвищення спортивної працездатності. Без втоми немає тренування.

Процес тренування потрібно закінчувати повільно. Недотримання поступового зниження фізичного навантаження в кінці тренування може призвести до появи аритмії. Це обумовлено тим, що рівень гормонів мозкового шару наднирників – адреналіну і норадреналіну, які стимулюють серцеву і м'язову діяльність, – продовжує зростати і після виконання інтенсивних фізичних навантажень. Раптове припинення роботи небезпечно й тому, що може призвести до різкого зниження артеріального тиску за рахунок гравітаційного відтоку крові в розширені судини м'язів кінцівок

і виключення так званого м'язового насоса, що сприяє поверненню крові до серця під час роботи. Рекомендується поступово знижувати інтенсивність фізичного навантаження на занятті протягом не менше 5 хв.

Після припинення вправи відбуваються зворотні зміни в діяльності тих функціональних систем, що забезпечували виконання даної вправи. Уся сукупність змін у цей період поєднується поняттям *відновлення*. Протягом відновного періоду видаляються продукти робочого метаболізму і поповнюються енергетичні запаси, пластичні (структурні) речовини (білки тощо) і ферменти, витрачені під час м'язової діяльності. Власне кажучи, відбувається відновлення порушеного роботою гомеостазу. Однак це не тільки процес повернення організму до передробочого стану. У цей період відбуваються також зміни, що забезпечують підвищення функціональних можливостей організму, тобто позитивний тренувальний ефект.

Відразу після припинення роботи відбуваються різноманітні зміни в діяльності різних функціональних систем. У періоді відновлення можна виділити 4 фази (рис. 6.4):

- 1) швидкого відновлення;
- 2) уповільненого відновлення;
- 3) суперкомпенсації (або «надвідновлення»);
- 4) тривалого (пізнього) відновлення.

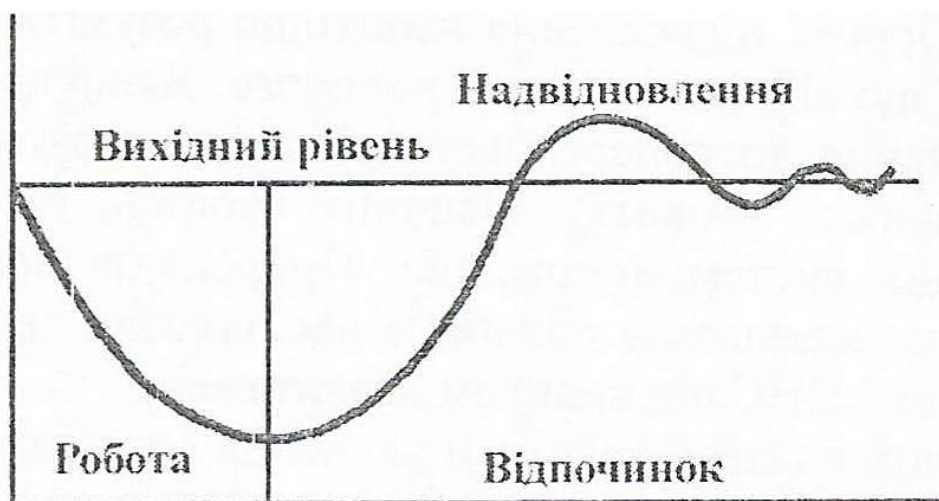


Рисунок 6.4 – Схема процесів витрат і відновлення енергетичних запасів організму.

Наявність цих фаз, їхня тривалість і характер сильно варіюють для різних функцій. Першим двом фазам відповідає період відновлення працездатності, зниженої в результаті стомлюючої роботи, третій фазі – підвищена працездатність, четвертій – повернення до нормального (передробочого) рівня працездатності.

Під час повторних великих фізичних навантажень в організмі можуть розвиватися два протилежних стани:

- 1) наростання тренуваності й підвищення працездатності, якщо процеси відновлення забезпечують поповнення і нагромадження енергетичних ресурсів;
- 2) хронічне виснаження і перевтома, якщо спортсмен систематично недовідновлюється.

Наведене положення, звичайно, не означає, що тренування кваліфікованих спортсменів повинне завжди проводитися на тлі повного відновлення або зверхвідновлення. За останнє десятиліття спортивна практика переконливо довела не тільки можливість, але й доцільність у визначенні періодів мікро- і макроциклів тренування на рівні недовідновлення, що є стимулом для подальшого підвищення рівня

діяльності організму і його працездатності. Лікарські дослідження показали при цьому відсутність (звичайно, при дотриманні всіх необхідних умов) яких-небудь несприятливих змін в організмі спортсмена. Однак на визначених етапах тренування на тлі недовідновлення періодично необхідна компенсація, що забезпечує стійке відновлення [15].

Загальні закономірності відновлення функцій після роботи полягають у такому:

По-перше, швидкість і тривалість відновлення більшості функціональних показників знаходяться в прямій залежності від потужності роботи: чим вища потужність роботи, тим більші зміни відбуваються за час роботи і (відповідно) тим вища швидкість відновлення. Це означає, що чим коротша гранична тривалість вправи, тим коротший період відновлення. Так, тривалість відновлення більшості функцій після максимальної анаеробної роботи – кілька хвилин, а після тривалої роботи, наприклад, після марафонського бігу – кілька днів. Хід початкового відновлення багатьох функціональних показників за своїм характером є дзеркальним відображенням їхніх змін у період впрацювання [15].

По-друге, відновлення різних функцій протікає з різною швидкістю, так що досягнення ними рівня спокою відбувається неодноразово (гетерохронно). Тому про завершення процесу відновлення в цілому варто судити не за яким-небудь одним і навіть не за декількома обмеженими показниками, а лише за поверненням до вихідного (передробочого) рівня показника, що найбільш повільно відновлюється [11].

По-третє, працездатність і багато функцій організму, що й визначають протягом періоду відновлення після інтенсивної роботи не, тільки досягають передробочого рівня, але можуть і перевищувати його, проходячи через фазу «надвідновлення». Коли йдеться про енергетичні субстрати, то таке тимчасове перевищення перед робочого рівня називається суперкомпенсацією [9].

Кисневий борг і відновлення енергетичних запасів організму. У процесі м'язової роботи витрачаються кисневий запас організму, фосфагени (АТФ і КрФ), вуглеводи (глікоген м'язів і печінки, глюкоза крові) і жири. Після роботи відбувається їхнє відновлення. Винятком є жири, відновлення яких може і не відбуватися.

Відновні процеси, що відбуваються в організмі після роботи, знаходять своє енергетичне відображення в підвищеному (у порівнянні з передробочим станом) поглинанні кисню – кисневому боргу. Кисневий борг – це надлишкове поглинання O_2 понад передробочий рівень спокою, що забезпечує енергією організм для відновлення до вихідного стану, включаючи відновлення витрачених під час роботи запасів енергій і усунення молочної кислоти. Швидкість споживання O_2 після роботи знижується експоненціально: протягом перших 2 – 3 хв. дуже швидко (швидкий, або алактатний, компонент кисневого боргу), а потім більш повільно (повільний, або лактатний, компонент кисневого боргу), поки не досягає (через 30 – 60 хв) постійної величини, близької до перед робочої.

Після роботи потужністю до 60% від *МСК* кисневий борг не набагато перевищує кисневий дефіцит. Після більш інтенсивних вправ кисневий борг значно перевищує дефіцит кисню, причому тим більше, чим вища потужність роботи.

За допомогою опосередкованого підходу, пов'язаного із виміром кисневого боргу показано, що відразу після закінчення фізичної роботи (у перші 2 – 3 хв.) підвищений рівень поглинання кисню йде на відновлення енергетичного потенціалу м'язів, що працювали. Кисневий борг, який збирається в цей початковий період відновлення, складає так звану швидку фракцію, і його об'єм корелює із витратами макроергів у період впрацювання. Підвищений рівень споживання кисню забезпечується посиленою роботою кровообігу, про що простіше усього можна судити за частотою

пульсу. «Пульсовий борг» після завершення напруженої фізичної роботи ліквідується протягом достатньо тривалого часу (іноді – десятки хвилин), але його початкова фаза непогано співвідноситься з розміром «швидкої фракції» кисневого боргу. Під час виміру розміру пульсового боргу (*ПБ*) після роботи, граничної для цієї потужності тривалості, можна спиратися на значення пульсу за перші 5 хв. після закінчення роботи, причому використовуючи для розрахунку не всю пульс-суму, а за вирахуванням значення пульсу спокою (*ПС*):

$$ПБ = (П_1 + П_2 + \dots + П_5) - 5ПС.$$

Швидкий (алактатний) компонент O_2 -боргу пов'язаний головним чином з використанням O_2 на швидке відновлення витрачених за час роботи високоенергетичних фосфагенів у робочих м'язах, а також з відновленням нормального вмісту O_2 у венозній крові і з насиченням міоглобіну киснем.

Повільний (лактатний) компонент O_2 -боргу пов'язаний з багатьма факторами. Значною мірою він пов'язаний з післяробочим усуненням лактату з крові і тканинних рідин. Кисень у цьому випадку використовується в окисних реакціях, що забезпечують ресинтез глікогену з лактату крові (головним чином у печінці і, частково, у нирках) й окислювання лактату в серцевому і скелетних м'язах. Крім того, тривале підвищення поглинання O_2 пов'язане з необхідністю підтримувати посилену діяльність систем кровообігу й дихання в період відновлення. Посилений обмін речовин та інші процеси, обумовлені підвищеною активністю симпатичної нервової і гормональної систем, підвищеною температурою тіла, які також повільно знижуються протягом періоду відновлення.

Відновлення запасів кисню. Кисень знаходиться в м'язах у формі хімічного зв'язку з міоглобіном. Ці запаси незначні: кожний кілограм м'язової маси містить близько 11 мл O_2 . Отже, загальні запаси «м'язового» кисню (з розрахунку на 40 кг м'язової маси) у спортсменів не перевищують 0,5 л. У процесі м'язової роботи він може швидко витрачатися, а після роботи швидко відновлюватися. Швидкість відновлення запасів кисню залежить лише від доставки його до м'язів.

Відразу після припинення роботи артеріальна кров, що проходить через м'язи, має високий парціальний тиск (вміст) O_2 , так що відновлення O_2 -міоглобіну відбувається, імовірно, за кілька секунд. Кисень, що витрачається при цьому, складає деяку частину швидкої фракції кисневого боргу, у котру входить також невеликий об'єм O_2 (до 0,2 л), що йде на заповнення нормального вмісту його у венозній крові.

Таким чином, уже через кілька секунд після припинення роботи кисневі «запаси» у м'язах і крові відновлюються. Парціальна напруга O_2 в альвеолярному повітрі й артеріальній крові не тільки досягає передробочого рівня, але й перевищує його. Швидко відновлюється також вміст O_2 у венозній крові, що відтікає від м'язів, які працювали, й інших активних органів і тканин тіла, що вказує на достатнє їхнє забезпечення киснем у післяробочий період. Тому немає ніяких фізіологічних основ використовувати дихання чистим киснем або сумішшю з підвищеним вмістом кисню після роботи для прискорення процесів відновлення.

Відновлення фосфагенів (АТФ і КрФ). Фосфагени, особливо АТФ, відновлюються дуже швидко. Уже протягом 30 сек. після припинення роботи відновлюється до 70% витрачених фосфагенів, а їхнє повне заповнення закінчується за кілька хвилин, причому майже винятково за рахунок енергії аеробного метаболізму,

тобто завдяки кисню, споживаному у швидку фазу O_2 -боргу. Дійсно, якщо відразу після роботи перев'язати джгутом працюючу кінцівку й у такий спосіб позбавити м'яз кисню, що доставляється з кров'ю, то відновлення КрФ не відбудеться.

Чим більша витрата фосфагенів за час роботи, тим більше потрібно O_2 для їхнього відновлення (для відновлення 1 моля АТФ необхідно 3,45 л O_2). Величина швидкої (алактатної) фракції O_2 -боргу прямо пов'язана зі ступенем зниження фосфагенів у м'язах до кінця роботи. Тому дана величина вказує на кількість витрачених у процесі роботи фосфагенів.

У нетренованих чоловіків максимальна величина швидкої фракції O_2 -боргу досягає 2 – 3 л. Особливо великі величини цього показника зареєстровані в представників швидкісно-силових видів спорту (до 7 л у висококваліфікованих спортсменів). У цих видах спорту вміст фосфагенів і швидкість їхньої витрати в м'язах прямо визначають максимальну і підтримувану (дистанційну) потужність вправи.

Відновлення глікогену. Дослідженнями встановлено, що відновлення глікогену в м'язах може тривати до 2 – 3 днів. Швидкість відновлення глікогену й кількість його відновлюваних запасів у м'язах і печінці залежить від двох основних факторів: ступеня витрати глікогену в процесі роботи й характеру харчового раціону в період відновлення. Після дуже значного (більш $3/4$ вихідного вмісту) аж до повного виснаження глікогену в робочих м'язах, його відновлення в перші години при звичайному харчуванні йде дуже повільно і для досягнення передробочого рівня потрібно до 2 діб. При харчовому раціоні з високим вмістом вуглеводів (більш 70% добового калоражу) цей процес прискорюється. Уже за перші 10 год. у робочих м'язах відновлюється більше половини глікогену, до кінця доби відбувається його повне відновлення, а в печінці вміст глікогену значно перевищує звичайний. Надалі кількість глікогену в робочих м'язах і в печінці продовжує збільшуватися і через 2 – 3 доби після «виснажливого» навантаження може перевищувати передробочу в 1,5 – 3 рази (феномен суперкомпенсації) [15].

Під час щоденних інтенсивних і тривалих тренувальних занять вміст глікогену в робочих м'язах і печінці істотно знижується від дня до дня, тому що при звичайному харчовому раціоні навіть добової перерви між тренуваннями недостатньо для повного відновлення глікогену. Збільшення вмісту вуглеводів у харчовому раціоні спортсмена може забезпечити повне відновлення вуглеводних ресурсів організму до наступного тренувального заняття.

Усунення молочної кислоти. У період відновлення відбувається усунення молочної кислоти з робочих м'язів, крові і тканинної рідини, причому тим швидше, чим менше утворилося молочної кислоти під час роботи. Важливу роль відіграє також післяробочий режим. Так, після максимального навантаження для повного усунення молочної кислоти, що накопичилася, потрібно 60 – 90 хв в умовах повного спокою – сидячи або лежачи (пасивне відновлення). Однак, якщо після такого навантаження виконується легка робота (активне відновлення), то усунення молочної кислоти відбувається значно швидше. У нетренованих людей оптимальна інтенсивність відновлювального навантаження – приблизно 30 – 45% від *МСК* (наприклад, біг підтюпцем), а в добре тренуваних спортсменів – 50 – 60% від *МСК*, загальною тривалістю приблизно 20 хв.

Існує чотири основних шляхи усунення молочної кислоти:

1) окислювання до CO_2 і H_2O (так усувається приблизно 70% усієї накопиченої молочної кислоти);

- 2) перетворення в глікоген (у м'язах і печінці) і в глюкозу (у печінці) близько 20%;
- 3) перетворення в білки (менш 10%);
- 4) видалення із сечею і потом (1 – 2%).

Під час активного відновлення частка молочної кислоти, що усувається аеробним шляхом, збільшується. Хоча окислювання молочної кислоти може відбуватися в різних органах і тканинах (скелетних м'язах, міокарді, печінці, нирках тощо), найбільша її частина окисляється в скелетних м'язах (особливо їхніх повільних волокнах). Це стає зрозумілим, чому легка робота (у ній беруть участь в основному повільні м'язові волокна) сприяє більш швидкому усуненню лактату після важких навантажень.

Значна частина повільної (лактатної) фракції O_2 -боргу пов'язана з усуненням молочної кислоти. Чим інтенсивніше навантаження, тим більше ця фракція. У нетренованих людей вона досягає максимально 5 – 10 л, у спортсменів, особливо в представників швидко-силових видів спорту, – 15 – 20 л. Тривалість її біля години. Величина і тривалість лактатної фракції O_2 -боргу зменшуються під час активного відновлення.

Активний відпочинок. Характер і тривалість відновних процесів можуть змінюватися залежно від режиму діяльності спортсменів у післяробочий, відновний період. У досліджах І. М. Сеченова було показано, що у визначених умовах швидше і значніше відновлення працездатності забезпечується не пасивним відпочинком, а переключенням на інший вид діяльності, тобто активним відпочинком. Зокрема він установив, що працездатність руки, стомленої роботою на ручному ергографі, відновлювалася швидше й повніше, коли період відпочинку її був заповнений роботою іншої руки. Аналізуючи цей феномен, І. М. Сеченов припустив, що аферентні імпульси, що надходять під час відпочинку від інших працюючих м'язів, сприяють кращому відновленню працездатності нервових центрів, ніби заряджаючи їхньою енергією. Крім того, робота однією рукою викликає збільшення кровообігу в судинах іншої руки, що також може сприяти більш швидкому відновленню працездатності стомлених м'язів.

Позитивний ефект активного відпочинку виявляється не тільки при переключенні на роботу інших м'язових груп, але й під час виконання тієї ж роботи, але з меншою інтенсивністю. Наприклад, перехід від бігу з великою швидкістю до бігу підтюпцем також виявляється ефективним для більш швидкого відновлення. Молочна кислота усувається з крові швидше під час активного відпочинку, тобто в умовах роботи зниженої потужності, ніж під час пасивного відпочинку. З фізіологічної точки зору, позитивний ефект заключної роботи повільної потужності наприкінці тренування або після змагання є проявом феномену активного відпочинку.

Засоби відновлення. На цей час розроблений і впроваджений у практику чималий арсенал засобів відновлення, які можна класифікувати за різними ознаками: за спрямованістю і механізмом дії, часу використання, умовами застосування тощо. Найбільше поширення одержав поділ засобів відновлення на три великі групи – педагогічні, психологічні і медико-біологічні, комплексне використання яких залежно від спрямованості тренувального процесу, завдань і етапу підготовки, віку, стану і рівня підготовленості спортсмена, попереднього режиму і складає систему відновлення.

Педагогічні засоби відновлення забезпечують ефективність відновлення за рахунок відповідної побудови тренування і режиму. Ця група засобів повинна розглядатися як основна, тому що які б спеціальні засоби не застосовувалися для прискорення відновлення, вони зроблять належну дію тільки при правильному тренуванні й режимі.

До педагогічних засобів належать:

- раціональне поєднання засобів загальної відпочинку в мікро-, макро- і багаторічних циклах підготовки;
- введення спеціальних відновних циклів і профілактичних розвантажень;
- варіювання навантажень, умов тренувань, інтервалів відпочинку між заняттями і вправами;
- широке використання переключення з одного виду вправ на інший, з одного режиму роботи на інший;
- повноцінна розминка;
- використання під час занять вправ для розслаблення м'язів, дихальних вправ, прийомів самомасажу, повноцінна заключна частина заняття;
- індивідуалізація тренування;
- раціональний режим (особливо перед – і після змагального періоду);
- достатня емоційність занять тощо.

Психологічні засоби відновлення спрямовані на найшвидшу нормалізацію нервово-психічного статусу спортсмена після напружених тренувань і особливо змагань, що створює необхідний фон для відновлення функцій фізіологічних систем і працездатності. Сюди можна віднести як психопедагогічні засоби:

- оптимальний моральний клімат;
- позитивні емоції;
- комфортні умови побуту і тренування;
- цікавий різноманітний відпочинок;
- щадіння психіки спортсмена, особливо в передзмагальному періоді спортсменів на зборах;
- індивідуальний.

Так і психогігієнічні засоби регулювання і саморегулювання психічних станів:

- подовження сну;
- викликаний сон-відпочинок;
- психорегулювальні аутогенні тренування;
- колірні і музичні впливи;
- спеціальні прийоми м'язової релаксації;
- керування тонусом довільної мускулатури;
- використання деяких медикаментозних засобів для врівноваження нервових процесів.

Основні медико-біологічні засоби відновлення – це раціональне харчування (включаючи використання додаткових його факторів і вітамінів), фізичні фактори (гідро-, бальнео-, електро-, світло- і теплопроцедури, масаж, аероіонізація), деякі природні рослини і фармакологічні засоби, раціональний добовий режим, кліматичні фактори.

Механізм впливу цих засобів можна уявити собі як поєднання неспецифічних (дія на адаптаційно-захисні сили організму) і специфічних (впливів, безпосередньо спрямованих на найшвидшу ліквідацію проявів загальної і локальної втоми, викликаного проробленою роботою). Через нейрогуморальні механізми регуляції ці засоби впливають на змінені внаслідок фізичного навантаження метаболізм, температуру і кровопостачання тканин, сприяють заповненню витрачених енергетичних і пластичних ресурсів, найшвидшому виведенню з організму продуктів розпаду, відновлюють нормальне співвідношення нервових процесів, що сприяє відновленню функцій регулюючих механізмів і ефекторних органів, ліквідації почуття втоми. Це дозволяє прискорити природний плин відновних процесів, підвищити адаптацію організму до наступної м'язової діяльності і його працездатність.

Використання допоміжних засобів для управління фізіологічними процесами, зміненими під впливом виконаної роботи з метою прискорення його відновлення і попередження перенапруги під час наступних навантажень фізіологічно виправдане і не має нічого загального зі штучним стимулюванням організму для підвищення його працездатності.

Використання відновних засобів повинне носити системний характер, що передбачає комплексне застосування засобів різної дії в тісному зв'язку із конкретним режимом і методикою тренування, тобто раціональне сполучення окремих засобів відповідно до виду спорту, завдань і періоду тренування, характеру роботи, ступеня втоми, стану спортсмена.

Під час вибору відновних засобів варто передбачити можливість одночасного впливу на різні функціональні системи організму, що забезпечують його працездатність, психічну і соматичну сфери, руховий апарат, центральну нервову і вегетативну системи для того, щоб одночасно зняти як нервовий, так і фізичний компоненти втоми.

Поєднання окремих засобів у комплекс значно підвищує ефективність дії кожного з них. Це стосується як одночасного застосування педагогічних, психологічних і медико-біологічних засобів, так і застосування окремих засобів з арсеналу останніх.

Велике значення має спрямованість тренувального процесу і, зокрема, конкретного заняття або змагання, що в значній мірі визначає не тільки підбір засобів, що роблять вибірковий або переважний вплив на визначені функціональні ланки організму, але і тактику їхнього використання. Основну увагу приділяють при цьому дії на стан тих систем організму, що перетерпіли найбільші зміни під час даного навантаження і найповільніше відновлюються, а також стану інтегральних систем, що забезпечують працездатність і адаптацію (нервова система, гормональне регулювання, кровообіг). Тому під час підбору засобів відновлення слід урахувувати вид спорту, спрямованість, навантаження на занятті. Так, наприклад, у циклічних видах спорту чітко простежується залежність глибини і характеру стомлення від відносної потужності виконуваної роботи незалежно від структури руху, що робить основним об'єктом для відновних засобів під час роботи на витривалість кардіореспіраторної системи, процеси обміну речовин і енергії.

Під час виконання ациклічних вправ у єдиноборствах, спортивних іграх характер втоми і відновлення значною мірою обумовлений підвищеними вимогами до точності й координації рухів, функції аналізаторів, нервово-м'язового апарату, що визначає доцільність переважного впливу на ці функціональні ланки організму. Необхідність цього впливу на вегетатику й обмін речовин залежить від загального об'єму виконаної роботи, тобто питомої ваги роботи на витривалість. В усіх видах спорту дуже важливо домагатися найшвидшого відновлення рівноваги нервових процесів і гуморально-гормонального регулювання, що багато в чому визначає відновлення обміну речовин і вегетативних функцій організму.

Істотним є значення віку. Так, наприклад, у дітей після інтенсивної, але порівняно невеликої тривалості роботи, відновлення відбувається швидше, ніж у дорослих, а після дуже напружених навантажень, навпаки, повільніше. В осіб середнього і старшого віку відновні процеси сповільнюються.

Важливе значення мають також стан здоров'я, рівень фізичного розвитку, характер професійної праці, звичність до навантаження, умови її проведення, клімато-географічні й інші фактори. Тому підбір відновних засобів і тактика їхнього застосування повинні мати виражену індивідуальну спрямованість. Усякий шаблон при цьому не тільки не ефективний, але в ряді випадків і шкідливий. Найбільшою мірою це належить до засобів фармакології і фізіотерапії.

Варто звернути увагу на те, що, підвищуючи адаптацію до навантажень, відновні засоби за умов тривалого їхнього застосування ведуть до зниження сили дії основного подразника – самого тренувального навантаження, знижуючи його тренувальний ефект. Крім того, як відомо, для прогресивного підвищення спортивної працездатності необхідно працювати періодично на тлі деякого недовідновлення, що служить стимулом досягнення нового, більш високого рівня діяльності організму і за умови наступної компенсації не робить несприятливого впливу на здоров'я. Виходить, аж ніяк не завжди треба прагнути до штучного стимулювання відновлення, тим більше, що регулярне або надто часте і масивне застосування фармакологічних і деяких фізичних засобів може загальмувати природний плин процесу відновлення [9]

Застосування широкого комплексу спеціальних засобів доцільне лише окремими циклами у визначені періоди підготовки, зокрема: на етапах вираженого нарощування навантажень і освоєння нових складних рухових задач, в ударних циклах тренування, на перед змагальним етапі та у процесі змагань (особливо багатоденних і при декількох стартах у день), після напруженого сезону і, звичайно, за медичними показниками для попередження перевтоми та фізичної перенапруги або при появі їхніх перших ознак. В інших випадках цілком достатньо використовувати водні процедури, масаж, раціональне харчування і режим дня в поєднанні з педагогічними і психологічними засобами.

Деяка обережність потрібна в застосуванні сильних засобів (особливо фармакологічних) у період росту і формування організму. Отже, засоби відновлення повинні призначатися строго індивідуально, у повній відповідності з конкретним планом підготовки, особливостями і станом спортсмена.

Контрольні питання до шостого розділу

1. Які стани виникають під час спортивної діяльності?
2. Чим характеризуються зміни, що відбуваються в організмі в передстартовий період?
3. Які основні цілі передстартової розминки?
4. Чим характеризуються функціональні зміни систем організму в період впрацювання?
5. Які особливості стійкого стану під час виконання вправ різної інтенсивності?
6. За яких умов виникають стани «Мертва точка» та «Друге дихання»?
7. Що є причиною втоми під час виконання вправ різної інтенсивності?
8. Чим характеризуються рання і пізня фази відновного періоду?
9. За яких умов виникає фаза суперкомпенсації під час відновного процесу після виконання фізичного навантаження?
10. Які засоби сприяють відновленню організму під час спортивної діяльності?
11. Чим характеризуються вікові особливості розвитку втоми під час виконання фізичних вправ?
12. Як запобігти настанню станів перенапруження та перетренованості під час спортивної діяльності?

РОЗДІЛ 7

СПОРТИВНЕ ТРЕНУВАННЯ І ПОКАЗНИКИ ТРЕНОВАНOSTІ

Спортивне тренування як педагогічний процес. Спортивне тренування – це спеціалізований педагогічний процес, спрямований на всебічний розвиток людини, підвищення її загальної і спеціальної працездатності та зміцнення здоров'я.

Спортивне тренування включає в себе теоретичну, фізичну, технічну, тактичну і морально-вольову (психологічну) підготовку. Фізіологія досліджує механізм розвитку фізичної та технічної підготовленості спортсменів [17].

Фізична підготовка забезпечує підвищення функціональних можливостей організму, розвиток його фізичних здібностей: швидкості, сили, витривалості, гнучкості і спритності. Технічна підготовка направлена на формування і вдосконалення рухових навичок. Ці два види підготовки становлять собою єдиний процес.

Фізіологічне обґрунтування принципів спортивного тренування. У спорті домогтися високих результатів можуть лише ті учні, на заняттях з якими систематично і правильно організовується педагогічний процес. При цьому потрібно враховувати їхній вік, стать, загальну і спеціальну фізичну підготовленість, режим відпочинку і тренування, гігієнічні умови на місці занять. Крім того, тренувальний процес повинен будуватися на основі загальних педагогічних і спеціальних принципів. До перших відносяться наочність навчання, свідомість, активність, систематичність, доступність і міцність, до других – єдність всебічного і спеціального тренування, безперервність і повторюваність тренувального процесу та принцип поступового і максимального підвищення фізичних навантажень.

Розвиток працездатності організму, його тренованості будуть ефективними лише при дотриманні всіх цих принципів. У цьому розділі ми не будемо зупинятися на характеристиці загальних педагогічних принципів, вони досить широко висвітлюються в спеціальних курсах (педагогіка, теорія і методика фізичного виховання). Основним завданням даного розділу є фізіологічне обґрунтування специфічних принципів тренування.

Принцип єдності загального і спеціального тренування є одним із основних принципів. В основу розвитку спеціального тренування покладено загальну фізичну підготовленість учнів, яка характеризується кількістю набутих рухових навичок і ступенем розвитку рухових здібностей. Чим більше в арсеналі рухових навичок і чим краще розвинені в дітей рухові здібності, тим краща їхня загальна фізична підготовленість. Л. А. Орбелі вважав, що всебічний фізичний розвиток людини забезпечує можливість використання природжених задатків при певних життєвих ситуаціях. Ці задатки можуть залишитися не реалізованими, якщо їх не розвивати в умовах школи різними фізичними вправами. Доведено, що чим більше в корі великого мозку сформовано тимчасових зв'язків, тим швидше утворюються і закріплюються нові. Характерно, що з розвитком усебічної фізичної підготовленості учнів поліпшуються спортивні результати не лише в обраному виді спорту, а й в інших видах. Пояснюється це позитивним переносом рухових навичок і рухових якостей. У початковий період тренувального процесу майже всі види спорту сприяють позитивному переносу рухових навичок і рухових здібностей, росту спортивної майстерності в обраному виді спорту.

З ростом тренованості арсенал фізичних вправ і видів спорту, які використовує спортсмен на заняттях, повинен зменшуватись, ефективність «переносу навички» знижується, а тому в цей період найбільш ефективними будуть ті фізичні вправи, які близькі за структурою, тривалістю і інтенсивністю з вправами, в яких він

спеціалізується. Це положення потрібно враховувати для правильного підбору «підготовчих» фізичних вправ на уроках фізкультури і тренувальних заняттях.

Усебічна загальна фізична підготовка учнів повинна поєднуватися зі спеціальною їх підготовкою і, як правило, передувати їй. Чим вищий ступінь тренуваності дітей, тим ширше повинні використовуватися на тренувальних заняттях спеціальні фізичні вправи і менше загальні. Більш того, при наявності високої спортивної майстерності загальна фізична підготовка учнів повинна мати специфічну направленість. Юні спортсмени повинні переважно займатися обраним видом спорту або вправами, які близькі за структурою та інтенсивністю зі спеціальними.

Принцип неперервності і поступовості зумовлений умовно-рефлекторними закономірностями розвитку тренуваності. Коли юні спортсмени систематично повторюють фізичні вправи, то тимчасові зв'язки закріплюються, а рухові здібності і рухові навички при цьому стають постійними й міцними. Тривалі перерви в тренуваннях призводять до згасання тимчасових зв'язків і ослаблення рухових навичок і рухових здібностей. Раніше інших згасають ті тимчасові зв'язки, які утворилися пізніше, і тонко спеціалізовані. Інтервали відпочинку між фізичними вправами або двома заняттями повинні бути такими, щоб на «сліди» попередньої роботи накладався ефект наступної. Як правило, повторну роботу потрібно проводити у відновному періоді у фазі підвищеної працездатності (фаза суперкомпенсації), але для розвитку всіх видів витривалості повторне виконання фізичних вправ слід проводити у фазі неповного відновлення працездатності. Це забезпечує адаптацію організму до діяльності в умовах зміненого внутрішнього середовища (киснєве голодування, зміни рН крові, підвищення температури тіла тощо).

Оптимальні інтервали відпочинку між фізичними вправами повинні визначатися завданнями даного періоду тренування, розвитком загальної та спеціальної фізичної підготовленості, віком спортсмена тощо.

Щоб уникати перетренування та перенапруження організму в спортивній практиці, необхідно систематично дотримуватись поступовості в підвищенні фізичних навантажень. Це стосується як одного тренувального заняття, так і тренувальних мікро- і макроциклів.

Якщо тренувальні навантаження не будуть збільшуватись поступово, то виконувана робота стає звичною для людини, і реакції організму на них не змінюються. Оскільки в цих умовах не забезпечується суперкомпенсація пластичних та енергетичних ресурсів і розширення функціональних можливостей, то розвиток тренуваності при цьому припиняється.

Принципи поступовості в підвищенні навантажень особливо важливо враховувати під час проведення тренувальних занять з дітьми і підлітками, для яких максимальні навантаження можуть бути шкідливими.

Максимальні навантаження застосовуються тоді, коли діти добре адаптовані до середніх і великих навантажень, і якщо останні не викликають у центральній нервовій системі песимального гальмування. Максимальні навантаження, під час яких спортсмен досягає межі своїх функціональних можливостей, сприяють росту його тренуваності, адаптації його організму до рухової діяльності при змінних умовах внутрішнього середовища і забезпечують розвиток усіх систем організму.

Залежно від чергування фізичних вправ та інтервалів відпочинку між ними в спортивному тренуванні використовують низку методів.

Фізіологічне обґрунтування основних методів спортивного тренування. Повторний метод характеризується багаторазовим повторенням вправи без зміни інтенсивності, темпу і структури її виконання. Використовується цей метод в усіх видах

спорту для вдосконалення рухових навичок і розвитку фізичних здібностей спортсмена.

Перемінний метод тренування – це такий метод, коли під час багаторазового застосування вправи змінюється або її інтенсивність, або тривалість, або структура. Цей метод є одним із основних для підвищення функціональних можливостей організму.

Інтервальний метод характеризується поступовим скороченням інтервалів відпочинку між виконуваними вправами. У нетренованих осіб інтервали відпочинку повинні забезпечити початок наступної роботи у фазу суперкомпенсації, тобто фазу підвищеної працездатності. У міру росту тренованості організму інтервали відпочинку скорочуються, і наступна робота повинна розпочинатися у фазу зниженої працездатності, тобто у фазу недовідновлення. Це сприяє адаптації організму до рухової діяльності при значному накопиченні в організмі продуктів метаболізму. Цей метод тренування є сильним стимулом анаеробної працездатності організму, а тому він широко застосовується для виховання швидкісної витривалості.

Тренування з короткочасними (1 – 1,5 хв) стандартними інтервалами відпочинку після напруженої фізичної роботи (в межах 80% від максимальної), яка виконується при частоті серцевих скорочень 160 – 180 за хвилину, сприяє підвищенню працездатності серця і збільшенню споживання кисню тканинами завдяки посиленню об'єму плинину крові.

На розвиток аеробної і анаеробної працездатності великий вплив справляє інтенсивність фізичних вправ. Аеробна працездатність найбільше зростає під час скорочення серця з частотою 150 – 175 уд./хв, а анаеробна – при 180 уд./хв. За такої частоти серцевих скорочень *МСК* досягає максимальних величин, хоча порогом активізації анаеробного обміну вважається частота 165 скорочень за хвилину. Споживання кисню при цій частоті може досягати 70 – 80% від максимального.

Періодизація тренування. Тренувальний процес не є сталим. Він повинен бути різноманітним і спеціально спрямованим [17]. Зміст тренувального процесу і його структура повинні періодично змінюватись. Це зумовлено фазовим (циклічним) характером розвитку тренованості (періодичні підйоми і спади працездатності).

Виявлено три фази тренованості. У першу фазу проходить підвищення її до оптимального рівня. У другу фазу тренованість підтримується на високому і відносно постійному рівні. У цю фазу спортивні результати високі та стабільні і повинна бути повністю сформована спортивна форма. Спортивною формою прийнято називати стан оптимальної готовності спортсмена до досягнення максимального результату в обраному виді спорту. Спортивна форма зумовлена оптимальними взаємовідношеннями в діяльності соматичних і вегетативних систем організму. Для учнів, які знаходяться в стані спортивної форми, характерна економізація фізіологічних процесів як у стані спокою, так і під час дозованої роботи, а також удосконалена координація фізіологічних процесів. Крім того, для спортивної форми характерні низький рівень енергетичних витрат на одиницю роботи, прискорене впрацювання і відновлення, стабільність рухових навичок та висока технічна і тактична майстерність. У третю фазу наступає тимчасове зниження працездатності. Відповідно до цих трьох фаз спортивне тренування складається із трьох періодів: підготовчого, основного (змагального) і перехідного.

Підготовчий період включає в себе два етапи. На першому етапі досягається висока загальна фізична підготовленість спортсменів. У нетренованих учнів у цей період потрібно підвищувати рівень фізичних здібностей і формування рухової навички, а у тренованих необхідно їхнє даліше вдосконалювати. Численні досліді показують, що чим більш різнобічну підготованість має учень, тим ефективніше підвищується його спортивна майстерність.

На другому етапі підготовчого періоду основна увага приділяється розвитку фізичних здібностей і рухових навичок, які необхідні для досягнення високих результатів в обраному виді спорту. На кінець цього етапу повинна бути сформована спортивна форма, а учні повинні показувати високі спортивні результати. Обов'язковою умовою цього етапу тренування є застосування максимальних навантажень, що досягається за допомогою участі дітей у прикидках і контрольних змаганнях. Цей період залежно від специфіки виду спорту і рівня загальної спеціальної підготовленості учнів може тривати 3 – 4 місяці.

Основний період характеризується участю учнів у відповідальних змаганнях. В інтервалах між змаганнями проводяться тренувальні заняття. У зв'язку з тим, що в цей період фізичні навантаження дуже великі, необхідно весь режим навчальної і тренувальної роботи направляти на збереження і навіть підвищення ступеня тренуваності. Засоби, які застосовуються в цьому періоді, найрізноманітніші і повинні сприяти не тільки підвищенню працездатності учнів, а й забезпечувати активний відпочинок їх. Тривалість основного періоду 4 – 5 місяців, оскільки спортивну форму можна підтримувати на одному рівні в межах цього часу.

У *перехідному періоді* учні, які займаються спортивними тренуваннями, у змаганнях участі не беруть, тренувальні навантаження зменшуються і змінюється характер їх. У цей період їм частіше, ніж в інших тренувальних періодах, надається відпочинок, у зв'язку з чим тренуваність організму дещо знижується. Тривалість перехідного періоду не більше 4 – 6 тижнів.

Циклічність характерна не тільки для цілорічного тренування, а й для тижневого. Це пов'язано з тим, що працездатність спортсмена неоднакова на початку, у середині і в кінці тижня. Найвищою вона є серед тижня, найнижчою – в останні дні тижня. Ось чому виконання тяжких фізичних навантажень у ці дні нерідко призводить до зниження працездатності організму, розвитку втоми. Це зумовлено змінами багатьох функцій організму і зменшенням його енергетичних запасів, що важливо враховувати під час планування тренувальних занять і змагань.

Вікові особливості спортивного тренування. За умов дотримання всіх методичних принципів спортивного тренування практично виключається можливість несприятливого впливу фізичних вправ на організм дітей. Фізичними вправами систематично можуть займатися діти молодшого шкільного віку і навіть дошкільного, але підготовка юних спортсменів повинна включати такі етапи:

- 1) попередню підготовку;
- 2) початкову спортивну спеціалізацію;
- 3) поглиблене спортивне тренування в обраному виді спорту;
- 4) спортивне вдосконалення.

На *початковому етапі тренування* основна увага повинна приділятися зміцненню здоров'я і всебічній фізичній підготовці дітей. Крім того, на цьому етапі повинні розвиватись такі фізичні здібності, як швидкість і спритність. Основними засобами їхнього виховання є нескладні комплекси фізичних вправ, які не вимагають від дітей великих м'язових зусиль і виконуються з великою амплітудою і максимальним розслабленням м'язів, що не беруть участь у роботі. Поряд з цим на тренувальних заняттях слід широко використовувати природні рухи: біг, стрибки, спортивні і рухливі ігри, на які відводиться до 50% загального часу занять.

Вікові межі, а також тривалість цього етапу тренування індивідуально різні. Так, якщо дитина почала займатися спортом (наприклад, плаванням) у 5 – 5,5 років, то етап попередньої підготовки триває приблизно три роки. На кінець цього періоду,

як правило, у дітей з'являється інтерес до того чи іншого виду спорту і починають проявлятися спортивні здібності.

На *етапі початкового спортивного тренування* різнобічна фізична підготовка повинна бути спеціально спрямованою. Тепер діти починають оволодівати технікою фізичних вправ, характерних для даного виду спорту. На тренувальних заняттях можуть застосовуватись спеціалізовані комплекси вправ, які розвивають фізичні здібності. Основним завданням етапу початкової спортивної спеціалізації є формування фізіологічних, морфологічних і психологічних передумов поглибленого спеціалізованого тренування в обраному виді спорту. Чим більшу різнобічну фізичну підготовленість одержала дитина на цьому етапі тренування, тим кращі фізіологічні передумови складаються в неї для поглибленої спеціалізації у віці 14 – 15 років. На кінець цього етапу діти повинні вже майстерно виконувати вправи і мати достатній рівень розвитку фізичних здібностей. Вони беруть участь у змаганнях, але при цьому потрібно враховувати стаж тренування їх.

Так, у гімнастиці, швидкісно-силових видах атлетики, акробатиці, волейболі, баскетболі дозволяється дітям виступати на змаганнях через 1 – 1,5 року спеціалізованих занять. Для тих, хто займається лижним та ковзанярським спортом, ручним м'ячем, участь у змаганнях дозволяється через 1,5 – 2 роки; фігурним катанням на ковзанах, плаванням, стрибками у воду – через 2 – 2,5 роки спеціалізованих занять. Що стосується тих видів спорту, які вимагають від спортсменів високого фізичного і психічного напруження (біг на довгі дистанції, гонки на лижах на 30 – 50 км), то спортсмени, які цими видами спорту займаються, можуть брати участь у змаганнях лише через 5 – 6 років спеціалізації.

На цьому етапі спортивного тренування кількість виступів на змаганнях повинна чітко регламентуватись. Учням 9 – 10 років дозволяється виступати переважно на внутрішньошкільних, з 11 – 12 років – у районних і міських змаганнях. Кількість змагань, в яких діти беруть участь протягом року, теж повинна чітко регламентуватись. Так, юним гімнастам 13 – 14 років дозволяється брати участь у 5 – 6 змаганнях на рік за загальною фізичною підготовкою і в 4 класифікаційних змаганнях. Легкоатлетам цього віку можна виступати в 10 – 12, а волейболістам – у 20 змаганнях на рік. Перерва між змаганнями для дітей молодшого шкільного віку повинна бути не менше 1 місяця, а в 11 – 14 років – не менше 2 тижнів. У 15 – 16 років перерва між змаганнями може скорочуватись до тижня.

Практичний досвід свідчить, що високі спортивні результати (на рівні нормативів майстра спорту) більшість спортсменів показують через 6 – 8 років систематичних занять спортом.

До змагань допускаються тільки ті учні, які напередодні пройшли медичний огляд і мають дозвіл лікаря.

На сьогоднішній день розроблені орієнтовані за віком межі спеціалізованих занять для учнів.

У молодшому шкільному віці потрібно вдосконалювати координацію рухів, розвивати швидкість і спритність, стимулювати роботу вегетативних органів. Дозволяється займатися фігурним катанням, катанням на ковзанах (з 7 років), тенісом і настільним тенісом, плаванням (з 8 років), акробатикою, художньою гімнастикою, лижними гонками на 1 – 3 км (з 9 років), швидкісно-силовими видами легкої атлетики, баскетболом (з 10 років), хокеєм, фехтуванням і спортивною гімнастикою (з 11 років).

У середньому шкільному віці відбувається складний процес перебудови дитячого організму, пов'язаний зі статевим дозріванням. У цей період прискорюється ріст тіла в довжину, нерідко відмічаються диспропорції тіла, висока емоційність при нестійкості

функцій вегетативних органів і рухового апарату тощо. Заняття спортом і фізкультурою прискорюють і поліпшують статеве дозрівання дитячого організму. У цьому віці, починаючи з 12 років, рекомендується займатися бігом на середні дистанції, стрибками на лижах, ручним м'ячем, бігом на ковзанах і вітрильним спортом. З 13 років дозволяється займатися боротьбою, веслуванням на байдарках, каное та академічним веслуванням, а з 14 років – велосипедним спортом і боксом. З 15 років діти можуть займатися важкою атлетикою.

Учні старшого шкільного віку з хорошим станом здоров'я можуть займатися практично всіма видами спорту, але слід обмежувати тривалу роботу, яка вимагає високого розвитку тренуваності всіх функцій організму.

Слід відмітити, що в спортивній практиці (фігурному катанні, художній і спортивній гімнастиці) є випадки, коли строки спеціалізованих занять зміщувалися в сторону зменшення на 2 – 3 роки. Однак численні приклади із спортивного життя вітчизняних і зарубіжних спортсменів свідчать як про ранню, так і про пізню спеціалізацію.

На *етапі поглибленого тренування* основними завданнями є вдосконалення техніки вправ і подальший розвиток фізичних здібностей. Фізичні навантаження на тренувальних заняттях значно підвищуються, і спортсмени починають регулярно брати участь у змаганнях.

На *етапі спортивного вдосконалення* тренування повинно носити спеціалізовану направленість. Спортсмени широко використовують комплекс ефективних засобів і методів тренування, які сприяють досягненню максимальних результатів у спорті. На цьому етапі тренування об'єм та інтенсивність тренувальних навантажень підвищуються і досягають максимального рівня, фізичні вправи повинні сприяти розвитку специфічних здібностей рухової діяльності спортсменів.

Фізіологічні механізми розвитку тренуваності. Під впливом систематичних тренувальних занять в організмі учнів відбуваються біохімічні, морфологічні і функціональні перебудови, які призводять до підвищення працездатності їхнього організму. Рівень спеціальної працездатності організму прийнято називати тренуваністю його. Тренуваність може бути низькою, середньою і високою. Причому вона є специфічною. Це означає, що ті зміни, що відбуваються в організмі під впливом систематичних занять тим чи іншим видом спорту, повністю залежать від особливостей виконуваної роботи. Так, наприклад, у тих учнів, які систематично тренуються на витривалість, функціональні зміни з боку органів дихання і кровообігу в стані спокою будуть більш явними, ніж у тих учнів, які тренуються в бігу на короткі дистанції. Різними будуть у них реакції організму на дозовані м'язові навантаження. Тренуваність залежить також від індивідуальних особливостей організму. Так, брадикардія в стані спокою характерна для спортсменів, що тренуються на витривалість (марафонці), але і серед них зустрічаються особи, в яких частота пульсу може бути такою, як і в нетренованих людей або у спортсменів іншої спеціалізації. Крім того, в одних учнів під впливом тренувальних занять швидше поліпшуються функції органів кровообігу, як у других, які займаються тим же видом спорту, – дихання, а у третіх – кисневий запит організму задовольняється за рахунок збільшення кисневої ємності крові й значного збільшення артеріовенозної різниці, у той час як функції органів дихання і кровообігу в них будуть розвинуті гірше.

Фізіологічна суть тренування полягає в тому, що при тривалому і повторному застосуванні фізичних вправ зміни функцій, які теж стають тривалими і повторними, залишають слід, викликають стійкі зміни в макро- і мікроструктурах організму.

Спортивне тренування залишає слід від повторення в усіх ланцюгах функціональних систем – від ефекторів до центральної нервової системи і залоз внутрішньої секреції. Під впливом спортивного тренування вдосконалюється нервова діяльність, формуються нові координації, які пізніше перетворюються на автоматизовані рухові стереотипи й домінантні установки. У тренуваних учнів нервові процеси стають більш концентрованими і зрівноваженими, підвищується рухливість їх й утворюються взаємовідношення між ними. Завдяки складним біохімічним структурним і фізіологічним змінам, що відбуваються під впливом фізичних вправ, організм спортсменів має більші енергетичні і функціональні резерви, ніж організм нетренованих. У перших – вища здатність до більш швидкої і повної мобілізації ресурсів організму, причому вони використовуються в них економніше, ніж у нетренованих. Треновані учні можуть виконувати роботу навіть під час значного зниження рН, зменшеній концентрації глюкози в крові більш ніж у 2 рази, великому кисневому боргу тощо. Нетреновані учні в цих умовах припиняють роботу. Усі ці фізіологічні зміни виникають тільки під впливом багаторазового повторення роботи. Ще Ламарк на початку IX ст. висловив думку, що «робота будує орган». Це пояснюється тим, що під час роботи відбуваються не тільки процеси дисиміляції, а й асиміляції, які, як відомо з попередніх розділів, посилюються у відновному періоді. Причому процеси відновлення в конструктивну фазу йдуть «через край» і призводять до підвищення працездатності організму. Під час систематичних тренувань кожне наступне заняття повинне розпочинатися на фоні підвищеної працездатності, що буде сприяти її подальшому росту.

Таким чином, названі фізіологічні зміни лежать в основі тих тривалих слідів, які залишає м'язова робота у функціональному стані різних систем організму. Інтенсивність відновних процесів залежить від кількості продуктів метаболізму, що утворюються в процесі м'язової роботи. Чим більше цих продуктів у внутрішньому середовищі організму, тим активніше відбуваються процеси асиміляції і швидше наростає тренуваність людини. Крім того, у процесах відновлення велику роль відіграють імпульси з центральної нервової системи. До числа таких впливів на роботу м'язів належить адаптаційно-трофічний ефект, який спостерігається під час подразнення симпатичних нервів. У механізмах адаптації до м'язової діяльності важливу роль відіграють і гормони.

У практиці фізичного виховання важливо знати ступінь тренуваності юних спортсменів, функціональні резерви кожної системи їхнього організму. Це дозволяє вчителю фізичного виховання, а також тренеру дитячих спортивних шкіл правильно спланувати й контролювати педагогічний процес, попередити перетренування учнів.

Рівень тренуваності визначається під час трьох станів: у спокої, під час дозованих і граничних фізичних навантажень.

Прояв тренуваності в стані спокою. Дослідження морфологічних і функціональних показників у юних спортсменів у стані спокою дає можливість говорити про ступінь тренуваності їхнього організму на даному етапі тренування і про готовність його до виконання тієї чи іншої роботи.

Нижче подається коротка характеристика особливостей розвитку окремих фізіологічних функцій спортсменів у стані спокою.

Центральна нервова система. Дослідження показали, що мозок тренуваних до фізичного навантаження тварин має більшу масу, ніж нетренованих. Крім того, у мозку тренуваних тварин значно більше число розгалужень дендритів, нервових клітин, підвищені буферні властивості нервової тканини, активність

окислювальних ферментів, а, як відомо, останні забезпечують під час роботи збереження відносно постійної кількості багатих на енергію фосфатних сполучень.

У тренуваних юних спортсменів більша сила, рухливість і зрівноваженість нервових процесів, ніж у нетренованих учнів. Про це свідчать дані дослідження в них елементарної умовно-рефлекторної реакції і рухливості нервових процесів. У процесі тренування відбувається вкорочення прихованого (латентного) періоду сенсо-моторних реакцій на різні подразнення, поліпшується здатність до диференціювання негативних подразників і зменшується послідовне гальмування. Переважна більшість юнаків, що займаються в ДЮСШ, мають вищі показники функціональної рухливості нервової системи (в середньому на 9,5%), ніж ті, хто займається за програмами загальноосвітньої школи. Юні спортсмени з більшими показниками функціональної рухливості нервової системи, як правило, досягають і кращих спортивних результатів.

Електроенцефалограма юних спортсменів, на відміну від нетренованих учнів, відрізняється частішим альфа-ритмом і більшою амплітудою коливань. Спортсмени можуть швидко засвоювати ритм подразнень (наприклад, світлові миготіння) і відтворювати більшу їхню частоту. Зменшення послідовного гальмування говорить про посилення гальмівного процесу і про підвищення рухливості нервових процесів. Найбільшу збудливість нервової системи й рухливість нервових процесів мають ті юні спортсмени, які займаються видами спорту, що розвивають швидкість (фехтування, бокс, спринтерський біг, гімнастика). У спортсменів, що виконують тривалу роботу (стаєрські дистанції, веслування, спортивне ходіння на лижах тощо), ці показники значно нижчі.

Руховий апарат. Науковими дослідженнями встановлено, що систематичні заняття спортом призводять до збільшення поперечника трубчатих кісток, особливо тих, які несуть велике функціональне навантаження [34]. Кістки тренуваних людей відрізняються великою механічною міцністю, на них з'являється більша горбистість для прикріплення зв'язкового апарату і сухожилків м'язів. Під впливом систематичних багаторічних тренувальних занять відбуваються гістологічні зміни в структурі і розташуванні кісткових балок, збільшується кількість остеонів, поліпшується кровопостачання як компактної, так і губчастої речовини тощо.

Тренування збільшує об'єм і масу м'язів, особливо тих, які часто виконують силові і статичні напруження. Це явище в фізіології одержало назву робочої гіпертрофії. Вона виникає внаслідок збільшення об'єму м'язових волокон. Як показали експериментальні дослідження на тваринах, тривалі фізичні навантаження призводять до збільшення маси саркоплазми волокон внаслідок посиленого засвоєння білків. У них також підвищується вміст саркоплазми, скорочувальних білків міофібрил міозину й актину. Останнім часом вважають, що доскональне оновлення і стійкість фізіологічних систем, у тому числі і м'язової, існуватиме тільки тоді, коли інтенсивність синтезу РНК і білків клітин своєчасно змінюватиметься залежно від інтенсивності функціонування і розпаду структур. Досягається це тим, що між генетичним апаратом клітин і їхньою функцією існує як прямий, так і зворотний зв'язок. Зміни інтенсивності синтезу РНК на активних генах ДНК проходять у точно визначений час унаслідок інформації, яка поступає із цитоплазми в ядро клітини і сигналізує про рівень функції. Завдяки такому зворотному шляху регулюється активність генетичного апарату, попереджається зношування клітинних структур, іде накопичення їх.

Гіпертрофія м'язів пов'язана з підвищенням запасів речовин, що сприяють відновленню АТФ під час роботи. До них відносяться креатинфосфат і глікоген. Робоча гіпертрофія скелетних м'язів характеризується поліпшенням кровопостачання їх. Установлено, що в тренуваних м'язах на кожні 100 м'язових волокон припадає

98 капілярів, тоді як у нетренованих м'язах – тільки 45. У тренуваних м'язах збільшується кількість нервових закінчень, у них стає більше кінцевих гілочок нервового волокна. Ці зміни в іннерваційному елементі м'язів забезпечують збільшення контактуючої поверхні між м'язовими волокнами і нервом, що значно поліпшує іннервацію і функціональні можливості їх.

У процесі систематичних спортивних тренувань біохімічні і морфологічні зміни в руховому апараті учнів ведуть до значних функціональних зрушень. М'язи тренуваних дітей, на відміну від нетренованих, мають вищу збудливість і лабільність. Реобаза і хронаксія м'язів у них вищі, ніж у нетренованих. Крім того, різниця в цих показниках для м'язів-антагоністів теж вища. У процесі тренування величини цих показників зближуються, що вказує на вдосконалення координації рухової діяльності. Про те, що в процесі спортивного тренування поліпшується координація рухів і працездатність м'язів, свідчать також дані про швидкість розслаблення їх. У міру розвитку тренуваності вона підвищується, причому навіть більшою мірою, ніж такі показники, як прихований період рухової реакції, швидкість наростання м'язового зусилля тощо. У тренуваних учнів значно більша різниця між показниками твердості м'язів під час напружування і розслаблення їх.

У зв'язку з тим, що гіпертрофія м'язів супроводжується збільшенням як анатомічного, так і фізіологічного поперечників м'язів, а також збільшенням можливостей одночасно включати в роботу максимальне число рухових одиниць, у тренуваних дітей значно зростає абсолютна сила м'язів. (Абсолютна сила – це найбільша напруга м'яза, яку він може розвивати під час ізометричного скорочення).

В учнів, які систематично займаються в спортивних секціях, значно кращі всі форми нервового регулювання рухового апарату й вегетативних органів і більш вдосконалена координація роботи м'язів.

Органи чуттів. Спортивні тренування сприяють розвитку всіх органів чуттів. Так, наприклад, виявлено зниження слухових порогів для тонів всього діапазону частот (250 – 8000 Гц) у спортсменів усіх вікових груп, порівнюючи з особами, що не займаються спортом. У діапазоні низьких частот у спортсменів вони були нижчими на 5 – 6 дБ, а у зоні середніх і високих – на 10 – 12 дБ, ніж у нетренованих. Найвища гострота слуху в юних спортсменів спостерігається від 10 до 16 років. Слухові порогові в цьому віці були приблизно на 10 – 12 дБ нижчі, ніж у спортсменів інших вікових груп [29].

У наукових дослідках показано, що чутливість зорового і кінестетичного аналізаторів у процесі спортивних тренувань підвищується. Показники чутливості цих аналізаторів вже в 10 – 13 років досягають високих і стабільних величин. При зіставленні кількості мінімального приросту чуття тієї чи іншої модальності в усіх обстежених юних спортсменів (10 – 15 років) виявлена різко виражена закономірність: поряд з високою чутливістю одного аналізатора спостерігається значна чутливість другого [16; 29; 30].

Обмін речовин і енергії. В юних спортсменів, як і в тих осіб, що не тренуються, при нормальному харчуванні спостерігається азотиста рівновага. У підготовчому періоді, коли у них інтенсивно розвивається мускулатура, спостерігається позитивний азотистий баланс. На перших етапах тренування, у зв'язку з великими витратами білкових речовин, нерідко відмічається негативний азотистий баланс, а далі, у процесі розвитку тренуваності, встановлюється азотиста рівновага. В організмі тренуваних людей збільшені запаси вуглеводів, які підвищують працездатність їхнього організму під час фізичної роботи. Запаси жирів у тренуваних дещо менші, ніж у нетренованих.

Основний обмін у тренуваних осіб може бути як вищим, так і нижчим

за стандартні величини. Швидкісна робота здебільшого призводить до підвищення основного обміну, тоді як тривала – до зниження його. Коли учні інтенсивно тренуються або виконують великий обсяг роботи на змаганнях, основний обмін, як правило, стає вищим за стандартні величини, а в дні відпочинку – знижується. У зв'язку з цим підвищення основного обміну після роботи слід розглядати як результат неповного відновлення після напруженої фізичної роботи.

Дихальна система. Систематичні тренування сприяють розвитку дихальних м'язів, що призводить до збільшення експерсії грудної клітки і глибини дихання (або дихального об'єму). У зв'язку з поглибленням дихання під час роботи у тренуваних осіб збільшується дихальна поверхня легень і нерідко може досягти 150 – 200 м².

Розвиток дихальної мускулатури і збільшення рухливості діафрагми у тренуваних спортсменів сприяють збільшенню життєвої ємності легень (*ЖЄЛ*). Особливо високі показники *ЖЄЛ* в осіб, що тренуються у видах спорту, які вимагають прояву великої витривалості: у плавців, веслувальників, бігунів і лижників [15]. Характерно, що *ЖЄЛ*, як і глибина дихання та хвилинний об'єм дихання (*ХОД*), підвищується лише на перших етапах тренування. Через це ці показники не можуть бути інформативними для визначення ступеня тренуваності спортсменів. Оскільки *ЖЄЛ* залежить від маси тіла, то для оцінювання функції зовнішнього дихання буде більш інформативним життєвий показник, тобто відношення *ЖЄЛ* до маси тіла [15;16; 20].

У дітей заняття фізичними вправами приводить до більш значного підвищення *ЖЄЛ*, ніж у дорослих, що пов'язано з посиленням розвитком усіх систем їхнього організму. У зв'язку з тим, що велика *ЖЄЛ* в багатьох видах спорту сприяє росту спортивних результатів, її слід враховувати у процесі комплектування спортивних груп.

Глибина дихання у спортсменів у стані спокою знаходиться в межах від 700 до 800 мл, хвилинний об'єм дихання – від 6 до 8 л/хв. Одним із інформативних показників тренуваності дихальної системи може бути величина максимальної вентиляції легень (*МВЛ*), яка досягає найбільшого рівня в змагальному періоді. У добре тренуваних спортсменів, що займаються циклічними видами спорту, *МВЛ* може дорівнювати 150 – 200 л/хв. У жінок цей показник значно менший.

Частота дихання (*ЧД*) в спокої у тренуваних осіб менша, ніж у нетренованих. У перших вона становить 10 – 14 дихань за 1 хв., у других – 18 – 20.

Споживання кисню в стані спокою в юних спортсменів мало чим відрізняється від нетренованих, але коли фізичне навантаження викликає різко виражену гіпертрофію м'язів, то цей показник може дещо підвищуватись. Коли адаптація до фізичної роботи проходить за рахунок економізації окислювальних процесів, то величина споживання кисню у спортсменів у стані спокою нерідко знижується. У тренуваних людей збільшений коефіцієнт використання кисню із вдихуваного повітря. Як правило, при цьому *ХОД* знижений, що свідчить про економізацію зовнішнього дихання.

У зв'язку з тим що в крові тренуваних людей підвищений лужний резерв, у них у видихуваному повітрі значно більший відсоток вуглекислоти, ніж у нетренованих. Частіше це спостерігається в спортсменів, що тренуються для тривалої циклічної роботи.

Оксигеметричні дослідження показали, що у спортсменів під час затримки дихання більш триваліші як стійка, так і особливо гіпоксемічна фази. Фази відновлення після закінчення затримки дихання в них коротші, ніж у нетренованих. За величиною затримки дихання і розвитку вищезазначених фаз можна судити про інтенсивність тканинного дихання і ступінь збудливості дихального центру. Регулярні спортивні заняття в пубертатному періоді істотно прискорюють розвиток системи зовнішнього дихання. У стані спокою це виявляється в тому, що в юних спортсменів у період від

13 до 17 років більш інтенсивно знижується споживання кисню на кілограм маси і квадратний метр поверхні тіла. У них збільшується легеневий об'єм і поліпшується взаємовідношення між складовими частинами його, що виражається в зниженні співвідношення між залишковим і резервним об'ємами вдиху. У юних спортсменів на відміну від нетренованих однолітків більший запас кисню в легеневому резервуарі. Показники ЖЄЛ у них значно вищі, ніж у підлітків і юнаків, які не займаються спортом. Частота дихання з віком дещо знижується, а глибина дихання підвищується. У юнаків, що систематично тренуються у видах спорту, які розвивають витривалість, ХОД менший, ніж у інших спортсменів. У нетренованих ХОД в кожній віковій групі більший і має тенденцію до зростання від молодшої групи до середньої.

Система кровообігу. Серце спортсменів гіпертрофоване, у ньому збільшується кількість глікогену і білка міоглобіну. Останній убезпечує серцевий м'яз від гіпоксії. Фізіологічна гіпертрофія серця супроводжується розвитком густої капілярної сітки, збільшенням діаметра капілярів і виникненням між ними анастомозів. Усе це поліпшує кровопостачання серцевого м'яза і його скоротливу функцію.

Гіпертрофія серця супроводжується збільшенням порожнини серця (тоногенна дилатація), а разом з цим і збільшенням його розмірів. Поперечник серця спортсменів збільшений по відношенню до їхнього тіла (особливо в тих, хто тренується на витривалість).

Збільшення порожнини серця призводить до збільшення об'єму серця, який у нетренованих у 20–30 років знаходиться в межах 765–785 мл, а в спортсменів на 30% вищий і становить 1015–1027 мл. В юних спортсменів як абсолютні, так і відносні значення цього показника менші. З віком учнів закономірно збільшується і розмір серця. Найбільший об'єм серця (до 1222–1268 мл) спостерігається у велосипедистів і лижників.

Частота серцевих скорочень. У спортсменів-чоловіків частота серцевих скорочень у спокої, як правило, не перевищує 50–55 уд./хв, у жінок вона дещо вища. Зменшення частоти серцевих скорочень під впливом тривалих тренувань у фізіології прийнято називати брадикардією. Нерідко в осіб, що тренуються на витривалість, брадикардія може досягати 36–40 уд./хв. Пов'язана брадикардія з посиленням впливу блукаючого нерва на серце і деякими біохімічними змінами в пазушно-передсердному нервово-м'язовому вузлі. Частота серцевих скорочень залежить від спеціалізації спортсменів: вища вона у спринтерів (60 уд./хв) і нижча у – стаєрів (50 уд./хв). У дітей частота серцевих скорочень більша, ніж у дорослих, але й у них регулярні спортивні заняття викликають брадикардію. Розвиток брадикардії відбувається в перші 2–3 роки тренувань, далі цей показник встановлюється на одному рівні й мало змінюється в різні періоди тренування. З цієї причини частота серцевих скорочень не може бути інформативним показником тренуваності спортсмена. Різко виражена брадикардія може проявлятися і при різних захворюваннях серця, переважно.

Ритми серцевих скорочень. У тренуваних спортсменів часто спостерігається синусова аритмія. Причиною цього є зміни збудливості пазушно-передсердного вузла. Уважається, що з появою синусової аритмії серце спортсмена стає краще адаптованим до змінюваних умов діяльності організму. У стані спокою серед підлітків 12–14 років, що тривалий час займаються спортом, відмічена найбільша кількість досліджуваних (62,5%), в яких була синусова аритмія. Причому більше вона була вираженою у дівчаток, ніж у хлопчиків.

Показники електрокардіограми тренуваних осіб теж мають деякі особливості, у порівнянні з нетренованими. У стані спокою у тренуваних часто спостерігається низький вольтаж зубця Р і високий зубців R і Т. Інтервал ST знаходиться нижче ізолінії.

Висота зубця R частіше реєструється високою в легкоатлетів-стаєрів і рідше – у гімнастів.

Під час підвищення тренованості змінюється фазова структура систоли серця. У спокої у спортсменів більша тривалість фаз асинхронного й ізометричного скорочення і менша тривалість фази вигнання крові, ніж в осіб, що не займаються спортом [11]. У зв'язку з цим у нетренованих осіб дещо довшою механічна систола, яка являє собою час, витрачений на асинхронне й ізометричне скорочення серця та вигнання крові із шлуночків. Вищеназвані показники фазової структури серцевого циклу найбільш виражені у тренованих спортсменів, що займаються циклічними видами спорту на витривалість.

У дітей шкільного віку тривалість фази асинхронного скорочення дорівнює 0,05 с, фази ізометричного скорочення – 0,03 с. Величина внутрішньо систолічного показника (відношення періоду вигнання крові до тривалості механічної систоли) з підвищенням тренованості зменшується. Усі ці зрушення у фазовій структурі серцевого циклу в процесі розвитку дитини і під впливом фізичних вправ свідчать про морфологічне і функціональне вдосконалення серця, вони є інформативними для визначення тренованості спортсменів будь-якого віку, можуть свідчити про гіподинамію міокарда або про наявність значних функціональних резервів серця.

Одним із показників гемодинаміки є *резервний об'єм крові*, який у спортсменів більший, ніж у нетренованих учнів (рис. 7.1). Він забезпечує підвищення ударного об'єму крові серця під час м'язової роботи. Що стосується таких гемодинамічних показників, як ударний (систолічний) і хвилинний об'єми крові, то дані про зміну їх у процесі тренувань у літературі неоднозначні. Одні автори відмічають, що ці показники у тренованих спортсменів в стані спокою вищі, ніж у нетренованих осіб, тоді як інші вважають, що спортивні тренування сприяють зменшенню їх [13].

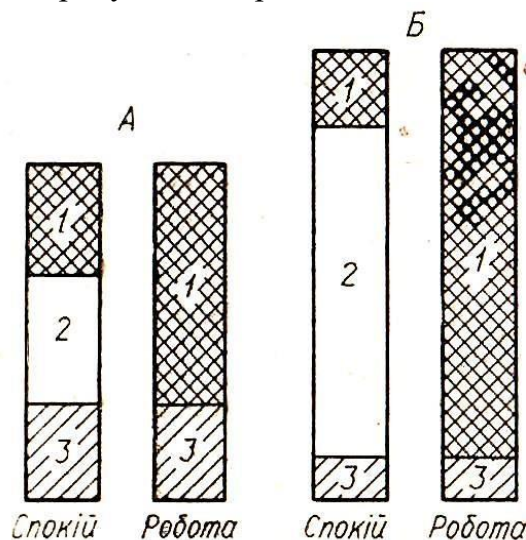


Рисунок 7.1 – Об'єм лівого шлуночка в стані спокою і під час фізичної роботи в людей, що не займаються спортом (А), і у спортсменів (Б).

З підвищенням тренованості спортсменів показники *артеріального тиску* підвищуються. Причому діастолічний тиск у них збільшується більше, ніж систолічний, що зумовлено більш економним кровопостачанням тканин порівняно з особами, які не займаються спортом. Систолічний тиск у спортсменів знаходиться в межах 133 – 186 гПа (100 – 139,5 мм рт. ст.).

Про функцію *периферійного кровообігу* судять за твердістю артеріальних судин,

для чого методами реографії або механокардіографії визначають швидкість розповсюдження пульсової хвилі (*ШРПХ*). Показано, що на перших етапах тренування цей показник у спортсменів у стані спокою мало чим відрізняється від стандартних величин і може навіть дещо знижуватись. Під час розвитку тренуваності тонус судин зростає, особливо в активних частинах тіла, і *ШРПХ* підвищується (рис. 7.2). У м'язи тепер поступає менше крові, артеріоли і капіляри звужені, але із крові краще поглинаються тканинами кисень і поживні речовини.

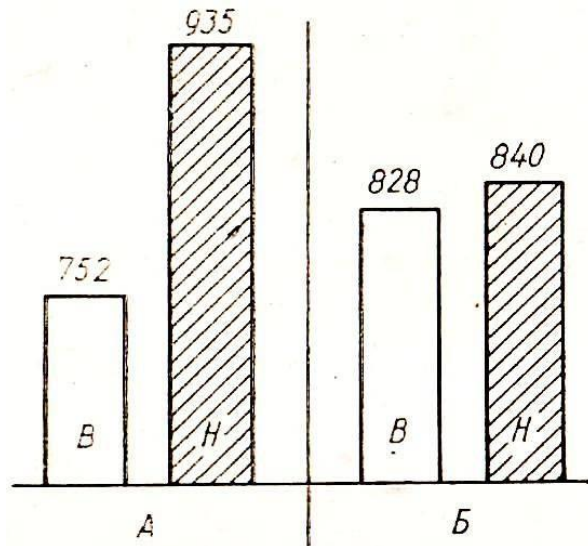


Рисунок 7.2 – Швидкість розповсюдження пульсової хвилі (см/с) по артеріях верхніх (В) і нижніх (Н) кінцівок у лижників в підготовчому (А) і змагальному (Б) періодах тренування (за Євстратовим і Труніним).

Система крові. У тренуваних людей більша загальна кількість крові. Фізичні навантаження сприяють збільшенню еритроцитів, гемоглобіну, кисневої ємності крові і артеріовенозної різниці за киснем. Спеціалісти вважають, що для досягнення високих результатів у спорті, особливо в циклічних видах, необхідно, щоб в 1 мм³ крові було не менше 4,7 млн. еритроцитів і не менше 145 г/л гемоглобіну. Лейкоцитарна формула у спортсменів і особливо в тих, хто тренується на витривалість, змінена в сторону збільшення кількості лімфоцитів.

Систематичні заняття спортом підвищують буферні властивості крові, які попереджають рН від різкого зміщення в кислий бік під час тривалої напруженої фізичної роботи. Збільшення потужності буферних систем крові зумовлено, у першу чергу, підвищенням активності деяких ферментів крові. Лужний резерв крові у спортсменів теж збільшений. Цей показник може перевищувати 70 об'ємних процентів, тоді як у нетренованих він не перевищує 65.

Таким чином, наведені дані в цьому розділі свідчать про те, що систематичні спортивні тренування викликають глибокі і різноманітні як морфологічні, так і фізіологічні зміни всіх систем організму. Ці зміни забезпечують більш економний перебіг фізіологічних функцій у стані спокою і готовність організму до посиленої фізичної роботи.

Прояв тренуваності під час виконання стандартної роботи. Для визначення тренуваності широко використовують стандартну (дозовану) роботу. Для цього застосовують вправи, однакові для всіх досліджуваних як за формою, так і за інтенсивністю. Як правило, інтенсивність такої роботи помірна. У вигляді стандартної

роботи найчастіше застосовують 30 присідань за 1 хв, біг на місці протягом 3 хв з частотою 180 кроків за 1 хв, степ-тест (степ-крок, тест-проба) тощо. Під час степ-тесту досліджуваний робить підйоми й опускання (30 за 1 хв) на сходах певної висоти залежно від віку і статі людини. На відміну від проб з присіданнями або бігом на місці, цей тест дозволяє точно обчислити величину виконаної роботи (або інтенсивність її). Для цього потрібно знати масу тіла досліджуваного і висоту сходинки.

Більш точної стандартизації роботи можна досягти шляхом використання велоергометрії. Знаючи, при якій величині опору й частоті обертання педалей працює досліджуваний на велоергометрі, можна досить точно визначити величину виконаної роботи. Велоергометри перед дослідженнями калібруються і встановлюється шкала, за якою і підбирають інтенсивність роботи.

Реакції організму тренуваних учнів на стандартну роботу характеризуються швидшим підвищенням всіх фізіологічних показників і коротшим періодом впрацювання, ніж нетренираних. Під час дозованої (стандартної) роботи в них усі фізіологічні показники нижчі, а відновлення функцій закінчується швидше, ніж у нетренираних осіб (рис. 7.3).

Центральна нервова система. Під час виконання стандартної роботи і зразу по її закінченні у тренуваних людей латентний період рухової реакції коротший, ніж у нетренираних. У них поліпшується здатність до диференціювання умовних подразників. Явище послідовного гальмування в цих умовах дослідження у тренуваних спостерігається рідше, ніж у нетренираних. У нетренираних осіб стандартна робота викликає значно більше напруження нервових процесів, ніж у спортсменів, і може призвести до розвитку охоронного гальмування і втоми нервових центрів.

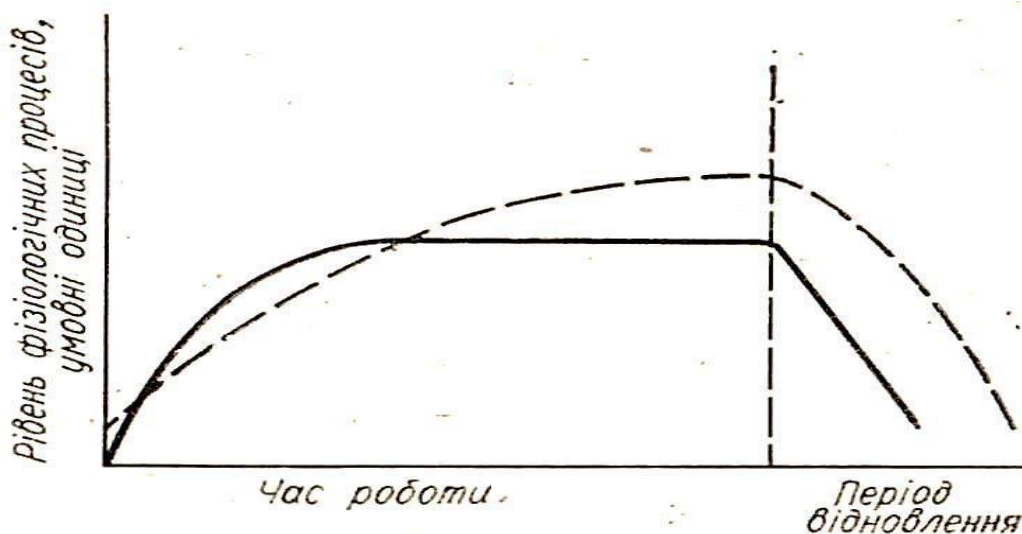


Рисунок 7.3 – Схема фізіологічних реакцій на стандартне навантаження у тренуваних (суцільна лінія) і нетренираних (пунктирна лінія) спортсменів.

Руховий апарат. Під час виконання стандартної роботи в м'язах тренуваних людей менше накопичується молочної кислоти, більш економно використовується кисень. Під час однакової роботи у них зменшення запасів вуглеводів у м'язах відбувається повільніше, що пов'язано з більшими розмірами зворотного синтезу вуглеводів з молочної кислоти.

Електрична активність м'язів у тренуваних під час виконання стандартної роботи менша, ніж у нетренираних, біопотенціали в них більш концентровані в часі і з'являються лише в активних фазах рухів, а в період розслаблення м'язів зникають,

у той час як у нетренованих вони виникають і з'являються у фазах відносного спокою. Ці дані свідчать про поліпшення координації рухів спортсменів у міру розвитку тренуваності. Збудливість і лабільність тренуваних м'язів після дозованої роботи здебільшого підвищуються, у той час як у нетренованих осіб ці показники знижуються (рис. 7.1).

Енерговитрати. З підвищенням тренуваності організму витрати енергії на одиницю зовнішньої роботи зменшуються, що свідчить про економність її виконання. Під час однакової фізичної роботи коефіцієнт корисної дії у тренуваних осіб значно вищий, ніж у нетренованих. Так, високо тренувані лижники під час стандартної роботи витрачають енергії на 18 – 25% менше, ніж нетренувані.

Дихальна система. Величина кисневого запиту і рівень споживання кисню тканинами у тренуваних людей під час виконання однакової з нетренованими фізичної роботи менші. У перших легенева вентиляція і кисневий борг теж менші, а коефіцієнт використання кисню більший.

Після фізичних навантажень глибина дихання в юних спортсменів і їхніх однолітків нетренованих по відношенню до стану спокою збільшується приблизно з однаковою інтенсивністю (217 – 219%), але частота дихання в нетренованих дещо більша (у чоловіків на 128,7%, у жінок на 129,8%), ніж у спортсменів (у чоловіків на 122,7%, у жінок на 126,8%).

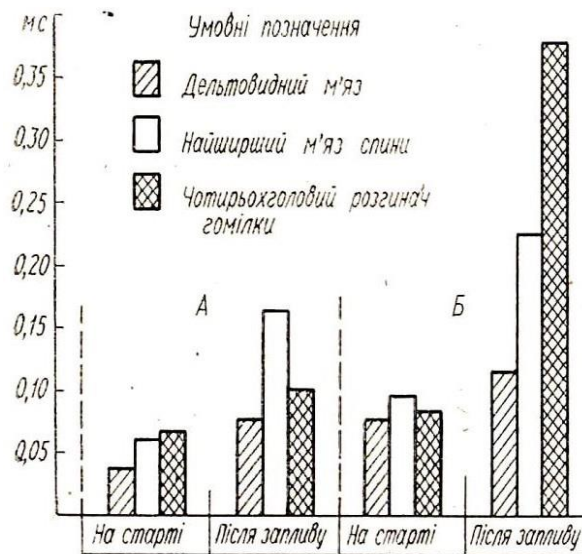


Рисунок 7.4 – Зміна хронаксії скелетних м'язів у тренуваного (А) і нетренованого (Б) плавця після однакової роботи.

Кровообіг. Частота серцевих скорочень, систолічний і хвилинний об'єми крові під час стандартної роботи у тренуваних людей менші, ніж у нетренованих. У тренуваних збільшення хвилинного об'єму крові під час виконання стандартної роботи відбувається за рахунок збільшення систолічного об'єму крові, тоді як у нетренованих цей показник більшою мірою підвищується внаслідок зростання частоти пульсу і меншою мірою за рахунок збільшення систолічного об'єму крові. Шлях збільшення хвилинного об'єму крові у тренуваних людей слід оцінювати як більш вдосконалений і більш ефективний для організму, ніж у нетренованих людей. Під час однакової роботи у спортсменів систолічний артеріальний тиск у плечовій артерії нерідко буває більший, але діастолічний і пульсовий тиск у них зазнає менших змін. Під впливом стандартної роботи у тренуваних спостерігається менше збільшення швидкості розповсюдження

пульсової хвилі в артеріях активних кінцівок і більше в неактивних. Це свідчить про кращий перерозподіл крові під час роботи у тренуваних і вищий ступінь адаптації їхнього організму до фізичної роботи. У тренуваних людей під час стандартної роботи відбувається більше розширення капілярів у працюючих м'язах, що поліпшує кровопостачання і значною мірою полегшує роботу серця.

Система крові. Стандартна робота викликає значно менші зрушення в системі крові у тренуваних, ніж у нетрених. В останніх під час виконання дозованої роботи в крові більше знижується рН (табл. 7.1), вища концентрація молочної кислоти (рис. 7.5) і більші зрушення в складі формених елементів крові.

Таким чином, у тренуваних людей під час стандартної роботи спостерігається більш економічна робота всіх функціональних систем, ніж у нетрених. Тренована людина працює продуктивніше завдяки більш вдосконаленій координації функцій і більш економним витратам енергії.

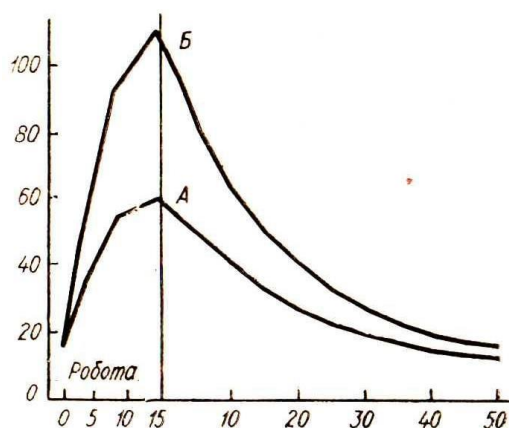


Рисунок 7.5 – Збільшення вмісту молочної кислоти в крові за період однакової роботи у тренуваного (А) і нетрених (Б) спортсменів.

По осі абсцис – час (с); по осі ординат – вміст молочної кислоти (мг%).

Прояв тренуваності під час граничної роботи. Граничною роботою вважають ту роботу, яку людина може виконувати тривалий час. Як правило, це робота великої інтенсивності й виконує її досліджуваний до глибокої втоми. Під час цієї роботи виявляються резерви діяльності кожної функціональної системи організму.

Тренована людина виконує значно більший об'єм роботи і більшої інтенсивності, ніж нетренована. У зв'язку з цим у них під час виконання граничної роботи фізіологічні зрушення в діяльності різних систем будуть більші, ніж у нетрених [16].

Таблиця 7.1. – Зміна рН крові під час виконання однакової роботи в осіб різної тренуваності

Ступінь тренуваності	рН у стані спокою	рН після стандартної роботи
Треновані	7,42	7,4
Нетреновані	7,42	7,27

Система крові. Під час виконання граничної роботи в крові тренуваних кількість еритроцитів може досягати 6 млн. на 1 мм³. У результаті збільшення кількості еритроцитів і гемоглобіну підвищується киснева ємність крові. Вона може зростати

на 1 – 2 мл O_2 /100 мл крові і досягати 20 – 22 (у нетренованих 16 – 18 мл O_2 /100 мл крові).

Під час такої роботи в тренованих людей менше змінюється рівень глюкози в крові, а у нетренованих він під час меншої роботи починає різко знижуватись. Спортсмени можуть продовжувати роботу навіть і тоді, коли рівень глюкози знижується до 50 і навіть нижче на кожні 100 мл крові, тобто, стає нижче норми у 2 рази. Нетреновані люди не можуть працювати під час такого низького рівня цукру в крові.

Треновані люди витримують і значно нижчі зрушення кислотності крові. У них під час роботи в анаеробних умовах концентрація молочної кислоти може збільшуватись до 300 мг на 100 мл крові. При цьому рН крові може знижуватись до 6,9 одиниць. Людина, яка не займається спортом, припинить роботу, коли концентрація молочної кислоти досягне 100 – 150 мг%. Від концентрації молочної кислоти в крові залежить величина кисневого боргу. У спортсменів, тренованих до анаеробної фізичної роботи, цей показник під час граничної роботи може перевищувати 20 л, тоді як у нетренованих він рідко досягає 13 – 14 л. Під час цієї роботи у тренованих спортсменів майже в 2 рази знижується лужний резерв. Великі навантаження вони виконують під час хвилиподібної артеріальної гіпоксемії, та зрушеннях насичення крові киснем на 10% нижче рівня спокою.

Система кровообігу. Частота серцевих скорочень під час граничної фізичної роботи як у тренованих, так і нетренованих людей досягає максимальних величин (190 – 200 уд./хв), але у перших вона може бути вищою.

У 13 – 14-річних легкоатлетів зрушення у фазовій структурі серцевого циклу менш виражені порівняно з середніми даними однолітків, які не займаються спортом. Це свідчить про більш високі функціональні резерви міокарда тренованих спортсменів. Під час виконання граничної роботи вкорочуються всі фази серцевого циклу, збільшується систолічний і хвилинний об'єм крові. У тренованих людей систолічний об'єм крові може досягати 150 – 200 мл, хвилинний – 30 – 35 л і більше. Характерно, що у юних спортсменів підвищення хвилинного об'єму крові під час граничної роботи проходить переважно за рахунок збільшення частоти серцевих скорочень, тоді як у дорослих спортсменів – за рахунок збільшення ударного об'єму крові і частоти серцевих скорочень. З цієї причини величина хвилинного об'єму крові в дітей під час виконання граничної для них роботи не досягає тих величин, що в дорослих спортсменів.

Для більш ефективного виконання граничної роботи поряд із збільшенням хвилинного об'єму крові велике значення має перерозподіл крові. Кровопостачання органів черевної порожнини і непрацюючих скелетних м'язів під час напруженої роботи різко знижується. Про це свідчать дані розповсюдження пульсової хвилі по магістральних артеріальних судинах. У тренованих спортсменів судинні реакції, які сприяють перерозподілу крові під час роботи, більш ефективні, ніж у нетренованих.

Дихальна система. Велике постачання тканинам кисню, яке має місце під час граничної роботи, у першу чергу, задовольняється збільшенням легеневої вентиляції. За даними П. О. Астранда і В. Б. Салтіна, у тренованих спортсменів під час граничної роботи вона може досягати 150 – 200 л (у жінок 90 – 130 л). При цих показниках легеневої вентиляції коефіцієнт використання кисню (KVO_2) не повинен дуже знижуватись. У нетренованих спортсменів цей показник різко знижується при значно меншій величині вентиляції легень.

Граничну роботу тривалий час можуть виконувати тільки ті люди, які мають високі показники аеробної та анаеробної працездатності. Чим більші показники максимального споживання кисню (MCK), тим краще задовольняється організм киснем. Цей показник

у добре тренованих спортсменів-стаєрів і марафонців може досягати 5 – 6 л і більше (під час розрахунку на 1 кг маси тіла 83 – 85 мл/хв). У спринтерів величина *МСК* дорівнює 4 – 5 л/хв, а у нетренованих 3 – 3,5 л/хв. (менше 40 мл/хв/кг). Уважається, що підвищення *МСК* на 1 мл/хв/кг сприяє підвищенню результату бігу на 5 км в середньому на 3,5 с. Високі показники аеробної працездатності найбільш важливі в циклічних видах спорту. Величина *МСК* буде найбільшою під час частоти серцевих скорочень 180 – 190 уд./хв. Роботу під час цієї частоти серцевих скорочень тривалий час можуть виконувати тільки ті люди, які мають високу фізичну працездатність. У чоловіків *PWC₁₇₀* становить 850 – 1100 кгм/хв, у жінок – 422 – 900 кгм/хв. У спортсменів цей показник коливається від 1100 – 2100. В зв'язку з цим для дослідження ступеня тренуваності застосовують тест визначення тривалості роботи під час *ЧСС* 180 уд./хв без зниження її потужності. В багатьох видах спорту визначення тривалості роботи під час цієї частоти серцевих скорочень є більш цінним і інформативним показником, ніж *МСК*.

Абсолютна величина *МСК* у хлопчиків становить 40 – 60% від *МСК* дорослих. Відносні показники *МСК* у дітей і дорослих практично однакові. Але при однаковому *МСК* у юних спортсменів частота дихання і серцевих скорочень значно вищі, ніж у дорослих спортсменів. Інтенсивність легеневої і альвеолярної вентиляції та інтенсивність споживання кисню у них вищі, ніж у дорослих. Особливістю дитячого організму є обмежена можливість продовжувати напружену роботу з різким зростанням кисневого боргу.

Анаеробна продуктивність організму, у першу чергу, залежить від активності ферментів і запасів енергетичних речовин, які використовуються під час без кисневого ресинтезу, та від рівня адаптації тканин до змін внутрішнього середовища. Про ступінь анаеробної працездатності судять за величиною кисневого боргу. Під час виконання граничної роботи кисневий борг у тренованих спортсменів може досягати 20 – 22 л, тоді як у нетренованих він не перевищує 12 – 14 л.

Видільна система. Перерозподіл крові, який спостерігається під час граничної роботи, призводить до зменшення діурезу і навіть до анурії. Тривале зменшення кровопостачання нирок викликає їхнє кисневе голодування, в результаті чого збільшується проникність капілярів клубочків і в сечі спортсменів з'являються цукор і білок. У деяких випадках після тривалої циклічної роботи в сечі з'являються еритроцити. Ці зміни в діяльності нирок можуть свідчити про невідповідність функціональної підготовленості спортсменів виконуваний роботі або про велику інтенсивність останньої.

Нервова система. У групі дітей 12 – 13 років після виконання ними тривалої напруженої роботи спостерігається значне послаблення гальмівного процесу і порушення кіркового аналізу. Латентний період сенсо-моторної реакції на всі подразники збільшується. Явище позитивної індукції, яке має місце до тренування, змінюється на послідовне гальмування. Нерідко під час цього спостерігається парадоксальна фаза. У групі дітей 13 – 15 років ці явища носять дещо інший характер. У них поряд з порушенням кіркового аналізу і синтезу нерідко спостерігаються випадки збереження позитивної індукції і зменшення латентного періоду рухової реакції. Ці дані свідчать про те, що у старших дітей, що займаються спортом, ступінь адаптації центральної нервової системи до фізичної роботи вищий, ніж у молодших дітей. Після повторної дозованої роботи у дітей старшого віку спостерігається поліпшення реактивності центральної нервової системи на 68% [39].

Таким чином, під час граничної роботи спостерігається максимальне напруження всіх функціональних систем, має велике значення чітка координація діяльності різних фізіологічних систем організму в умовах значних змін внутрішнього середовища.

Усі фізіологічні механізми під впливом спортивного тренування вдосконалюються, розвиваються і характеристика їх дозволяє виявити ступінь тренуваності спортсмена, який потрібно враховувати під час планування тренувального процесу з дітьми різного віку.

Контрольні питання до сьомого розділу

1. Чим характеризується співвідношення загального і спеціального тренування в різні періоди спортивного тренувального процесу?
2. Охарактеризуйте принцип неперервності й поступовості спортивного тренування.
3. Охарактеризуйте основні методи спортивного тренування.
4. Охарактеризуйте періоди спортивного тренування.
5. Які етапи включає підготовка юних спортсменів?
6. Які механізми лежать в основі розвитку тренуваності?
7. Чим характеризуються функції ЦНС тренуваних спортсменів у стані спокою?
8. Які зміни відбуваються в руховому апараті під час систематичного тренування?
9. Чим характеризуються зміни функцій вегетативних систем у процесі багаторічного тренування?
10. Які особливості реакції організму тренуваних спортсменів на виконання дозованого субмаксимального фізичного навантаження?
11. Охарактеризуйте особливості реакції організму тренуваних спортсменів на виконання граничного фізичного навантаження?

РОЗДІЛ 8

ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ВИДІВ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Легка атлетика. Легка атлетика є одним із найпоширеніших видів спорту і включає в себе такі види, як ходіння, біг, стрибки і метання. Кожний з них здійснює специфічний вплив на організм людини. Наприклад, спортивне ходіння і біг виховують у спортсменів витривалість та швидкісні якості (спринтерський біг), тоді як стрибки і метання розвивають координацію рухів і спритність. Через це для різнобічного впливу легкоатлетичних вправ на функції організму необхідно займатися не одним, а різними видами легкої атлетики.

Ходіння буває звичайне і спортивне. Воно являє собою вправу циклічного характеру помірної інтенсивності. Під час ходіння фаза скорочення м'язів ритмічно змінюється на фазу розслаблення, що забезпечує роботу нервових центрів тривалий час на високому рівні. Енергетичні витрати при ходінні по рівній дорозі зі швидкістю 4 км/год. становлять у середньому 13,4 кДж (3,2 ккал) на 1 кг маси тіла за 1 год.

Як фактор фізичної культури, ходіння повинно займати кожний день значний відсоток часу у школярів. Піші переходи до школи і зі школи, прогулянки на свіжому повітрі є одним із важливих видів м'язової діяльності людей різного віку. Ходіння здійснює на організм всебічний вплив – удосконалює реципрокні відносини між окремими групами м'язів, тонізує нервову систему, сприяє розвитку багатьох функцій, пов'язаних з кровообігом, диханням, виділенням, теплорегуляцією, обміном речовин і енергії тощо.

Доведено, що реципрокні відносини в дітей під час ходіння проявляються вже в 7 – 8 років, хоча в них ще недостатньо розвинені процеси формування робочого динамічного стереотипу і рухових навичок. У 14 – 15 років починають чітко проявлятися реципрокні відносини в роботі м'язів і нервових центрів, а також здатність вищих центрів кори великого мозку до утворення складних динамічних стереотипів під час циклічної рухової діяльності.

Основний зміст уроків фізичної культури в молодших класах повинні складати природні рухи: ходіння, стрибки у висоту з розбігу, ходіння на зменшеній опорі тощо. Ходіння повинне використовуватись у школі під час туризму, в естафетах, комбінованих переходах.

Спортивне ходіння. Цей вид ходіння має складнішу техніку і виконується з більшою швидкістю, ніж звичайне ходіння. Спортивне ходіння застосовується на дистанціях 10 – 50 км. Тривалість ходіння від 42 хв до 4,5 год., середня швидкість під час цього коливається від 3 до 4 м/с. Під час спортивного ходіння фаза польоту відсутня, а тому м'язи спортсмена знаходяться в стані значного напруження. Унаслідок цього нервові центри весь час перебувають у стані високого збудження і швидко стомлюються. У спортсменів, що тривалий час займаються спортивним ходінням, здебільшого збуджувальні процеси переважають над гальмівними.

Спортивне ходіння – складний руховий акт. Під час його виконання в організмі відбуваються складні перебудови координації рухів, що пов'язано зі зміною динамічного стереотипу.

Твердість м'язів у швидкоходів при максимальному довільному їх напруженні вища, ніж у бігунів, але довільне розслаблення м'язів в останніх проходить довше, ніж у перших. Витрати енергії у швидкоходів досить великі. На дистанції 5 км вони становлять 1050 кДж (251 ккал), на дистанції 10 км – 2520 кДж (602 ккал), а на дистанції

50 км – понад 9660 кДж (2307 ккал). Витрати енергії задовольняються посиленням функції зовнішнього дихання і кровообігу. Легенева вентиляція на дистанції в них може досягати 70 – 80 л/хв., а поглинання кисню – 3 – 3,5 л/хв. Частота серцевих скорочень на фініші у швидкоходів знаходиться в межах 150 – 180 уд./хв, а під час прискорень нерідко дорівнює 200 – 220 уд./хв. У цих же межах знаходиться і систолічний тиск крові.

Значні зміни у швидкоходів спостерігаються і в крові. Рівень молочної кислоти під час напруженого ходіння у них може становити 60 – 70 мг%, лужний резерв знижується на 8 – 10%, порівняно із станом спокою. У цих умовах може вимикнути значний міогенний лейкоцитоз. У сечі швидкоходів після закінчення ходіння знаходиться велика кількість молочної кислоти й нерідко білок.

Біг. Цей вид легкої атлетики, як і спортивне ходіння, відноситься до циклічних рухів, в якому фаза поодинокі опори чергується з фазою польоту. Незважаючи на те, що біг є одним із природних видів рухової діяльності людини, він має складну техніку руху і, у першу чергу, це стосується спринтерського бігу і бігу з перешкодами. Складними є розучування старту і стартового розгону. Залежно від довжини дистанції біг може виконуватися з різною інтенсивністю. Біг на короткі дистанції (60 – 200 м) виконується з максимальною інтенсивністю, біг на середні дистанції (400 – 1500 м) – з субмаксимальною, біг на довгі дистанції (3000 – 10000 м) – з великою, а біг на наддовгі дистанції (більше 10000 м) – з помірною. Чим більша інтенсивність бігу, тим менша його тривалість. У міру зростання інтенсивності бігу, зменшується коефіцієнт корисної дії (ККД) роботи. Так, під час бігу помірної інтенсивності ККД дорівнює 18%, а під час бігу максимальної інтенсивності – 13%.

Центральна нервова система зазнає різних змін залежно від інтенсивності бігу. Найбільш напружена вона на коротких дистанціях, де спостерігається великий потік нервових імпульсів по аферентних волокнах у нервові рухові центри, унаслідок чого в них швидко розвивається поза межне гальмування.

Для досягнення високих результатів у спринтерському бігу нервова система спортсменів повинна мати хорошу адаптацію до розвитку безумовного гальмування. Бігунам на короткі дистанції для досягнення високих результатів необхідна хороша рухливість нервових процесів, тоді як бігунам на довгі і наддовгі дистанції – хороша зрівноваженість їх. У бігунів, залежно від характеру бігу, в корі великого мозку створюються специфічні динамічні стереотипи рухової діяльності, які забезпечують високу техніку бігу і злагодженість у роботі соматичних і вегетативних функцій. Основною умовою результату в бігу є його ритмічність. Ритмічність скорочення і розслаблення м'язів забезпечує ритмічність і в роботі рухових нервових центрів, внаслідок чого вони менше стомлюються.

Дослідами доведено, що у підлітків, які тренуються в циклічній роботі, під час фізичного навантаження помірної інтенсивності поліпшуються всі показники вищої нервової діяльності. Функції аналізаторів, а також швидкість переробки інформації у них теж поліпшуються.

Через те, що робота бігунів відзначається одноманітністю, функції аналізаторів їх під час бігу на різні дистанції змінюються мало. Однак під час змагань, коли зростає емоційне збудження, діяльність деяких аналізаторів може погіршуватись. Так, в юних бігунів на середні дистанції можуть підвищуватись слухові пороги, знижуватися темнова адаптація тощо. Роль зорового і рухового аналізаторів особливо підвищується під час бігу по пересіченій місцевості, а також під час бігу з бар'єрами.

Руховий апарат бігунів на різні дистанції розвинений не однаковою мірою. У спринтерів м'язи мають більшу твердість і силу, а також здатність до швидкого скорочення і розслаблення, ніж у стаєрів. Це забезпечує їм високі «вибухові» якості

м'язів і сильне відштовхування від ґрунту під час бігу, особливо на старті. У тих бігунів, у яких хороші «вибухові» якості, але довгий період розслаблення, значно гірші показники в бігу в порівнянні з тими спортсменами, в яких м'язи швидко розслаблюються. У кваліфікованих бігунів різниця в ступені твердості м'язів під час довільного скорочення і розслаблення м'язів більша, ніж у нетренованих.

Витрати енергії залежать від інтенсивності бігу і кваліфікації спортсменів. Найбільші витрати енергії на 1 м шляху спостерігаються у спринтерів 1,50 кДж (0,36 ккал), тоді як сумарні витрати енергії зростають у міру збільшення довжини дистанції (табл. 8.1).

Таблиця 8.1 – Витрати енергії під час бігу на різні дистанції, кДж (ккал)

Показники	Довжина дистанції, м								
	100	200	400	800	1500	3000	5000	10 000	42 195
Сумарні	150 (36)	300 (72)	420 (100)	545 (130)	735 (176)	1180 (282)	1800 (430)	3150 (752)	10500 (2508)
На 100 м шляху	150 (36)	150 (36)	105 (25)	60 (14,3)	47 (11)	40 (9,6)	38 (9)	32 (7,6)	25 (6)

На наддовгих дистанціях спортсмени можуть втрачати до 2 – 4 кг маси, тоді як на середніх і довгих – тільки 300 – 600 г. У жінок витрати енергії у зв'язку з меншою інтенсивністю роботи на 15 – 20% менші, ніж у чоловіків. В юних спортсменів 12 – 14 років на першому і другому році заняття легкоатлетичним бігом під час інтенсивної роботи на дистанції витрати становлять 168 кДж (40 ккал). Загальні енерговитрати у юних бігунів на тренувальних заняттях можуть у середньому дорівнювати: у хлопчиків 1930 ± 304 кДж (461 ± 73 ккал), а в дівчаток того ж віку – 1430 ± 475 кДж ($342 \pm 113,5$ ккал).

Робота помірної інтенсивності характеризується незначною витратою м'язових вуглеводів, короткочасним підвищенням кількості гексозофосфату, а коли вона триває довго, то енергія звільняється за рахунок окислення жирів. В організмі людини запаси вуглеводів не перевищують 500 – 600 г і їх вистачило б для роботи з помірною інтенсивністю лише на 90 – 110 хв (за умови, що вони повністю окислювались; на окислення 5 г вуглеводів витрачається 4 л кисню).

Під час швидкого скорочення м'язів інтенсивно розщеплюються вуглеводи, різко падає кількість гексозофосфату і знижується вміст цукру в крові. Таким чином, під час інтенсивної циклічної роботи, коли ще не встановилась стійка рівновага, має місце потужне анаеробне розщеплення глікогену, яке має фосфолітичний характер.

Під час бігу на короткі дистанції ресинтез АТФ проходить анаеробним шляхом. Через це в м'язах спортсменів накопичується велика кількість креатинфосфату. Під час бігу на середні дистанції відновлення АТФ теж відбувається за рахунок енергії креатинфосфату, тоді як під час бігу на довгі дистанції воно здійснюється значною мірою аеробним шляхом. Це пов'язано з високою активністю окислювальних ферментів під час роботи великої інтенсивності. Під час роботи на наддовгих дистанціях, у зв'язку з дуже високою активністю окислювальних ферментів, аеробні реакції під час відновлення АТФ є основними. Тривала робота бігуна на дистанції супроводжується посиленням утворенням тепла і його віддачею із організму. У жарку погоду віддача тепла відбувається завдяки потовиділенню. Однак під час високої температури і високої вологості повітря тепловіддача різко знижується. Унаслідок перегріву організму може

трапитись тепловий удар. Під час інтенсивного бігу температура тіла легкоатлетів може досягати 39 – 40°C.

Дихання. Частота дихання залежить від темпу і швидкості бігу. Так, під час бігу на 100 м число дихальних рухів дорівнює 1 – 2, глибина дихання в середньому становить 400 – 500 мл. Легенева вентиляція на коротких дистанціях не перевищує 10 л/хв., сумарний кисневий запит становить 7 – 13 л, а величина споживання кисню – лише 0,5 – 0,7 л/хв. Унаслідок цього в організмі спринтера накопичується великий кисневий борг, відносно величини кисневого запиту він може досягати 92 – 94%. Це свідчить про те, що робота бігуна на коротких дистанціях проходить майже виключно в анаеробних умовах.

Величина дихального коефіцієнта на коротких дистанціях досягає 1, а після роботи може перевищувати 2 унаслідок інтенсивного вимивання із буферних систем молочною кислотою CO_2 .

На середніх дистанціях інтенсивність бігу менша, ніж на коротких (в середньому 7 м/с), а тому анаеробні реакції тут поєднуються з аеробними. Сумарний кисневий запит на цих дистанціях становить 30 л і більше, а споживання кисню – 4,5 л. Величина кисневого боргу в тренуваних спортсменів може становити 18 – 20 л, досягаючи граничних величин. Відносна величина кисневого боргу під час такого співвідношенні сумарного кисневого запиту і кисневого боргу менша, ніж на коротких дистанціях, і становить близько 75%.

У тренуваних юних бігунів на середні дистанції під час бігу на 800 м зі швидкістю 90% від максимальної, споживання кисню становить 37,5 мл/хв/кг, тоді як у нетренуваних бігунів цього ж віку воно було вищим і дорівнювало в середньому 46,6 мл/хв/кг. У тренуваних бігунів на середні дистанції *МСК*, становить 69 мл/хв/кг. У бігунів на середні дистанції повинні бути добре розвинені як анаеробна, так і аеробна продуктивність. Частота дихання на цих дистанціях може досягати 50 – 60 разів за 1 хв., а легенева вентиляція – 80 – 100 л/хв і більше.

На довгих дистанціях зміни в диханні досягають найбільших величин. Робота переважно проходить в аеробних умовах. Відносна величина кисневого боргу не перевищує 25%, споживання кисню досягає максимально можливих величин (5 – 6, а іноді і 7 л/хв). Однак не незважаючи на це, кисневий запит повністю не задовольняється, оскільки запит його перевищує споживання. Унаслідок цього абсолютний кисневий борг на довгих дистанціях може досягати 12 – 14 л і більше. Робота бігуна проходить під час уявної стійкої рівноваги. Частота дихання може досягати 60 разів за 1 хв., а легенева вентиляція – 200 л за 1 хв. У тренуваних стаєрів збільшення легеневої вентиляції проходить більшою мірою, ніж у новачків, за рахунок збільшення глибини дихання. Кількість видихуваної вуглекислоти, як і під час бігу на середні дистанції, перевищує об'єм споживання кисню, а тому величина дихального коефіцієнта вища за 1.

Під час бігу на наддовгі дистанції робота всіх органів і систем проходить за умов справжнього стійкого стану. Кисневий запит майже повністю задовольняється, тобто робота організму проходить в аеробних умовах. Відносна величина кисневого боргу на цих дистанціях не перевищує 1%. Утворюється він здебільшого під час впрацювання і на фініші, коли спортсмен пробігає дистанцію з більшою швидкістю. Абсолютна величина кисневого боргу на фініші наддовгих дистанцій не перевищує 3 – 4 л, тоді як сумарний кисневий запит може досягати 500 л і більше. На відміну від довгих дистанцій, тут дихальні функції спортсмена не досягають максимального напруження. Споживання кисню не перевищує 3 – 4 л за 1 хв. Легенева вентиляція становить 120 – 150 л/хв, частота дихання 30 – 40 разів за 1 хв. У стані спокою в марафонців частота

дихання дорівнює 10 – 12 разів за 1 хв. Життєва ємкість легень і максимальне споживання кисню в них досить високі, значно вищі, ніж у спортсменів іншої спеціалізації. Так, ЖЄЛ у тренуваних марафонців дорівнює 6000 – 8000 мл, МСК – 5 – 6,5 л/хв.

Кровообіг. Частота серцевих скорочень у бігунів на різні дистанції неоднакова. Середня частота серцевих скорочень 50 уд./хв. серед стаєрів зустрічається в 30% випадків, у бігунів на середні дистанції – у 18%, а в спринтерів – у 10%. Отже, брадикардія більш виражена у тих спортсменів, які тренуються на витривалість. Так, у марафонців пульс у стані спокою нерідко становить 40 – 48 уд./хв. Причому брадикардія в марафонців здебільшого супроводжується синусовою аритмією. Під час бігу частота серцевих скорочень теж змінюється відповідно інтенсивності роботи спортсмена. Найвища (200 – 220 уд./хв) відмічається на середніх дистанціях, дещо нижча – на довгих дистанціях (180 – 200 уд./хв). На наддовгих дистанціях частота серцевих скорочень здебільшого становить 150 – 180 уд./хв, а на коротких вона підвищується, порівнюючи з рівнем спокою, лише на 35 – 40 уд./хв. Це пов'язано з тим, що на коротких дистанціях ще не настає повне впрацювання серцево-судинної системи в роботу, воно має місце лише на дистанціях 800 – 1500 м. Відновлення частоти серцевих скорочень до рівня спокою після пробігання коротких дистанцій відбувається протягом 20 – 30 хв, а після середніх і довгих дистанцій – протягом 1,5 – 2 год.

Систематичні заняття бігом призводять до збільшення розмірів серця. Найчастіше фізіологічна (робоча) гіпертрофія серцевого м'яза спостерігається в стаєрів і марафонців. Гіпертрофія лівого шлуночка відмічається в них у 34% випадків, а правого – в 20%. Як правило, після подолання дистанцій розміри серця зменшуються, а коли вони збільшуються, то це повинно розцінюватись як поганий показник діяльності серця. Збільшення розмірів серця після роботи часто спостерігається за наявності стану перетренованості, під час захворювань серця [13].

Артеріальний тиск у бігунів змінюється, як і частота серцевих скорочень, залежно від довжини дистанції, інтенсивності роботи і ступеня тренуваності спортсмена. На коротких дистанціях систолічний тиск підвищується на небагато – на 40 – 60 мм рт. ст. по відношенню до рівня спокою. На середніх дистанціях він може підвищуватись до 184 – 220 мм рт. ст. На довгих і наддовгих дистанціях систолічний тиск підвищується менше. Після бігу на наддовгі дистанції артеріальний тиск через кілька хвилин може знижуватись до рівня нижче вихідного. У стані спокою в тренуваних бігунів, як правило, спостерігається гіпотонія (110/60 – 105/50 мм рт. ст.). Розвиток витривалості найбільш ефективно впливає на підвищення функціонального стану серця юних спортсменів 16 – 17 років. Діастолічний тиск під час роботи на дистанції знижується на 10 – 15 мм рт. ст., але нерідко він стає вищим за рівень спокою.

Систолічний і хвилинний об'єми крові найбільші на середніх і довгих дистанціях. У тренуваних стаєрів систолічний об'єм крові під час роботи досягає 180 – 200 мл, а хвилинний 35 – 40 л.

Легкоатлетичний біг впливає на *ЕКГ*. Найбільш явні її зміни спостерігаються під час бігу на середні дистанції. У підлітків спостерігається зміщення інтервалів *PQ* і *ST* по відношенню до ізолінії та нашарування зубців *T* на зубці *P*. Внаслідок цього на *ЕКГ* відсутня діастола. Це вказує на те, що серце підлітків працює з дуже великим напруженням. Після 2 років тренування у юних бігунів всі показники поліпшуються. Так, сумарний вольтаж за трьома стандартними відведеннями збільшується, електрична вісь серця зміщується вліво, інтервал *RR* подовжується при відносному вкороченні інтервалів *QS*, *QT* та *PQ*.

Після фізичного навантаження у юних спортсменів значно зменшується тривалість

фази напруження (головним чином за рахунок вкорочення фази ізометричного скорочення), а також період вигнання крові і його складових частин. Причому період повільного вигнання крові із шлунків вкорочувалася більше, ніж фаза швидкого вигнання. Отже, спеціалізація з бігу на середні дистанції в підлітковому віці (13 – 14 років) позитивно впливає на роботу серця. Показники *ЕКГ* характеризують певну підготовленість серцевого м'яза і відбивають високий ступінь адаптації серцево-судинної системи дітей цього віку до фізичних навантажень на витривалість.

Система крові. Під час бігу відбуваються зміни і з боку крові. Найбільше вони виражені після бігу на довгі і наддовгі дистанції. У крові марафонців вміст цукру може знижуватись до 50 – 40 мг%, кількість молочної кислоти підвищується до 200 – 250 мг%, що призводить до зниження рН до 7 – 6,9. У зв'язку з великими витратами поту з організму в марафонців різко підвищується в'язкість крові. Кількість еритроцитів і гемоглобіну зростає. На наддовгих дистанціях спостерігається міогенний лейкоцитоз, у крові з'являється велика кількість паличкоядерних лейкоцитів, що свідчить про дуже велику напруженість усіх функцій організму під час цієї роботи.

У юних легкоатлетів на дистанції спостерігається висока активність каталази крові (фермент, що забезпечує розщеплення перекису водню на молекулярний кисень і воду). Показано, що її активність залежить від віку спортсменів. Найвищою вона була в осіб середнього віку. Під впливом спортивних занять активність каталази крові підвищується.

Видільні процеси. Після бігу на короткі дистанції діурез дещо підвищується, тоді як після бігу на довгі і наддовгі дистанції зменшується. В останньому випадку зменшення кількості сечі пов'язано з тривалим зниженням кровопостачання нирок унаслідок перерозподілу крові. Після бігу на середні дистанції в сечі збільшується вміст молочної кислоти і досягає найбільших величин (450 мг%), тоді як після бігу на марафонські дистанції він не перевищує 40 – 50 мг%. Це пов'язано з тим, що під час тривалої роботи більша частина продуктів розпаду, в тому числі й молочної кислоти, виводиться з організму через потові залози.

Після бігу на наддовгі дистанції в сечі спортсменів можуть з'являтися білок (до 7%), цукор і навіть еритроцити. Ці зміни в складі сечі більш виражені в нетренованих, ніж у тренуваних осіб до тривалої напруженої циклічної роботи.

Маса тіла. У зв'язку з тим, що під час бігу спортсмен багато втрачає води, маса тіла спортсмена на фініші марафонських дистанцій може зменшуватися на 4 – 5 кг, але вона швидко і відновлюється (за 2 – 3 дні після виконаної роботи).

Стрибки. Найпростіші за своєю структурою і координацією рухів стрибки з місця, найскладніші – з жердиною. Стрибки з розбігом належать до вправ змішаного типу. Розбіг – це циклічний вид локомоції, а сам стрибок – ациклічний. Різні види стрибків відрізняються один від одного, але разом з тим у них є і багато спільного:

- усі стрибки мають швидко-силову спрямованість;
- максимальна швидкість рухів спостерігається в момент відштовхування від площі опори;
- усі рухи легкоатлетів мають складу координацію;
- нервова система спортсмена повинна мати велику рухливість нервових процесів. У стрибках необхідне миттєве переключення циклічної локомоції розбігу на ациклічну локомоцію стрибок.
- у стрибках вимагається від спортсменів, щоб вони точно попадали на брусок для відштовхування, не знижуючи при цьому швидкості розбігу.
- у спортсменів-стрибунів повинна бути добре розвинена «вибухова сила» рухового апарату.

Для високої техніки виконання стрибків має велике значення формування певних динамічних стереотипів рухів, пов'язаних з участю пропріорецептивної чутливості, вестибулярного апарату і зору. У стрибках велику роль відіграють рефлексивні від пропріорецепторів м'язів ший, які забезпечують нормальне протікання статичних, статокінетичних і випрямляючих рефлексів, що виникають під час поворотів голови. Особливо велика роль їх у стрибках у висоту із жердиною. В останньому випадку відхилення голови назад до моменту початку відхилення тулуба викликає перерозподіл тону м'язів, що сприяє більш активному і правильному здійсненню рухів спортсмена під час відштовхування і перельоту через планку.

Під час виконання стрибків, унаслідок їхньої короткочасності, функціональні зрушення з боку вегетативних органів незначні. Прискорення пульсу, посилення функції зовнішнього дихання будуть тим більшими, чим вищий стрибок. Однак багаторазове повторення стрибків на одному тренувальному занятті і змаганнях вимагає великої витривалості від спортсменів і напруженості всіх функціональних систем. Сумарні енерговитрати за цих умов можуть бути великими і нерідко досягають 2100 – 2520 кДж (502 – 602 ккал)

Метання. У легкій атлетиці розрізняють метання списа, диска, гранати, молота і штовхання ядра. Усі ці різновидності метання є ациклічними вправами швидко-силового типу. Особливо це характерно для метання молота і штовхання ядра. Хоча рухи спортсменів під час різних метань неоднакові, але в усіх основною метою є надання легкоатлетичному снаряду в момент вильоту максимального прискорення і точності польоту. Напруга м'язів під час метання залежить від маси снаряду: коли менша маса, напруга менша, але швидкість польоту снаряду велика, і навпаки, тоді, коли більша маса (наприклад, під час метання молота), напруга м'язів дуже велика, але швидкість польоту значно менша, ніж при метанні списа чи диска.

Під час метань у центральній нервовій системі спортсменів повинен сформуватися такий динамічний стереотип, який міг би забезпечити в момент ривка максимальне скорочення відповідних м'язів і одночасне розслаблення їхніх антагоністів. У метаннях не стільки складним за координацією є сам акт метання, як його узгодження з підготовчими рухами: розбігом у метаннях гранати, списа, обертаннями під час метання диска чи молота або стрибкоподібними рухами під час штовхання ядра. Це потребує високого напруження рухових нервових центрів, високої координації рухів і хорошого розвитку «вибухової сили».

Управління рухами під час метань в основному здійснюється за рахунок тієї інформації, яка поступає в нервові центри від пропріорецепторів м'язів. Однак у метаннях списа або гранати необхідна хороша орієнтація спортсмена в просторі під час розбігу і направленні польоту легкоатлетичних снарядів, яка здійснюється за допомогою органа зору. Координовані обертальні рухи спортсменів під час метання диска і молота неможливі без хорошого розвитку вестибулярного апарату. У добре тренуваних металістів вестибулярний апарат характеризується високою стійкістю, і після обертальних рухів вони зберігають просторове орієнтування. Для високої техніки метання велике значення мають рефлексивні з рецепторів м'язів ший, шкіри кисті, а також узгоджена робота м'язів тулуба й ніг.

Функції внутрішніх органів під час метання підвищуються мало. Після виконання метання частота пульсу, дихання, легенева вентиляція, систолічний і хвилинний об'єм крові швидко повертаються до вихідних величин.

Енергетичні витрати під час усіх видів метання відносно невеликі. Вони можуть значно зростати, коли вправи повторюються на занятті десятки разів.

Гімнастика. Гімнастичні вправи відносяться до вправ ациклічного типу. У них

переважає динамічна робота з одночасним статичним зусиллям окремих м'язових груп. Гімнастичні вправи являють собою складні комбінації з окремих рухових актів. Переважна більшість гімнастичних вправ вимагає від спортсменів великої сили, швидкості і просторової орієнтації. Тривалість гімнастичних вправ невелика – від кількох до десятків секунд. Через це їх слід віднести до зон максимальної і субмаксимальної інтенсивності.

Гімнастика включає в себе кілька видів: спортивна гімнастика, художня гімнастика, акробатика та декілька різновидів фітнесу. Різноманітність рухів гімнастики дозволяє широко використовувати їх для всебічного загального розвитку людей різного віку.

Нервова система. Кожна гімнастична вправа, згідно з ученням академіка І. П. Павлова про вищу нервову діяльність, є умовним руховим рефлексом. Цей рефлекс утворюється за участю першої і другої сигнальних систем. Подразником для першої сигнальної системи є показ вправи, а для другої сигнальної системи (словесний інструктаж тренера або вчителя фізичного виховання). Підкріпленням умовних подразників є виконання самої вправи. Під час виконання складних гімнастичних вправ у корі великого мозку закріплюється певна послідовність тих елементів, з яких складається гімнастична комбінація, унаслідок чого виробляється ланцюг рефлексів, який має назву динамічного стереотипу. У гімнастичних вправах стереотипними є не лише форма рухів, їхня координаційна структура, а й сила та швидкість скорочення м'язів.

Після закріплення динамічного стереотипу послідовність виконання окремих елементів складної гімнастичної вправи регулюється пропріорецептивними імпульсами. Закріплення динамічного стереотипу під час виконання гімнастичних вправ потребує значного напруження нервових клітин кори великого мозку. Він легко порушується, якщо припиняються тренування.

У тренуваних спортсменів відмічається висока рухливість основних нервових процесів. У першу чергу це проявляється в зменшенні прихованих періодів рухових реакцій на умовні подразники, появою більш частого альфа-ритму і більш вираженої амплітуди його коливань. Треновані гімнасти засвоюють вищий ритм подразнень і можуть відтворювати і вищу частоту їх.

У роботі гімнастів велику роль відіграють безумовні тонічні рефлексі, які виникають під час рухів тіла. Нервові імпульси, які безперервним потоком надходять у рухові центри від пропріорецепторів м'язів і вестибулярного апарату, змінюють тонус їх, а це, у свою чергу, призводить до зміни тону м'язів тулуба й кінцівок.

Руховий апарат. Під час виконання гімнастичних вправ беруть участь майже всі м'язи, але, залежно від виду виконуваної роботи, одні м'язи напружуються більше, а інші менше. Так, під час роботи на гімнастичних снарядах більше напружуються м'язи плечового пояса, тулуба і верхніх кінцівок, тоді як під час опорних стрибків – м'язи нижніх кінцівок. Гімнастичні вправи розвивають силу м'язів, поліпшують швидкісно-силові здібності й збільшують їхню розтяжність, розвивають гнучкість тіла.

Електроміографічні дослідження показали, що в гімнастів у міру розвитку тренуваності латентний час скорочення м'язів укорочується. Це може свідчити про те, що в них у міру росту спортивної майстерності формується здатність до активного розслаблення м'язів, а це значно збільшує функціональні можливості нервово-м'язового апарату (НМА). Більш досконала діяльність НМА тренуваних гімнастів зумовлена хорошою концентрацією збудливого і особливо гальмівного процесу в рухових центрах, а також поліпшенням координаційної діяльності їх. Можна вважати, що вдосконалення координаційних впливів з боку нервових центрів на руховий апарат лежить в основі підвищення спеціальної тренуваності. Порушення оптимального режиму в діяльності

рухових центрів призводить до зниження працездатності гімнастів.

Особливістю вправ акробатики, художньої гімнастики та фітнесу є висока координованість і просторова точність їх. Під час виконання стрибків здійснюється швидко-силова робота м'язів нижніх кінцівок, потрібна висока точність управління рухами під час приземлення тіла спортсмена. Для акробатів особливо характерний точний розподіл м'язових зусиль у безопорному положенні.

Рухи гімнастів вимагають високої гнучкості тіла і, у першу чергу, це стосується акробатів і спортсменок, що займаються художньою гімнастикою. Від гнучкості тіла залежить амплітуда рухів у хребтному стовпі, плечових і кульшових суглобах. У парній акробатиці спортсмени повинні мати велику м'язову силу і статичну витривалість, а також високу здатність до підтримання рівноваги під час виконання стійок на кистях або навіть на одній кисті.

Сенсорні системи. Під час виконання гімнастичних вправ тіло гімнаста часто знаходиться у незвичних положеннях. Крім того, для їхньої роботи характерною є часта зміна одного положення тіла на друге, обертання його в сагітальній і фронтальній площинах. Усе це ставить високі вимоги до роботи вестибулярного апарату. Унаслідок цього гімнасти мають велику стійкість до дії прискорень і до змін положення тіла.

Проведені дослідження учнів усіх вікових груп (9 – 11, 12 – 14, 15 – 16 років) показали, що спортивні заняття підвищують стійкість їхнього вестибулярного апарату до подразнення півколових каналів в усіх площинах. Установлено, що в них стійкість вестибулярного апарату підвищується з підвищенням спортивної кваліфікації. Ріст спеціальної тренуваності гімнастів головним чином зумовлений функціональною стійкістю вестибулярного апарату до дії обертальних навантажень. Для успішного оволодіння гімнастичними вправами потрібно постійно вдосконалювати вестибулярний апарат спортсменів. Для цього можуть використовуватися вправи з обертанням, а також з диференційованими обертаннями навколо сагітальної, поперечної і вертикальної осей тіла [29].

Функціонування зорової і слухової сенсорних систем під час виконання гімнастичних вправ відбувається менш напружено, ніж вестибулярної. У новачків ставляться вищі вимоги до слухової сенсорної системи, ніж у спортсменів високих розрядів. У гімнастів добре розвинена пропріорецептивна і тактильна чутливість.

Витрати енергії. У зв'язку з тим, що гімнастичні вправи виконуються недовго (тривалість комбінацій на гімнастичних снарядах до 30–40 с, а вільних вправ – 60 с), енергетичні витрати у спортсменів незначні. Споживання кисню вище рівня спокою під час виконання однієї гімнастичної вправи в середньому становить 0,5 л і лише при окремих, більш тривалих вільних вправах, а також під час виконання парних акробатичних вправ може досягати 2 л за 1 хв. Однак під час багаторазового повторення гімнастичних вправ на тренувальних заняттях і під час змагань сумарні витрати енергії у гімнастів можуть досягати 16 800 – 21 000 кДж (4013 – 5015 ккал)

Рівень максимального споживання кисню у гімнастів, порівнюючи зі спортсменами циклічних видів спорту, нижчий і в середньому становить 4 л за 1 хв. МСК у тренуваних гімнастів (майстрів спорту і кандидатів у майстри спорту) в середньому дорівнював 40,7 мл/кг/хв. Можна вважати, що заняття спортивною гімнастикою мало стимулюють ріст аеробної продуктивності організму. Дані про величину загального кисневого боргу свідчать про деяке збільшення анаеробної продуктивності кваліфікованих гімнастів. У них кисневий борг у перерахунку на 1 кг маси тіла на 11 мл більший, ніж у третьорозрядників і новачків. Беручи до уваги, що потужність гімнастичних вправ менша за максимальну і невелика їхня тривалість, можна вважати, що найбільшому впливові підлягає при цьому лактатна складова загального кисневого боргу.

Дихання. Гімнастика справляє на органи дихання специфічний вплив. Під час виконання багатьох гімнастичних вправ для нормального забезпечення дихання важлива певна узгодженість фаз дихання з фазами рухів. Тоді, коли в рухах беруть участь верхні кінцівки, дихання утрудняється. Нерідко під час виконання гімнастичних вправ відбувається затримка дихання і натуження, що обмежує легеневу вентиляцію. Під час положення вниз головою органи черевної порожнини (шлунок, кишки, печінка тощо.) натискають на діафрагму і цим самим утрудняють дихання. Установлено, що максимальна вентиляція легень, за якою можна судити про функціонування апарату зовнішнього дихання, а також про стійкість організму до гіпоксії, під впливом занять спортивною гімнастикою підвищується мало. У гімнастів високої кваліфікації значно вищі показники хвилинного об'єму дихання як у стані спокою, так і відразу після роботи, що пов'язано із зниженням коефіцієнта утилізації кисню і вказує на дещо меншу економність дихання у них.

У юних гімнастів, як і в дорослих, сила видиху більша, ніж сила вдиху, тоді як у тих, хто не займається спортом, а також у спортсменів деяких інших видів спорту (наприклад, плавців), навпаки, сила вдиху більша сили видиху. У гімнастів 12 – 13 років, незважаючи на те, що в них вже добре розвинена грудна клітка, середня величина життєвої ємності менша, ніж у представників інших видів спорту (наприклад, марафонців, веслувальників, плавців, лижників), і становить 4 – 5 л, а екскурсія грудної клітки не перевищує 5 – 8 см.

Феномен статичних зусиль у тренуваних гімнастів відбувається непомітно, а в деяких випадках зовсім не проявляється, тоді як у нетренованих спортсменів і новачків всі його симптоми проявляються досить чітко. Гімнасти високої кваліфікації правильно погоджують дихання з м'язовою роботою і забезпечують необхідну легеневу вентиляцію.

Кровообіг. У стані спокою у гімнастів не виявлено значних змін у рівні функціонування системи кровообігу. Частота серцевих скорочень, величина систолічного і хвилинного об'ємів крові, показники артеріального тиску у них мало чим відрізняються від таких, які характерні для фізично розвинених людей. У гімнастів рідко зустрічається робоча гіпертрофія серцевого м'яза. Однак, ураховуючи те, що до серцево-судинної системи під час роботи пред'являються специфічні вимоги, зміни в її функціональному стані теж мають деякі специфічні особливості. У гімнастів високої кваліфікації, порівнюючи з третьорозрядниками і новачками, висока ефективність кровопостачання м'язів під час виконання гімнастичних вправ досягається не тільки завдяки збільшенню хвилинного об'єму крові, а й значною мірою за рахунок його раціонального перерозподілу. Так, під час виконання великих обертів на перекладині кров під впливом відцентрової сили переміщується в нижні кінцівки, тоді як під час виконання стійки на кистях вона під впливом сили тяжіння у великій кількості припливає до голови. За цих умов для достатнього кровопостачання всіх частин тіла необхідне деяке розширення судин тулуба та ніг й одночасно повинні звужитись судини голови і рук. У нетренованих до цієї роботи людей судинні реакції неефективні, у них у положенні «вниз головою» спостерігаються сильне почервоніння обличчя, здуття вен ший тощо.

У продовж виконання гімнастичних вправ не спостерігається значних зрушень з боку системи кровообігу. Наприклад, частота пульсу під час виконання стійок, упорів, рівноваги на знаряддях у спортсменів не перевищує 5 – 20 уд./хв., а артеріальний тиск підвищується лише на 5 – 25 мм рт. ст., порівнюючи з даними в стані спокою. У процесі виконання складних гімнастичних комбінацій, де переважає силовий компонент, частота серцевих скорочень може перевищувати 190 уд./хв., а максимальний

артеріальний тиск 170 мм рт. ст. Хвилинний об'єм крові у гімнастів після одноразового виконання напруженої гімнастичної вправи не перевищує 13 л. Відновлювальні процеси після виконання гімнастичних вправ можуть продовжуватись 15 – 20 хв.

Зважаючи на те, що гімнастичні вправи не викликають значних зрушень з боку систем кровообігу і дихання, ці функції у гімнастів розвинені не такою мірою, як у представників інших видів спорту.

Лижний спорт. Лижний спорт поєднує гонки на різні дистанції, швидкісні спуски з гір з перешкодами (слалом) і стрибки на лижах з трампліну тощо. Оскільки в середній школі на уроках фізкультури і тренувальних заняттях здебільшого використовуються лижні гонки, то ми більш детально зупинимось на фізіологічній характеристиці цього виду лижного спорту.

Лижні гонки. Фізіологія лижних гонок на сьогоднішній день вивчена добре. Відноситься цей вид спорту до циклічних рухів. Наприклад, під час поперемінного двохкрокового способу руху на лижах кожний подвійний крок є окремим циклом. Але під час руху на дистанції лижник весь час повинен чергувати одні види рухів з іншими. Ось чому зміна характеру руху на спусках і підйомах призводить до порушення циклічності рухової діяльності лижника.

Лижні гонки являють собою, як правило, роботу великої (дистанції 5, 10 км) і помірної (дистанції 15, 30, 50 км) інтенсивності. Але через те, що лижні траси характеризуються значною пересіченістю, то робота лижника відбувається зі змінною інтенсивністю.

Інтенсивність лижних гонок залежить від багатьох факторів, а саме: від ступеня тренуваності спортсмена, рельєфу місцевості, де розташована траса, метеорологічних умов, від уміння спортсмена використовувати м'язові зовнішні й реактивні сили тощо.

Руховий апарат і нервова система. Ходіння і біг на лижах виконуються за участю всіх основних м'язів тіла. Через це в лижників гармонійно розвинена майже вся мускулатура. Під час ходіння на лижах відбувається чергування динамічних і статичних зусиль. Після поштовху тіло лижника на короткий час перетворюється на застиглу фігуру, пересування якої досягається за рахунок зусилля, що виконується внаслідок поштовху.

Залежно від інтенсивності ходіння, робота м'язів відбувається в аеробних (на рівнині і спусках) або в анаеробних (під час підйомів і прискорень) умовах. Про це свідчать накопичення в крові молочної кислоти (рис. 8.2). М'язи лижників відрізняються високою збудливістю і лабільністю.

Сенсорні системи. Лижні гонки ставлять великі вимоги до вестибулярної, рухової і зорової сенсорних систем. У лижників дуже добре розвинена пропріорецептивна чутливість в усіх ланцюгах тіла. У висококваліфікованих гонщиків особливо висока пропріорецептивна чутливість в області колінного суглоба.

У них кращий, ніж у інших спортсменів, периферійний зір, який їм конче необхідний для орієнтування під час зміни рельєфу траси.

Велике значення для виконання рухів мають і ті нервові імпульси, які поступають від м'язів ший і рецепторів шкіри.

У процесі формування динамічного стереотипу під час занять лижним спортом у спортсменів розвивається характерне почуття лижні, яке за своєю природою дуже складне. До його складу входять сприйняття кольору снігу і звуку, що виникає під час ковзання по снігу, вестибулярна чутливість та сигнали, що поступають від пропріорецепторів м'язів, сухожилків та інших рецепторів.

Витрати енергії. У лижників витрати енергії великі і становлять у середньому

84 кДж (20 ккал) за 1 хв., а інколи і більше 105 кДж (25 ккал) за 1 хв. Сумарні витрати енергії знаходяться в межах 14 700 – 16 800 кДж (3511 – 4013 ккал), залежно від довжини дистанції, рельєфу місцевості, погодних умов, стану снігового покриву, швидкості руху, тренуваності спортсмена, способу ходіння тощо. Витрати енергії під час спусків з гори становлять приблизно 30% енерговитрат під час ходіння по рівній місцевості. Під час підйомів у гору енерговитрати різко зростають і при середній крутизні підйому становлять 200 – 250% від енерговитрат на рівнині.

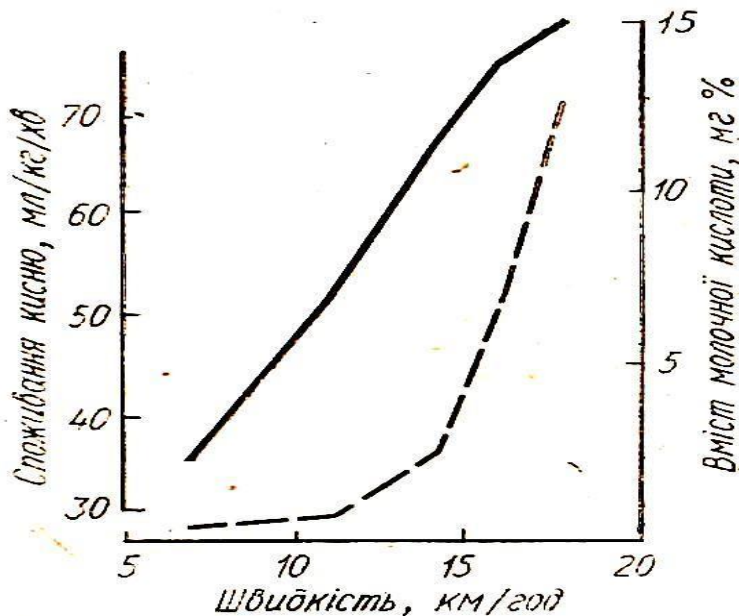


Рисунок 8.2 – Споживання кисню (суцільна лінія) і концентрація молочної кислоти в крові (пунктирна лінія) у кваліфікованого лижника під час підняття на гору (кут 3°) з різною швидкістю.

Після тривалих лижних переходів у лижників спостерігаються підвищені витрати енергії протягом кількох діб. За даними деяких авторів, у спортсменів-гонщиків величина основного обміну наступного дня після змагань становила 25 – 26% від необхідної величини, зареєстрованої в стані спокою. З підвищенням тренуваності спортсменів витрати енергії на одиницю шляху знижуються. Так, у лижників, які систематично тренувались, на кінець основного періоду витрати енергії при проходженні однієї дистанції з тією швидкістю, що і в підготовчому періоді, зменшувались на 20 – 30%.

У зв'язку з тим, що в лижників під час роботи великі витрати енергії, тренерам слід звертати увагу на їхній режим харчування. У добовому раціоні повинні бути в достатній кількості повноцінні білки, жири, легкозасвоювані вуглеводи і вітаміни. Кількість вуглеводів у підготовчому й основному періодах повинна бути доведена до 600 – 700, а за кілька днів до змагань – до 800 – 900 г на добу.

Дихання. Ходіння на лижах погоджене з дихальними рухами спортсмена. Під час поперемінного ходіння темп рухів відноситься до темпу дихання, як 1:1, 1:2, 2:1, 2:3.

Видих під час одноразового ходіння завжди відбувається під час відштовхування палицями та нахилі тулуба. Лише під час правильного співвідношення дихання і рухів можна досягти високого спортивного результату під час проходження лижної дистанції.

Систематичні тренування лижним спортом добре розвивають дихальні м'язи, тому в лижників відмічається висока життєва ємкість легень. У стані спокою вона в чоловіків становить 5 – 6 л, а у жінок – 4 – 5 л. Експерсія грудної клітки в лижників теж велика і дорівнює 10 – 14 см. Частота дихання в них зменшена і в стані спокою нерідко

становить 12 – 14 дихальних рухів за 1 хв., а то і менше.

Легенева вентиляція лижників залежить від інтенсивності бігу. На рівнинній місцевості вона менша, ніж на підйомах на гору. У тренуваних лижників-гонщиків під час бігу на рівній місцевості вона може досягати 60 – 80 л, а під час підйомів на гору – 100 – 120 л і вище.

У лижників зареєстровані високі показники максимального споживання кисню (78 – 80 мл/кг у чоловіків і 60 – 65 мл/кг у жінок). Споживання кисню на дистанції під час змагань у кваліфікованих гонщиків на рівнині може становити 80 – 85% від максимальних величин, а під час підйомів на гору – 100%.

Сумарний кисневий запит на довгих дистанціях може досягати кількох сотень літрів, тобто значно більших величин, ніж під час виконання інших фізичних вправ такої ж тривалості й інтенсивності. Це пояснюється тим, що під час бігу на лижах у роботу залучається значно більше м'язів, ніж, наприклад, під час легкоатлетичного бігу, де працюють переважно м'язи нижніх кінцівок. Участь у роботі лижника великої кількості м'язів забезпечує краще поглинання кисню тканинами з артеріальної крові, а це призводить до збільшення артеріовенозної різниці. Дослідженнями встановлено, що швидкість бігу на лижній трасі значною мірою залежить від величини *МСК* лижника (табл. 8.2). Але для забезпечення високого спортивного результату спортсмени-гонщики повинні мати ще й хорошу технічну підготовленість та високу анаеробну працездатність.

Таблиця 8.8 – Середня змагальна швидкість (м/хв.) на різних ділянках дистанції лижної траси у спортсменів, що мають різну величину *МСК*

Рельєф місцевості	Максимальне споживання кисню (мл/хв/кг)				
	60	65	70	75	80
Підйом на гору 11 – 12°	108	114	126	132	145
Підйом на гору 3 – 4°	180	198	210	228	246
Рівнина	240	254	270	306	320

Кисневий борг у лижників-гонщиків може досягати 10 – 12 л, але лише тоді, коли вони долають підйоми або збільшують темп бігу на рівнині, тобто переходять з роботи великої або помірної інтенсивності на роботу субмаксимальної, або максимальної. Про наявність кисневого боргу свідчать величина основного обміну і градієнт зниження оксигенації крові (відношення абсолютної величини падіння процента оксигемоглобіну до часу затримки дихання), які після закінчення гонки залишаються підвищеними кілька годин, а то навіть і діб. Збільшення цих показників свідчать про підвищену потребу тканин у кисні та про посилення відновних процесів. Про інтенсивність анаеробних процесів свідчать кількість молочної кислоти, концентрація якої в крові за цих умов роботи може досягати 150 – 200 мг% і більше.

Кровообіг. У стані спокою у тренуваних лижників-гонщиків спостерігається різко виражена брадикардія. Частота пульсу в чоловіків може знижуватись до 32 – 45 уд./хв, а у жінок до 44 – 48 уд./хв. Це свідчить про те, що в них у стані спокою посилений вплив блукаючого нерва на діяльність серця. На це також вказує подовжена фаза ізометричного скорочення, яка виявляється під час фазового аналізу структури серцевого циклу. Здебільшого брадикардія поєднується з синусовою аритмією, яка у кваліфікованих лижників спостерігається в 90% випадків.

Під час напруженої роботи на лижній трасі частота пульсу може досягати 170 – 180 уд./хв, а на окремих ділянках, особливо на підйомах на гору – до 200 – 210 уд./хв. Усе

це вказує на значні вимоги, які ставляться до роботи серця лижників під час проходження дистанції.

Розміри й об'єм серця лижників у стані спокою збільшені. Гіпертрофія лівого шлуночка у них спостерігається в 30-ти, а правого в 54% випадків. Об'єм серця у тренуваних лижників-чоловіків у середньому дорівнює $1010 \pm 34,7 \text{ см}^3$, а в жінок – 700 см^3 .

Були проведені досліді на студентах факультету фізичного виховання, які кілька років займаються лижним спортом і мають II та I спортивний розряди. Результати свідчать про те, що систолічний артеріальний тиск у них у стані спокою становить близько 155 гПа (116 мм рт. ст.), а на фініші лижної дистанції у 10 км – 188 гПа (141 мм рт. ст.) Діастолічний артеріальний тиск у більшості спортсменів під час напруженої роботи знижується в середньому на 9 гПа (6,8 мм рт. ст.) Тривалість відновлення фізіологічних показників у чоловіків у 2 рази більша, ніж у жінок.

Аналіз *ЕКГ*, зареєстрованої у них на фініші лижної траси, показав, що інтервал *PQ* змінюється не набагато, ширина комплексу *QRS* майже не змінюється. Електрична систола (*QT*) значно вкорочується, систолічний показник досягає 70 – 74%. Інтервал *ST* нерідко зміщується нижче ізолінії на 2 – 4 мм. Зубець *T* на початку роботи, як правило, зменшується, а в міру впрацьовування – підвищується.

У лижників у стані спокою тонус венозних і капілярних судин дещо вищий і з меншим діапазоном коливань, ніж у спортсменів іншої спеціалізації. У них вищі показники об'ємної швидкості кровообігу і периферійного опору крові.

Система крові. У лижників-гонщиків під час напруженої і тривалої роботи в крові, порівнюючи з вихідними даними, збільшується кількість еритроцитів (на 15 – 18%) і гемоглобіну (на 18 – 20%). Спостерігається нейтрофільна фаза міогенного лейкоцитозу, кількість лейкоцитів при цьому збільшується до 15 – 20 тис. Рівень цукру в крові під час легкої роботи, як правило, зростає (до 105 – 180 мг%), а під час напруженої і тривалої роботи – знижується (до 50 мг%). Особливо значне зниження кількості глюкози в крові спостерігається у нетренованих юних лижників і тих, хто неправильно харчується, на дистанції під час лижних перегонів, що призводить до швидкого наростання втоми.

Видільні процеси. У зв'язку з тим що лижні перегони викликають посилене потовиділення, у лижників на дистанції різко зменшується діурез. При цьому підвищуються густина сечі та її кислотність. На фініші, а також тривалий час після закінчення роботи в сечі спостерігається підвищений вміст аміаку, креатину і нерідко виявляється білок. У нетренованих лижників після лижних перегонів вміст білка в сечі може досягати 3 – 4%. У юних лижників (14 – 15 років), які переважно тренуються на витривалість, після лижних перегонів вміст креатину збільшувався на 38,8%.

Температура тіла. Під час лижних гонок в організмі лижників відмічається посилена теплопродукція. Це пояснюється тим, що в роботу одноразово включається багато м'язових груп. Але, не дивлячись на це, перегріву організму за цих умов роботи не буває, оскільки під час низької температури повітря проходить посилена тепловіддача. Якщо температура повітря низька і значна сила вітру, то під час повільної швидкості руху і нераціонально підбраному відносно погоди одягу в лижників тепловіддача може перевищувати теплопродукцію, що призводить до зниження температури тіла і працездатності. Робота лижника під час такого стану може призвести до переохолодження організму і простудних захворювань. Особливо це слід урахувати під час занять з дітьми, в яких ще не досконалі механізми хімічної і фізичної теплорегуляції.

Маса тіла. Втрата маси тіла під час лижних перегонів залежить від швидкості

руху. Спортсмени після проходження лижної дистанції можуть втрачати від 0,4 до 5 кг маси в основному за рахунок втрати води внаслідок потовиділення. Втрати маси тіла під час лижних гонок значною мірою залежать від одягу спортсмена, метеорологічних умов, функціонального стану організму тощо.

Стрибки на лижах з трампліна. Цей вид лижного спорту є вправою змінного типу. Усі фази стрибка (розгін, відштовхування, політ і приземлення) розглядаються як один цикл.

Стрибки з трампліна розвивають координацію рухів, почуття рівноваги, вміння володіти масою свого тіла і лижами під час спуску, польоту і приземлення. Складна за координацією рухова діяльність спортсмена ускладняється ще і тим, що його тіло під час польоту знаходиться в безпорному положенні, а під час розбігу і приземленні на нього діють сили прискорення. Крім того, тіло стрибуну при цьому підлягає впливу значних інерційних сил, які нерідко перевищують його масу. Хоча перевантаження під час стрибків і не великі, короточасні, але вони викликають перерозподіл крові в судинній системі.

Під час стрибків у спортсменів провідну роль відіграють центральна нервова система і сенсорні системи (вестибулярна, зорова і рухова), які і забезпечують високий ступінь координації їхньої рухової діяльності. Велику роль при цьому відіграють імпульси від рецепторів шкіри і м'язів ший. Якщо тимчасово ізолювати їх від нервових імпульсів (шляхом накладання іммобілізаційної пов'язки), то значно порушується техніка стрибка і зменшується дальність польоту.

Через те, що більшість м'язів під час стрибка з трампліна виконують статичну роботу, вони швидко стомлюються. Крім того, статичні напруження м'язів тулуба і фіксація грудної клітки утруднюють дихання і кровообіг.

У зв'язку з тим, що стрибки з трампліна продовжуються короткий час (менше хвилини), то в організмі не відбувається значних фізіологічних змін, хоча, частота пульсу у стрибунів під час роботи може досягати 150 – 190 уд./хв.

Слалом. Характерною особливістю цього виду лижного спорту є те, що рухова діяльність слаломіста дуже складна за координацією, а через це вимагає великої узгодженості в роботі соматичних і вегетативних функцій організму. Спортсмени повинні мати високу зрівноваженість і рухливість нервових процесів. Під час швидкісного спуску з гір з перешкодами велику роль відіграють імпульси із сітківки ока, пропріорецепторів та від вестибулярного апарату. Імпульси від рецепторів півколових каналів і внутрішнього вуха беруть участь у забезпеченні рівноваги тіла під час кутових і лінійних прискорень.

М'язи слаломіста під час спуску виконують динамічну роботу швидкісно-силового характеру, але значна частина з них знаходиться у статичному напруженні, завдяки чому й підтримується необхідне положення тіла. У слаломістів висока збудливість нервової системи, функціональна рухливість рухового апарату і пристосованість його до роботи в анаеробних умовах. З цієї причини кисневий борг у слаломістів невеликий. Кисневий запит у них теж малий.

Потужність і об'єм роботи слаломіста залежать від довжини і рельєфу гори, з якої здійснюється спуск, а також від кількості перешкод на шляху. У зв'язку з цим енергетичні витрати спортсменів-слаломістів у різних умовах роботи будуть неоднакові: в одних – великими, в інших незначними. Функціональні зрушення в організмі слаломістів під час спуску з гори значно менші, ніж у лижників-гонщиків. Через те, що слаломісти під час тренувального заняття багато разів піднімаються на гору (коли відсутній підйомник), загальні енерговитрати в них дуже великі, і спортсмени швидко стомлюються.

Велосипедний спорт. Велосипедний спорт відноситься до циклічних видів спорту, але їзда на велосипеді відбувається через систему важільних передач.

За своєю зовнішньою структурою рухи велосипедиста прості, але внутрішня координаційна структура їх дуже складна, особливо це характерно для їзди на коротких дистанціях по шосе або під час їзди по треку.

Інтенсивність роботи велосипедиста визначається довжиною дистанції (табл. 8.3).

Однак і під час роботи великої та помірної інтенсивності спортсмени на окремих ділянках дистанції, особливо під час подолання підйомів, змушені працювати з більшою потужністю: максимальною або субмаксимальною.

Руховий апарат. Під час їзди на велосипеді здійснюється динамічна робота нижніх кінцівок, а верхні виконують переважно статичну роботу, яка чергується з динамічними скороченнями. Сила м'язового напруження залежить від характеру посадки велосипедиста, висоти руля, швидкості їзди тощо. Низька посадка велосипедиста за рулем забезпечує зменшення опору повітря, а цим самим збільшує швидкість руху. Якщо ж вона триває довго, то дуже стомлює велосипедиста. Ось чому на довгих дистанціях посадка гонщика вища (30 – 40°), а на коротких вона набагато нижча (18 – 25°).

Таблиця 8.3 – Характер інтенсивності роботи велосипедиста залежно від довжини дистанції

Інтенсивність роботи	Довжина дистанції, м
Максимальна	200, 500
Субмаксимальна	1000
Велика	5000, 10 000, 20 000
Помірна	100 000

У спортсменів-велосипедистів, які дуже багато часу тренуються під час низької посадки на велосипеді, можуть бути порушення постави тіла. В першу чергу це стосується дітей, в яких ще не закінчено формування рухового апарату. Порушення постави тіла зумовлені патологічними змінами в будові тіл хребців і хрящових дисків, а це сприяє зміні фізіологічної кривизни хребетного стовпа. У грудному відділі збільшується кіфоз, а в поперековому зменшується лордоз. Зважаючи на це, тренери повинні правильно організовувати тренувальний процес, більше уваги приділяти загальній фізичній підготовці велосипедистів, систематично стежити за їхньою поставою.

Систематичні заняття велосипедним спортом сприяють розвитку мускулатури. Треновані спортсмени-велосипедисти мають нижчі показники реобазису і хронаксії м'язів, ніж нетреновані. Досліди, проведені на юних велосипедистах (13 – 16 років), показали, що швидкість їхньої рухової реакції підвищується на початку річного циклу, стабілізується в середині і дещо зростає в кінці його, причому більше в юнаків 15 – 16 років. Тонус м'язів на початку річного циклу помітніше збільшується в юнаків 13 – 15 років, у той час як діапазон коливань різниці між твердістю м'язів під час розслаблення і напруження різко знижується. До кінця тренувального циклу різниця в твердості розслаблених і напружених м'язів значно збільшується в юнаків 15 – 16 років в основному за рахунок більшої твердості м'язів під час напруження.

Дихання. Глибина дихання велосипедиста залежить від його посадки на велосипеді. Дихання не утрудняється, якщо нахил тулуба незначний. Під час сильно нахиленому тулубі грудний тип дихання погіршується у порівнянні із черевним. Це пов'язано з тим,

що під час їзди на велосипеді м'язи черевного пресу розслаблені й не заважають диханню. Особливістю дихання висококваліфікованих спортсменів-велосипедистів є більша тривалість видиху порівняно з вдихом. Під час прискорень спостерігається короткочасна затримка дихання, яка негативно відбивається на працездатності спортсменів. Необхідно привчати юних спортсменів до ритмічного дихання під час різних посадок й інтенсивності роботи на велосипеді, це дасть можливість організму краще адаптуватись до утруднених умов дихання під час змагань з велосипедного спорту.

Залежно від швидкості руху співвідношення між частотою дихання і педалюванням у велосипедистів під час їзди на велосипеді можуть бути 3:1, 3,5:1, 4:1, 4,5:1.

У зв'язку з тим, що в тренуваних гонщиків посилений легеневий кровообіг, у них значно збільшена дифузійна поверхня легень. Із зростанням хвилинного об'єму дихання зростає альвеолярна вентиляція, підвищується утилізація кисню з альвеолярного повітря. Підвищення споживання кисню тканинами призводить до збільшення артеріально-венозної різниці за киснем. Не дивлячись на те, що дихання у велосипедистів утруднене, легенева вентиляція під час роботи нерідко досягає 100 – 120 л і більше за 1 хв, а поглинання кисню – 5 – 6 л/хв. Про те, що робота велосипедиста під час помірної інтенсивності руху супроводжується достатнім забезпеченням організму киснем, свідчить оксигенація крові, яка не знижується більше як на 1 – 3%. Під час інтенсивної роботи, особливо під час подолання підйомів, вона падає значно нижче зазначених величин.

Установлено, що раціональне тренування велосипедним спортом у юнацькому віці сприяє швидкому розвитку дихального апарату. У 15 – 16-річних велосипедистів у середині змагального періоду фізична працездатність збільшується на 15%, час затримки дихання на 8,1%, стійка фаза оксигенації – на 15,4%, споживання кисню тканинами за 1 хв зменшується на 18,4%, порівняно з початком тренувального річного циклу. Підвищення рівня працездатності юних велосипедистів супроводжується збільшенням частоти серцевих скорочень на 6,2%, а сили серцевих скорочень на 6,4% під час роботи, порівняно з вихідними даними.

Підвищення тренуваності і фізичної працездатності під впливом систематичних занять велосипедним спортом вже в юнацькому віці характеризується вкороченням періоду впрацювання і відновлення, економізацією життєвих функцій, збільшенням мобілізаційних можливостей організму.

Кровообіг. У велосипедистів, як і в лижників-гонщиків, у стані спокою відмічається брадикардія в чергуванні з синусовою аритмією. Частота серцевих скорочень становить 45 – 50 уд./хв. Під час їзди по рівній місцевості зі швидкістю 30 – 35 км/год. частота серцевих скорочень не перевищує 120 – 130 уд./хв., а під час швидкості руху 45 – 50 км/год. може досягати 170 – 190 уд./хв і більше. На змаганнях частота серцевих скорочень вища, ніж на тренувальних заняттях.

Артеріальний тиск у велосипедистів знаходиться в межах нормальних величин. Розміри серця в них, порівняно з спортсменами іншої спеціалізації, збільшені за рахунок гіпертрофії лівого і правого шлуночків. Це пояснюється тим, що робота серця велосипедистів утруднена внаслідок статичної пози велосипедиста під час роботи. Така поза тіла під час їзди на велосипеді ставить особливі вимоги до перерозподілу крові в організмі. У високо тренуваних велосипедистів-гонщиків тонус судин нижніх кінцівок під час роботи знижується, а тонус судин передніх кінцівок, навпаки, підвищується більше, ніж у малокваліфікованих (рис. 8.3). Це забезпечує краще постачання поживними речовинами і киснем працюючі м'язи.

Система крові. Напружена і тривала робота велосипедистів-гонщиків призводить до збільшення в крові гемоглобіну і еритроцитів. Кількість еритроцитів у їхній крові в середньому дорівнює 5,3 млн. у мм^3 , а кількість гемоглобіну – 150 г/л.

Велогонки на дистанціях до 25 км викликають лімфоцитарну фазу міогенного лейкоцитозу, а велогонки на довгих і наддовгих дистанціях – нейтрофільну фазу з різким зменшенням лімфоцитів і еозинофілів. Число лейкоцитів під час дуже напруженої фізичної роботи під час велогонок у спортсменів може перевищувати 20 000 у мм^3 крові.

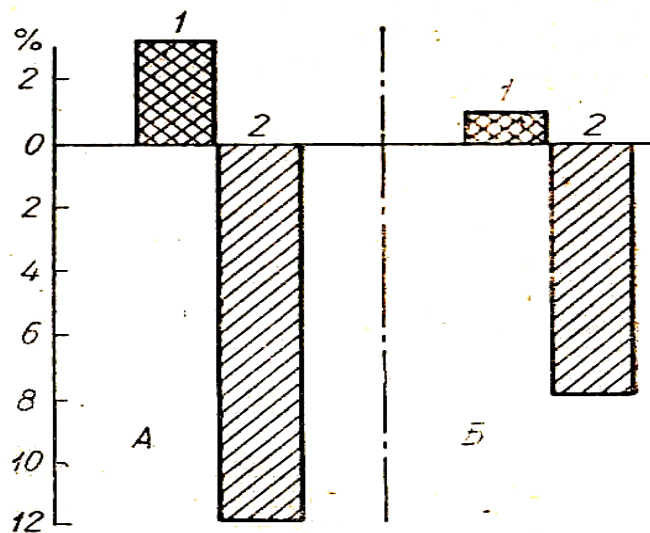


Рисунок 8.3 Зміна швидкості розповсюдження пульсової хвилі (% до вихідної величини) по артеріях верхніх (1) і нижніх (2) кінцівок у кваліфікованих (А) і некваліфікованих (Б) велосипедистів під впливом напруженого тренування на треку.

Витрати енергії. Порівняно з іншими видами спорту (плавання, легкоатлетичний біг, спортивне ходіння тощо), їзда на велосипеді за енергетичними витратами на 1 м шляху є найбільш економічною.

У таблиці 8.2. наведені дані про енергетичні витрати у велосипедистів залежно від інтенсивності роботи. Загальні витрати енергії під час проходження 50 – 100 км становлять 4200 – 10 500 кДж (103 – 2508 ккал).

Енергетичні витрати спортсменів-велосипедистів залежать від рівня їхньої тренуваності, функціонального стану організму, метеорологічних умов, рельєфу місцевості, техніки їзди тощо.

Основний обмін у період тренувальних зборів і змагань у більшості велосипедистів знаходиться на рівні стандартів. Проходження дистанції 100 км викликає в окремих спортсменів глибоку зміну основного обміну, яка триває більше 42 год. [11].

Видільні функції. Тривала і напружена робота велосипедистів супроводжується значними втратами хлоридів, що зумовлено великим потовиділенням. Крім того, у сечі велосипедистів спостерігається збільшення недоокислених продуктів, а інколи й білок.

Втрата маси тіла велосипедистів знаходиться в межах від 300 до 2800 г залежно від тривалості і інтенсивності роботи.

Таблиця 8.4 – Витрати енергії у велосипедистів залежно від довжини дистанції

Довжина дистанції, м	Витрати енергії кДж/хв (ккал/хв)
200 – 500	105 – 147 (25,1 – 35,1)
1000	до 105 (25,1)
5000 – 10 000	80 – 84 (19,1 – 20)
50 000 – 100 000	59 – 63 (14 – 15)

Плавання. Особливості рухової діяльності плавців. Плавання – це один із засобів пересування у воді завдяки рухам верхніх і нижніх кінцівок. Робота плавця має цілу низку специфічних особливостей. Вона відбувається у водному середовищі, яке має значно більшу щільність і теплопровідність, ніж повітря. Маса тіла людини, що перебуває у воді, не перевищує 2 – 3 кг і дорівнює масі витісненої води. У прісній воді занурювана сила більша від тієї, що виштовхує приблизно на 0,8 – 1 кг, а в морській воді, навпаки, тому тіло людини в ній значно легше, ніж у прісній. Однак, незважаючи на те, що тіло плавця у воді набагато легше, ніж у звичайних умовах, під час пересування на місцевості рух його у воді має цілу низку труднощів. Насамперед це пов'язано з тим, що під час пересування у воді плавець весь час повинен переборювати опір води і підтримувати горизонтальне положення тіла. Причому опір води збільшується пропорційно квадрату швидкості руху ($R = KV^2$), де R – опір води (кг), K – коефіцієнт опору, який залежить від обтічності і площі найбільшого поперечного розрізу тіла, V – швидкість руху (м/с). Опір води під час швидкості руху 1 м/с дорівнює приблизно 4 кг, тоді як під час швидкості 1,8 м/с – близько 13 кг.

Крім опору води тіло плавця під час перебування у воді зазнає гідравлічного тиску, який підвищується приблизно на 1 г на 1 см² поверхні тіла під час занурення тіла у воду на 1 см. На глибині 10 см гідравлічний тиск дорівнює 10 г на 1 см² тіла, а на глибині 25 см – 25 г.

Під час перебування у воді у вертикальному положенні (голова знаходиться над водою) різні частини тіла зазнають різного тиску; найбільшого – на нижні кінцівки. Під час плавання до гідравлічного тиску приєднується ще й опір води, який збільшує тиск води на поверхню тіла. Під час плавання на спині опір води зменшується.

Плавучість тіла залежить від густини, яка зменшується під час вдиху (до 0,967 – 0,989 і збільшується під час видиху (до 1,03 – 1,057)).

Плавання належить до динамічної циклічної роботи, інтенсивність якої залежить від довжини дистанції. Під час плавання на дистанції 25 і 50 м здійснюється робота максимальної інтенсивності, на дистанціях 100 і 200 м – субмаксимальної, а на дистанції 400 і 1500 м – великої інтенсивності. Плавання на довгих дистанціях відбувається з помірною інтенсивністю. Такі рухи, як стрибок у воду з вишки, відносяться до ациклічних рухів.

Центральна нервова система і органи чуттів. Під час плавання різними способами виробляються характерні для кожного з них динамічні стереотипи. Основним безумовним рефлексом, на базі якого вони виробляються, є природжений безумовний плавальний рефлекс, добре розвинений у багатьох тварин. Під час плавання у незвичайному водному середовищі вироблення динамічних стереотипів дещо утруднюється, але під час правильного застосування методів навчання навіть діти дошкільного віку швидко опановують складні способи плавання (кріль, брас, дельфін). У кваліфікованих плавців під час перебування у воді вироблені динамічні стереотипи повністю починають регулювати силу й послідовність рухів, яка характерна для

кожного виду спорту.

Для рухової діяльності плавців велике значення мають рухливість і зрівноваженість нервових процесів, які в них добре розвинені.

У міру вдосконалення та автоматизації рухових навичок у плавців виробляється «відчуття води». Це особливе сприймання води, і виникає воно під час подразнення рецепторів дотикового, температурного й вестибулярного аналізаторів. Завдяки «відчуттю води» плавці добре диференціюють навіть незначні зміни опору, тиску і температури води. Ці відчуття допомагають їм контролювати і координувати рухи під час плавання.

Систематичні заняття плаванням добре розвивають вестибулярний апарат, підвищують його стійкість. Зумовлено це тим, що його рецептори безперервно подразнюються під час дихання, яке супроводжується повертанням голови. Крім того, на вестибулярний апарат постійно діють температурні подразники, оскільки температура води нижча за температуру тіла. У тих плавців, в яких стійкість вестибулярного апарату низька, під час плавання з прискоренням у холодній воді можуть виникати вегетативні розлади, запаморочення, втрата рівноваги.

Руховий апарат. Основною якістю плавця під час роботи є його вміння гальмувати розслаблення м'язів тулуба. Лише за цієї умови руки і ноги одержують міцну опору для гребних та ударних рухів. Початківцю треба багато часу витратити на оволодіння навичкою фіксувати м'язи тулуба в тривалому титанічному напруженні.

Плавання добре розвиває силу м'язів. Порівняно з легкоатлетами-бігунами, у плавців краще розвинені м'язи рук. У них відношення сумарної сили м'язів рук до сили м'язів ніг становить 1:1, тоді як у легкоатлетів – у середньому 1:3. М'язова сила розгиначів у плавців 11 – 17 років перевищує силу м'язів згиначів. У міру тренування найшвидше і найбільше підвищується сила м'язів стегна (від 75 кг – у молодшому шкільному віці до 120 кг – у старшому). Пізніше наростає сила м'язів-розгиначів гомілки.

Теплорегуляція і витрати енергії. Теплопровідність води в 30 разів вища за теплопровідність повітря. У зв'язку з цим тіло людини у воді температурою 22°C витрачає 420 кДж (100 ккал) за 4 хв, тоді як на повітрі за такої ж температури – за 1 год. Під час плавання тепловитрати організму шляхом проведення ще більше зростають, оскільки людина своїм тілом зігріває все нові і нові шари води. Тривале перебування дітей у холодній воді без руху часто призводить до переохолодження їхнього організму, оскільки тепловитрати починають перевищувати теплопродукцію. А це нерідко спричиняє в них простудні захворювання.

Шляхом систематичного тренування і загартовування, з дотриманням принципу поступовості, діти можуть привчати свій організм до тривалого (1,5 – 2 год.) плавання навіть у воді температурою нижче 20 °C.

Витрати енергії в дітей, що перебувають у воді, температура якої 18 – 20 °C, у 2 – 3 рази перевищують рівень спокою у звичайних умовах. Під час плавання енерговитрати зростають. На дистанціях 100 – 1500 м вони становлять 420 – 1890 кДж (100 – 451 ккал) і більше. Залежать вони від низки факторів: температури води, швидкості руху у воді, способу плавання, швидкості течії, тренуваності, індивідуальних особливостей спортсмена тощо.

Найвищі витрати енергії відмічені під час плавання способом «кріль», дещо нижчі – під час способу «брас». Плавець витрачає енергії на кожний метр шляху в 2 – 3 рази більше, ніж пішохід (під час однакової швидкості руху).

Дихання. Під час плавання дихання здійснюється в незвичних умовах, у більшості випадків плавець робить видих у воду, переборюючи при цьому її опір. Через це

у плавців добре розвинені дихальні м'язи. Життєва ємкість легень у них нерідко перевищує 7 л. У майстрів спорту, що займаються плаванням, вона в середньому дорівнює 6 л.

Під час плавання число дихальних рухів частіше за все відповідає певному числу гребків. Під час плавання з великою швидкістю може становити 50 – 60 за хв. Із прискоренням дихання зменшується дихальний цикл головним чином за рахунок вкорочення вдиху. Під час повільного плавання тривалість вдиху дорівнює тривалості видиху, тоді як під час великої швидкості тривалість вдиху становить 1/3 дихального циклу. Під час плавання з максимальною швидкістю тривалість вдиху становить 0,26 – 0,31 с. У міру вкорочення дихального циклу різко збільшується об'ємна швидкість вдиху (з 3,4 до 7,8 л/с) і видиху (з 2,1 до 4,1 л/с).

Легенева вентиляція у висококваліфікованих плавців може досягати 150 – 160 л/хв і вище. У них підвищується стійкість організму до умов гіпоксії, оскільки в міру росту тренуваності організму збільшується анаеробна працездатність. Найбільша анаеробна працездатність спостерігається у плавців-спринтерів, у них максимальний кисневий борг досягає 158 мл/кг. У плавців, які спеціалізуються в плаванні на 400 і 1500 м, анаеробна працездатність менша. Кисневий борг у середньому дорівнює 138 мл/кг, але в них значно вищі показники аеробної працездатності, порівнюючи з плавцями-спринтерами. У плавців-стаєрів *МСК* становить 72,6 мл/кг за 1 хв, тоді як у плавців-спринтерів лише 65,2 мл/кг за 1 хв. Найвищі показники *МСК* спостерігаються у майстрів спорту з плавання кролем (до 77 мл/кг за 1 хв.), найменші – у брасистів (до 69 мл/кг). Максимальний кисневий борг, навпаки, більший у брасистів (14,3 л/хв.) і менший у кролістів (11,5 л/хв.).

У юних плавців споживання кисню на дистанції може досягати 70 – 80% від рівня *МСК*. У підлітків 15 – 16 років, які більше року займаються плаванням, *МСК* становить 3,5 – 4,5 л/хв, а в юнаків 17 – 18 років – 4,5 – 5,5 л/хв.

У тренуваних плавців напруга вуглекислоти в альвеолярному повітрі навіть під час найінтенсивнішої роботи не змінюється, тоді як у початківців, особливо у дітей, вона різко наростає після подолання коротких відрізків дистанції, частіше в кінці заняття, коли організм втомлений [11].

Кровообіг. У плавців спостерігаються деякі особливості кровообігу у зв'язку з горизонтальним положенням тіла і дією водного середовища на організм під час плавання. За цих умов серце не переборює сили тяжіння, яка утруднює приплив крові до серця під час стояння і ходіння. Тиск води на шкіру і робота великих м'язів полегшують роботу серця, а глибокі дихальні рухи посилюють приплив крові до нього. Крім того, відсутність статичного напруження м'язів кінцівок і тулуба, ритмічне скорочення їх, а також правильний ритм дихання здійснюють сприятливий вплив на діяльність органів кровообігу. Однак, незважаючи на це, спортивне плавання ставить дуже великі вимоги до органів кровообігу. Частота серцевих скорочень на спринтерських дистанціях може досягати 200 уд./хв., а рівень максимального артеріального тиску може перевищувати 240 – 267 гПа (180 – 200 мм рт. ст.). На довгих дистанціях (400, 1500 м) показники частоти серцевих скорочень і артеріального тиску нижчі, але систолічний і хвилинний об'єми крові досягають значних величин. Хвилинний об'єм крові у тренуваних плавців на цих дистанціях може становити понад 30 л/хв. Таким чином, фізіологічні зрушення у плавців значною мірою визначаються довжиною дистанції запливу і ступенем тренуваності їх.

У стані спокою у тренуваних плавців частіше відмічається брадикардія – частота серцевих скорочень дорівнює 45 – 55 уд./хв. У них частіше, ніж у інших спортсменів, збільшуються розміри серця.

Виходячи з даних електрокардіографії, робота серця юних спортсменів під час напруженої роботи на дистанції проходять без відхилень від норми і в основному схожа з тими зрушеннями, які описані в літературі під час дослідження дорослих плавців.

Якщо людина заходить у прохолодну воду, то кровоносні судини звужуються, кров від шкіри поверхневих судин м'язів відпливає до внутрішніх органів і цим самим зменшує тепловіддачу. Тиск крові, частота серцевих скорочень і дихання при цьому підвищуються. Через деякий час, коли теплоутворення стане вищим за тепловіддачу, кровоносні судини шкіри розширюються (стадія активної гіперемії) і вищеназвані показники діяльності серцево-судинної і дихальної систем знижуються. Під час тривалого перебування у воді активна гіперемія змінюється на пасивну. Віддача тепла посилюється, розвивається животіння, судини починають звужуватись, з'являється «гусяча шкіра». У такому разі необхідно вийти з води і добре розігріти організм, інакше можуть виникнути переохолодження і простудні захворювання. Спортивне плавання тренує механізми перерозподілу крові в організмі.

Система крові. Зміни крові у плавців зводяться до значного збільшення еритроцитів і гемоглобіну, появи нейтрофільної фази лейкоцитозу і зниження резервної лужності крові. Після подолання 100 – 400 м вона знижується на 40 – 50%, а після подолання 800 – 1500 м – на 15 – 20%.

Виділення. У зв'язку з тим що потовиділення у воді відсутнє, продукти розпаду, які утворюються внаслідок подолання дистанції, виводяться із організму лише через нирки. Це значно посилює і утруднює їхню роботу. Концентрація молочної кислоти в сечі після запливу може перевищувати 600 мг%. Відомо, що зменшення кровопостачання нирок і наявність у сечі великої кількості молочної кислоти призводять до зміни проникності ниркового епітелію. З цієї причини в плавців після інтенсивної роботи нерідко виявляється в сечі білок (від 0,16 до 3 – 4%).

Накопичення в організмі плавців великої кількості продуктів розпаду призводить до глибокої втоми. Отже, спортивне плавання ставить дуже великі вимоги до функцій різних систем організму.

Пірнання дозволяє здійснювати роботу під водою і має прикладне значення. Під час пірнання людина зазнає великого впливу з боку води. Дихання значно утруднюється, наростає гіпоксемія порушується кровопостачання мозку, що може призвести до нестями. При добре розвиненому диханні і адаптації до умов гіпоксії, при значному запасі кисню в легенях людина може затримати дихання на кілька хвилин (до 6 хв). Після пірнання спостерігається значне прискорення пульсу, підвищення артеріального тиску, прискорення і поглиблення дихання.

Пірнання в дитячому віці не рекомендується, оскільки в дітей ще недостатньо розвинена адаптація організму до умов гіпоксії.

Під час стрибків у воду в корі великого мозку виробляється спеціальний руховий динамічний стереотип, завдяки чому вдосконалюється керування положенням тіла в просторі. Під час стрибків у воду добре тренуються вестибулярний апарат, системи кровообігу і дихання. Стрибки у воду виховують такі цінні вольові якості, як сміливість і рішучість.

Під час стрибків у воду інколи в зовнішній слуховий хід може потрапити холодна вода. Вона викликає сильне подразнення вестибулярного апарату, а це, у свою чергу, може призвести до тимчасової втрати орієнтації у воді, появи нудоти і блювання. Ось чому особам, які мають недостатньо стійкий вестибулярний апарат, під час стрибків у воду і плаванні в холодній воді слід закривати слуховий хід тампоном з вати або одягати на голову гумову шапочку.

Веслування. Залежно від типу човнів веслування буває академічне, народне і байдаркове. Усі види веслування являють собою динамічну циклічну роботу.

Робота весляра в основному виконується з субмаксимальною і великою інтенсивністю. Лише під час веслування на байдарках і каное (на дистанціях 10 тис. м) вона здійснюється з помірною інтенсивністю.

Нервова система і аналізатори. У веслярів добре розвинена нервова система. Процеси збудження і гальмування у них зрівноважені й відзначаються високою рухливістю. Умовно-рефлекторні зв'язки, які лежать в основі рухових навичок, формуються в складні динамічні стереотипи. Для формування їх велике значення мають імпульси, які поступають від вестибулярного, дотикового, зорового і слухового аналізаторів.

За допомогою слухового аналізатора весляр сприймає шум води і звуки, що виникають під час захвату води лопатою весла. Особливо у «двійках» і в більш крупних суднах велике значення має синхронність рухів гребців.

Зоровий аналізатор відіграє важливу роль під час веслування і з парними веслами для контролю за рухом їх у воді, а також для стеження за ходом човнів суперників. Систематичні тренування веслуванням розвивають периферійний зір, збільшують поле зору спортсменів. За допомогою дотикового аналізатора весляр визначає правильність опори на сидінні й утримання весел. Імпульси від рухового і тактильного аналізаторів свідчать про силу тиску весел на воду, про ступінь напруження м'язів, про амплітуду і швидкість рухів. Усі ці відчуття дозволяють йому відповідно розподіляти свої зусилля під час роботи на дистанції.

Під час веслування важливу роль відіграє нахил голови вперед і в сторони, оскільки це пов'язано зі зміною вестибулярних і тонічних рефлексів. Нахил голови вперед, який має місце в момент початку проводки весла, викликає зміну тонуусу згиначів і розгиначів м'язів ніг, що, у свою чергу, відбивається на стилі гребка. Нахили голови в сторону змінюють тонус м'язів, що відводять і приводять.

Руховий апарат. Під час веслування великі м'язові зусилля повинні поєднуватись із швидким проведенням весел у воді. Через це робота м'язів веслувальника за своїм характером є швидко-силовою. Скорочення однойменних м'язів правого і лівого боків тіла повинно бути чітко погодженим, чого не спостерігається в інших видах спорту. Наприклад, під час ходіння, бігу скорочення однойменних м'язів носить перехресний і почерговий характер.

Академічне веслування характеризується тим, що під час проведення лопати весла у воді максимально напружуються майже всі м'язи тіла, але основне навантаження приходить на м'язи спини і ніг. Ось чому у веслярів ці м'язи найкраще і розвинуті.

Веслування на байдарках більше розвиває м'язи рук і плечового поясу і меншою мірою м'язи спини. При цьому виді веслування м'язи нижніх кінцівок участі не беруть.

Для веслярів дуже важливо, щоб відразу після закінчення гребка м'язи повністю розслабилися. Це забезпечить кращий відпочинок їх і збільшить витривалість організму спортсменів під час тривалих заїздів. М'язи гребців повинні бути добре адаптовані до роботи як в аеробних, так і в анаеробних умовах.

Дихання. Залежно від інтенсивності роботи і виду човна частота дихання веслярів коливається в межах від 28 до 42 разів за 1 хв. Під час веслування спортсмен дихає в ритмі гребних рухів. Під час прискорень частота дихання наростає, на фоні основних дихальних рухів можуть з'явитися додаткові. Через це під час інтенсивної роботи весляра кожний руховий цикл можуть супроводжувати два дихальних. У зв'язку із специфікою роботи весляра спостерігається особливий характер дихальних рухів. Активна фаза роботи, тобто проводка весел у воді, відбувається під час затримки

дихання і натуження. Це сприяє зростанню сили м'язів і збільшенню потужності гребка. Вдих весляри роблять на початку проводки. Видих охоплює період від початку і до кінця виносу весел із води. Під час веслування на академічних човнах дихання гребця треба формувати. Це пов'язано з наявністю рухливого сидіння і тиском стегон на живіт в момент початку вдиху.

Оскільки спортивні результати у веслуванні значною мірою залежать від правильного дихання, то паралельно з вивченням техніки рухів необхідно навчати веслярів раціональному диханню.

Утруднення дихання під час веслування викликає значне навантаження на відповідні м'язові групи, в результаті чого спостерігається ріст функціональних можливостей дихального апарату. Ось чому у веслярів добре розвинені рухливість грудної клітки, глибина дихання і життєва ємність легень. Легенева вентиляція у високотренованих веслярів під час інтенсивної роботи може становити до 100 – 150 л/хв, хоча частота дихання при цьому і досягає максимальних величин, зареєстрованих у стаєрів.

У веслярів добре розвинені аеробна і анаеробна продуктивність. Споживання кисню під час тривалої і напруженої роботи в них може перевищувати 5,5 л/хв, але кисневий запит перевищує цю величину (внаслідок чого кисневий борг під час веслування на дистанції 1500 – 2000 м може досягати 20 – 30% по відношенню до запиту). Під час веслування на байдарках кисневий запит вище (на дистанції 1000 м в середньому дорівнює 18 л), ніж на каное (15 л). Величина кисневого боргу на цій дистанції відповідно дорівнює 5 та 5,3 л.

Витрати енергії. Значною мірою вони залежать від виду веслування. Енергетичні витрати найбільші під час академічного веслування (приблизно 42 кДж (10 ккал) за 1 год. на 1 кг маси тіла). Під час веслування на 1000 м на байдарках витрачається до 360 кДж (86 ккал), а на каное – 315 кДж (75 ккал).

Кровообіг. У стані спокою у гребців здебільшого спостерігається брадикардія, частота серцевих скорочень у більшості спортсменів не перевищує 50 уд./хв. Під час напруженої роботи вона може збільшуватись до 180 – 200 уд./хв. Під час академічного веслування напруження органів кровообігу значно вище, ніж під час веслування на байдарках і каное. Хвилинний об'єм крові у веслувальників під час інтенсивної і тривалої роботи нерідко перевищує 25 л. На фініші й відразу після роботи підвищується як максимальний, так і мінімальний артеріальний тиск.

У зв'язку з тим, що під час роботи спостерігається натуження, для багатьох веслярів характерна гіпертрофія міокарда обох шлуночків. Натуження утруднює плин венозної крові до серця і цим самим погіршує його роботу. Це потрібно враховувати під час занять веслувальним спортом у дитячому віці.

За низкою показників у стані спокою юнацький організм (13 – 17 років) досягає норм, характерних для дорослих людей. У юних веслярів збільшуються ефективність та економічність кисневих режимів, підвищуються утилізація кисню та здатність виконувати більший об'єм роботи за коротший відрізок часу, збільшуються кисневий запит на роботу та споживання кисню під час роботи. Під час фізичної роботи в юних веслярів стає більш економічним і кровообіг, збільшується ефективність транспортування кисню артеріальною кров'ю, краще використовується кисневий резерв венозної крові. Усе це дає можливість рекомендувати заняття веслуванням уже в юному віці.

Теплорегуляція і видільні функції. У веслярів тепловіддача відбувається здебільшого шляхом теплопроведення. З цієї причини діяльність нирок дещо знижується, а посилюється діяльність потових залоз.

Оскільки робота весляра проходить в анаеробних умовах, то в сечі накопичується

значна кількість молочної кислоти. Густина сечі підвищується, а рН зменшується і часто дорівнює 5,0 – 4,7. Ці факти свідчать про зменшення припливу крові до нирок. У результаті відносної нестачі в постачанні нирок киснем і тривалої дії на них молочної кислоти спостерігаються набухання епітелію і порушення функції клубочків і з цієї причини у багатьох гребців у сечі після напруженої тривалої роботи з'являється білок (до 9%).

Маса тіла. Втрата маси у веслярів після заїзду на 1500 – 2000 м досягає в середньому 200 – 300 г, а після 25 км – до 2 кг і більше.

Спортивні ігри. Цей вид спорту характеризується великою різноманітністю рухів, які відбуваються в умовах високого емоційного збудження нервової системи з відповідними вегетативними реакціями (виділення адреналіну, збільшення цукру в крові тощо).

Спортивні ігри розвивають низку фізичних і морально-вольових здібностей: швидкість, спритність, витривалість, силу, стійкість, сміливість тощо. Особливо важливе значення ігор полягає в розвитку швидкості орієнтування, реагування і пристосування до різних ситуацій, які зустрічаються під час гри.

Спортивні ігри, як і інші види єдиноборства, відносяться до фізичних вправ змінної інтенсивності зі швидким реагуванням на змінювану обстановку. Характеризуються вони нестандартними рухами. Усі спортивні ігри являють собою динамічну швидкісно-силову роботу змішаного типу. У них переважають ациклічні рухи. Велику роль у спортивних іграх відіграє точне виконання прицільних рухів.

Рівень функціональних зрушень в організмі спортсменів залежить від тривалості гри, її інтенсивності, розмірів майданчика, кількості гравців у команді та інших факторів. Причому чим більше в грі бігових навантажень, тим чіткіше виражені фізіологічні зрушення в організмі спортсмена. Навіть одна гра, залежно від складу гравців, викликає різні фізіологічні зрушення – у новачків вони будуть меншими, ніж у висококваліфікованих спортсменів. Найбільші фізіологічні зрушення спостерігаються під час гри у футбол, хокей і баскетбол.

Нервова система і руховий апарат. Для кожного виду спортивних ігор головною руховою здібністю є швидкість і точність умовно-рефлекторних реакцій. Вони викликаються різними подразниками, наприклад: положенням м'яча на майданчику чи футбольному полі, воротами, місцем, де в даний момент знаходиться супротивник або гравець по команді тощо. Усі вказані вище подразники потребують від гравця швидкої адекватної реакції. У міру тренування рухи гравця автоматизуються. Технічні прийоми в спортивних іграх різноманітні і в більшості випадків складні за координацією. Через це рухові навички у гравців теж різноманітні і складні. Складність їх зумовлена ще і тим, що гравець повинен вести м'яч, передавати його партнерам і виконувати інші ігрові прийоми в момент швидкого переміщення на майданчику чи полі. У процесі гри формується руховий динамічний стереотип, окремі ланцюги якого набувають здатності швидко перебудовуватись. Справа в тому, що в спортивних іграх, на відміну від інших видів спорту (наприклад, гімнастика, легка атлетика тощо), не всі рухи повинні бути доведені до автоматизму. Автоматизуються тільки окремі ігрові прийоми і компоненти складних дій (ведення і передача м'яча, кидки, удари по воротах тощо). Інші рухові дії гравців не повинні автоматизуватися. Під час гри часто стереотипна діяльність спортсменів повинна змінюватися відповідно до ігрової ситуації, а тому завчені і автоматизовані рухи в даному випадку будуть неефективними. Зміна стереотипної діяльності під час гри досягається екстраполяцією, яка здійснюється як свідомо, так і автоматично. При цьому у спортсменів утворюються нові тимчасові зв'язки, які і забезпечують нові рухові акти. Виходячи з цього, у гравців стереотипи рухів повинні

бути легко змінюваними. Це досягається високою рухливістю нервових процесів.

Дослідження свідчать про те, що в юних гравців дуже велика сила і рухливість нервових процесів. Заняття спортивними іграми вдосконалюють ці основні властивості нервової системи. У процесі тренування у гравців підвищується збудливість нервової системи. Про це свідчить вкорочення прихованого періоду умовно-рефлекторних рухових реакцій. При цьому більше вкорочується прихований період складних реакцій, які вимагають вибору правильної відповіді. Вкорочення загального прихованого періоду реакцій (на 5 – 20%) проходить за рахунок зменшення часу, який витрачається на вибір відповіді.

У зв'язку з швидкою зміною ігрової ситуації, а також великою швидкістю виконання вправ спортивні ігри ставлять дуже великі вимоги до центральної нервової системи і рухового апарату. Ось чому під впливом спортивної гри виникає швидко втома нервових центрів внаслідок розвитку в них позамежного гальмування.

Спортивні ігри ставлять великі вимоги і до рухового апарату. Вони розвивають «вибухову силу» м'язів, «стрибкову» витривалість, швидкість стартових прискорень та швидкісну витривалість.

Під впливом систематичних занять спортивними іграми поліпшується координація рухів. Про це свідчать зміни характеру електричної активності м'язів. Так, у високотренованих баскетболістів відносно невеликі за частотою і амплітудою біопотенціали рук і плечового пояса виникають лише під час виконання рухів (передача м'яча і кидки його в баскетбольний кошик). Біопотенціали з'являються до рухових дій гравця тільки під час виконання складних рухових актів і за наявності третього гравця. Що стосується новачків, то в них біопотенціали реєструються на електроміограмі задовго до одержання м'яча і навіть під час виконання обманних рухів партнера. Отже, біопотенціали малокваліфікованих спортсменів, на відміну від висококваліфікованих, не сконцентровані в часі. Пояснюється це недостатнім розвитком у перших диференціювального гальмування в корі великого мозку.

Найбільші фізіологічні зрушення з боку рухового апарату спостерігаються під час гри у футбол і хокей. Це зумовлено великими розмірами поля і тривалими пробіжками спортсменів з великою швидкістю. Протягом гри футболіст пробігає до 10 – 11 км. У хокеїстів, на відміну від інших гравців, динамічна швидкісно-силова робота чергується з великими статичними напруженнями. Це призводить до гіпертрофії м'язів і розвитку їхніх силових здібностей.

Спортивні ігри справляють позитивний вплив на розвиток показників, які пов'язані зі швидкістю і точністю рухів. Так, у 8-річних футболістів після шести місяців систематичних занять прихований період рухових реакцій на подразники знижується на 8%, а під час помилок – на 15%. Однак діти 8-ми років ще погано оволодівають вправами, де їм належить швидко і точно реагувати на змінювану ігрову обстановку.

Сенсорні системи. Усі спортивні ігри ставлять великі вимоги до функцій аналізаторів і в той же час сприяють розвитку і вдосконаленню їх [11].

У спортивних іграх велику роль відіграють зоровий, руховий, слуховий та вестибулярний аналізатори. У результаті сумісної роботи цих аналізаторів у спортсменів формується комплексне «почуття гри». Провідна роль при цьому належить зоровому аналізатору. В основному завдяки зоровим сприйняттям визначається вся поведінка гравця на полі та його рухові дії. Доведено, що у гравців добре розвинений як периферичний, так і центральний зір. Це сприяє кращому орієнтуванню гравців на полі чи спортивному майданчику. Характерним є те, що поле зору в спортсменів починає збільшуватись відразу ж після виходу їх на робоче місце, а ще більше – після проведення розминки.

Спортивні ігри сприяють розвитку просторового (глибинного) зору. У гравців він значно вищий, ніж у спортсменів іншої спеціалізації. Найвищого рівня цей показник досягає в тенісистів. У них просторове сприймання має дуже велике значення для досягнення результативності гри.

Спортивні ігри, як ніякий вид спорту, добре розвивають окоруховий апарат. Явище ортофорії (рівномірний розвиток м'язів ока) у гравців спостерігається частіше, ніж у тих, хто не займається спортивними іграми. Так, наприклад, ортофорія в баскетболістів була зареєстрована у 80% обстежених, тоді як у спортсменів іншої спеціалізації лише в 40%.

В ігровій ситуації велику роль відіграють руховий і вестибулярний аналізатори, від їхнього розвитку залежить точність виконуваних рухів гравців. Ці сенсорні системи інформують ЦНС про силу, амплітуду і напрямок рухів, а також про положення тіла і його окремих частин у просторі, про швидкість їх переміщення тощо. У випадку низької стійкості вестибулярного аналізатора порушується точність передач і кидків м'яча та ударів по ньому.

Кровообіг. Спортивні ігри проходять на фоні великого емоційного підйому, а тому супроводжуються збудженням симпатoadреналової системи. Усе це призводить до підвищення функції системи кровообігу. Залежно від тренуваності спортсменів, а також від інтенсивності гри, частота серцевих скорочень може досягати 200 уд./хв. У стані спокою у футболістів і баскетболістів нерідко спостерігається брадикардія. Частота серцевих скорочень у них дорівнює 48 – 54 уд./хв. У гравців розміри серця нерідко збільшені. Гіпертрофія лівого шлуночка у гравців спостерігається в 70% випадків, обох шлуночків – у 21% [13].

Об'єм серця у висококваліфікованих баскетболістів може досягати 1200 см³. Під час інтенсивної м'язової роботи в умовах лабораторії хвилинний об'єм крові в них становить 24 л/хв., а систолічний – 167 мл. У хокеїстів об'єм серця в середньому дорівнює 927 см³ (при індивідуальних коливаннях від 685 до 1080 см³). Дещо нижчі величини цих показників зареєстровано у волейболістів.

Величини максимального артеріального тиску після різних спортивних вправ можуть перевищувати вихідний рівень на 53 – 80 гПа (40 – 60 мм рт. ст.) і більше. Мінімальний артеріальний тиск при цьому у гравців здебільшого підвищується на 7 – 13 гПа (5 – 10 мм рт. ст.) [11].

Система крові. У гравців у крові підвищений вміст гемоглобіну. Міогенний лейкоцитоз у них проявляється у вигляді нейтрофільної фази. Через те що у гравців емоційний стан значно підвищений, у стані спокою відмічаються посилений розпад глікогену і дещо підвищена концентрація глюкози в крові (до 0,13 – 0,16%).

У юних волейболісток (11 – 14 років) каталазна активність вища, ніж у нетренованих спортсменок. Через 15 днів дворазових тренувань на день каталазна активність у юних волейболісток зросла майже в 2 рази. У багатьох гравців, особливо малокваліфікованих, може спостерігатися стан «мертвої точки», однак перебіг його не супроводжується значними змінами функцій організму, як це має місце під час легкоатлетичного бігу.

У зв'язку з паузами, що спостерігаються під час гри, може виключатися робота м'язового насоса і відбувається накопичення крові в нижніх кінцівках, що може призвести до розширення вен нижніх кінцівок і викликати гравітаційний шок. Тому, з метою профілактики, особливо в молодшому віці, рекомендується під час перерви між окремими навантаженнями не стояти на місці, а ходити, розслаблюючи при цьому мускулатуру.

Дихання. Найбільші зміни в роботі органів дихання спостерігаються в хокеїстів,

баскетболістів і футболістів. Наприклад, під час гри в баскетбол частота дихання може досягати 50 – 60 дихальних циклів за 1 хв. Причому частота дихання наростає значно швидше, ніж частота серцевих скорочень, що свідчить про більшу рухливість механізмів, які регулюють частоту дихання.

Життєва ємкість легень у висококваліфікованих гравців у стані спокою, як правило, перевищує 5л.

Тривалі й систематичні тренування гравців сприяють підвищенню анаеробних можливостей їхнього організму і, меншою мірою, аеробних. Тримісячне тренування баскетболістів викликало підвищення *МСК* на 10%, а максимального кисневого боргу на 20%. У добре тренованих гравців величина *МСК* у середньому становить 4,4 – 5,2 л/хв (55 – 65 мл/хв/кг).

Видільні процеси. У результаті значного потовиділення, яке має місце під час гри, у гравців зменшується діурез і збільшується густина сечі. У сечі гравців по закінченні гри підвищена концентрація молочної і сечової кислот, нерідко з'являється в ній білок (до 6%). Ці зміни з боку сечі найбільше виражені у футболістів.

Маса тіла. Залежно від метеорологічних умов й інтенсивності спортивної гри спортсмени можуть втрачати під час її виконання до 2 – 3 кг маси тіла. Найбільше витрачають маси тіла під час гри тенісисти (до 3 кг), найменше – волейболісти (до 1,5кг).

Важка атлетика. Важка атлетика відноситься до фізичних вправ динамічного характеру силового типу із стереотипною одноразовою нециклічною структурою рухів. Статичні зусилля тут мають місце лише під час утримання штанги на грудях і фіксації на витягнутих руках.

Рухи спортсмена під час підняття штанги розподіляються за формою на 2 види: поштовх і ривок. Характерною особливістю роботи важкоатлетів є те, що вони за короткий проміжок часу (12 – 15 с) повинні розвивати граничні для них м'язові зусилля. Найбільшу масу штангісти піднімають під час поштовху.

Одноразове підняття штанги не викликає в організмі значних функціональних зрушень, але сумарний обсяг роботи штангістів під час тренувальних занять чи змагань дуже великий, а тому й функціональні зрушення в організмі теж будуть значними. Відрізняються вони низкою специфічних особливостей.

Нервова система і аналізатори. У висококваліфікованих важкоатлетів підвищення м'язової сили, передусім досягається за рахунок удосконалення координованої діяльності нервових центрів. Умовно-рефлекторним шляхом встановлюються оптимальні співвідношення між центрами м'язів-антагоністів, які забезпечують прояв найбільшої м'язової сили. Крім того, включення в роботу максимальної кількості функціональних рухових одиниць, а також синхронізована діяльність їх сприяють максимальному скороченню м'язів.

Висока координованість у діяльності нервових центрів зумовлена постійним надходженням нервових імпульсів від пропріорецепторів м'язів, зв'язок і сухожилок. У висококваліфікованих важкоатлетів частота й амплітуда біопотенціалів у процесі розвитку одного і того ж м'язового зусилля менші, ніж у некваліфікованих спортсменів.

Систематичні заняття важкою атлетикою сприяють розвитку рухового аналізатора. У тренованих важкоатлетів пропріорецептивна чутливість підвищена. У них, унаслідок удосконалення регуляторних функцій центральної нервової системи, суттєво змінюється і робота вестибулярного аналізатора. Нервові імпульси, які поступають від вестибулярного апарату, забезпечують збереження рівноваги тіла під час підняття і утримання штанги.

Руховий апарат. Заняття важкою атлетикою розвивають головним чином м'язову силу, швидкість силових рухів і витривалість до виконання силових навантажень. У штангістів добре розвинені м'язи тулуба, верхніх і нижніх кінцівок. Сила м'язів під впливом багаторічних тренувань може збільшуватись на 40 – 60% по відношенню до вихідної величини. Розвиток сили м'язів у початківців проходить значно швидше, ніж у кваліфікованих спортсменів.

Збільшення сили м'язів зумовлено також морфологічними змінами. У м'язах важкоатлетів підвищена кількість глікогену, фосфату, фосфоліпідів та інших речовин.

М'язи штангістів мають вищу збудливість і лабільність, ніж м'язи осіб, що не займаються спортом. У штангістів у стані спокою і під час довільного напруження твердість м'язів вища, ніж у спортсменів іншої спеціалізації. Здатність м'язів до довільного розслаблення у штангістів, навпаки, понижена.

Завдяки значній гіпертрофії скелетних м'язів маса тіла штангістів може перевищувати нормальну масу на 15 – 30 кг. У зв'язку з цим густина тіла тренуваних штангістів збільшена, причому з підвищенням вагової категорії вона знижується [35].

Витрати, енергії. У стані основного обміну енерговитрати штангістів становлять 86 – 96% стандартних величин, що свідчить про економічність окислювальних процесів їх. Що стосується витрат енергії під час підняття штанги, то за цією ознакою штангісти займають одне з перших місць. Наприклад, під час підняття штанги поштовхом масою 240 кг на висоту 2 м за 2 с організм висококваліфікованих важкоатлетів витрачає в середньому 24 кДж (5,7 ккал). Ця робота відбувається виключно в анаеробних умовах за рахунок алактатних енергетичних процесів. Оскільки за цих умов використання 1 л кисню пов'язано з вивільненням 2 кДж (5 ккал), то загальний кисневий запит на підняття штанги масою 240 кг цим способом становить 2 л. Це дуже значна величина для штангістів, оскільки в них *МСК* не перевищує 4 л за 1 хв., а за 2 с – 0,13 л. Через те, що під час підняття штанги споживання кисню практично не відбувається, то весь кисневий запит виражається величиною кисневого боргу, який повністю ліквідується після закінчення роботи.

Сумарні енергетичні витрати штангістів під час заняття теж досить великі, вони становлять близько 2000 – 2100 кДж (478 – 501 ккал) за 1 год.

Дихання. Підняття штанги проходить під час затримки дихання на акті вдиху. Це призводить до розвитку натуження, яке, як відомо, сприяє збільшенню сили скорочення м'язів унаслідок протікання пульсомускулярного рефлексу.

Затримка дихання під час підняття штанги супроводжується наступним підвищенням легеневої вентиляції відразу після її опускання (феномен статичних зусиль), величини якої у кваліфікованих штангістів можуть досягати 25 – 30 л, тоді як легенева вентиляція і споживання кисню під час підняття штанги невеликі. Вони залежать від маси, способу підняття штанги, кваліфікації, ступеня тренуваності спортсмена.

Кровообіг. Частота серцевих скорочень у штангістів у стані спокою нічим не відрізняється від стандартних величин і коливається в межах від 60 до 70 уд./хв. Лише в окремих випадках у штангістів спостерігається брадикардія. Під час підняття штанги частота серцевих скорочень може досягати 120 – 160 уд./хв., однак, найбільша вона на перших секундах після закінчення роботи. Починаючи з 10 – 11 с відновного періоду, частота серцевих скорочень швидко зменшується. Після повторних підйомів штанги частота серцевих скорочень підвищується, але значною мірою вона зумовлена тривалістю перерв між підходами: чим більша тривалість перерв між підніманням штанги, тим менша частота серцевих скорочень. Зміни артеріального тиску під час підняття штанги зумовлюються тими ж факторами, що і зміна пульсу, тобто величиною

і тривалістю навантаження. Максимальний артеріальний тиск у штангістів може підвищуватись на 7 – 13 гПа (5,25 – 9,75 мм рт. ст.). Найбільші функціональні зрушення в їхній серцево-судинній системі спостерігаються під час повторної роботи зі штангою, маса якої близька до максимальної для даного спортсмена. У цих випадках частота серцевих скорочень може досягати 190 уд./хв. і більше.

Під час одноразового підняття штанги систолічний об'єм крові підвищується в середньому до 90 мл, а під час багаторазового – до 130 мл, хвилинний об'єм крові відповідно становить 7,4 і 16 л.

Під час систематичних занять важкою атлетикою серцево-судинна система адаптується до напруження. У зв'язку з цим у кваліфікованих важкоатлетів воно не викликає такого різкого перерозподілу крові в артеріях і венах, а також перевантаження роботи серця, як у нетренованих людей. У момент напруження в тренованих спортсменів-важкоатлетів діяльність серця посилюється, відкриваються додаткові анастомози між малим і великим колами кровообігу, що й забезпечує не тільки збереження артеріального тиску, але і його підвищення. Напруження сприяє гіпертрофії серцевого м'яза. Ось чому у штангістів розміри серця, як правило, збільшені.

Система крові. Зміни морфологічного і функціонального складу крові під час піднімання штанги незначні, що, мабуть, зумовлено короткочасністю м'язового напруження. Під час посилених тренувань і змагань у штангістів нерідко спостерігається збільшення лейкоцитів (нейтрофільна фаза міогенного лейкоцитозу) і незначне підвищення в крові молочної кислоти.

Видільні процеси. Силова робота призводить до посиленого розпаду в організмі вуглеводів, фосфатидів і білків. У зв'язку з цим у сечі важкоатлетів після підняття штанги збільшується концентрація молочної та фосфорної кислот. Крім того, за цих умов роботи посилюється діурез, збільшуються густина сечі і вміст у ній фосфору і натрію хлориду [11].

Бокс. Цей вид спорту відноситься до ситуаційних нестандартних рухів. Для боксу, як і для всіх видів єдиноборства, характерна постійна зміна ситуації. У зв'язку з цим спортсмен повинен виконувати нападницькі або оборонні дії весь час за новими програмами.

Штучне зниження маси тіла. Для боксу, боротьби та важкої атлетики характерним є те, що вони проводяться з урахуванням вагових категорій. У зв'язку з цим спортсмени цієї спеціалізації повинні систематично слідкувати за своєю масою і в разі потреби вживати заходів до зниження її.

Для орієнтовного визначення так званої «нормальної» маси тіла можна користуватися формулами Брока (маса тіла в кілограмах дорівнює зросту в сантиметрах мінус 100).

З метою штучного зниження маси тіла в спортивній практиці застосовують цілу низку засобів, а саме: обмеження в їжі та воді, застосування спеціальних дієт, використання лазні, світло теплових ванн тощо.

За кілька днів до змагань у денному харчовому раціоні спортсменів слід обмежити до 300 г вуглеводи (цукор, круп'яні вироби, печиво тощо), сіль і воду. Це сприятиме зниженню маси тіла на 2 – 3 кг протягом двох-трьох діб.

Більш швидкому і значному зниженню маси тіла сприяє використання парної лазні. Але слід пам'ятати, що позитивний ефект на організм справляють лише короточасні (10 – 15 хв.) сеанси, тоді як тривалі (25 – 30 хв) при температурі 55 – 60 °С викликають погіршення самопочуття, загальну кволість, порушення сну, роздратованість, підвищення артеріального тиску і прискорення пульсу, головний біль тощо.

Легше переносяться організмом сухоповітряні лазні (сауна). Перебування людини в сауні протягом 10 хв. призводить до зниження маси її тіла на 780 г і більше.

Користуватися лазнями з метою зниження маси тіла дозволяється тільки в дні, вільні від тренувань, не частіше 1 – 2 рази на тиждень, не довше 10 – 15 хв. Знижувати масу більше як на 2% (3 – 4 кг) від загальної маси тіла не рекомендується. Порівнюючи з лазнею, більш раціональним способом зниження маси тіла є природне потіння під час тренувальних занять. Для цього рекомендується проводити інтенсивну м'язову роботу (наприклад, біг) у теплому одязі. Але зниження маси тіла цим способом теж не рекомендується проводити безпосередньо перед змаганням.

Для одержання на змаганнях в єдиноборствах високих результатів необхідно довести масу тіла до оптимальної ще в передзмагальному періоді. В основному періоді її потрібно тільки підтримувати на одному рівні шляхом дозування фізичних вправ, а в разі потреби – обмеження в їжі та воді.

Нервова система і руховий апарат. Рухова діяльність боксерів являє собою швидко-силову динамічну роботу змінної інтенсивності. Структура і характер рухів їх під час поєдинку залежать від дій суперника. Рухові навички боксерів складні і найрізноманітніші. Рухи під час поєдинку виконуються швидко, з великою амплітудою і силою. Це вимагає високої рухливості й великої сили нервових процесів. У боксі значне місце посідає екстраполяція під час програмування адекватних рухів.

Під впливом систематичних занять боксом у скелетних м'язах з'являються як морфологічні, так і функціональні зміни, які сприяють розвитку їхньої сили і швидкості скорочення. Крім того, тривалі заняття боксом розвивають спеціальну витривалість і спритність.

Під час бою у спортсменів часто трапляється нокаут. Характеризується цей стан раптовою втратою орієнтації, яка супроводжується різким зблідненням шкіри обличчя, шумом і дзвоном у вухах, запамороченням і нерідко тимчасовою втратою свідомості. Нокаут може виникати під час ударів у скроневу зону, нижню щелепу, бокову поверхню шиї, область сонячного сплетення, праве і ліве підребер'я. Нокаут, який виникає під час удару в скроневу зону, є наслідком сильного механічного подразнення великого мозку, а в нижню щелепу – струсу вестибулярного апарату. Причиною нокауту від удару в сонячне сплетення є сильне механічне подразнення чутливих нервів органів черевної порожнини, якими нервові імпульси потрапляють у довгастий мозок, де знаходяться центри парасимпатичного регулювання вегетативних органів, в тому числі і діяльності серця. Від цього центру блукаючим нервом імпульси йдуть до серця, і під впливом їх серце сповільнює свій ритм, а нерідко і повністю зупиняється на короткий час. Нокаут під час ударів у бокову поверхню шиї та в праве й ліве підребер'я є результатом рефлекторної зміни функціонального стану нервової системи під впливом механічного подразнення (у першому випадку каротидного синуса, а в другому – внутрішніх органів черевної порожнини (печінка, селезінка)).

Аналізатори. У боксерів добре розвинена пропріорецептивна чутливість, а також дуже висока стійкість вестибулярного апарату, що дозволяє їм зберігати рівновагу і точність рухів під час ведення бою. Під час проведення поєдинку дуже важлива інформація поступає в нервові центри від рецепторів сітківки ока. У боксерів добре розвинений як центральний, так і периферійний зір. Больова і тактильна чутливість тих місць шкіри, в які систематично наносять удари, у них значно понижена, але після припинення тренування вона відновлюється.

Витрати енергії. Залежно від інтенсивності і тривалості бою, енерговитрати боксерів коливаються в значних межах. В окремих випадках вони становлять 63 – 84 кДж (15 – 20 ккал) за 1 хв. Сумарні витрати енергії за три раунди становлять 840 – 1260

кДж (200,6 – 301 ккал).

Дихання. Бокс ставить великі вимоги до органів дихання. У зв'язку з цим у боксерів добре розвинені дихальні м'язи. Життєва ємкість легень у них у середньому становить 4500 л, легенева вентиляція під час поєдинку може досягати 100 л і більше, поглинання кисню при цьому здебільшого дорівнює величині *МСК* – 4,1 л/хв (або 60 мл/хв/кг). Тільки у тренуваних боксерів *МСК* може дорівнювати 6,5 л/хв.

Дихання боксерів-початківців неглибоке і неритмічне, тоді як кваліфіковані спортсмени протягом усіх раундів зберігають ритмічне глибоке дихання. Але і в них кисневий запит повністю не задовольняється в період поєдинку, а тому в їхньому організмі накопичується значний кисневий борг.

Кровообіг. У стані спокою у боксерів частіше спостерігається нечітко виражена брадикардія, а під час проведення бою частота серцевих скорочень може досягти 180 – 200 уд./хв і, у першу чергу, це стосується поєдинків під час змагань. На звичайних тренувальних заняттях рівень функціональних зрушень в організмі боксерів, у тому числі й частота серцевих скорочень, буде нижчий. Об'єм серця у боксерів у середньому дорівнює 948 см³ (хоч індивідуальні коливання цього показника у них можуть бути в межах від 615 до 1440 см³).

Кров. Велике емоційне збудження боксерів, яке має місце під час змагань на рингу, приводить до значних морфологічних змін у складі крові. Уже навіть перед поєдинком у крові боксерів підвищується концентрація глюкози (до 0,16 – 0,19% і більше). За 6 – 12 год. перед змаганнями знижується кількість ацидофілоцитів, а під час змагань кількість їх ще більше знижується. Однак у міру напруження функцій організму кількість інших форм лейкоцитів підвищується. На початку поєдинку з'являється лімфоцитарна фаза міогенного лейкоцитозу, а пізніше – нейтрофільна. У крові відмічається підвищення концентрації молочної кислоти, глюкози і кальцію із зменшенням резервної лужності.

Видільні процеси. Дослідження сечі боксерів показали, що після трьох раундів нерідко сеча стає каламутною, підвищуються її густина і кількість хлоридів. Нерідко в ній спостерігається білок. Після дуже напружених поєдинків у сечі боксерів може з'являтися жир.

Туризм. Одним із найпоширеніших видів фізичної культури є туризм. Туризм – це подорожі, в яких поєднується відпочинок з вивченням певних районів своєї країни або інших країн.

Туризм є могутнім засобом зміцнення здоров'я, підвищення культурного рівня людей різного віку.

Особливо великого розмаху в нашій країні набув туризм серед учнівської молоді. Ознайомлення з природою, з досягненнями промисловості та сільського господарства, пам'ятками старовини допомагає учням краще пізнати свій рідний край, розвиває почуття патріотизму, а оскільки туризм здійснюється групами, то також розвиває почуття дружби і колективізму.

Туризм буває кількох видів: пішохідний, велосипедний, автомобільний, лижний, водний, гірський тощо. Як правило, туристичні походи мають комбінований характер. Використовуються при цьому різні види транспорту з включенням пішохідних маршрутів. Останнім часом у нашій країні набув широкого розмаху туризм з використанням залізничного транспорту. Для учнів у період зимових і літніх канікул організовується ціла низка цікавих маршрутів по місцях бойової слави і визначних місцях нашої країни, багатих своїми революційними і трудовими традиціями і пам'ятниками старовини. Туризм допомагає учням закріпити набуті в школі знання,

сприяє зміцненню зв'язків школи з життям.

Вплив фізичного навантаження на організм людини під час туристичного походу залежить, перш за все, від характеру маршруту. Так, наприклад, під час автомобільних, залізничних та інших механізованих способах пересування інтенсивність м'язової роботи незначна, тоді як під час пересування на велосипедах, човнах, лижах, а також під час пішохідних маршрутів, особливо в гірській місцевості, інтенсивність фізичної роботи досягає значних величин, при цьому сумарні енергетичні витрати людини можуть становити понад 16 800 кДж (413 ккал) на добу. У табл. 8.4. наводяться дані про енергетичні витрати залежно від виду туристичного походу.

Туризм сприяє загартуванню організму, розвитку багатьох практично важливих здібностей рухової діяльності, і особливо витривалості. Систематичні і тривалі заняття туризмом зміцнюють нервову систему, сприяють закріпленню і вдосконаленню старих і формуванню нових рухових навичок. Крім того туризм сприятливо діє на м'язову систему, кровообіг, дихання, терморегуляцію і видільні процеси. Установлено, що у студентів, які понад 4 – 5 років займалися туризмом, під час походу частота дихання була на 4 – 6% нижча, ніж у тих, хто туризмом не займався. Хвилинний об'єм та максимальна вентиляція легень у перших по відношенню до других були вищими на 8 – 12%.

Таблиця 8.4 – Витрати енергії під час походів різного виду

Вид туристичного походу	Витрати енергії, кДж/кг/год. (ккал/кг/год.)
Пішохідний туризм по рівній місцевості	12,6 – 25,2 (3 – 6)
Пішохідний туризм по гірській місцевості	42 – 63 (10 – 15)
Велосипедний і веслувальний туризм	12,6 – 42 (3 – 10)
Лижний туризм	21 – 63 (5 – 15)

Дослідження швидкісно-силової реакції дихальних м'язів в учнів показали, що під кінець багатоденного туристичного велосипедного походу вона значно зросла. Об'єм видихуваного повітря за 1 с (за пневмотахометром) у дівчаток збільшився на 9%, а у хлопчиків – на 14%; об'єм видихуваного повітря при цьому в дівчаток виявився підвищеним на 10,4%, а у хлопчиків – на 14,3%. Пішохідний похід дав аналогічні результати, але із більш значними величинами швидкісно-силової реакції дихальних м'язів.

Гірський туризм має свої специфічні особливості, зумовлені особливостями гірського клімату. Висоти 750 – 1000 м прийнято вважати низькогір'ям, від 1000 до 2500 – середньогір'ям, а вище 2500 – високогір'ям. Численними дослідженнями доведено, що низькогір'я суттєво не впливає на організм людини.

Особливостями гірського клімату є: низька температура, посилена сонячна радіація, висока іонізація і різкі зміни вологості, сильний вітер. Майже усі ці особливості гірського клімату пов'язані з низьким парціальним тиском кисню і розрідженістю повітря в горах.

Явище гіпоксії (зниження напруги кисню в повітрі), яке має місце в умовах високогір'я, викликає появу гіпоксемії – зниження насичення крові киснем (табл. 8.5). У результаті зменшення напруги кисню в крові зменшується градієнт тиску крові між кров'ю капілярів і тканин, а це значно погіршує перехід його в тканини і знижує інтенсивність окислювальних процесів.

Під час значної гіпоксії у не акліматизованих до неї людей розвивається так звана

гірська хвороба. Ознаками її є: у центральній нервовій системі посилюються збудливі і послаблюються гальмівні процеси, порушуються координація рухів, сон і самопочуття, псується настрій, з'являється кволість. Порушення діяльності дихальної і серцево-судинної систем виявляється в появі задухи, стискання в грудях, запаморочення, носових кровотеч, шуму у вухах, ціанозу і зблідненні слизових покривів. Під час протікання «гірської хвороби» спостерігається зниження гостроти зору, послаблення акомодатії, порушення сприйняття кольорів, значно погіршується нюх і смак, різко падає дотикова чутливість і підвищується більова. Прояв усіх цих ознак залежить від тренуваності, індивідуальних особливостей, швидкості піднімання вгору і від ступеня адаптації людини до гірського клімату. Явище «гірської хвороби» у людей, неадаптованих до гірського клімату, уже може проявлятися на висоті 2500 – 3000 м над рівнем моря. Але через деякий час організм пристосовується до умов гіпоксії і в ньому відбувається ціла низка компенсаторних реакцій.

Таблиця 8.5 – Загальний барометричний тиск, напруга O_2 в альвеолярному повітрі і артеріальній крові та відсоток HbO_2 в артеріальній крові

Показники	Висота, м				
	100	2000	4300	7000	9000
Барометричний тиск, гПа (мм рт. ст.)	999 (749)	799 (599)	599 (449)	400 (300)	300 (225)
Альвеолярний pO_2 , гПа (мм рт. ст.)	137 (102,7)	101 (75,7)	72 (54)	40 (30)	35 (26,3)
Артеріальний pO_2 , гПа (мм рт. ст.)	126 (94,5)	93 (69,8)	67 (56,2)	37 (27,8)	32 (24)
HbO_2 в артеріальній крові, %	96	94	87	60	50

Пристосування до високогірного клімату одержало назву акліматизації. Акліматизація до гірського клімату – це, перш за все, адаптація людського організму до нестачі кисню в повітрі. Досягається вона, в основному, за рахунок двох механізмів – підвищення доставки кисню тканинам і пристосування всіх клітин організму до роботи зі зниженим вмістом кисню в крові.

Адаптація організму має місце як до середньогір'я, так і до високогір'я, але у високогір'ї більш складні умови для життєдіяльності, ніж у середньогір'ї, а тому процес адаптації тут буде більш складним і тривалим. В умовах спокою організм людини адаптується відносно легше, ніж під час виконання фізичної роботи, і, у першу чергу, це стосується середньогір'я.

Адаптація до пониженого атмосферного тиску характеризується підвищенням кількості еритроцитів, гемоглобіну і кисневої ємності крові. В умовах високогір'я кількість еритроцитів може зростати до 7 – 8 млн. на 1 мм^3 , а киснева ємність крові з 19 – 20 до 23 – 25 об.%. У м'язах збільшується кількість гемоглобіну, у тканинах – капілярів, підвищується активність окислювально-відновних процесів і резистентність (стійкість) тканин до різних несприятливих факторів.

Під час тривалої акліматизації до високогір'я (3 тис. м) у місцевих жителів спостерігається більш повільний пульс і дихання, вищі об'ємні показники серця і легень, ніж у жителів рівнини, що сприяє кращому постачанню кров'ю всіх органів. У них збільшується залишковий об'єм повітря, що знижує напругу кисню в альвеолах. У жителів високогір'я значно вищі показники поглинання тканинами кисню, дещо

вищий рівень середнього артеріального тиску при зниженому периферійному опорі артеріальних судин, у них вищі показники фізичної працездатності ($11,8 \times 10^3$ Нм/хв проти $9,8 \times 10^3$ Нм/хв у жителів рівнини). Однакову роботу жителі високогір'я виконують із меншим напруженням серцево-судинної і дихальної систем і зменшеним споживанням кисню, ніж жителі низькогір'я. Тривале перебування людей в умовах високогір'я (до 2-х місяців) викликає у них різке зниження властивості крові зсідатися.

Останнім часом доведено, що в перші дні перебування людей в умовах високогір'я відбувається тимчасове пригнічення синтезу нуклеїнових кислот і білків, що дозволяє звільнювати додаткову кількість АТФ для підтримання функцій клітин в умовах гіпоксемії. У міру акліматизації до гірського клімату спостерігається активізація синтезу білків і нуклеїнових кислот в управляючих системах (наприклад, у головному мозку), і в деяких виконуючих органах (серце, скелетні м'язи тощо).

Акліматизація до зниженого барометричного тиску триває довго (кілька місяців, а то і роки), але особливо вона різко виражена в перші 10 – 15 днів під час перебування на високогірній місцевості. Характерно, що особи, які займаються фізичною культурою в період акліматизації, швидше звикають до нестачі кисню в повітрі і відзначаються високою працездатністю в порівнянні з тими, які не займаються нею, а акліматизуються пасивно. Фізіологічні зрушення в людей, що систематично займаються фізичними вправами, свідчать про те, що в них виробляється висока стійкість організму до гіпоксемії. Уважається, що найбільш ефективними в цьому відношенні є ті види спорту, які справляють тривалий та інтенсивний вплив на організм.

В умовах гіпоксії відбувається також і тканинна акліматизація, яка характеризується підвищенням ефективності дії окислювально-відновлювальних ферментів. Тканинна акліматизація сприяє покращенню утилізації кисню тканинами із крові, посиленню аеробних процесів і підвищенню резистентності (опірності) тканин до несприятливих умов зовнішнього середовища. Завдяки всім механізмам акліматизації підвищуються функціональні можливості організму, ефективність і економічність кисневих режимів і біоенергетика м'язової діяльності, поліпшується здатність організму переносити кисневий борг і працювати в несприятливих умовах. Спортсмени за цих умов показують значно кращі результати в обраному виді спорту. Ось чому заняття гірським туризмом слід широко рекомендувати серед населення і спортсменів, у тому числі і серед учнів.

Контрольні питання до восьмого розділу

1. Чим відрізняється звичайна ходьба від спортивної?
2. Які особливості реакції організму бігунів на подолання різних дистанцій?
3. Які рухові якості розвивають спортивні стрибки?
4. Які особливості організму спортсменів, що займаються легкоатлетичними метаннями?
5. Як впливають заняття гімнастичними вправами на організм людини?
6. Які особливості мають заняття лижним спортом?
7. Охарактеризуйте біомеханічні і фізіологічні особливості занять велосипедним спортом?
8. Які рухові здібності розвивають заняття веслуванням?
9. Охарактеризуйте вплив занять спортивними іграми на функціональні системи організму спортсмена.
10. Які функціональні зміни відбуваються в організмі спортсменів, що займаються важкою атлетикою?
11. Охарактеризуйте види туризму та їхній вплив на функції організму людини.

ПІСЛЯМОВА

Знання основ фізичного виховання та спорту є важливим складником підготовки здобувачів вищої освіти спеціальності Середня освіта (Фізична культура). Ця дисципліна є основою цілої низки практичних дисциплін (біохімії, біомеханіки, фізичної реабілітації, фізіології спорту, гігієни тощо). Без розуміння фізіологічних закономірностей адаптації функціональних систем до м'язової діяльності не можна ефективно виконувати фізичні навантаження, як засіб оздоровлення людини. Усвідомлення фізіологічних механізмів регулювання різних функцій організму має вагоме значення в розумінні змісту відновлювальних процесів після фізичних навантажень, які лежать в основі довгострокової адаптації організму, та підвищення його функціональних можливостей. Розуміння основних фізіологічних механізмів, які забезпечують існування цілісного організму і його взаємодію з навколишнім середовищем, дозволяє виявити і дослідити його вплив на організм.

Потреби теорії і практики фізичного виховання вимагають від фізіологічної науки розкриття особливостей функціонування організму людини з урахуванням віку, статі, рівня фізичної підготовленості і закономірностей її адаптації до м'язової діяльності. Науковий принцип виховання дітей і підлітків базується на фізіологічних закономірностях розвитку людини на різних етапах онтогенезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем : монография. Москва : Медицина, 1975. 448 с.
2. Арефьев В. Г. Основы теории та методики фізичного виховання: підручник. Кам'янець – Подільський : ПП Буйницький О. А., 2016. 368 с.
3. Бергтраум Д. І., Вовканич Л. С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту. Частина 2. «Фізіологія рухової активності» : навч. посіб. для перепідготовки спеціалістів освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр" : Львів : ЛДУФК, 2013. 195 с.
4. Бернштейн Н. А. Физиология движения и активности : монография / под. ред. О. Г. Газенко. Москва : Наука, 1990. 496 с.
5. Вікова анатомія та фізіологія людини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. до курсу "Вікова анатомія та фізіологія людини" / Т. Є. Комісова та ін. Харків : ХНПУ, 2021. 111 с.
6. Дубровский В. И. Спортивная физиология : учебник. Москва : ВЛАДОС, 2005. 462 с.
7. Іваськов Б. К. Фізіологія спорту : навч. посібник. Кременець : КОГПІ, 2008. 192 с.
8. Комісова Т.Є., Коваленко Л. П., Мамотенко А.В., Гогіна Т.І., Коваленко В.М., Комісов М.Р. Вплив занять вільною боротьбою на компонентний склад тіла дітей. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2020. Т. 5, № 3 (25). С. 456–464.
9. Кучеров І. С., Шабатура М. Н., Давиденко І. М. Фізіологія людини : навч. посібник. Київ : Вища школа, 1981. 406 с.
10. Мищенко В. С., Лышко Е. Н., Виноградов В. Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировки в спорте : монография. Киев : Науковий світ, 2007. 351 с.
11. Могендович М. Р. Кинезофилия и моторно-висцеральная координация. *ЛФК и массаж*, 2008. № 11. С. 49 – 57.
12. Осипенко Г. А. Основы біохімії м'язової діяльності : навч. посібник. Київ : НУФВСУ Олімпійська література, 2007. 200 с.
13. Платонов В. Н. Адаптация в спорте : Монография. Киев : Здоровье, 1988. 216 с.
14. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и её практическое применение. Киев : Олимпийская литература, 2013. 624 с.
15. Ровная О. А. Спортивная физиология: учеб. пособие. Харьков : ХГАФК, 2015. 132 с.
16. Ровний А. С., Ровний В. А., Ровна О. О. Фізіологія рухової активності : підручник. Харків : ХаДІФК, 2014. 344 с.
17. Ровний А. С. Сенсорні механізми управління точнісними рухами людини. : монографія. Харків : ХаДІФК, 2001. 220 с.
18. Ровний А. С., Язловецький В. С. Фізіологія спорту : навч. посіб. 3-тє вид. Кіровоград : Поліграфічне підприємство «Ексклюзив-Систем», 2011. 236 с.
19. Ровный В. А., Ровная О. А. Курс лекций по предмету «Физиологические основы физической культуры и спорта» : учеб. пособие. Харьков : ХГАФК, 2007. 91 с.
20. Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей : учеб. пособие. Донецк : ДонНУ, 2005. 209 с.
21. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме : пер. с англ. Москва. : Медгиз, 1960. 254 с.
22. Сергієнко Л. П. Технології наукових досліджень у фізичній культурі. Книга

перша : навчальна книга. Тернопіль : Богдан, 2014. 496 с.

23. Сергієнко, Л. П., Чекмарьова Н. Г., Хаджинов В. А. Психомоторика: контроль та оцінка розвитку : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів фізичного виховання і спорту. Харків : Освіта-Виховання-Спорт, 2012. 272 с.

24. Сергієнко Л. П. Спортивний відбір : теорія та практика. : підручник в 2 т. / редкол. : Л. В. Волков та ін. Тернопіль : Богдан, 2010. Т. 2. 784 с.

25. Слюсарев В. Ф., Комісова Т. Є., Алексєєв В. В. Вплив систематичних тренувань на міжсенсорні відношення і вестибуло-вегетативну стійкість. Біологія і валеологія : зб. наук. праць, Харків : ХДПУ, 2001. Вип. № 4. С. 237 – 243.

26. Слюсарев В. Ф., Комісова Т.Є., Мамотенко А.В., Коваленко Л.П. Функціональні можливості здобувачів вищої освіти з різним рівнем та характером рухової активності. *Медико-біологічні проблеми фізичного виховання різних груп населення, ерготерапії, інклюзивної та спеціальної освіти* : матеріали V Всеукр. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 3 груд. 2019 р. Луцьк : ЛПроЛ, 2019. С. 63–64.

27. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учебник. изд. 7-е, испр. и доп. Москва : Спорт, 2017. 624 с.

28. Спортивна медицина : підручник / за заг. ред. В. М. Сокура. Донецьк : Каштан, 2013. 427 с.

29. Фарфель В. С. Физиология спорта : очерки. Москва : Физкультура и спорт. 1960. 384 с.

30. Філімонов В. І. Фізіологія людини : підручник. Київ : «Медицина», 2015. 488 с.

31. Фізіологія вищої нервової діяльності (ВНД) : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. до лаб. занять з курсу «Фізіологія ВНД» / І. А. Іонов та ін. Харків : ХНПУ, 2017. – 143 с.

32. Чижик В. В., Запорожець О. П. Спортивна морфологія : навч. посіб. Луцьк : ПВД «Твердиня», 2009. 208 с.

33. Чижик В. В. Спортивна фізіологія : навч. посіб. Луцьк : ПВД «Твердиня», 2011. 256 с.

34. Язловецький В. С. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту : навч. посіб. Кіровоград : «Ексклюзив-Систем», 2011. 236 с.

35. Яремко Є.О. Фізіологія спорту та фізичних вправ : навч. посіб. – Львів: ЛП, 2010. 180 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Комісова Тетяна Євгенівна

**ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФІЗИЧНОГО
ВИХОВАННЯ ТА СПОРТУ**

Навчальний посібник

Відповідальний за випуск: Іонов Ігор Анатолійович

Відповідальність за дотримання вимог академічної доброчесності несуть автори

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times ET.
Умов. друк. арк. 8,54. Наклад 100 прим. Замов. № 0218/5-22.
Ціна договірна.

Надруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В. В.
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.
Запис № 2400000000106167 від 08.01.2009 р.
61144, м. Харків, вул. Гв. Широнінців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34.
e-mail:bookfabrik@mail.ua