

О.Ю. ЧУМАЧЕНКО
Н.В. РЕШЕТИЛОВА

ЛЕГКА АТЛЕТИКА ТА СУЧАСНИЙ СПОРТ



МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.О. СУХОМЛИНСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА СПОРТУ

О.Ю. ЧУМАЧЕНКО
Н.В. РЕШЕТИЛОВА

ЛЕГКА АТЛЕТИКА ТА СУЧАСНИЙ СПОРТ

Навчально-методичний посібник

МНУ імені В.О. Сухомлинського
2019

УДК 616.43:611.441: 576.31:591.481.2

ББК 28.8

Ч-62

Навчально-методичний посібник рекомендована до друку вченою радою
Факультету фізичної культури та спорту

Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського
(протокол №__ від ____ _____ 2019р.)

Рецензенти:

Ю.В. Тупєєв, заслужений тренер України,
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент
(Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського)

В.М. Деркач, заслужений тренер України з легкої атлетики
(МСДЮСШОР Миколаїв)

А.А. Чернозуб, доктор біологічних наук, професор
(Чорноморський національний університет імені Петра Могили)

Укладач: Чумаченко О.Ю., Решетілова Н.В.

Легка атлетика та сучасний спорт: навчально-методичний посібник/

**Укладач: О.Ю. Чумаченко, Н.В. Решетілова– Миколаїв: МНУ, 2019.-
150 с.**

У навчально-методичному посібнику розкриваються загальні закономірності легкої атлетики сучасності та наводяться принципи енергетики рухової діяльності спортсменів. Наводяться данні структури та функції скелетних м'язів, гормональної регуляції м'язової діяльності та динаміки фізіологічних станів організму при навантаженні та спортивній роботі.

Книга може бути корисною для студентів факультету фізичної культури та спорту, які займаються теоретичним та практичним вивченням дисципліни легка атлетика та методика викладання.

УДК 615.43:511.441: 476.31:591.481.2

ББК 28.8

© Чумаченко О.Ю., 2019
Миколаївського національного університету
імені В. О. Сухомлинського, 2019

ВСТУП

Легка атлетика — олімпійський вид спорту, який об'єднує спортивні дисципліни, що включають змагання з бігу, стрибків, метань та спортивної ходьби. Найбільш розповсюдженими видами легкої атлетики є бігові та технічні дисципліни на стадіоні, біг по шосе, крос та спортивна ходьба.

Результати бігових дисциплін оцінюються з огляду на місце, яке спортсмен посів, або на час, який був ним показаний, на фініші, в той час як переможцем у стрибках та метаннях є атлет, що найдовше або найвище стрибнув, чи найдовше метнув знаряддя за результатами серії спроб. Відносна простота змагань та відсутність необхідності у коштовному обладнанні роблять легку атлетику одним з найпопулярніших видів спорту у світі. Легка атлетика складається, переважно, з індивідуальних дисциплін за виключенням естафетних стартів та змагань, в яких додаються індивідуальні показники спортсменів задля визначення команди-переможця (наприклад, у кросі).

Організовані легкоатлетичні змагання беруть свій початок з 776 р до н.е., коли були проведені перші античні Олімпійські ігри. Правила та формат проведення змагань із сучасних легкоатлетичних дисциплін були розроблені у Західній Європі та Північній Америці у 19 та 20 сторіччях, та були згодом перейняті в інших куточках планети. Переважна більшість сучасних найважливіших змагань організовуються та проводяться під егідою керівного органу світової легкої атлетики — Міжнародної асоціації легкоатлетичних федерацій (скорочено - ІААФ) та її 214^[1] країн-членів.

Легкоатлетичні види формують кістяк змагань на літніх Олімпійських іграх. Крім цього, найголовнішим легкоатлетичним змаганням є Чемпіонат світу з легкої атлетики, що включає змагання з бігових та технічних дисциплін на стадіоні, марафонський біг та спортивну ходьбу. Інші найбільш престижні змагання включають, наприклад, Чемпіонат світу з легкої атлетики в

приміщенні, Чемпіонат світу з напівмарафону та змагання серії "Діамантова ліга".

Історія розвитку легкої атлетики

Легка атлетика культивується у всіх країнах світу, і її історія сягає своїм корінням у глибину віків. Якщо взяти до уваги твердження істориків про те, що перші ігри стародавніх греків в Олімпії відбулися в 776 р. до н. е., то «королеві спорту» приблизно 2775 років. Але фактично вона старше. Ще за багато століть до нашої ери деякі народи Південної Америки, Африки та Азії проводили спеціальні змагання зі стрибків і бігу. Однак справжній розквіт легкої атлетики як виду спорту настав у Стародавній Греції. Ще задовго до загальногрецьких олімпійських ігор спортивні змагання проводилися і в Олімпії, і в інших районах Греції. Легкоатлетичні види складали основу програм цих змагань. Понад півстоліття учасники стародавніх олімпійських ігор змагалися тільки в одному вигляді стадіоні: бігу на стадій - дистанцію, рівну довжині олімпійського стадіону (192,27 м). На 14 олімпіаді в 724 році до н. е. з'явився ще один вид бігу - діаулос, протяжність якого дорівнює двом стадіям. Програма наступних ігор поповнилася доліходромом. Це був біг на витривалість, його дистанція, поступово збільшуючись, виросла від 8 до 24 стадій. Вже в ту пору учасники ігор спеціалізувалися в окремих видах програми змагань. Наприклад, бігуни на довгі дистанції, як правило, дуже рідко стартували в бігу на короткі дистанції, зате дуже часто один і той же атлет виступав на двох коротких дистанціях і нерідко опинявся найсильнішим на обох відразу. На олімпійських святах проводилися також змагання бігунів, які виступали в повному бойовому спорядженні. Атлет, який перемагав у цьому виді змагань, отримував почесне звання «тріаст», тобто триразовий переможець. Двічі такої честі удостоювався Леонідас з острова Родос. З 18 олімпіади в 708 році до н. е. атлети почали змагатися в пентатлоне, що

складається з стадіодромі, стрибка в довжину, метання диска і списа і боротьби. Для бігу використовувалася на старті спеціальна плита (балбіс) для упору ніг. Бігуни стартували по сигналу, за фальстарт слід було покарання. Кілька своєрідно проводилися стрибки в довжину. Учасники олімпійських ігор здійснювали розбіг, як і в наш час, але стрибали, тримаючи в руках гантелі в 1,5-4,5 кг. Тоді вважалося, що це допомагає посилити махові рухи рук і подолати в польоті більшу відстань.

Аристократичними видами спорту вважалися метання списа і диска. Важили античні диски від 3 до 7 кг. Як відомо, зараз використовуються диски тільки по 2 кг. За повідомленням римського поета Публея Папія Стація, дискобол Фалі метнув диск (тоді їх робили з каменю, бронзи, заліза і олова) на 38,31 м, а п'ятиборець Флегій перекинув диск через річку Алфей, ширина якої коливається від 50 до 60 м. Саме в Стародавній Греції тренування і змагання в бігу, стрибках і метаннях називали легкою атлетикою. Археологічні знахідки - вази, медальйони, монети, скульптури допомагають уявити сьогодні, як у древніх греків, а пізніше римлян проходили змагання, які тепер називаються легкоатлетичними. Всі фізичні вправи стародавні греки називали атлетикою і ділили її на «легку» і «важку». До «легкої» - вони відносили біг, стрибки, метання, стрільбу з лука, плавання і деякі інші вправи, що розвивають спритність, швидкість, витривалість.

Боротьба, кулачний бій і взагалі усі вправи, що розвивали силу, греки відносили до важкої атлетики. Ясно, що назва «легка атлетика» сьогодні досить умовна, адже важко назвати, наприклад, біг на дистанції наддовгі, марафон або метання молота легкими фізичними вправами. Найдавнішим змаганням атлетів, безсумнівно, є біг. Першим олімпійським чемпіоном Стародавній Греції в бігу на один стадій став елідським кухар Коройб, ім'я якого було вперше зафіксовано на мармуровій дошці. Ця подія відбулася в 776 році до н. е., який є початком календаризації олімпійських ігор. У 394 році н. е. імператор Феодосій I скасував олімпіади. Лише через століття вони відродилися. У 1896 році з ініціативи П'єра де Кубертена - дослідника

історії спорту - була відновлена традиція олімпійських ігор, що стало потужним поштовхом для розвитку сучасної легкої атлетики. Перші відновлені олімпійські ігри відбулися в 1896 році, в яких взяли участь 245 спортсменів з 14 країн світу. З тих пір число спортсменів і країн, представлених на іграх, росло, і в 2000 році в Австралії на олімпіаді в Сідней брало участь вже 10 000 спортсменів з 199 країн.

Початок періоду розвитку сучасної легкої атлетики поклали змагання з бігу на дистанцію близько 2 км, проведені в Англії ще в 1837 році. Учасниками цього змагання були учні коледжу м. Регбі. Незабаром і в коледжах Ітона, Оксфорда, Кембриджу, Лондона також організуються спортивні змагання. Пізніше в програму змагань включається біг на короткі дистанції, біг з перешкодами і метання ваги. З 1851 р. в програму включені стрибки в довжину і висоту з розбігу, а з 1864 р. - метання молота і штовхання ядра.

Новий етап почався з проведення щорічних змагань між університетами Оксфорда і Кембриджу. У 1865 році був заснований Лондонський атлетичний клуб, що проводив перші першості країни з легкої атлетики. У 1880 р. була заснована аматорська легкоатлетична асоціація, що одержала права вищого органа з легкої атлетики в межах Британської імперії, а також у її колоніях.

У США перший легкоатлетичний клуб з'явився в 1868 році в Нью-Йорку. Центрами розвитку легкої атлетики в Америці в ті роки стають університети. У 80-ті-90-ті рр.. минулого століття легка атлетика як самостійний вид спорту починає культивуватися майже у всіх країнах Європи. Відродження в 1896 р. олімпійських ігор сучасності дуже вплинуло на розвиток легкої атлетики. У програму ігор першої олімпіади в Афінах були включені вже 12 видів легкоатлетичних змагань.

Розіграш олімпійських нагород в Афінах у 1896 р. став першим офіційним міжнародним змаганням з легкої атлетики. З тих пір вона міцно зайняла провідне місце в програмі всіх олімпійських ігор. І саме легкоатлет став першим олімпійським чемпіоном. Це був американець Джеймс Коннолі 5

квітня 1896 завоював перемогу в потрійному стрибку з результатом 13 м 71 см. Однак не Коннолі став справжнім героєм першої олімпіади сучасності. Кількома днями пізніше в боротьбу вступили марафонці. Вони бігли 40 км по тій же самій кам'янистій дорозі, по якій 2500 років тому пробіг із селища Марафон до Афін еллінський воїн-гонець із звісткою про перемогу греків над персами. За переказами гонець прибіг у місто, не зупиняючись в дорозі, і з вигуком «Ми перемогли!» Впав замертво. На честь подвигу цього солдата в програму олімпійських ігор і був включений пробіг від Марафону до Афін. Згодом марафонський біг став однією з обов'язкових видів легкої атлетики. Для Греції - господині першої олімпіади - перемога в цьому виді програми була питанням національної гордості і честі. Тисячі вболівальників розчарування зітхнули, коли з середини дистанції прийшло повідомлення, що в числі лідерів немає грецьких бігунів. Але потім ситуація на дистанції змінилася. Колишні лідери, не витримавши спеки, зійшли, і першим на стадіон вбіг грек Спірос Луїс, скромний листоноша з селища Марузї. Луїс став національним героєм своєї країни.

Заслуговує на увагу такий епізод олімпійських змагань. На старт дистанції 100 м більшість бігунів вийшли в коротких білих штанах і чоботях з короткими халявами. І тільки один спортсмен - американець Томас Берк - був у трусах і у взутті легше, що нагадувала сучасні шиповки. Якщо його суперники приймали старт стоячи, то Берк опустився на одне коліно і уперся в землю руками. Глядачі навіть посміювалися над цим оригіналом. Але саме Берк фінішував першим. З тих пір низький старт став загальноприйнятим у змаганнях спринтерів.

Техніка бігу в ті часи мало чим нагадувала відточені руху сучасних бігунів. Спортсмени бігли скуто і напружено. З часом стало ясно, що швидкість несумісна з напруженими м'язами, що, чим вільніше біг, тим вище швидкість. Вже на другій олімпіаді в Парижі (1900 р.) американець Френсіс Джервіс набагато поліпшив рекорд, подолавши 100 м за 10,8 с. Досягнення найсильніших атлетів в ту пору росли досить швидко. Так, Еллері

Кларк із США стрибнув в Афінах у довжину всього на 6 м 35 см, а його співвітчизник Алвін Кренцлейн став кращим на другій олімпіаді в Парижі з результатом 7 м 18 см. Той же Кларк в Афінах подолав у стрибках у висоту 1 м 81 см, а американець Ірвінг Бекстер в Парижі підкорив планку на позначці 1 м 90 см.

Втім, тоді не лише стрімко росли досягнення, але і безперервно розширювалася програма змагань з легкої атлетики. Якщо на першій олімпіаді атлети змагалися в основному в класичних видах, то пізніше все більше інших дисциплін завойовували собі право на життя. Так, у 1900 р. олімпійці вперше вийшли в сектор з метання молота і вперше змагалися у бігу на дистанції 200 м. У 1912 році були розіграні нагороди в бігу на 5000 м і 10 000 м, в естафетах 4100 м і 4400 м, а також в десятиборстві. На восьми олімпіадах сучасності боротьбу вели тільки чоловіки. Але в 1928 р. в Амстердамі на легкоатлетичні арени вперше вийшли жінки. Їх олімпійський дебют перевершив усі очікування. У всіх п'яти видах програми жінки встановили світові рекорди. Офіційною датою народження легкої атлетики в Росії прийнято вважати 1888 рік. У те літо група молодих людей, відпочиваючих в дачному містечку Тярльово під Петербургом, створила гурток любителів бігу, і 6 серпня того ж року вони провели перше змагання з бігу. У наступному році гурток прийняв найменування «Суспільство любителів бігу», а в 1893 р. - «Петербурзький гурток любителів бігу». Заняття бігом гуртківці починали ранньою весною на Петровському острові, а з настанням літа - в Тярльово. Програма змагань доповнюється в 1893 р. стрибками в довжину з розбігу, з 1895 р. - штовханням ядра, стрибками у висоту, бар'єрним бігом і бігом з перешкодами (стипль-чез). Трохи пізніше з'являються змагання по кросу і стрибкам з жердиною, метанню диска і метанню списа. В програму великого спортивного свята, організованого кружком в 1895 р., крім велосипедних гонок, увійшли біг на різні дистанції, стрибки в довжину з розбігу, біг з бар'єрами, метання м'яча і чавунного ядра. Кружок став центром розвитку легкої атлетики в Росії. Тут були розроблені перші правила змагань, які

отримали загальне визнання. У 1908 р. гурток буде першу в Росії гаревій доріжці, на якій виступали найвідоміші легкоатлети різних країн - Е. Брендедж, Х. Колехмайнен, Ю. Саарісто, А. Стенроос. Там же в 1908 р. гурток проводить перший чемпіонат Росії, в якому виступило 50 спортсменів. У 1912 р. 47 легкоатлетів Росії вперше взяли участь в Олімпійських іграх в Стокгольмі. На жаль, це перший виступ був невдалим, легкоатлети нашої команди не зайняли жодного призового місця. Після цього Російський Олімпійський Комітет ухвалив рішення про щорічне проведення Всеросійських олімпіад, які повинні були сприяти розвитку спортивного руху в країні і кращій підготовці російських спортсменів до міжнародних змагань і, перш за все, до олімпійських.

У 1913 р. в Києві відбулася перша Всеросійська олімпіада, на якій вперше розігрувалися марафонський біг і жіноча першість по легкій атлетиці. Друга Всеросійська олімпіада відбулася в 1914 р. в Ризі. Героєм цієї олімпіади став молодий бігун з Москви Василь Архипов. На покритій піском доріжці Ризького іподрому він показав видатний для того часу результат в бігу на 100 м - 10,8 с. Треба сказати, що з таким же результатом в 1912 р. американський спринтер Р. Крейг завоював звання чемпіона V Олімпійських ігор. Перша світова війна, потім революція на довгі роки відсунули спортивні змагання. З перших років утворення Радянської держави легка атлетика стала розвиватися як масовий вид спорту. Велику роль у цьому відіграло запровадження у 1918 р. Всеобуча (загального військового навчання). За його ініціативою в ряді міст відбулися великі змагання, в програмі яких головне місце відводилося легкій атлетиці. У 1922 р. в Москві вперше було проведено першість країни, в якому брало участь 200 спортсменів з 16 міст і районів країни. Перші міжнародні змагання радянських легкоатлетів відбулися в 1923 р., де вони зустрілися зі спортсменами Робочого спортивного союзу Фінляндії. У 20-і рр.. високих для свого часу спортивних результатів домоглися брати Б. і В. Громови, брати Дьячкова, А. Решетніков, В. Калина, М. Підгаєцький, І.

Сергєєв. У 1927 р. був проведений Всеросійський свято фізичної культури в Москві, а в 1928 р. - Всесоюзна спартакіада. У цих змаганнях високих результатів домоглися: І. За? Та? Нін, А. Ківікяс, А. Максунув, Т. Корнієнко, В. Парфіановіч, Д. Марков, А. Дьомін, М. Шаманова, Є. Єгорова.

У 30-і рр.. наші легкоатлети зуміли значно підвищити свою майстерність, а в деяких видах вийти на рівень європейських та світових досягнень. Н. Думбадзе в метанні диска встановив рекорд світу (1939 р.), Н. Озолин в стрибку з жердиною тричі перевищував рекорд Європи (1937-1939 рр.), Н. Ковтун першим подолав 2 м в стрибках у висоту (1937 р.) . Результати міжнародного класу показали К. Лаптева в метанні списа, Т. Севрюкова у штовханні ядра, Н. Головкін в бігу на 100 м, І. Степанченко і Г. Бистрова в бар'єрному бігу, А. Гідрат в стрибках у висоту, А. Арбузніков в потрійному стрибку, Л. Митропольський у штовханні ядра, Г. Пужний в бігу на 100 м.

У 1934-1935 рр.. в різних містах почали створюватися дитячі спортивні школи. У 1936 р. з ініціативи заслуженого майстра спорту СРСР В.І. Алексєєва в Ленінграді була створена нині широко відома спеціалізована школа з легкої атлетики. Першими удостоїлися звання «Заслужений майстер спорту» видатні радянські легкоатлети: М. Шаманова, А. Дьомін, А. Максунув. Друга світова війна позбавила світ спортивних змагань рівня чемпіонатів Європи, світу, Олімпійських ігор.

Вперше радянські легкоатлети взяли участь у першості Європи у 1946 р. в Норвегії, а в 1948 р. всесоюзна секція легкої атлетики вступила в члени Міжнародної федерації легкої атлетики. Два роки опісля легкоатлети СРСР на першості Європи в Брюсселі завоювали найбільшу кількість очок за призові місця. В СРСР щорічно з 1958 р. проводяться міжнародні змагання пам'яті братів Знамянський, а з 1963 р. - міжнародні змагання на призи газети «Правда».

У літописі вітчизняної легкої атлетики особливої уваги заслуговують досягнення спортсменів СРСР на Олімпійських іграх (1952-1980 рр.): В Гельсінкі (1952 р.), Мельбурні (1956 р.), Римі (1960 р.), Токіо (1964 р.) , Мехіко

(1968 р.), Мюнхені (1972 р.), Монреалі (1976 р.) і Москві (1980 р.). Коротку характеристику виступів наших спортсменів на цих змаганнях можна представити таким чином: 1952 р. - Олімпійський дебют; 1956 р. - сюрприз Інеси Яунземе; 1960 р. - Римська сенсація; 1964 р. - три медалі сестер Прес; 1968 р. - важкі старту Мехіко; 1972 р. - до ювілею країни; 1976 р. - Тетянин дні; 1980 р. - на рідній землі.

У 1952 р., вперше після революції 1917 р., збірна СРСР взяла участь в олімпійських іграх. Дебют виявився вдалим: 2 золоті, 10 срібних та 7 бронзових медалей. Після закінчення змагань в метанні диска у жінок на п'єдестал пошани піднялися 3 радянські спортсменки - перша наша олімпійська чемпіонка Ніна Пономарьова, срібний призер Єлизавета Багрянцева і володарка бронзової медалі Ніна Думбадзе. Так триумфально почалася для спортсменів СРСР їх перша Олімпіада. Другу золоту медаль на Іграх у Хельсінкі завоювала Галина Зибіна в штовханні ядра з новим світовим рекордом - 15 м 28 см. Також серед призерів Олімпіади такі спортсмени як М. Голубнича (бар'єрний біг), А. Чудина (стрибок у довжину, спис), Л. Щербаков (потрійний стрибок), Ю. Літу (400 м з / б), В. Казанцев (3000 м з / п). У неофіційному командному заліку команда СРСР набрала 121 очко і посіла за цим показником 2 місце після команди США (190 очок). У 1956 р. в Мельбурні наші легкоатлети виступили набагато впевненіше, ніж у Гельсінкі. Вони завоювали 5 золотих, 7 срібних і 10 бронзових медалей і набрали 144 очки, але знову поступилися легкоатлетам США (210 очок). Найпопулярнішим спортсменом цієї Олімпіади став радянський стаєр Володимир Куц, який переміг на дистанціях 5000 і 10 000 м. Знову, як і в Гельсінкі, після закінчення одного з видів програми на п'єдестал пошани піднялися тільки спортсмени СРСР. У ходьбі на 20 км не виявилось рівних нашим бігунів Леоніду Спирін, Антанас Мікенас і Бруно юнку. І в штовханні ядра Галину Зибін, що стала тепер срібним призером, змінила інша учениця В.І. Алексєєва - Тамара Тишкевич.

Але найбільшою несподіванкою Олімпіади стала перемога нікому до того часу

не відомої копьеметательниці Інеси Яунземе з Риги. Інеса виступала на Олімпіаді в ранзі першорозрядниці. Однак це не завадило їй в ході змагання тричі поліпшити олімпійський рекорд, значно випередити суперниць і стати чемпіонкою.

Становлення легкої атлетики в Україні

Перші згадки про легкоатлетичні змагання в Україні припадають на другу половину XIX ст. Як стверджують історики, "...у Миколаєві 21 травня 1858 р. відбулися змагання з бігу, влаштовані військово-морськими офіцерами для матросів і солдатів".

Тодішньому часові була притаманна безсистемність занять легкою атлетикою, змагання і гуртки підтримувалися за рахунок меценатства.

Знаменною подією в історії українського спорту, і зокрема легкої атлетики, можна вважати проведення в Києві у 1913 р. Першої Олімпіади Царської Росії, до складу якої входила тоді й більша частина сучасної України. Серед 579 її учасників найбільша кількість представляла легку атлетику - 174 спортсмени. У програмі було 25 видів: біг на 100, 200, 400, 800, 1500, 5000, 10 000 м, марафонський біг та командний біг на 3000 м, крос на 8000 м, біг на 110 м з бар'єрами, естафетний біг 4 x 100 м і 4 x 400 м, спортивна ходьба на 10 км, стрибки у висоту з місця і розбігу, стрибки у довжину з місця і розбігу, потрійний стрибок з розбігу, стрибок із жердиною, метання диска, списа, молота, штовхання ядра, десятиборство.

Серед кращих легкоатлетів у архівних джерелах того часу найчастіше згадуються Н. Попова, К. Вешке, В. Галаневич, Б. Орлов та ін.

Через високі вступні й членські внески, через нестачу інвентарю і форми звичайні люди не мали змоги займатися легкою атлетикою, тому загальна кількість легкоатлетів не перевищувала 300. Нечисленні майданчики мали

вкрай погане обладнання. Не вистачало й тренерів. Все це було наслідком зневажливого ставлення царського уряду до розвитку спорту в країні.

Важливою віхою на шляху розвитку легкої атлетики стала I Всеукраїнська олімпіада, яка відбулася 10-18 серпня 1921 р. у Харкові, тодішній столиці України. Загальна кількість учасників змагань з легкої атлетики ледь перевищила 100. В основному це були представники великих міст України, жінки участі у змаганнях тоді ще не брали. Відтоді відкрито літопис рекордів з легкої атлетики України (тоді УРСР). Незважаючи на всі недоліки тієї олімпіади (наприклад, деякі спортсмени, не маючи спортивного взуття, виступали босоніж), саме ці змагання, по суті, започаткували легкоатлетичний спорт в Україні.

У програмі легкоатлетичних змагань того часу переважали військово-прикладні й командні види (пробіги, переходи, бігові дистанції з різними перешкодами, метання гранати тощо). Спортсмени мали добру багатоборну підготовку, що дозволяло їм демонструвати високі результати з багатьох дисциплін. Так, наприклад, киянин Василь Калина ставав чемпіоном республіки з бігу на 100, 200 і 400 м, зі стрибків у довжину, метання молота.

Починаючи з 1928 р. стали регулярно проводитися Всесоюзні спартакіади, й українські легкоатлети виступали в складі збірної команди республіки. З'явилися такі талановиті легкоатлети, як Марко Підгасецький (Харків; 100 м, 200 м, 400 м), Олександр Безруков (Київ; висота, потрійний), Володимир Кожушко (Київ; 800 м, 1500 м), Тетяна Васіна (Харків; диск, спис), Лідія Зубенко (Харків; 100 м, довжина), які успішно змагалися з найсильнішими спортсменами Москви, Ленінграда та інших міст.

Ще однією епохальною подією у розвитку масового легкоатлетичного спорту стало запровадження у 1930 р. фізкультурно-спортивного комплексу "Готовий до праці та оборони" (ГПО). Цей комплекс містив, зокрема, 5 видів легкої атлетики - біг на 100 і 3000 м, стрибки у висоту й довжину, метання гранати. Слід відзначити, що в той час змагання за програмою нормативів комплексу ГПО, командні пробіги, масові естафети дещо відтіснили на задній

план турніри з класичних видів легкої атлетики. Досить рідкісними були змагання, в програмі яких передбачалися такі технічно складні види, як бар'єрний біг, метання молота, стрибки із жердиною.

Починаючи з 1934 р. запроваджено почесне звання “Заслужений майстер спорту СРСР”, що стало великим стимулом у боротьбі за високі спортивні досягнення. Серед перших українських легкоатлетів, що здобули це високе звання, став неодноразовий рекордсмен і чемпіон киянин Олександр Безруков. Він був неперевершеним з багатьох видів легкої атлетики (штовхання ядра, біг на 110 м з бар'єрами, стрибки у висоту, потрійним, метання молота). Трішки пізніше цих звань удостоїлися кияни Зоя Синицька (диск) і Олександр Канакі (молот) та харків'янин Григорій Артамонов (молот).

Перше серйозне випробування українські легкоатлети пройшли у складі збірної команди СРСР на змаганнях Міжнародної робітничої олімпіади (Антверпен, Бельгія) у 1937 р. Відмінно виступила Зоя Синицька, яка завоювала три золоті нагороди (метання диска, штовхання ядра і триборство). Того самого року ця видатна спортсменка вперше з українських легкоатлетів перевершила світовий рекорд у метанні диска за сумою спроб правою і лівою руками 74,23 м (43,13 + 31,10).

До плеяди видатних спортсменів того часу належать й імена таких легкоатлетів, як Гаврило Раєвський (Харків; жердина), Олександр Канакі (Київ; ядро, диск, молот), Марко Підгаєцький (Харків; 200, 400), Катерина Адаменко (Київ; 100 м, 200 м, 80 м з/б, довжина, п'ятиборство), Зінаїда Борисова (Київ; спис), Іван Давиденко (Харків; довжина), Василь Сидорко (Київ; потрійний), Ніна Думбадзе (Одеса; диск) та інші.

У 1939-1940 роках до Радянської України були приєднані західні землі й одразу ж до когорти провідних спортсменів республіки увійшов львів'янин Роман Сеницький, який неодноразово перемагав на всеукраїнських і всесоюзних змаганнях зі спринтерського бігу на 100 і 200 м.

Друга світова війна перервала на деякий час змагання, але, незважаючи на важкі для країни часи, з 1943 р. поновилися чемпіонати Радянського Союзу з легкої атлетики.

Багато хто з відомих легкоатлетів не повернувся з війни, проте ті, кому вдалося вижити, поновили свої заняття улюбленим видом спорту і спромоглися досягти високих успіхів. Перш за все це стосується Олександра Канаки і Євгена Буланчика, які, незважаючи на отримані поранення, продовжили демонструвати видатні результати.

У повоєнні часи яскраво запалала зірка видатного атлета Петра Денисенка (Дніпропетровськ; бар'єрний біг, десятиборство, жердина).

У 1948 р. було прийнято рішення про участь радянських спортсменів у Олімпійських іграх, чемпіонатах світу і Європи з різних видів спорту.

Для участі у першому для радянських легкоатлетів чемпіонаті Європи, який проходив 23-27 серпня 1950 р. (Брюссель, Бельгія), до складу збірної СРСР було включено трьох українських легкоатлетів - Євгена Буланчика (110 м з/б, восьме місце), Василя Гордієнка (Київ; марафон, п'яте місце) та Олександра Канаки (молот, п'яте місце). Тільки відсутність досвіду завадила виступити цим спортсменам у повну силу і посісти значно вищі місця.

До легкоатлетичної збірної СРСР для участі в XV Іграх Олімпіади (Гельсінкі, Фінляндія; 1952) увійшли 11 українських спортсменів. На жаль, дебют на найвищому спортивному форумі наших атлетів виявився не дуже вдалим. Найбільш близькими до завоювання бронзових нагород були Петро Денисенко (Дніпропетровськ; жердина, четверте місце) та Василь Цибуленко (Київ; спис, четверте місце). Очки до неофіційного заліку здобули також кияни Микола Редькін (метання молота, п'яте місце) і Євген Буланчик (110 м з/б, шосте місце). Решта спортсменів показала результати, які значно поступалися реальному рівню їх можливостей.

Наступного олімпійського циклу все більш голосно заявляли про себе Надія Коняєва (Київ; спис), Віра Крепкіна (Київ; 100 м, 200 м, довжина), Людмила Лисенко (Дніпропетровськ; 400 м, 800 м), Юрій Кутенко (Львів;

десятиборство). Саме тоді почався злет видатного українського скорохода із Сум Володимира Голубничого.

Напередодні I Спартакіади народів СРСР, яка відбулася 5-16 серпня 1956 р. у Москві, було встановлено нове почесне звання - “Заслужений тренер СРСР”. Серед перших лауреатів цього звання був киянин Зосима Петрович Синицький.

До складу збірної команди СРСР для участі у другій для радянських спортсменів XVI Ігор Олімпіади (Мельбурн, Австралія; 1956) було включено 11 українських легкоатлетів, які виступили значно успішніше, ніж чотири роки тому. Були завойовані перші олімпійські нагороди. Бронзові медалі завоювали списометальники кияни Віктор Цибуленко (79,50 м) і Надія Коняєва (50,28 м). Цих спортсменів тренував З.П. Синицький, а його дружина З.О. Синицька підготувала Леоніда Бартенєва, який у складі естафетної команди у бігу 4 x 100 м виборов срібну медаль (39,8 с).

1958 рік був ознаменований початком проведення традиційних легкоатлетичних змагань “Меморіал братів Знаменських” “Матч СРСР - США”, які на багато років стали визначними спортивними подіями і привертати неабияку глядацьку увагу.

Наприкінці 50-х років ХХ ст. була започаткована традиція нагородження видатних атлетів і тренерів державними нагородами, що значною мірою стимулювало зростання спортивних результатів.

У 1960 році встановлено нове почесне звання “Заслужений тренер УРСР”. З того часу його отримало кілька сотень вітчизняних спеціалістів.

Першими великими перемогами відзначилися стрибуни Валерій Брумель (Луганськ, Львів; висота) та Ігор Тер-Ованесян (Львів; довжина), які з часом переїхали до Москви.

В історії української легкої атлетики не було ще такого щасливого року, як 1960 р. УРСР делегувала до збірної команди СРСР для участі у XVII Олімпійських іграх (Рим, Італія; 1960) 14 українських легкоатлетів, 12 з них здобули право виступати у фінальних змаганнях. Чотири представники

України стали олімпійськими чемпіонами: Володимир Голубничий (Суми; с/х 20 км, 1:34:08 год), Людмила Лисенко (Дніпропетровськ; 800 м, 2:04,50 хв), Віра Крепкіна (Київ; довжина, 6,37 м), Василь Цибуленко (Київ; спис, 84,64 м). Крім того, було завойовано дві срібні: Валерій Брумелль (Львів; висота, 2,16 м), Леонід Бартенєв (Київ; 4 x 100 м, 40,24 с) та одну бронзову медалі: Ігор Тер-Ованесян (Львів; довжина, 8,04 м).

Шістдесяті роки минулого сторіччя стали епохою харківського стрибунів із жердиною Геннадія Близнецова, який неодноразово перемагав на міжнародних та всесоюзних змаганнях, установивши при цьому багато рекордів. Високі результати демонстрували також Людмила Комлева (Харків; висота), Любов Кузьміна (Київ; диск), Вадим Архипчук (Київ; 200 м, 400 м) та ін.

У легкоатлетичних змаганнях на XVIII Олімпійських іграх (Токіо, Японія; 1964) у складі збірної СРСР взяли участь 13 українських спортсменів. Збірна СРСР виступила значно слабше, ніж чотири роки тому. Це стосується і легкоатлетів України: жодної золотої і срібної нагороди. Лише дві бронзові медалі вибороли Іван Беляєв (Дніпропетровськ; 3000 м з/п, 8:33,8 хв) і Володимир Голубничий (Суми; с/х 20 км, 1:32:0 год). За винятком Геннадія Близнецова (Харків; жердина) та Абрама Кривошеєва (Чернівці; 800 м) усі українські атлети показали не найкращі результати.

У наступному олімпійському циклі виявили себе кияни Віктор Кудинський (3000 м з/п) і Василь Анисимов (400 м з/б), ворошиловградець В'ячеслав Скоморохов (110 м з/б). Першими перемогами відзначилися видатні в майбутньому атлети Євген Аржанов (Київ; 800 м), Валерій Борзов (Київ; 100 м, 200 м), Микола Авілов (Одеса; десятиборство).

З 1966 р. стали присвоювати почесне звання “Майстер спорту СРСР міжнародного класу”. Першими серед українських легкоатлетів цього звання удостоєні Василь Анисимов (Київ; 400 м з/б), Геннадій Близнецов (Харків; жердина), Леонід Борковський (Київ; довжина), Володимир Голубничий (Суми; с/х 20 км), Михайло Стороженко (Львів; десятиборство).

На Ігри Олімпіади 1968 р. (Мехіко, Мексика) поїхали 13 українських легкоатлетів. Мало хто сподівався, що 32-річний сумчанин Володимир Голубничий може повторити свій римський тріумф. Але саме досвід і ретельно спланована тактика дозволили йому знову стати олімпійським чемпіоном (с/х 20 км, 1:33,59 год). Високим досягненням стало третє місце 18-річної киянки Валентини Козир (висота, 1,80 м).

Після мексиканської олімпіади у світовій легкій атлетиці з'явилися нові імена українських спортсменів, які стрімко ввірвалися в еліту світового спорту. Перш за все серед них необхідно відзначити рівненчанина Анатолія Бондарчука, який продовжив славетну традицію українських молотобійців і саме тоді заклав підвалини власної школи підготовки спортсменів найвищого класу. На весь голос заявив про себе й найспритніший бігун того часу Валерій Борзов. Серед інших імен, які красномовно свідчать про невичерпний потенціал легкоатлетичного спорту в Україні: Володимир Пантелей (Харків; 1500 м), Анатолій Скрипник (Горлівка; марафон), Лія Хатрина (Одеса; 100 м з/б), Йосип Гамський (Львів; молот), Віктор Журба (Ворошиловград; диск), Валентина Еверт (Харків; спис), Тамара Пангелова (Київ; 800 і 1500 м), Анатолій Соломій (Київ; с/х 20 км), Євген Тананика (Харків; жердина).

Найвдалішим за всі попередні часи став виступ українських легкоатлетів на XX Іграх Олімпіади 1972 р. (Мюнхен, Федеративна Республіка Німеччини). Чотири рази вони піднімалися на найвищу сходинку п'єдесталу. Найяскравішими стали досягнення Валерія Борзова, який здобув подвійну перемогу у бігові на 100 і 200 м (10,14 і 20,00 с), довівши таким чином, що можна перемагати чорношкірих спринтерів. Королем легкоатлетів Олімпіади назвали Миколу Авілова, який переміг у десятиборстві з рекордом світу (8454 оч.). Нарешті, найголовнішу перемогу у своєму житті одержав у змаганнях з метання молоту Анатолій Бондарчук (75,50 м). До класичних канонів вияву волі і спортивного характеру віднесено срібну медаль киянина Леоніда Литвиненка, який у змаганнях десятиборців із восьмого місця перемістився на друге після заключного виду - бігу на 1500 м (8035 оч.).

У 70-ті роки ХХ ст., крім зазначених вище видатних українських легкоатлетів, найбільш вагомий вклад також зробили: Володимир Ігнатенко (Чернігів - Київ; 100 м), Віктор Бураков (Київ; 400 м), Анатолій Ярош (Ворошиловград; ядро), Нуну Абашидзе (Одеса; ядро), Валерій Підлужний (Донецьк; довжина), Павло Андрєєв (Львів; 10 000 м), В'ячеслав Найденко (Київ; марафон), Володимир Атамась (Черкаси; 100 м), Василь Архипенко (Донецьк; 400 м з/б), Володимир Киба (Київ; висота), Валентин Дмитренко (Київ; молот), Анатолій Соломій (Київ; с/х 20 км), Ніна Зюськова (Донецьк; 200, 400 м), Анатолій Жеребцов (Одеса; спис), Тамара Галка (Одеса; висота), Ніна Моргунова (Ворошиловград; 800 м), Надія Ткаченко (Донецьк; 100 м з/б, п'ятиборство), Тетяна Пророченко (Запоріжжя; 100, 200 і 400 м), Володимир Кисельов (Кременчук; ядро), Людмила Аксьонова (Київ; 200 і 400 м), Раїса Катюкова (Бровари; 1500 і 3000 м), Тетяна Скачко (Ворошиловград; довжина), Олександр Величко (Ужгород; 3000 м з/п), Сергій Сенюков (Чернівці; висота), Ігор Дугинець (Одеса; диск), Валентина Цапкаленко (Одеса; ядро), Марія Кульчунова (Київ; 400 м), Олександр Яковлєв (Київ; потрійний), Юрій Прохоренко (Київ; жердина), Наталія Носенко (Київ; ядро) та інші.

Олімпіада 1976 р. (Монреаль, Канада) запам'яталася тим, що на п'єдестал пошани переможців з метання молота зійшли три представники СРСР, а киянин Юрій Сєдих, який став чемпіоном (77,52 м), стояв поруч із своїм тренером, бронзовим призером Анатолієм Бондарчуком (75,48 м). Уперше в історії Олімпіад спринтер зміг завоювати медалі на двох іграх. І це був наш ушавлений земляк Валерій Борзов, який отримав бронзові медалі на стометрівці (10,14 с) і в естафетному бігові 4 х 100 м (38,78 с). Другу олімпійську нагороду у своєму житті отримав Микола Авілов (десятиборство, 8369 оч., третє місце). Бронзовою медаллю нагороджена Тетяна Пророченко із Запоріжжя (4 х 400 м, 3:24,24 хв).

Неординарною подією 1977 р. у світі легкоатлетичного спорту стало феєричне сходження зірки запорізького спортсмена Володимира Яценка, який

у 18-річному віці встановив свій перший світовий рекорд, стрибнувши у висоту на 2,33 м.

Наступні дві Олімпіади 1980 і 1984 років були пов'язані із посиленням політичної кризи у світі. Протистояння двох супердержав СРСР і США набуло досить серйозного загострення, що відобразилось у бойкоті рядом західних країн Ігор у Москві. А потім, у відповідь, країнами так званого соціалістичного табору були проігноровані Ігри в Лос-Анджелесі. Але, незважаючи на це, легкоатлети України продовжували демонструвати високі результати і перемагати на міжнародних змаганнях.

Тріумфальним став виступ українських легкоатлетів на Іграх у Москві (1980 р.), де сім наших атлетів були удостоєні золотих, один - срібною і три - бронзових нагород. Переконливі результати продемонстрували представники української школи металників молота. Удруге поспіль олімпійським чемпіоном став Юрій Сєдих (81,80 м), а на третьому місці опинився ще один вихованець Анатолія Бондарчука киянин Юрій Тамм (78,96 м). Дві медалі на рахунку одеситки Надії Олізаренко: золота - з бігу на 800 м (1:53,43 хв) і бронзова - на 1500 м (3:59,52 хв). В естафетних командах 4 х 400 м перемогли киянин Віктор Бураков, донеччанка Ніна Зюськова і запоріжчанка Тетяна Пророченко. Не було рівних Володимирі Кисельову з Кременчука (ядро, 21,35 м). З медалями повернулися до Донецька Надія Ткаченко (п'ятиборство, 5083 оч., перше місце), Василь Архипенко (400 м з/б, 48,86 с; друге місце), Тетяна Скачко (довжина, 7,01 м, третє місце), Валерій Підлужний (довжина, 8,18 м, третє місце).

Із сенсаційної перемоги на I чемпіонаті світу (Гельсінкі, Фінляндія; 1983) розпочалася епоха найвидатнішого нашого легкоатлета сучасності - стрибуна з жердиною донеччанина Сергія Бубки (5,70 м). На жаль, трішки "недолетів" до "золота" молот прославленого Юрія Сєдих (80,94 м). Підтримали "бронзові" забіги у складі естафетних команд СРСР Віктор Бризгін (4 х 100, 38,41 с) та киянка Марія Кульчунова-Пінігіна (4 х 400, 3:21,16 хв), яка повторила успіх і в індивідуальному бігові на 400 м (49,19 с).

У 1984 р. уперше в історії світової легкої атлетики протягом одного року наш славетний спортсмен Сергій Бубка встановив чотири рекорди світу.

Неординарною подією чемпіонату Європи-1986 (Штутгарт, ФРН), стало домінування у стрибках з жердиною братів Сергія і Василя Бубки, які посіли перше і друге місця з результатами 5,85 і 5,75 м відповідно. Перемогу тоді у своїх видах святкували також Надія Олізаренко (800 м, 1:57,15 хв) і Юрій Сєдих (молот, 86,74 м).

Тріумфом для бігунки із Запоріжжя Тетяни Самоленко став II чемпіонат світу, який проходив з 28 серпня до 6 вересня 1987 р. (Рим, Італія). Вона була неперевершеною у бігу на 1500 м (3:58,56 хв) і 3000 м (8:38,73 хв). Підтвердили високий клас, вигравши свої види, Сергій Бубка (жердина, 5,85 м) та Ольга Владикіна-Бризгіна (400 м, 49,38 с). Другі місця посіли Юрій Тамм (молот, 80,84 м) і Геннадій Авдєєнко (висота, 2,38 м). Із третім результатом закінчив змагання у десятиборстві львів'янин Павло Тарновецький (8375 оч.). У складі естафетних команд срібні нагороди отримали Віктор Бризгін (4 x 100 м), Ольга Владикіна-Бризгіна (4 x 400 м), Марія Кульчунова-Пінігіна (4 x 400 м) та Ірина Слюсар (4 x 100 м).

На Олімпіаді 1988 р. (Сеул, Південна Корея) наші атлети завоювали поки що найбільшу за всю історію української легкої атлетики кількість олімпійських нагород: 9 золотих, 1 срібну і 3 бронзові. Серед усіх, перш за все, потрібно відзначити спринтерів Віктора і Ольги Бризгіних, які завоювали 3 золоті медалі. Це подружжя, враховуючи ще золоту і срібну медалі, які Ольга завоювала на наступній Олімпіаді, має поки що найбільшу колекцію олімпійських нагород серед українських легкоатлетів. Дві нагороди виборола й Тетяна Самоленко (3000 м, 8:26,53 хв, перше місце; 1500 м, 4:00,30 хв, третє місце). Переможними стали результати стрибунів Геннадія Авдєєнка (висота, 2,38 м) та Сергія Бубки (жердина, 5,90 м). Суто українською виявилася естафетна команда 4 x 400 м у складі Ольги Бризгіної, Людмили Джигалової, Марії Пінігіної та Олени Жупієвої, які були удостоєні золотих медалей (3:15,17 хв). Знову на п'єдестал пошани зійшли наші металники молота.

“Срібло” у Юрія Сєдих (83,76 м), “бронза” - у Юрія Тамма (81,16 м). Третім завершив змагання киянин Рудольф Поварніцин (висота, 2,36 м). змагання легкий атлетика україна

На початку 90-х років ХХ ст. у зв'язку з розпадом СРСР Україна стала існувати як незалежна держава, але згідно з міжнародними домовленостями представники олімпійських видів спорту, у тому числі й українські легкоатлети, продовжували виступати у складі збірної команди Союзу Незалежних Держав (СНД) включно до Олімпіади 1992 р.

Найбільш вдалим за всю історію чемпіонатів світу залишається виступ українських атлетів на Всесвітньому форумі, який відбувся 1991 р. (Токіо, Японія). П'ятеро наших спортсменів сходили на найвищу сходинку п'єдесталу: Сергій Бубка (жердина, 5,95 м), Ольга Бризгіна і Людмила Джигалова (4 x 400 м, 3:18,43 хв), Юрій Сєдих (молот, 81,70 м), Тетяна Самоленко (3000 м, 8:35,82 хв), у якої також і “срібло” у бігу на 1500 м (4:02,58 хв). Бронзові нагороди вибороли Інга Бабакова з Миколаєва (висота, 1,96 м), кияни Лариса Бережна (довжина, 7,11 м), Олександр Клименко (ядро, 20,34 м) і Лариса Михальченко (диск, 68,26 м), харків'янка Наталія Григор'єва (100 м з/б, 12,69 с).

Досягнення українських легкоатлетів на Олімпіаді 1992 р. (Барселона, Іспанія) були скромнішими порівняно з минулими Іграми. Відзначилися лише жінки. Золоті медалі отримали наші бігунки Ольга Бризгіна і Людмила Жигалова (4 x 400 м, 3:20,20 хв). Срібні нагороди завоювали Ольга Бризгіна (400 м, 49,05 с), Тетяна Самоленко (3000 м, 8:46,85 хв) та Інєса Кравець (довжина, 7,12 м).

Новітня історія української легкої атлетики розпочалася з ІV чемпіонату світу 1993 р. (Штутгарт, Німеччина). Продовжив свою переможну ходу Сергій Бубка (жердина, 6,00 м). Срібна нагорода в активі киянки Лариси Бережної (довжина, 6,98 м), бронзова - у броварчанина Олександра Багача (ядро, 20,40 м).

На чемпіонаті Європи-1994 (Гельсінкі, Фінляндія) хтось із журналістів жартома висловився, що Україна є найсильнішою ядерною державою. А

сталося це через те, що весь п'єдестал пошани зайняли троє українських штовхальників ядра: Олександр Клименко (20,78 м), Олександр Багач (20,34 м) і Роман Вірастюк (19,59 м). До того ж серед жінок перемогу одержала Віта Павлиш (19,61 м). Першим з бігу на 400 м з/б був дніпропетровець Олег Твердохліб (48,06 с). Другою фінішувала наша естафетна команда 4 x 100 м у складі киянина Дмитра Ванякіна, харків'янина Владислава Дологодіна, запоріжця Олега Крамаренка та іванофранківця Сергія Осовича (39,98 с). Владислав Дологодін зробив срібний дубль, фінішувавши другим на дистанції 200 м (20,47 с). Також по дві нагороди вибороли: Жанна Тарнопольська Далі - Пінтусевич, Блок-Пінтусевич, Блок (Пінтусевич) (100 м, 11,10 с; 200 м, 22,77 с; другі місця) та Інеса Кравець (довжина, 6,99 м, друге місце; потрійний, 14,67 м, третє місце). Ворошиловградець Лев Лободин у десятиборстві здобув "бронзу" (8201 оч.).

На чемпіонаті світу 1995 р. (Гетеборг, Швеція) відзначилися лише стрибуни. Встановивши рекорди світу, перемогу святкували Сергій Бубка (жердина, 6,00 м) та Інеса Кравець (потрійний, 15,50 м). Бронзову нагороду завоювала Інга Бабакова (висота, 1,99 м). У командному заліку наші легкоатлети посіли дев'яте місце.

На Іграх Олімпіади окремою командою під прапором України наша збірна дебютувала на ювілейних XXV Олімпійських іграх 1996 р. (Атланта, США). І цей дебют виявився досить вдалим. Наша збірна посіла сьоме загальнокомандне місце попереду легкоатлетичних збірних таких традиційно сильних легкоатлетичних держав, як Франція, Італія, Китай, Куба. Першою олімпійською чемпіонкою незалежної України стала переможниця у потрійному стрибку Інеса Кравець (15,33 м). Бронзовими призерами стали Олександр Багач із Броварів (ядро, 29,75 м), Олександр Крикун з Умані (молот, 80,02 м) та Інга Бабакова з Миколаєва (висота, 2,01 м). На превеликий жаль, не зміг змагатися у секторі для стрибків із жердиною Сергій Бубка - далася ознаки застаріла травма.

1997 рік розпочався чемпіонатом світу у приміщенні, який відбувся 7-8 березня (Париж, Франція). У загальнокомандному заліку збірна легкоатлетів України за кількістю медалей була четвертою. Блискуче виступили на чемпіонаті українські штовхальники ядра: Віта Павлиш із Харкова та Юрій Білоног з Одеси. Обидва стали переможцями з результатами відповідно 20,00 і 21,02 м. Срібні нагороди вибороли Олександр Багач (ядро, 20,94 м) та Інга Бабакова (висота, 2,00 м).

Вдалим можна вважати виступ легкоатлетів України і влітку на VI чемпіонаті світу, що проходив 1-10 липня 1997 р. (Афіни, Греція). Ушосте чемпіоном світу став наш славетний стрибун із жердиною Сергій Бубка (6,01 м). Уперше в історії легкої атлетики України найсильнішою в бігу на 200 м стала киянка Жанна Пінтусевич (22,32 с), яка до того ж стала срібною призеркою в бігу на 100 м (10,85 с). “Срібло” завоювали також Андрій Скварук (молот, 81,46 м), Віта Павлиш (ядро, 20,66 м) та Інга Бабакова (висота, 1,96 м). Бронзову нагороду здобула киянка Олена Говорова (потрійний, 14,67 м).

На XVII чемпіонаті Європи, який відбувся 18-23 серпня 1998 р. (Будапешт, Угорщина), команда України, виборовши шість медалей, посіла 6-те місце. Успішно виступили наші досвідчені спортсмени. Золотими медалістами стали Олександр Багач і Вікторія Павлиш (ядро, відповідно 21,17 і 21,69 м), а також киянка Анжела Балахонова (жердина, 4,31 м). Другими були киянки Жанна Пінтусевич (200 м, 22,74 с) і Тетяна Терещук (400 м з/б, 54,07 с). Ще один наш штовхальник ядра Юрій Білоног з результатом 20,92 м піднявся на третю сходинку п'єдесталу пошани.

1999 рік відіграв важливу роль у вирішенні тактичних і стратегічних завдань змагальної підготовки, перевірки готовності основного складу та резервів до основних спортивних подій кінця століття. Ось чому на зимовий чемпіонат світу, який відбувся в березні в м. Магабаші (Японія), збірні команди країн-учасниць прибули в неповних складах. Команду України представляли всього 7 учасників. Більшість наших провідних спортсменів показали гарні результати і з однією золотою та бронзовою медалями посіли

11-те місце. Відзначилися штовхальники ядра: Олександр Багач став переможцем (21,41 м), а Юрій Білоног завоював “бронзу” (20,89 м).

Основний огляд легкоатлетичних сил напередодні олімпійського сезону відбувся 21-29 серпня 1999 р. на VII чемпіонаті світу (Севілья, Іспанія). Українську легку атлетику тут представляв 31 спортсмен, з якими пов'язувалися певні надії на виступи в Сідней 2000 року. Але легкоатлети України спромоглися вибороти тільки 4 медалі (1 золоту, 1 срібну, 2 бронзові), а в підсумковій таблиці посіли тільки 16-те місце. Це був найгірший виступ збірної команди за всі попередні роки. Свій високий клас підтвердили тільки Інга Бабакова, яка стала чемпіонкою в стрибках у висоту (1,98 м), Анжела Балахонова піднялася на другу сходинку п'єдесталу пошани (жердина, 4,55 м), а Олександр Багач, як завжди, опинився серед найсильніших штовхальників ядра - цього разу на третьому місці (21,26 м).

Останні сучасні Олімпійські ігри XX століття проходили з 15 вересня до 1 жовтня 2000 р. (Сідней, Австралія). Але виступ українських спортсменів приніс глибоке розчарування всім українським прихильникам легкої атлетики. В офіційному заліку (за кількістю медалей) наша команда посіла лише 24-те місце. Бронзові медалі українській команді принесли киянка Олена Говорова (потрійний, 14,96 м) і Роман Щуренко (Київ-Нікополь, довжина, 8,31 м).

Перші змагання найсильніших легкоатлетів світу в новому олімпійському циклі відбулися в закритому приміщенні 9-11 березня 2001 р. (Лісабон, Португалія). З двома срібними медалями українська команда спромоглася розподілити тільки 16-17-те місця з командою Румунії. Ці дві медалі для України вибороли стрибуни у висоту Інга Бабакова (2,00 м) та Андрій Соколовський з Вінниці (2,29 м).

VIII чемпіонат світу (просто неба) відбувся 3-12 серпня 2001 р. (Едмонтон, Канада). Команда легкоатлетів України складалася з 18 чоловіків і 12 жінок. З 46 комплектів медалей, які розігрувалися на чемпіонаті, легкоатлети України завоювали тільки один. Це стало 16-им результатом серед команд учасників за кількістю медалей. Видатного успіху досягла

Жанна Пінтусевич. З новим національним рекордом (10,82 с) вона стала чемпіонкою з бігу на 100 м, випередивши багаторазову олімпійську чемпіонку і переможницю чемпіонатів світу Маріон Джонс (США), яка до фіналу на цьому чемпіонаті не знала поразок із 1997 р., вигравши 47 фінальних забігів поспіль. Необхідно також відзначити, що з 1991 р. ніхто з європейських спринтерок не міг взяти гору над темношкірими спортсменками в бігові на 100 м. У напруженій боротьбі у стрибковому секторі срібну медаль виборола Інга Бабакова (2,00 м), тільки за кількістю спроб “пропустивши” вперед себе віце-чемпіонку Сіднея Хестрі Клуге з ПАР. До речі, починаючи з 1991 р. І. Бабакова взяла участь у п'ятиох чемпіонатах світу і жодного разу не поверталася без медалей. Вона має “золото” Севільї-1999, “срібло” Афіні-1997 та Едмонтон-2001, “бронзу” Токіо-1991 та Гетеборгу-1995. У секторі для штовхання ядра бронзову медаль виборола Віта Павлиш (19,41 м).

Чемпіонат Європи-2002 в закритому приміщенні відбувся 1-3 березня (Відень, Австрія). Україну представляли 15 легкоатлетів. Найуспішніше в команді виступила броварчанка Віта Павлиш (ядро, 19,76 м, перше місце). Бронзовим призером з бігу на 60 м став харків'янин Андрій Довгаль (6,62 с).

Літній чемпіонат Європи відбувався 6-11 вересня 2002 р. (Мюнхен, Німеччина). Збірна України, яка складалася з 37 спортсменів, спромоглася вибороти 2 золоті, 4 срібні та 1 бронзову медалі, що дозволило їй посісти восьме загальнокомандне місце. Кращим у штовханні ядра став Юрій Білоног (21,37 м). Серед стрибунів у довжину не було рівних Олексію Лукашевичу з Дніпропетровська (8,08 м). Естафетна команда 4 x 100 м у складі харків'ян Андрія Довгалья та Олексія Кайдаша, донеччанина Костянтина Васюкова і Костянтина Рурака із Запоріжжя, яка фінішувала другою (38,53 с), все ж таки була визнана найшвидшою командою чемпіонату в результаті дискваліфікації спортсменів із Великобританії. Срібними медалістами чемпіонату стали В'ячеслав Піскунов з Криму (молот, 80,39 м), Віта Павлиш (ядро, 20,02 м), Олена Красовська (Київ) (100 м з/б, 12,88 с). Безумовним успіхом потрібно вважати третє місце в бігові на 5000 м Сергія Лебеда з Донецька (13:40,00 хв).

Чемпіонат світу-2003 у приміщенні відбувся 14-16 березня (Бірмінгем, Англія). Україну представляли 25 спортсменів. Блискуче виступила в бігові на 60 м Жанна Блок-Пінтусевич. На всіх етапах змагань вона показувала кращі результати і мала безперечну перевагу у фінальному забігові, подолавши дистанцію за 7,04 с, на три сотих секунди перевершивши свій же рекорд України десятирічної давнини. Друге місце в стрибках у довжину посіла Інеса Кравець (6,72 м). Утретє за кар'єру піднявся на світовий п'єдестал штовхальник ядра Юрій Білоног (21,13 м). Таким чином, збірна команда легкоатлетів України з трьома медалями (золотою, срібною і бронзовою) спромоглася поділити 8-9-те місце з командою Франції. Лідерами світової легкої атлетики, як і багато років поспіль, залишилися команди США і Росії.

Улітку 2003 р. (23-31 серпня) відбувся ІХ чемпіонат світу (Париж, Франція). До складу збірної України увійшли 17 чоловіків і 27 жінок. Цей чемпіонат розглядався більшістю країн як один з етапів на стратегічному шляху до Олімпійських ігор в Афінах (2004 р.). Легкоатлети України виступили з 25 видів програми і вибороли 4 бронзові медалі, посівши загальнокомандне 36-те місце за кількістю нагород. Серед медалістів - Жанна Блок (Пінтусевич) (100 м, 10,99 с), Юрій Білоног (ядро, 21,10 м), Віта Павлиш (ядро, 20,08 м). Для багатьох іноземних спеціалістів і коментаторів неочікуваним став бронзовий фініш у бігові на 1500 м Івана Гешка (Чернівці - Хмельницький) з результатом 3:33,17 хв.

Десятий ювілейний чемпіонат світу у закритому приміщенні відбувся у столиці Угорщини Будапешті 5-7 березня 2004 р. Участь у ньому взяли 765 спортсменів із 148 країн світу. Результати цього чемпіонату підтвердили стійкі позиції лідерів - Росії та США, які посіли у відповідно перше і друге місце. Сьоме місце української збірної у командному заліку з однією золотою, двома срібними та однією бронзовою медалями керівництво легкоатлетичним спортом країни визнало вдалим, головним чином урахувуючи велику кількість молодих легкоатлетів учасників фіналів. Вважалося, що це добра основа для подальшого зростання результатів і підготовки до Олімпіади в Греції. До

складу української команди були залучені молоді перспективні легкоатлети. Основним завданням їх виступу було випробування молоді в серії суворих відповідальних стартів. Залучення до команди представників легкоатлетичної еліти обумовлювалось їх програмою підготовки до Олімпіади, можливістю конкретного атлета відновитися після виступів у залах і встигнути безболісно змінити режим навантажень на “графік” швидкостей влітку. Шістнадцять українських атлетів виступали у фіналах. Вони спромоглися вибороти 4 медалі - золоту, дві срібні та бронзову. Це дозволило українській збірній за кількістю медалей закріпитися на сьомому місці, а у неофіційному командному заліку вийти на третє місце, пропустивши вперед тільки збірні Росії та США, - безперечних лідерів світової легкої атлетики. Як і очікувалось, першою у штовханні ядра стала Віта Павлиш (20,49 м). Приємною несподіванкою став срібний здобуток 22-річної Наталії Добринської (Вінниця), яка з усіх видів п'ятиборства встановила особисті рекорди, а у підсумку - рекорд України (4727 оч.). Всього трьох сотих секунди не вистачило до “золота” Івану Гешку, який фінішував другим у фіналі бігу на 1500 м (3:52,34 хв). Пристойно виступив у стрибках із жердиною Денис Юрченко з Донецька. Він випередив навіть чемпіона світу 2003 р. італійця Д. Джибіліско і тільки за спробами поступився срібному призеру (5,70 м). У стрибках у висоту Віта Паламар (Київ - Хмельницький) стала “бронзовою” (1,97 м).

У 2004 р. Олімпійські ігри повернулися на свою батьківщину (Афіни, Греція). У змаганнях з легкої атлетики взяли участь 2000 спортсменів з 197 країн - це 20% від усіх спортсменів разом узятих, які виступали в інших видах програми. Легкоатлети України вибороли 4 медалі (1 золота, 1 срібна і 2 бронзові) і за цим показником поділили восьме місце зі спортсменами з Великобританії. Найуспішніше з українських легкоатлетів виступив Юрій Білоног, який у запеклій боротьбі виграв золоту нагороду в секторі для штовхання ядра (21,16 м). У Юрія це четвертий, але найпочесніший титул. До цього він був чемпіоном світу серед юніорів (1992 р.), чемпіоном світу у приміщенні (1997 р.) і чемпіоном Європи (2000 р.). Сенсаційно пробігла

дистанцію 100 м з бар'єрами киянка Олена Красовська, яка приїхала на Олімпіаду з особистим рекордом 12,74 с, а поїхала з 12,45 с і срібною медаллю. Успішно виступила й інша бар'єристка, але на дистанції 400 м, Тетяна Терещук (Луганськ-Київ). У півфіналі вона встановила рекорд України (53,37 с), а у фіналі спромоглася фінішувати третьою (53,44 с). Найкраще з українських стрибунів у висоту виступила Віта Стьопіна (Миколаїв - Запоріжжя), яка подолала планку на висоті 2,02 м і тільки за спробами програла чемпіонці світу Хестрі Клуге (ПАР) і посіла третє місце. Взагалі виступ легкоатлетів України на Олімпіаді-2004 видався більш вдалим, ніж на попередній Олімпіаді-2000 у Сіднеї.

Новий олімпійський цикл почався у 2005 р. чемпіонатом Європи, що пройшов під дахом мадридського "Palasio de los Deportes" 4-6 березня. Збірна команда легкоатлетів України (21 спортсмен) здобула одну золоту та по дві срібні й бронзові медалі й посіла восьму позицію в неофіційному командному заліку за кількістю нагород. Золоту медаль на дистанції 1500 м виборов Іван Гешко, перемігши з рекордом манежу - 3:36,70 хв. Два українські спортсмени завоювали срібні медалі: стрибун із жердиною Денис Юрченко показав пристойний результат 5,85 м, а в потрібному стрибку киянин Микола Саволайнен завоював "срібло" з результатом 17,01 м. У перший день змагань бронзовою нагородою у п'ятиборстві (4667 оч.) порадувала вінничанка Наталія Добринська. Бронзову медаль здобув у стрибках у довжину й донеччанин Володимир Зюзьков (7,99 м).

Ювілейний X чемпіонат світу з легкої атлетики проводився 6-14 серпня 2005 р. у Гельсінкі (Фінляндія), місті, яке 22 роки тому приймало перший чемпіонат. Україну представляли 58 спортсменів (25 чоловіків і 33 жінки) з 36 дисциплін. На цьому чемпіонаті наші легкоатлети спромоглися завоювати тільки одну медаль - золоту зі стрибків у висоту. Здійснив це Юрій Крамаренко (Київ), який перші кроки у спорті робив у славнозвісній бердичівській школі стрибунів у висоту. Подолавши 2,32 м, він переміг кращих стрибунів світу і врятував збірну України від нищівної оцінки виступу української команди. За

кількістю медалей збірна команда України поділила 17-21-ше місце разом з командами Катару, Литви, Уганди та Еквадору.

Результати виступу вітчизняних представників “королеви спорту” на 19-му чемпіонаті Європи, який відбувся 7-13 серпня 2006 р. (Гетеборг, Швеція), порівняно з попередніми трьома першостями Старого Світу, в яких українці брали участь самостійною командою, виявилися дуже скромними. Цього разу українські легкоатлети здобули лише три медалі, серед яких немає жодної вищого ґатунку і в командній першості посіли 21-ше місце. Необхідно зауважити, що завдання, яке ставилося перед нашою збірною, полягало перед усім в тому, щоб за два роки до Олімпіади в Пекіні проглянути кандидатів на участь в Іграх. Переможець попереднього чемпіонату Європи в Мюнхені в стрибках у довжину Олексій Лукашевич, незважаючи на недавню травму, зміг втрутитися в боротьбу за медалі. І якби під час останньої спроби йому не завадила банальна судома, можливо, він стрибнув би далі, ніж на “бронзу” (8,12 м). Досить сказати, що другий призер випередив українця лише на один сантиметр. Ще одне третє місце - в активі нашої відомої спортсменки Тетяни Терещук-Антіпової (400 м з/б, 54,55 с). І, нарешті, кращим у складі національної збірної виявився прославлений буковинець Іван Гешко, який став срібним призером на своїй улюбленій дистанції 1500 м (3:39,50 хв).

Виступ українських легкоатлетів на Олімпійських іграх 2008 року (Пекін, Китай) можна вважати не зовсім вдалим. Тільки Наталії Добринській (жіноче семиборство) вдалося піднятися на вищу сходинку п'єдесталу пошани. Рекордсменка світу у жіночому семиборстві Людмила Блонська показала другий результат. Ірина Ліщинська у бігові на 1500 м здобула срібло, на цій самій дистанції бронзову нагороду здобула Наталія Тобіас. З метання диска третє місце посіла Олена Антонова. Денис Юрченко у стрибках із жердиною посів третє місце.

За часи існування українська легка атлетика накопичила славетні традиції. До канонів світової легкої атлетики золотими літерами вписані імена видатних українських спортсменів - чемпіонів і рекордсменів Європи, світу і

Олімпійських ігор, серед яких: Геннадій Авдеєнко (Одеса), Микола Авілов (Одеса), Євген Аржанов (Київ), Інга Бабакова (Миколаїв), Олександр Багач (Бровари), Жанна Блок-Пінтусевич (Київ), Людмила Блонська (Бровари - Сімферополь), Анатолій Бондарчук (Київ), Валерій Борзов (Київ), Ольга Бризгіна (Луганськ), Сергій Бубка (Донецьк), Володимир Голубничий (Суми), Наталія Добринська (Вінниця), Інеса Кравець (Київ), Юрій Крیمаренко (Київ), Володимир Кисельов (Кременчук); Надія Олізаренко (Одеса), Валерій Підлужний (Донецьк), Марія Пінігіна (Київ), Тетяна Пророченко (Запоріжжя), Ніна Пономарьова (Київ), Тетяна Самойленко (Запоріжжя), Юрій Сєдих (Київ), Надія Ткаченко (Донецьк), Василь Цибуленко (Київ), Володимир Ященко (Запоріжжя) та ін.

Найбільше видатних досягнень на рахунку Валерія Борзова, який на Іграх 1972 і 1976 років завоював 5 медалей (2 золоті, 1 срібну, 2 бронзові). В. Борзов - єдиний поки що зі спринтерів Європи, який став призером двох олімпіад і виборів 2 золоті медалі на одній з них.

Учасником п'яти олімпіад був майстер спортивної ходьби сумчанин Володимир Голубничий, який завоював 4 нагороди (2 золоті, 1 срібну та 1 бронзову).

Тричі на найвищу сходинку олімпійського п'єдесталу піднімалася бігунка на 400 м Ольга Бризгіна.

Двічі чемпіоном Ігор Олімпіади ставав металник молота Юрій Сєдих, у активі якого ще й одна срібна нагорода.

Унікальними є досягнення Сергія Бубки у стрибках із жердиною: 35 рекордів світу, 6 перемог на чемпіонатах світу, олімпійське золото.

Усього українські легкоатлети були удостоєні 73 нагород Ігор Олімпіад, 53 - чемпіонатів світу та 81 - чемпіонатів Європи.

Неперевершеними й досі залишаються рекорди світу з легкої атлетики, встановлені нашими видатними земляками: Юрієм Сєдих - з метання молота (86,74 м, 1986 р.), Сергієм Бубкою - зі стрибків із жердиною (6,14 м, 1994 р.), Інесою Кравець - зі стрибків потрійним (15,50 м, 1995 р.).

Методика навчання бігу

Спринтерський біг відноситься до групи вправ циклічного характеру, що виконуються з максимальною інтенсивністю. Легкість, розкутість бігових рухів, що виконуються з великою амплітудою та високою частотою - основна ознака раціональної техніки бігу на короткі дистанції. Всі дії бігуна від старту до фінішу - одна безперервна вправа, в основі якої лежить прагнення спортсмена першим перетнути фінішну лінію за найкоротший проміжок часу.

Для аналізу техніки бігу його умовно поділяють на такі частини:

- старт;
- стартовий розбіг;
- біг по дистанції;
- фінішування

Старт. У спринтерському бігу застосовується низький старт. Для швидкого початку бігу використовуються стартові колодки {станки}, що забезпечують тверду опору під час відштовхування з відповідними кутами нахилу опорних площадок. Розташування колодок визначається у процесі занять та тренувань і залежить від індивідуальних особливостей бігуна, його зросту, довжини кінцівок, рівня розвитку швидкісно-силових якостей.

Існує декілька варіантів низького старту, назва яких походить від того, як розташовані колодки відносно стартової лінії. Найбільш поширеним є так званий звичайний старт, під час якого передня колодка встановлюється на відстані 1-1,5 ступні (35-50 см) від стартової лінії, а задня ~ на такій ж відстані від передньої, або на відстані довжини гомілки. Опорна площадка передньої колодки має кут нахилу 40-50*, а задньої - 60-80°. Відстань між повздовжними вісями колодок 18-20 см. Під час використання зближеного варіанту задня колодка наближається до передньої на відстань 1 ступні. При застосуванні розтягнутого старту передня колодка віддаляється БІД стартової лінії назад і встановлюється на відстані 1 ступні попереду задньої колодки. Під час

застосування таких варіантів змінюється і кут нахилу опорних площадок . з наближенням колодок до стартової лінії він зменшується, з віддаленням - збільшується.

В залежності від індивідуальних особливостей кожного бігуна (тілобудови, рівня розвитку координаційних та інших рухових якостей) необхідно підбирати такий варіант низького старту, котрий забезпечить ефективний початок бігу, Варто зазначити, що переважаюча більшість висококваліфікованих спринтерів застосовують звичайний варіант низького старту.

До початку бігу спортсмени займають місце на своїх доріжках і розташовуються позаду стартових колодок. За командою "На старт!" вони підходять до колодок, стають попереду них і впираються на руки за стартовою лінією. Сильнішою ногою впираються у опорну площадку передньої колодки, а другою - задньої. Ставши на коліно позаду розташованої ноги, бігун ставить руки впритул до стартової лінії, розставивши їх на ширину плечей або й більше. Кисті рук ставляться на доріжку великими пальцями до середини, а іншими назовні. Тулуб випрямлений, голова вільно опущена, Вага тіла рівномірно розподіляється на руки, ступню попереду стоячої ноги та коліно іншої ноги.

За командою "Увага!" бігун плавно піднімає таз дещо вище рівня плечей, незначно випрямляє ноги і переносить вагу тіла на руки та попереду стоячу ногу, У такому положенні він повинен знаходитися нерухомо аж до сигналу для початку бігу.

За командою "Руш!" (пострілом стартера } бігун миттєво здійснює енергійні рухи ЗІГНУТИМИ у ліктях руками вперед-назад з виконанням активних бігових рухів ногами. В оптимальному нахилі бігун рухається вперед, поступово переходячи на біг по дистанції.

Стартовий розбіг. Швидкому досягненню максимальної швидкості після старту сприяє стартовий розбіг. На ефективність стартового розбігу суттєво впливають довжина та спосіб виконання першого і послідуєчих кроків після

старту. Дуже короткі кроки не забезпечують швидкого зростання швидкості, а дуже довгі сприяють швидкому випрямленню тулуба з наступним зниженням швидкості.

Під час стартового розбігу (25-30м) разом з поступовим зростання!» довжини КРОКІВ проходить плавне випрямлення тулуба, Чіткої границі між стартовим розбігом та бігом по дистанції не існує. Розбіг завершується тоді, коли бігун досягає 92-95 % своєї максимальної швидкості. Чим *v* раніше це станеться, тим вища ефективність стартового розбігу.

Біг по дистанції. Під час бігу по дистанції спортсмен прагне досягнути своєї максимальної швидкості і як можна довше її зберегти. Швидкість бігу здебільшого залежить від раціональної форми рухів, вміння бігти без зайвого напруження. Щоб підтримувати високу швидкість бігу, спортсменові необхідно навчитися оптимально поєднувати довжину та частоту кроків. Довжина бігового кроку у кращих спринтерів - чоловіків коливається від 210 до 250 см (8-9 стоп), у жінок — від 185 до 215 см. Частота кроків досягає 5-5,5 кроків на секунду.

Постановка ноги на доріжку повинна бути пружною, Це досягається за рахунок приземлення на передню частину ступні згинання ноги у колінному суглобі, що значною мірою амортизує силу ударів об ґрунт і скорочує гальмівну фазу передньої опори.

Під час відштовхування поштовхова нога потужним рухом випрямляється у тазостегновому, колінному та гомілковоступневому суглобах. Стегно махової ноги енергійно виноситься вперед-вгору, сприяючи ефективному відштовхуванню,

Результати наукових досліджень показують, що під час швидкісного бігу активні зусилля припиняються ще до відриву опорної ноги від доріжки, а нога втрачає контакт з опорою завжди ще до того, як повністю розігнеться у суглобах. Відповідно, свідоме, штучне прагнення повністю

розігнути ногу у момент завершення відштовхування, як рекомендували окремі спеціалісти, н© сприяє покращенню спортивного результату і може бути причиною травм м'язів задньої поверхні стегна.

Руки під час бігу працюють широко і активно. Кути їх згинання у ліктьових суглобах непостійні: під час винесення вперед (до висоти підборіддя) і дещо до середини рука згинається, а під час відведення назад і дещо назовні - розгинається під дією інерційних сил.

Раціональність рухів спринтера порушується, якщо він не розслабляє м'язи, які у даний момент активно не беруть участі в роботі. Успіх у спринті значною мірою залежить від вміння бігти легко, вільно, без зайвого напруження.

Фінішування. У минулому бігуни на короткі дистанції фінішували по-різному. Відомий спринтер Ч. Паддок (США) здійснював під час цього стрибок на стрічку. Окремі бігуни надавали перевагу фінішуванню з "падінням".

У теперішній час більш ефективним вважається перетин фінішної лінії на максимальній швидкості без спецзабігу.

4. Порядок постановки завдань, підбір засобів та методичні вказівки при навчанні техніки.

Навчати техніці бігу на спринтерські дистанції доцільно після декількох занять по бігу на середні дистанції.

Нижче вказані власні задачі і засоби для їх вирішення, а також дані методичні вказівки.

Задача 12. Ознайомитися з особливостями бігу кожного атлета, який займається, визначити основні індивідуальні недостатки і шляхи їх виправлення.

Засоби: Повторний біг на 60-80 м (3-5 разів).

Методичні вказівки. Кількість повторних пробіжок може бути різною. Воно залежить від того, як за швидко атлет пробіжить дистанцію у відповідній йому манері.

Задача 2. Навчити техніці бігу по прямій дистанції.

Засоби: 1. Біг з прискоренням на 50-80 м в $\frac{3}{4}$ інтенсивності. 2. Біг з швидким початком, виключенням і бігом по інерції (60-80 м). 3. Біг з високим підніманням стегна і загребаючою постановою ноги на доріжку (30-40 м). 4. Біг з відведенням стегна назад і закиданням гомілки (40-50 м). 5. Біг стрибковими кроками (30-60 м) 6. Рухи руками (подібно рухам під час бігу. 7. Виконати вправи 2-5 з більшою частотою і перейти на звичайний біг.

Методичні вказівки. Перелік вправ і їх дозування підбирається для кожного спортсмена з урахуванням недостатків його в техніці бігу. Всі бігові вправи спочатку виконуються кожним роздільні. По мірі освоєння техніки бігу вправи виконуються групою. В бізі з прискореннями потрібно збільшувати швидкість, але так, щоб рухи бігуна були вільними. Підвищення швидкості слід зупинити, як тільки з'явиться надлишкова напруга, скованість.

По досягненні максимальної швидкості не можна закінчувати біг різко, потрібно кожний аз намагатися бігти далі, не докладаючи максимальних зусиль (вільний біг). Біг з прискоренням – основна вправа для вивчення технік спринтерського бігу.

Всі бігові вправи необхідно виконувати вільно, без лишніх зусиль. Кількість повторень рекомендованих вправ встановлюється в залежності від фізичної підготовленості (3-7 разів).

Задача 3. навчити техніці високого старту і стартовому прискоренню.

Засоби: 1. Виконання команди “На старт!”.

2. Виконання команди “Увага!” 2. Початок бігу без сигналу, самостійно (5-6 разів). 4. Початок бігу без сигналу при великому нахилі тулуба вперед (до 20 м, 6-8 разів). 5. Почато бігу по сигналу і стартове прискорення (2030 м) при великому нахилі тулуба і енергетичному винисенню стегна вперед (6-8 раз).

Методичні вказівки. Слідкувати, щоб підопічні на старті виносили вперед плече і різну, різнойменні виставленої вперед нозі. По мірі засвоєння старту необхідно збільшувати нахил тулуба, довести його до горизонтального і намагатися зберегти нахил можливо довше.

До виконання старту по сигналу переходити тільки після елементарного засвоєння техніки.

Задача 4. Навчити низькому старту і стартовому розбігу.

Засоби. 1. Виконання команди “На старт!” 2. Виконання команди “Увага!” 3. Почато бігу без сигналу, самостійно (до 20 м, 8-12 разів). 4. Почато бігу по сигналу (по вистрілу). 5. Почато бігу по сигналу, який слідує через різні проміжки після команди “Увага!”.

Методичні вказівки: Якщо бігун з перших кроків після старту передчасно випрямовується, доцільно збільшити відстань від колодок до стартової лінії або встановити на страті похилу рейку, обмежуючи можливість підйому. Хорошою вправою для виправлення передчасного виправлення бігуна зі старту являється початок бігу із високого стартового положення з опорою руки і горизонтальним положенням тулуба.

Навчаючи низькому старту, необхідно на перших заняттях вказувати підопічним, щоб вони не починали біг до сигналу (фальстарт). Рекомендується подавати тільки один заключний сигнал. При цьому бігуни приймають без команди позу, яку займають по сигналу “Увага!” Низький старт по вистрілу використовується на заняттях після оволодіння правильними рухами. Кількість повторень може коливатися від 3 до 15.

Задача 6. Навити переходу від стартового розбігу до бігу по дистанції.

Засоби: 1. Біг по інерції після пробігання невеликого відрізка зі абсолютною швидкістю (5-10 раз). Збільшення швидкості після вільного бігу по інерції, поступово зменшуючи відрізок бігу до 2-3 кроків (5-10 разів). 3. Перехід до вільного бігу по інерції після розбігу з низького старту (5-10 разів). 4. Збільшення швидкості після вільного бігу по інерції, виконаного після розбігу з низького старту (6-12 разів), поступово зменшуючи відрізок вільного бігу до 2-3 кроків. 5. Переміжний біг. Біг з 3-6 переходами від максимальних зусиль до вільного бігу по інерції.

Методичні вказівки. Спочатку потрібно навчити вільному бігу по інерції по прямій дистанції на відрізках 60-100 м. Звертається особлива увага на

вивчення умінню переходити до бігу з максимальною швидкістю до вільного бігу, не втрачаючи швидкості.

Задачі 6. Навчити фінішному ривку на стрічку.

Засоби: 1. Нахил вперед з відведенням рук назад при ходьбі (2-6 разів). 2. Нахил вперед на стрічку з відведенням рук назад при повільному і швидкому бізі (6-10 разів). 3. Нахил вперед на стрічку з поворотом плеч на повільному і швидкому бізі індивідуально і групою (8-12 разів).

Методичні вказівки. Навчаючи фінішуванню з ривком на стрічку, потрібно виховувати вміння проявляти вольові зусилля, необхідні для підтримки досягнутої максимальної швидкості до кінця дистанції. Важливо також привчити бігунів закінчувати біг не на лінії, а після неї. Для успішного навчання, потрібно проводити вправи парами, добираючи бігунів, рівних по силам, або застосовуючи фори.

Задача 7. Подальше вдосконалення в техніці бігу в цілому.

Засоби: 1. Всі вправи, які використовуються для навчання, і інші спеціальні вправи. 2. Про бігання пової дистанції. 3. Участь в прикидках і змаганнях.

Методичні вказівки. Техніка спринту краще всього удосконалюється при бізі в рівномірному темпі з неповною інтенсивністю; в бізі з прискоренням, в якому швидкість доводиться до максимальної, при виходах зі старту з різною інтенсивністю. Бажання бігти з максимальною швидкістю при не засвоєній техніці і не достатній підготовленості майже завжди призводить до надлишкових напруженням. Щоб уникнути цього, на незлих порах слід використовувати біг в $\frac{1}{2}$ і $\frac{3}{4}$ інтенсивності, так як при легкому, вільному, ненапруженому бігу спортсмену легше контролювати свої рухи.

З кожним наступним зайняттям швидкість бігу повинна збільшуватись. Але як тільки спринтер відчує, що з'являється напруженість, затислість мускулатури і зв'язок рухів, швидкість потрібно знизити. В результаті вдосконалення навиків час появи надлишкового напруження буде відчуватися. Через це спринтер буде досягати все більшої швидкості бігу, виконуючи рухи

легко і вільно. Потрібно постійно слідкувати за технікою низького старту. Особливу увагу необхідно звертати зменшенню часу реакції на стартовий сигнал, не допускаючи при цьому передчасного початку бігу.

При описанні навчання техніці бігу на 100 м вказано кількість повторень вправ для одного уроку, в який включається одна вправа. При включенні більшої кількості вправ дозування слід зменшити.

Методика навчання стрибкам з розбігу

Стрибкам у довжину з розбігу навчають у наступній послідовності (це відноситься до навчання стрибкам усіма способами):

1.
Ознайомлення з технікою стрибка в цілому (демонстрація, розповідь, кінограми тощо).
2.
Навчання відштовхуванню.
3.
Сполучення розбігу та відштовхування.
4.
Приземлення.
5.
Навчання рухам у фазі польоту.

Підготовчі вправи:

- ігри та естафети зі стрибками
- багатоскоки (на місці та з пересуванням)
- вправи на рухливість у суглобах
- вправи сприяючі розвитку сили м'язів ніг.

Підвідні вправи для навчання стрибками “зігнувши ноги”.

1.

Стрибки з ноги на ногу.

2.

Відштовхування через один біговий крок.

3.

Відштовхування через три бігових кроки.

4.

Скачки на одній нозі.

М.В.: скачок виконується на одній нозі, після відштовхування нога, якою відштовхується згинається та коліно піднімається вперед.

5.

Скачок – крок.

6.

Стрибки з діставанням високо підвищеного предмету.

7.

Стрибки у довжину з місця.

8.

Стрибки у довжину з місця з відскоком.

9.

Потрійний стрибок у довжину з місця.

10.

Відштовхування з місця з виведенням таза вперед і підйомом махової ноги з приземленням на обидві ноги в положення випад маховою ногою уперед.

11.

Теж у сполученні з рухами руками.

12.

З одного кроку розбігу – мах – відштовхування - приземлення на обидві ноги в положення випад маховою ногою уперед. М.В.: вправи 10-12 можуть

виконуватись як біля стрибкової ями, так і на біговій доріжці фронтальним методом.

13.

Розбіг з 3 кроків – відштовхування – мах – приземлення на махову ногу та пробігання вперед.

М.в.: вихідне положення стійка ноги нарізно махова нога вперед, після відштовхування нога, якою відштовхуються повинна повністю випрямлятися у колінному суглобі, відштовхуватись потрібно якомога швидше, махова нога активно виноситься вперед, кут між стегном на гомілкою 90°, голову не опускати, приземлення з пробіганням вперед.

14.

Та ж вправа з приземленням на ту ногу, якою відштовхуються.

15.

Вправи 13,14 виконуються з 8-10 кроків розбігу.

16.

Стрибки у довжину з 8-10 кроків розбігу з приземленням у групування.

17.

Та ж вправа з приземленням за видиму відмітку (стрічка, мотузка)

18.

Вправи 13,14 виконуються з перестрибуванням через перешкоду, яка установлюється в ямі на відстані 0,5-1,5 м від місця відштовхування.

19.

Стрибки з 3-5 кроків розбігу з відштовхуванням від “містка”.

М.в.: після закінчення відштовхування нога, якою відштовхуються підтягується до махової.

20. Теж зі збільшенням розбігу до 10-12 кроків.

21. Навчання підбирати розбіг.

Відрахувати від лінії відштовхування 90 стоп. Зробити контрольну

відмітку. Встати на контрольну відмітку у стійку ноги нарізно махова нога вперед. Розбігатись та виконувати імітацію відштовхування 3-5 разів. В цей час вчитель подає вказівки приблизити чи віддалити контрольну відмітку. М.В: розбігатись з поступовим набором швидкості, останні кроки декілька коротші і виконуються з максимальною швидкістю, не підбирати ноги перед відштовхуванням, розбіг завжди починати з одного вихідного положення.

20.

Стрибки у довжину з повного розбігу.
Підвідні вправи для навчання стрибками “прогинаючись”.

Для навчання цьому виду стрибків можна застосовувати вправи 1-18 та 20-21.

Для навчання рухам у фазі польоту ми рекомендуємо застосовувати наступні вправи.

1.

И.п. стойка ноги врозь маховая нога впереди.

1) Крок ногою, якою відштовхуються.

2) Мах маховою ногою, руки підняти нагору.

3) Активним рухом назад-донизу розігнути махову ногу, таз вивести вперед.

1.

З 3-4 кроків розбігу виконати поштовх і мах, потім активним рухом назад - вниз розігнути махову ногу, таз вивести вперед, приземлитися в групування.

2.

Таж вправа з особливою увагою на роботу рук. М.В.: руками потрібно виконувати активний рух в сторони, а потім вгору ніби підкидуючи себе вгору.

3.

Стрибки з 3-5 кроків розбігу з відштовхуванням від “містка”.

М.в.: після закінчення відштовхування махова нога активним рухом опускається вниз, а таз виводиться вперед.

5.

Стрибки способом “прогинаючись” з 8-10 кроків розбігу.

6.

Стрибки способом “прогинаючись” з повного розбігу.

Підвідні вправи для навчання стрибками “ножиці”.

Для навчання цьому виду стрибків можна застосовувати вправи 1-18 та 20-21.

Для навчання рухам у фазі польоту ми рекомендуємо застосовувати наступні вправи.

1.

З 3-4 кроків розбігу виконати відштовхування – мах – зміна положення ніг у польоті (опустити махову ногу, а ту, якою відштовхуються вивести вперед) – приземлення у випад ногою якою відштовхувались вперед.

2.

Та ж вправа, але приземлення у групування (після зміни положення ніг у польоті обидві ноги з’єднати разом).

3.

Стрибки з 3-4 кроків розбігу способом “ножиці” з використанням гімнастичного мостику.

4.

Стрибки з 10-12 кроків розбігу способом “ножиці” з використанням гімнастичного містка.

5.

Стрибки з повного розбігу способом “ножиці”.

Методика навчання стрибкам вгору з розбігу.

Послідовність навчання стрибкам у висоту з розбігу:

- створення уявлення про стрибок у висоту з розбігу зазначеним способом;

- навчання відштовхуванню;
- навчання розбігу в сполученні з відштовхуванням;
- навчання переходу через планку (фаза польоту) і приземленню.

^ *Підготовчі* *вправи:*

- вправи на гнучкість;
- вправи для розвитку сили м'язів ніг;
- багатоскоки (можна виконувати з використанням гімнастичної лави);
- ігри й естафети зі стрибками.

Вправи, що підводять, для навчання стрибкам способом «перекрокування».

Відштовхування

1. Виконання махів маховою ногою стоячи боком до гімнастичної стінки і тримаючись за неї рукою (потім можна ту ж вправу виконати іншою ногою).
2. Ту ж вправу виконувати не тримаючись за опору і намагаючись силою енергійного махового руху піднятися на носок і відірватися від землі.
3. З вихідного положення стоячи ноги нарізно махова нога вперед кроком ногою, якою відштовхуються перекатом з п'яти на носок відштовхнутися і виконати мах прямою маховою ногою. Приземлитися на ту ж ногу.
4. Ту ж вправу виконати з 2-3 кроків розбігу в сполученні з роботою рук (руки спочатку приділяються назад, а потім активно виносяться вперед-вгору).
5. Ту ж вправу виконати в сполученні з ходьбою (імітація відштовхування на

кожен 4-й крок).

6. У стрибку діставання підвішеного предмета стопою махової ноги, однієї і двома руками, головою.

7. Застрибування з прямого і бокового розбігу на високі прилади.

Розбіг у сполученні з відштовхуванням.

1. Відштовхування після 3-4 кроків розбігу (без переходу через планку). Розбіг виконується під кутом 30-45° до планки.

2. Та ж вправа з розбігу 8-10 кроків зі збільшенням довжини останніх 2-4 кроків і одночасним виведенням таза вперед.

3. Та ж вправа з повного розбігу.

Перехід через планку і приземлення.

1. З вихідного положення коштуючи боком до планки, установленної на висоті 50-60 см, вільно переступати через неї з поступовим збільшенням темпу, а потім перестрибувати.

2. Те ж з 1-3 кроків розбігу. Звернути увагу на те, що махова нога під час переходу через планку повинна бути прямою, тулуб нахилений уперед, руки опущені. Приземлення виконується на махову ногу з наступною постановкою ноги, якою відштовхуються.

3. Те ж з поступовим збільшенням розбігу.

Підвідні вправи для навчання стрибкам способом "перекат".

Для навчання відштовхування і розбігу в сполученні з відштовхуванням використовуються ті ж вправи, що і при навчанні стрибкам у висоту способом "перекрокування".

Перехід через планку і приземлення.

1. Вправа "блоха" (стрибки на одній нозі з підтягуванням колін до грудей).

2. Вправа "блоха" з поворотом у польоті на 180° проти годинникової стрілки, якщо поштовх здійснюється лівою ногою, і за годинниковою стрілкою, якщо

поштовх здійснюється правою ногою.

3. Вправа "блоха" з поворотом у польоті на 180° і приземленням на ногу, якою відштовхнулися і дві руки.

4. Та ж вправа з перестрибуванням через гімнастичну лаву.

5. Стрибки через планку способом "перекат" на доступній висоті з 3-5 кроків розбігу.

6. Стрибки у висоту способом "перекат" з повного розбігу (11-13 бігових кроків).

Підвідні вправи для навчання стрибкам способом "перекидний".

Для навчання відштовхування і розбігу в сполученні з відштовхуванням використовуються ті ж вправи, що і при навчанні стрибкам у висоту способом "перекрокування", але необхідно врахувати, що відштовхування в цьому способі стрибків виконується ближньою від планки ногою і тому, якщо дитина відштовхується правою ногою вона розбігається праворуч, а якщо лівою - то ліворуч. Кут розбігу в цьому виді стрибка $30-35^\circ$.

Навчання переходу через планку і приземленню.

1. З вихідного положення стоячи правим боком до перешкоди висотою 50-60 см переступати її переносячи спочатку ліву ногу, а потім праву. У момент переносу ноги тулуб нахилиється вперед до перешкоди й обертається довкола неї.

2. З того ж вихідного положення долати перешкоду в стрибку.

3. Ту ж вправу виконувати з 2-3 кроків розбігу. Висоту перешкоди (планки) збільшити до 80-90 см (висота повинна бути доступною). Приземлятися на махову ногу і руки

4. Стрибок у висоту способом "перекидний" з 8-10 кроків розбігу.

5. Стрибок у висоту способом "перекидний" з повного розбігу.

^ *Підвідні вправи для навчання стрибкам способом "фосбері-флон".*

Перед тим, як приступити до практичного оволодіння даним видом стрибків у висоту потрібно створити уявлення про техніку його виконання за допомогою демонстрації і пояснення.

^ Навчання відштовхуванню.

1. В.п. - стійка ноги нарізно, махова нога вперед. Виконання поштовху, маху з діставанням високо підвішеного предмета рукою.

2. Ту ж вправу виконати з 3-5 кроків розбігу. Цю вправу можна виконати багаторазово без зупинки, якщо кілька перешкод підвішені на деякій відстані одна від одної (наприклад баскетбольні кільця в спортивному залі)

3. В.п. стійка ноги нарізно махова нога вперед. Виконання поштовху і маху з розворотом у польоті приблизно на 45° (спиною до планки). Мах виконувати активним рухом стегна всередину.

4. Ту ж вправу виконати з 3-5 кроків розбігу.

Навчання розбігу.

1. Стрибки способом "перекрокування" з 5 бігових кроків. Перші два кроки виконати по прямій і під кутом до планки 70° , наступні три кроки - із забіганням по дузі стосовно планки.

2. Те ж з 7-8 бігових кроків. Розбіг виконується по прямій (4-5 кроків), а потім по дузі на останніх 3 кроках, збільшуючи швидкість і довжину бігових кроків. Відштовхування здійснюється на відстані 80-90 см від проекції планки далекою від неї ногою.

Навчання розбігу і відштовхуванню.

1. З 7-8 бігових кроків виконати відштовхування і мах із приземленням на ногу, якою відштовхнулися. Звернути увагу на розворот спиною до планки за рахунок активного руху стегна махової ноги всередину.

2.

Та ж вправа 10-12 кроків розбігу.

Навчання переходу через планку и приземленню.

1. З вихідного положення стоячи спиною до планки (краще натягнути резинку) установленної на доступній висоті поштовхом двох ніг вистрибнути вгору прогинанням тулуба подолати планку спочатку плечовим поясом, потім попереком і тазом, а потім ногами. Приземлитися на округлену спину, ноги підняти вгору.

2. З 3-5 кроків розбігу виконати поштовх, мах і перестрибнути через планку (гумку або гумовий джгут) на доступній висоті.

3. Те ж з 7-8 кроків розбігу. Розбіг виконується по дузі.

4. З повного розбігу виконувати стрибки у висоту способом "фосбері-флоп" поступово нарощуючи швидкість і підвищуючи висоту планки.

Методика навчання штовхання ядра зі скачка.

Послідовність навчання.

1. Ознайомити з технікою штовхання ядра зі стрибка.

2. Навчання триманню ядра.

3. Підготовка до стрибка.

4. Стрибок.

5. Фінальне зусилля.

Підготовчі вправи.

- вправи на розвиток гнучкості;

- рухливі ігри й естафети з метанням;

- кидки набивного м'яча (1-2 кг) різними способами;

- метання ядра (дівчинки 3 кг, а хлопчики - 5 кг) різними способами (через голову вперед, назад через голову, знизу нагору).

^ *Підвідні вправи.*

1. Навчання утриманню ядра.

Ядро лежить у правій (лівій) підключичній западині і притиснути до шиї утримується фалангами пальців правої (лівої) руки, лікоть правої (лівої) руки піднятий.

2. Виштовхування ядра нагору.

М.в.: ядро не відриватися від шиї в момент фінального зусилля.

3. Імітація штовхання ядра з місця (без снаряда).

4. Штовхання ядра з місця з вихідного положення стоячи боком до напрямку штовхання.

В.п.- стоячи на правій нозі, ліву вбік, ядро утримується правою рукою, ліва рука відведена вбік (у напрямку штовхання).

5. Штовхання ядра з місця з вихідного положення стоячи спиною до напрямку штовхання.

В.п.- стоячи спиною до напрямку штовхання на правій злегка зігнутій нозі ліву назад на носок, тулуб нахилено вперед, ядро утримується в правій руці, ліва рука вільно опущена вниз. З активним поворотом тулуба і постановкою лівої ноги виконати поштовх.

6. В.п.- стоячи спиною до напрямку штовхання на правій нозі, ліву назад на носок, тулуб нахилено вперед.

1.

Вивести вперед коліно лівої (маховий) ноги.

2.

З активним розгинанням махової ноги виконати стрибок на правій (якою відштовхуються) нозі назад.

7. Та ж вправа виконати кілька разів підряд (серіями).

8. Імітація штовхання ядра зі стрибка.

9. Штовхання з укороченого стрибка з вихідного положення стоячи лівим боком до напрямку штовхання.

10. Те ж з вихідного положення стоячи спиною до напрямку штовхання.

11. Штовхання полегшеного ядра зі збільшенням довжини стрибка доводячи її до оптимальної.

12. Штовхання ядра зі стрибка з кола з дотриманням правил змагань.

Навчання метанню малого м'яча.

Навчання найкраще проводити дотримуючи такої послідовності:

1. Показ метання в цілому.

2. Метання з місця (утримання снаряду(спису, гранати, малого м'яча), замах, фінальне зусилля, перескок).

3. Метання м'яча з розбігу: навчання схресному кроку, відведення м'яча під час схресного кроку, фінальне зусилля, перескок після фінального зусилля, поєднання попереднього й основного розбігу.

Підготовчі

вправи.

- Вправи на розвиток гнучкості. (Особливу увагу приділяють рухомості плечових і ліктьових суглобів).

- Багатоскоки.

- Біг на короткі дистанції (30 м, 60 м).

- Ігри й естафети з елементами метання.

Підвідні вправи для навчання метанню малого м'яча з місця.

1. Кидки в сітку з положення обличчям до сітки.

В.п. стоячи обличчям до сітки стійка ноги нарізно, рука з м'ячем над головою, інша рука опущена.

Виконувати кидки в сітку з відстані 5-7 м.

М.в.: ціль вправи виробити хльосткий рух передпліччям і кистю.

2. Кидки в сітку з положення боком до сітки.

В.п. стоячи лівим боком до сітки, стійка ноги нарізно, пряма права рука з м'ячем відведена назад, ліва піднята вперед, напівзігнута в ліктьовому суглобі.

Виконувати кидки м'яча в сітку з відстані 5-10 м.

3.

Імітація метання з місця

В.п. - Те ж.

1.

центр ваги переноситься на праву ногу і виконується замах.

2.

Положення "натягнутого лука".

3.

Кидок в сітку з відстані 7-10 м,

4. Метання малого м'яча в ціль.

5. Метання малого м'яча з місця на дальність.

Метання малого м'яча з розбігу.

1. Навчання схресному кроку.

В.п. - стійка ноги нарізно лівою.

1) крок правою з постановкою ноги схресно перед лівою на всю стопу при цьому коліно правої ноги згинається до кута 30-40° і проноситься через сторону, стопа розвертається перпендикулярно стопі лівої ноги.

2) крок лівою, з постановкою стопи з п'яти.

М.в.: спочатку вправа виконується під рахунок учителя кілька разів, потім самостійно з поступовим збільшенням швидкості виконання.

2. Імітація метання з 2 схресних кроків.

3. Метання м'яча з 2 схресних кроків.

4. Імітація метання з 4 схресних кроків.

5. Метання м'яча з 4 схресних кроків.

М.в.: важливо дотримувати зазначеної послідовності дій, поширена помилка, коли фінальне зусилля випереджає постановку лівої ноги, що стопорить, і метання відбувається у без опорному положенні; не допускати згинання руки в ліктьовому суглобі.

4. Виконання схресного кроку після 5-7 кроків попереднього розбігу.

5. Те ж у сполученні з виконанням замаху.

6. Імітація метання з укороченого розбігу (без випуску снаряду).

7. Метання з повного розбігу (8-12 бігових кроків) на недалеку відстань, або в сітку.

8. Навчання підбору розбігу (установка контрольної відмітки для початку основного розбігу).

Після оволодіння технікою метання збільшують швидкість його виконання і метають на дальність польоту.

Метання гранати по техніці ідентично метанню малого м'яча, тому спеціального навчання після оволодіння метанням малого м'яча не потрібно, за винятком способу утримання снаряда.

КЛАСИФІКАЦІЯ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

З точки зору фізіології сукупність неперервно пов'язаних один з одним рухових дій (рухів), що спрямовані на досягнення певної цілі (вирішення рухової задачі) є *вправою*.

Значна кількість фізичних, в тому числі і спортивних, вправ обумовлюють необхідність їх класифікації.

При фізичній систематизації м'язової роботи в якості класифікаційних ознак виділяють обсяг активної роботи м'язової групи, тип м'язових скорочень, силу та потужність скорочень м'язів, енерговитрати.

В залежності від обсягу працюючих м'язів виділяють *локальні* навантаження, при яких активуються менше 1/3 всієї м'язової маси тіла (стрільба з лука, пістолета, певні гімнастичні вправи тощо), *регіонарні*, коли скорочуються від 1/3 до 2/3 всієї м'язової маси (гімнастичні вправи, що виконуються тільки м'язами рук та поясу верхніх кінцівок, м'язами тулуба тощо) та *глобальні*, у здійсненні яких задіяні більше 2/3 всієї м'язової маси тіла (біг, веслування, їзда на велосипеді тощо).

У відповідності з типом скорочення основних м'язів, що здійснюють виконання заданої роботи, виділяють *статичні* (збереження фіксованого положення тіла, деякі вправи у гімнастів, стійка «стрілка» та інші) та *динамічні* напруження (ходьба, біг, їзда на велосипеді, плавання та інші).

При класифікації фізичних вправ за силою скорочення ведучих м'язових груп слід врахувати дві залежності: «сила-швидкість» та «сила-тривалість» м'язового скорочення.

При динамічному скороченні сила, що проявляється зворотно пропорційно вкороченню м'язів: чим більша швидкість, тим менше проявляється сила. Інше формулювання цієї залежності: чим більше зовнішнє навантаження, тим нижче швидкість вкорочення і тим більше проявляється

сила, і навпаки, чим менше зовнішнє навантаження, тим вища швидкість рухів і менше проявляється сила м'язів. Залежність «сила-тривалість» м'язових скорочень виражається в тому, що чим більша сила (або потужність) скорочень м'язів, тим коротша їх межева тривалість. За цією класифікацією фізичні вправи можна розділити на три групи:

Силового характеру - основні м'язові групи, що приймають участь в роботі, розвивають максимальні або майже максимальні напруження в статичному або динамічному режимі, при малій швидкості руху в умовах більшого зовнішнього опору.

До *швидкісно-силових* відносять такі види роботи, при якій ведучі м'язові групи проявляють відносно більшу силу (30-50% від максимальної) і швидкість скорочення (30-60% від максимальної швидкості скорочення).

При роботі на *витривалість* активні м'язи розвивають не дуже великі за силою та швидкістю скорочення, але здатні виконувати їх протягом тривалого часу (декількох хвилин до багатьох годин).

За показниками енерговитрат зазвичай поділяють на: *легкі, помірні, важкі та дуже важкі* фізичні навантаження.

За потужністю, що розвиває людина під час виконання різних видів спортивних вправ, виділяють роботу *максимальної потужності* (час виконання до 20-30с), *субмаксимальної потужності* (від 20-30с до 3-5 хв), *великої потужності* (від 3-5 хв до 30-40 хв) та *відносно помірної потужності* (більше 30-40 хв). Ці зони потужності являються загальними для всіх циклічних вправ.

У відповідності із загальною кінематичною характеристикою вправ, тобто характеру зміни структури рухів у часі всі види поділяють на **циклічні та ациклічні**.

ЦИКЛІЧНІ ВПРАВИ

У відповідності із відносним навантаженням анаеробного (алактатна та гліколітична системи) та аеробного (киснева, окислювальна системи) характеру циклічні вправи можна розділити на анаеробні та аеробні.

Анаеробні вправи. Виділяють три групи анаеробних вправ:

- 1) максимальної анаеробної потужності (анаеробна потужність);
- 2) білямаксимальної анаеробної потужності (змішаної анаеробної потужності);
- 3) субмаксимальної анаеробної потужності (анаеробно-аеробної потужності).

Вправи максимальної анаеробної потужності - це вправи з майже виключно анаеробним характером енергозабезпечення працюючих м'язів: анаеробний компонент в загальній енергопродукції складає від 90 до 100%. Він забезпечується енергетичною системою АТФ+КФ при якій участь лактицидної (гліколітичної) системи не значна. Рекордна максимальна анаеробна потужність розвивається видатними спортсменами під час спринтерського бігу, досягає 120 ккал/хв. До таких вправ відносять: спринтерський біг до 100 м, спринтерська велогонка на треці, плавання на дистанцію 50 м та інші.

Вправи білямаксимальної анаеробної потужності - це вправи з переважанням анаеробного енергозабезпечення працюючих м'язів. Анаеробний компонент у загальній енергопродукції складає 75-85% за рахунок фосфагенної, і в більшій мірі, за рахунок лактацидної (гліколітичної) енергетичних систем. Рекордна білямаксимальна анаеробна потужність у бігу – в межах 50-100 ккал/хв. Можлива тривалість таких вправ у видатних спортсменів коливається від 20 до 50 с. До змагальних вправ відносяться: біг на дистанції 200-400 м, плавання на дистанції до 100 м, біг на ковзанах на 500 м та інші.

Вправи субмаксимальної анаеробної потужності – це вправи з переважанням анаеробного компоненту енергозабезпечення працюючих м'язів. У загальній енергопродукції організму він досягає 60-70% і забезпечується переважно за рахунок лактацидної (гліколітичної)

енергетичної системи. В енергозабезпеченні цих вправ значна частка належить також і кисневій (окиснювальній, аеробній) енергетичній системі. Рекордна потужність у бігових вправах складає приблизно 40 ккал/хв. Можлива тривалість змагальних вправ у видатних спортсменів – від 1 до 2 хв. До змагальних вправ відносяться: біг на 800м, плавання на 200 м, біг на ковзанах на 1000 та 1500 м, велотрек на 1000 м та інші.

Аеробні вправи. Виділяють п'ять груп аеробних вправ:

- 1) вправи максимальної аеробної потужності (95-100% максимального споживання кисню - МСК);
- 2) вправи білямаксимальної аеробної потужності (85-90 % МСК);
- 3) вправи субмаксимальної аеробної потужності (70-80 % МСК);
- 4) вправи середньої аеробної потужності (55- 65 % МСК);
- 5) вправи малої аеробної потужності (50 % від МСК і менше).

Вправи маскимальної аеробної потужності – це вправи, в яких переважає аеробний компонент енергопродукції, що складає від 60-70 %. Дистанційне споживання кисню складає близько 100 % від індивідуального МСК. Основним енергетичним субстратом при виконанні цих вправ служить м'язовий глікоген, який розщеплюється як аеробним, так анаеробним шляхом (з утворенням молочної кислоти). Тривалість таких вправ – 3-10 хв. До змагальних вправ цієї групи відносяться: біг на 1500 та 3000 м, біг на 3000 та 5000 на ковзанах, плавання на 400 та 800 м, академічне веслування (класичні дистанції), велотрек на 4 км.

Концентрація лактату після виконання вправи досягає 15-25 ммоль/л у зворотній залежності від тривалості вправи, і в прямій – від кваліфікації спортсмена (спортивного результату).

Вправи білямаксимальної аеробної потужності (з дистанційним споживанням кисню 85-95 % від індивідуального МСК) – це вправи, при виконанні яких до 90% всієї енергопродукції забезпечується окислювальними (аеробними) реакціями у робочих м'язах. У якості субстратів окиснення використовуються в більшості випадків вуглеводи, чим жири (дихальний

коефіцієнт близько 1,0). Головну роль відіграють глікоген працюючих м'язів, і в меншому ступені – глюкоза крові (на другій половині дистанції). Рекордна тривалість вправ до 30 хв. До цієї групи відносяться: біг на 5000 та 10000 м, плавання на 1500 м, біг на лижах до 15 км на ковзанах 10 км. Концентрація лактату в крові після виконання вправи у висококваліфікованих спортсменів становить близько 10 ммоль/л.

Вправи субмаксимальної аеробної потужності (з дистанційним споживанням кисню 70-80% від індивідуального МСК) – це вправи, при виконанні яких більше 90% всієї енергії утворюється аеробним шляхом. Окислювальному розщепленню підлягають в дещо більшому ступені вуглеводи, ніж жири (дихальний коефіцієнт 0,85-0,90). Основним енергетичним субстратом служать глікоген м'язів, жири працюючих м'язів та крові і (по мірі тривалості роботи) глюкоза крові. Рекордна тривалість вправ – до 120 хв. В цю групу входять: біг на 30 км і більше (включаючи марафонський біг), лижні гонки на 20-50 км, спортивна ходьба до 20 км. Концентрація лактату в крові не перевищує 4 ммоль/л.

Вправи середньої аеробної потужності (з дистанційним споживанням кисню 55-65% від індивідуального МСК) – це вправи, при виконанні яких майже вся енергія працюючих м'язів забезпечується аеробними процесами. Основним енергетичним субстратом служать жири працюючих м'язів і крові, вуглеводи відіграють відносно меншу роль (дихальний коефіцієнт близько 0,8). Тривалість вправ до декількох годин. До цих вправ відносяться: спортивна ходьба на 50 км, лижні гонки на надтривалі дистанції (більше 50 км).

Вправи малої аеробної потужності (з дистанційним споживанням кисню 50% і менше від індивідуального МСК) – це вправи, при виконанні яких практично вся енергія працюючих м'язів забезпечується за рахунок окислювальних процесів, в яких використовуються головним чином жири і в меншому ступені вуглеводи (дихальний коефіцієнт менше 0,8). Вправи такої відносної фізіологічної потужності можуть виконуватися протягом багатьох

годин. Це відповідає побутовій діяльності людини (ходьба) або вправи в системі занять масовою чи лікувальною фізичною культурою.

АЦИКЛІЧНІ ВПРАВИ

Ациклічні змагальні вправи на основі їх кінематичних та динамічних характеристик можна розділити на 1) вибухові, 2) стандартно-перемінні, 3) нестандартно-перемінні та 4) інтервально-повторні.

Вибухові вправи. До цих вправ відносяться стрибки та метання. Групу стрибків складають стрибки у легкій атлетиці (в довжину, у висоту, потрійний, із жердиною), стрибки на лижах з трампліна та стрибки з трампліна у воднолижному спорті, стрибки у воду, легкоатлетичні метання: диска, списа, молота, штовхання ядра).

Характерною особливістю вибухових вправ є наявність одного або декількох акцентованих короткочасних зусиль великої потужності, що поєднують велику швидкість всьому тілу або верхнім кінцівкам зі спортивним знаряддям.

Стандартно-перемінні вправи – це змагальні вправи в спортивній та художній гімнастиці та акробатиці (крім стрибків), у фігурному катанні на ковзанах та на водних лижах, у синхронному плаванні. Для цих вправ характерне об'єднання в неперервний, фіксований, стандартний ланцюг різноманітних складних дій (елементів), кожна з яких являється закінченою самостійною дією і тому може вивчатися окремо і входити як компонент в різні комбінації.

Нестандартно-перемінні (ситуаційні) вправи включають всі спортивні ігри та спортивні єдиноборства, а також всі різновидності гірськолижного спорту. Протягом виконання цих вправ різко і нестандартним чином чергуються періоди з різним характером та інтенсивністю рухової діяльності - від короткочасних максимальних зусиль вибухового характеру (прискорень, стрибків, ударів) до фізичного навантаження відносно невисокої інтенсивності,

навіть до повного відпочинку (хвилинні перерви у боксерів, борців, зупинки у грі, періоди відпочинку між таймами в спортивних іграх).

Інтервально-повторні вправи – це вправи до яких відносяться змагальні, а також комплексні тренувальні вправи, які складені із стандартної комбінації різноманітних або однакових елементів, що розділені періодами повного або часткового відпочинку. До цих вправ відносяться тренувальні вправи з повторним пробіганням (пропливанням) певних відрізків дистанції на великій швидкості, що чергуються з періодами повного або часткового відпочинку. Прикладом є біатлон, спортивне орієнтування і т.і.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Розглянути основні види фізіологічної класифікації фізичних вправ.
2. Особливості циклічних та ациклічних видів спорту.
3. Який критерій лежить в основі класифікації циклічних видів спорту на анаеробні та аеробні види?
4. Охарактеризуйте види фізичних вправ анаеробного характеру.
5. Охарактеризуйте види фізичних вправ аеробного характеру.
6. Особливості ациклічних видів спорту.

ДИНАМІКА ФІЗІОЛОГІЧНИХ СТАНІВ ОРГАНІЗМУ ПРИ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Під час тренувальних занять та змагань в змінах функціонального стану організму людини виділяють три періоди: передстартовий, основний та відновлювальний.

Передстартовий стан. У передстартовому стані, що виникає за декілька хвилин або годин до початку змагань, зростають частота серцевих скорочень, систолічний об'єм та хвилинний об'єм кровообігу, підвищується артеріальний тиск, зростають легенева вентиляція, енерговитрати, температура тіла.

Передстартові зміни функцій являються умовно-рефлекторними реакціями. Вони підготовлюють організм в цілому до майбутньої роботи та прискорюють процеси впрацювання. Обумовлені ці зміни підсиленням діяльності симпато-адреналової системи, про що свідчить підвищення концентрації норадреналіну та адреналіну в крові ще до початку роботи.

В залежності від характеру змін фізіологічних функцій і емоційного статусу спортсмена виділяють три види передстартових станів: перший – характеризується помірним емоційним збудженням і забезпечує високий спортивний результат; для другого - характерне підвищення збудження центральної нервової системи під впливом якого працездатність може як збільшуватися, так і зменшуватися; третій вид станів відрізняється переважанням гальмівних процесів, що призводять, як правило, до зниження спортивного результату.

Зміни стану організму при розминці. *Розминка* – комплекс спеціальних вправ, що виконуються перед тренуванням або змаганням і що сприяє прискоренню процесу впрацювання, підвищення працездатності.

Фізіологічні ефекти розминки різноманітні. Вона підвищує збудливість та активність сенсорних, моторних та вегетативних центрів, підсилює діяльність

ендокринних залоз, створюючи тим самим умови для більш ефективної регуляції вегетативних та моторних функцій при наступній роботі. Підвищується температура тіла і, особливо, працюючих м'язів, завдяки чому збільшується активність ферментів, відповідно, швидкість біохімічних реакцій в м'язових волокнах, збудливість та лабільність м'язів, підвищується швидкість їх скорочення.

Розминка підсилює роботу систем, що забезпечують транспорт кисню до працюючих м'язів. Зростає легенева вентиляція, швидкість дифузії кисню із альвеол в кров, хвилиний об'єм кровообігу, розширюється артеріальні судини скелетних м'язів, збільшується венозне повернення крові, підвищується (завдяки збільшенню температури тіла) інтенсивність дисоціації оксигемоглобіна в тканинах.

Розминка спортсмена буває загальною та спеціальною. Загальна розминка складається з вправ, що здатні підвищити збудливість центральної нервової системи, температуру тіла, активізувати систему транспорту кисню. Спеціальна частина розминки за своєю структурою повина бути якомога ближчою до характеру майбутньої діяльності.

Впрацювання. Поступове збільшення працездатності людини на початку виконання спортивних вправ називається *впрацюванням*. В цей час відбувається перебудова нейрогуморальних механізмів регуляції рухів і вегетативних функцій на новий, більш напружений режим діяльності та покращення координації рухів.

Швидкість підсилення діяльності фізіологічних систем під час впрацювання неоднакова. Руховий апарат, що володіє відносно високою збудливістю і лабільністю, на новий робочий рівень налаштовується швидше, чим вегетативні системи. Так, наприклад, під час інтенсивного бігу максимальна швидкість руху досягається до 5-6 с. В той же час розширення артеріальних судин м'язів відбувається за 60-90 с, а ЧСС, систоличний об'єм та хвилиний об'єм кровообігу досягають максимальних величин тільки через

1,5-2 хв. Навіть при роботі максимальної аеробної потужності необхідний рівень споживання кисню досягається лише через 2-3 хв.

У зв'язку з тим, що транспорт кисню підсилюється поступово, на початку будь-якої роботи скорочення м'язів здійснюється, в основному, в анаеробних умовах. Різниця між потребою організму в кисню під час періоду впрацювання і його реальним потребам називається кисневим дефіцитом. При неважких навантаженнях дефіцит кисню перекривається ще під час фізичних вправ, а при важких навантаженнях дефіцит кисню ліквідується тільки після завершення роботи і є складовою частиною загального кисневого боргу.

Швидкість зміни фізіологічних функцій під час впрацювання залежить від інтенсивності (потужності) роботи, що виконується. Чим більша потужність, тим швидше відбувається підсилення діяльності серцево-судинної та дихальної систем. При однакових за характером і потужністю вправах впрацювання відбувається тим швидше, чим вище рівень тренуваності людини.

Стан фізіологічних функцій при основній роботі. Після закінчення періоду впрацювання при тривалій аеробній роботі виникає стійкий стан протягом якого працездатність і показники фізіологічних функцій, що забезпечують транспорт кисню, змінюються несуттєво. При роботі максимальної та субмаксимальної потужності період стійкого стану відсутній, так як протягом всього його часу відбувається постійне зростання частоти серцевих скорочень, систолічного об'єму кровообігу і, відповідно, споживання кисню.

Розрізняють справжній та хибний стійкий стан фізіологічних функцій при роботі. Справжній стійкий стан характеризується високою узгодженістю роботи рухового апарату і вегетативних систем, що приймають участь у її забезпеченні. Функції серцево-судинної та дихальних систем не досягають своїх межових величин. Ресинтез макроергічних фосфорних сполук відбувається за рахунок аеробних окислювальних реакцій. Споживання

кисню, як правило, нижче максимально можливих для людини величин. Молочна кислота майже не накопичується у м'язах, що забезпечує збереження кислотно-основної рівноваги у рідинних середовищах організму.

При хибному стійкому стані споживання кисню людини або близько до максимальної можливої для нього величини, або навіть дорівнює їй. Недивлячи на це, потреба м'язів в кисні все ж повністю не задовольняється. Поступово в організмі утворюється і зростає кисневий борг. З метою поповнення недостатнього поступання кисню легенева вентиляція, частота серцевих скорочень та хвилиний об'єм кровообігу збільшується і досягає максимально можливих величин. Нестача кисню призводить до підвищення частки анаеробних процесів у забезпеченні м'язів енергії. У результаті цього, в м'язах і у крові зростає концентрація молочної кислоти. Відбувається зрушення рН крові у кислий бік. Таким чином, при хибному стійкому стані відносна стабільність фізіологічних функцій протягом роботи обумовлена не відповідністю їх рівнів замовленням організму для забезпечення роботи необхідної потужності, а неможливістю їх подальшого зусилля.

Стомлення (втома) – функціональний стан людини, що тимчасово виникає під впливом тривалої або інтенсивної роботи і призводить до зниження її ефективності. **(більш детальніше стан «стомлення» розглянуто у розділі 3).**

Локалізація і механізми стомлення. Відносно локалізації стомлення, тобто про ті конкретні морфологічні структури та фізіологічні системи, в яких розвивається стомлення, і про механізми прояву стомлення поки що немає єдиної думки. В залежності від локалізації структур, зміни в яких призводять до зменшення працездатності, механізми стомлення поділяються на центральні та периферичні. У випадку ведучого значення центральних механізмів у розвитку стомлення, зниження працездатності відбувається внаслідок зниження рівня функціональної активності нервових структур, що керують діяльністю м'язів та їх вегетативним забезпеченням.

При фізичній роботі більшої тривалості стомлення виникає із-за змін в діяльності вегетативної нервової та ендокринної систем. Внаслідок цих змін відбувається зниження швидкості транспорту кисню до працюючих м'язів і погіршення ефективності енергообміну.

Окрім змін в центральній нервовій системі стомлення може викликатися процесами, що відбуваються в виконавчій ланці нервово-м'язового апарату. У цьому випадку кажуть про периферичні механізми стомлення, серед яких виділяють, по-перше, блокаду проведення нервових імпульсів з аксона мотонейрона на мембрану м'язових волокон внаслідок зменшення викиду ацетилхоліну із кінцевих гілочок рухового аксону (пресинаптичний блок), або зниження швидкості його руйнування ацетилхолінестеразою (постсинаптичний блок).

По-друге, виділяють, недостатність кальцієвих механізмів м'язових волокон, що погіршують процеси, що сприяли б регуляції скоротливого процесу. Зниження рН, зменшення запасів креатинфосфатів і глікогену, зменшення температури м'язів збільшують затримку виходу іонів кальцію із цистерн саркоплазматичного ретикулума, підсилюючи тим самим швидкість розвитку стомлення.

По-третє, відмічають зміни в самих працюючих м'язах, що виникають внаслідок: 1) виснаження енергетичних ресурсів скелетних м'язів. При потужній і нетривалій роботі (тривалість від 10с до 2-3 хв) розвитку стомлення сприяє зменшення запасів фосфагенів (АТФ і КФ). Під час вправи, що тривають більше 15 хвилин, однієї з причин стомлення являється зменшення внутрішньом'язового глікогену; 2) накопичення в м'язах продуктів метаболізму, в першу чергу, молочної кислоти. При виконанні роботи субмаксимальної потужності, тобто при її тривалості від 20 с до 2-3 хв, в енергозабезпеченні активних м'язів переважає анаеробний гліколіз. При цьому концентрація молочної кислоти в крові зростає в 10-20 разів, а в м'язах навіть в сотні разів. В результаті значного зменшення рН відбувається зниження активності утворення актин-міозинових містків, відповідно,

погіршення скоротливої функції м'язів. Крім того, знижується активність ключових ферментів гліколізу, а значить і швидкість енергопродукції; 3) недостатнє кровопостачання м'язів, відповідно, збільшення частки продукції енергії за рахунок анаеробних процесів, зменшення швидкості вимивання із м'язів молочної кислоти та інших процесів м'язових клітин.

Відновлення фізіологічних функцій після припинення спортивних вправ.

Після закінчення фізичної роботи діяльність фізіологічних систем, що забезпечують можливість її виконання, поступово зменшується і досягає доробочого рівня. Цей процес називається *відновленням*, протягом якого кількісні показники роботи систем кровообігу і дихання повертаються до вихідних параметрів, видаляються продукти метаболізму, поповнюються енергетичні субстрати, пластичні речовини, ферменти. В цей період відбувається також процеси, що забезпечують підвищення працездатності організму, тобто мають місце явище суперкомпенсації.

Відновлення кисневого запасу організму, фосфагенів, вуглеводів відображається у підвищеному, в порівнянні з доробочим рівнем, споживанням кисню – кисневому боргу. Процес віддачі кисневого боргу полягає в надлишковому розходженні кисню понад рівня спокою за час періоду відновлення. Кисень, що споживається додатково забезпечує організм енергією, що необхідна для здійснення всіх відновлювальних процесів. Швидкість споживання кисню протягом перших 2-3 хвилин після роботи знижується дуже швидко. Це алактатний компонент кисневого боргу, що пов'язаний з використанням кисню на швидке відновлення витрачених при роботі фосфагенів м'язів, зниженого вмісту киснем міоглобіну. Наступне, повільне відновлення швидкості споживання кисню організмом людини протягом 30-60 хвилин – повільний (лактатний) компонент кисневого боргу – пов'язано, в основному, із порівняно повільним усуненням лактату із крові і міжтканинної рідини, що накопичилася там під час важкої м'язової роботи.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Характеристика різних функціональних станів організму.
2. Охарактеризуйте передстартовий стан, розминку.
3. Охарактеризуйте основний стан: процеси впрацювання, основної роботи, стомлення.
4. Що відбувається з фізіологічними характеристиками під час відновлення?

ТЕРМІНОВА І ДОВГОЧАСНА ФІЗІОЛОГІЧНІ АДАПТАЦІЇ ДО ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Термінові фізіологічні реакції на фізичне навантаження

Фізіологічні основи фізичної культури та спорту – один з розділів прикладної фізіології, що вивчає механізми фізіологічних функцій під час виконання різного роду фізичних навантажень, спортивних вправ тощо. Спортивна діяльність завжди пов'язана з граничною або майже граничною напругою фізіологічних систем. Тому головними питаннями фізіології фізичної культури і спорту є механізми адаптації організму до фізичних навантажень і фізіологічні характеристики різних видів спортивної діяльності.

Починаючи вивчати фізіологію фізичних навантажень необхідно насамперед з'ясувати як реагує організм на певний вид навантаження, наприклад біг на тредбані. Така реакція називається терміновою адаптацією.

Багато чинників можуть змінити термінову адаптацію вашого організму на фізичне навантаження. Такі чинники, як умови навколишнього середовища: температура, вологість, освітленість, наявність шуму в місті проведення тесту, можуть помітно вплинути на реакцію організму і в стані спокою і при виконанні фізичного навантаження.

Фізіологічні реакції як у стані спокою, так і при виконанні фізичного навантаження коливаються протягом дня.

У жінок слід ураховувати нормальний 28 денний менструальний цикл, котрий досить часто спричиняє значні зміни фізичної працездатності.

Термінова адаптація організму на фізичні навантаження проявляється в першу чергу зміною в діяльності серця та дихання, зростанню температури тіла, величині поглинання кисню та ін. Ці зміни можна виявити за допомогою спеціальної апаратури, як в лабораторних так і у польових умовах.

При вивченні термінової адаптації на фізичне навантаження цікавим є негайна реакція організму на окремий цикл навантаження. Іншою основною сферою інтересу у галузі фізіології фізичних навантажень і спорту є реакція організму протягом певного періоду часу на цикли навантажень, які повторюються. Якщо людина займається фізичною діяльністю протягом тижнів, то її організм адаптується. Фізіологічна адаптація внаслідок постійних фізичних навантажень підвищує здатність виконувати фізичне навантаження, а також ефективність його виконання. Під час силових тренувань збільшується сила м'язів, під час аеробних — підвищується ефективність функціонування серця та легень, а також збільшується витривалість організму. Ці адаптації є специфічними для різних типів тренувальних навантажень.

Основні принципи тренувальних навантажень

1. Принцип індивідуальності. У людей неоднакова здатність адаптуватися до тренувальних навантажень. Спадковість відіграє головну роль у визначенні того, як швидко і якою мірою організм адаптується до тренувальної програми. За виключенням монозиготних близнюків, немає двох осіб, які мають абсолютно однакові генетичні характеристики. Тому адаптація різних людей до однієї і тієї ж самої програми навантажень буде різною. Коливання інтенсивності клітинного розвитку, обміну речовин, а також нервової та ендокринної регуляції також обумовлюють значні індивідуальні відмінності. Саме ці відмінності пояснюють, чому в одних людей спостерігаються значні поліпшення після занять за даною програмою тренувальних навантажень, а в інших після такої ж програми поліпшення є мінімальними або взагалі його немає. Саме тому будь-яка програма тренувальних навантажень має ураховувати специфічні потреби та здатності окремих спортсменів. Це є принцип індивідуальності.

2. Принцип припинення тренувальних навантажень. Відомо, що регулярні фізичні навантаження підвищують здатність м'язів продукувати більше енергії та менше стомлюватися. Так само тренувальні заняття, спрямовані на розвиток витривалості, поліпшують здатність спортсмена виконувати більший обсяг роботи протягом більш тривалого періоду часу.

Однак, якщо спортсмен припинить тренування, то рівень його підготовленості помітно знизиться. Все, чого він досяг внаслідок тренування, втратиться. Цей принцип припинення тренувальних навантажень породив популярний вислів «використайте, бо втратите». Тренувальна програма має включати план збереження досягнутого. В наступних розділах буде розглянуто специфічні фізіологічні зміни, що відбуваються в організмі у разі припинення дії тренувальних стимулів.

3. Принцип прогресивного перевантаження. Два важливих поняття — перевантаження та прогресивне тренування — є основою усіх видів тренування. Відповідно до принципів прогресивного перевантаження, всі тренувальні програми мають включати ці два компоненти. Наприклад, щоб збільшити силу м'язів, їх слід перевантажувати. Це означає, що навантаження має перевищувати звичайне. Прогресивне силове тренування має на увазі, що зі збільшенням сили м'язів для подальшого її стимулювання необхідна пропорційно більша величина опору.

Наприклад візьмемо молодого чоловіка, котрий може виконати лише 10 повторень жиму на лаві ваги 68 кг, перш ніж досягне стану стомлення. Через 1-2 тижні силових тренувань він зможе збільшити число повторень до 14-15 (вага та ж сама). Потім, збільшивши вагу на 2,3 кг, він зможе виконати 8-10 повторень. Продовжуючи тренування, він знову збільшить кількість повторень і протягом наступних 1-2 тижнів буде підготовлений для того, щоб додати ще 2,3 кг до ваги снаряда. Таким чином здійснюється прогресивне збільшення ваги, котру піднімають. Так само можна прогресивно збільшити тренувальний обсяг (інтенсивність і тривалість) під час анаеробних та аеробних тренувань.

Види тренувальних програм

Найпоширенішими є наступні види тренувальних програм:

1. силове тренування;
2. інтервальне тренування;
3. непереривне тренування;

4. колове тренування;

Силове тренування спрямоване на збільшення сили, потужності та м'язової витривалості. Плануючи силові тренувальні навантаження, необхідно, насамперед, визначити, які м'язові групи ви бажаєте тренувати, а потім вибрати відповідні вправи. Тренування у кожній вправі поділяється на цикли. Розглянемо приклад, — згинання двох рук з гантелями. Програма включає три цикли по 10 повторень у кожному. У першому циклі опір становить 100 % максимальної ваги, котру спортсмен може підняти 10 разів. Це так званий максимум 10 повторень, або 10-ПМ. У нашому прикладі 10-ПМ дорівнює 100 кг. Опір 90 % 10-ПМ (90 кг) використовується у другому циклі, 80 % 10-ПМ (80 кг) — у третьому.

Інтервальне тренування. В інтервальному тренуванні короткі або середні періоди роботи чергуються з такими самими періодами відпочинку або зниженої активності. В основу інтервального тренування закладено чіткий фізіологічний принцип. Вчені встановили, що спортсмени можуть виконувати значно більший обсяг роботи, розділяючи її на короткі інтенсивні цикли з періодами відпочинку або зниженої діяльності між послідовними циклами роботи.

Наприклад: перший цикл містить 6 повторень бігу (інтервали роботи) по 400 м кожне; кожний інтервал роботи триває 75 с, потім слідує відновлення у формі повільного бігу підтюпцем протягом 75 с між інтервалами роботи. У другому циклі передбачено 6 повторень по 800 м кожне, інтервал роботи триває 180 с і відновлення за допомогою повільного бігу підтюпцем або ходьби протягом 180 с між інтервалами роботи.

Інтервальне тренування можна застосовувати практично у будь-якому виді спорту, найчастіше його застосовують для підготовки бігунів та плавців. Принципи інтервального тренування можна адаптувати до інших видів діяльності, вибравши форму або режим навантаження та змінюючи основні перемінні залежно від виду спорту та індивідуальних особливостей спортсмена.

Основні перемінні, котрі слід «приспосовувати» до кожного спортсмена:

- інтенсивність і тривалість інтервалу роботи (навантаження та тривалість силового тренування);
- кількість повторень і циклів у кожному тренувальному занятті;
- тривалість інтервалу відпочинку (відновлення);
- вид діяльності під час відпочинку;
- кількість тренувальних занять на тиждень.

3. Непереривне тренування. Сама назва говорить про те, що цей вид тренування передбачає непереривну діяльність без інтервалів відпочинку. Це може бути високоінтенсивна непереривна діяльність середньої тривалості або тренувальне навантаження невеликої інтенсивності протягом тривалого періоду часу.

Високоінтенсивне непереривне тренування. Інтенсивність роботи при такому тренуванні становить 85-95 % максимальної ЧСС спортсмена ($ЧСС_{\text{макс}}$). Наприклад, бігун на середні дистанції може пробігти 8 км зі швидкістю 1 км за 3 хв при середній ЧСС 180 уд./хв (припустивши, що $ЧСС_{\text{макс}} = 200$ уд./хв).

Високоінтенсивне непереривне тренування дуже ефективне для підготовки спортсменів, які удосконалюються у видах спорту, що потребують прояву витривалості, коли не виконується великий обсяг роботи. Тренування з постійною близькою до змагальної інтенсивністю підвищує здатність спортсмена підтримувати однаковий темп під час забігу і, як правило, веде до поліпшення результатів. Окрім того, регулярні тренувальні навантаження або забіги з інтенсивністю, близькою до змагальної, підвищують швидкість, а також силу і витривалість м'язів ніг. На жаль, така тренувальна програма ставить перед спортсменом екстраординарні вимоги, особливо якщо вона розрахована на кілька тижнів або місяців. Рекомендується періодично вводити варіанти з більш низькою інтенсивністю (1-2 рази на тиждень), щоб дати спортсмену трохи перепочити після виснажливих високоінтенсивних непереривних тренувань.

Тривале тренування низької інтенсивності. Цей вид тренування став надзвичайно популярним наприкінці 60-х років ХХ ст. Спортсмен тренується з відносно низькою інтенсивністю, скажімо 60-80 % ЧСС_{макс}. Частота серцевих скорочень рідко перевищує 160 уд-хв у молодих спортсменів та 140 — у більш зрілих. Головна мета тренування не швидкість, а дистанція. Спортсмени, які удосконалюються у видах спорту, що потребують прояву витривалості, можуть пробігати 24-48 км щодня, і це становитиме 160-320 км на тиждень. Швидкість бігу при цьому значно нижча за максимальну, котру може підтримувати спортсмен. Наприклад, якщо спортсмен може бігти зі швидкістю 1 км за 3 хв, то він повинен тренуватися зі швидкістю 1 км за 4-5 хв. Цей метод тренування значно легший за метод високоінтенсивного непереривного тренування, оскільки справляє значно менше навантаження на серцево-судинну та дихальну системи. Разом із тим пробігання великих дистанцій може спричинити значний дискомфорт у м'язах та суглобах та призводити до травми.

Цей метод тренування, вірогідно, найчастіше використовується для розвитку витривалості тими, хто хоче «бути у формі» з огляду на стан здоров'я;

- спортсменами, які займаються командними видами спорту і використовують тренування на розвиток витривалості тільки для загальнофізичної підготовки;
- спортсменами, які бажають зберегти високий рівень витривалості у міжзмагальний період.

З цією метою рівень інтенсивності зберігається у межах 60-80 % ЧСС_{макс}, а дистанція скорочується. Наприклад, бігуни можуть скоротити дистанцію до 5-8 км.

Слід відмітити, що цей метод є дуже ефективним для розвитку загальної витривалості, оскільки дає змогу виконувати роботу з інтенсивністю, котра найбільш підходить у даний момент. Для осіб середнього і старшого віку, які хочуть досягти або зберегти найбільш прийнятний рівень фізичної підготовленості, цей метод найбільше підходить і є найбезпечнішим. Вправи високої інтенсивності потенційно небезпечні для людей похилого віку, їм

також не рекомендується займатися спринтерськими або «вибуховими» видами фізичної діяльності.

Тренування фартлек. Фартлек — гра зі швидкістю — являє собою форму неперервного навантаження із нагадуванням інтервального тренування. Цей тренувальний метод, розроблений у Швеції у 30-ті роки ХХ ст., застосовується переважно бігунами на довгі дистанції. Тривалість забігу при такому виді тренування становить 45 хв і більше, спортсмен за бажанням може змінювати швидкість від високої до швидкості бігу підтюпцем. Це вільна форма тренувань, головна мета котрої не дистанція і час, а отримання задоволення. Тренувальні заняття звичайно проводять у сільській місцевості, де є безліч підйомів і спусків. Спортсмен сам обирає як маршрут, так і швидкість бігу. Однак періодично швидкість має досягати високих рівнів. Багато тренерів застосовують фартлек як додаток до високоінтенсивних неперервних тренувальних навантажень або інтервальної тренувальної програми для запобігання одноманітності тренування.

Колове тренування. При коловому тренуванні спортсмен виконує серію вибраних вправ у послідовності, що називається колом. Коло звичайно складається з 6-10 тренажерів. На кожному тренажері спортсмен виконує певну вправу, наприклад, віджимання або згинання рук, потім переходить до наступного тренажера. Слід намагатися виконати роботу у колі якомога швидше. Показником поліпшення є виконання усієї роботи за менший відрізок часу, або виконання більшого обсягу роботи на кожному тренажері, або те і друге. Окрім того, оскільки спортсмен бігає між тренажерами, то по мірі збільшення відстані між ними поліпшується і діяльність серцево-судинної системи.

Якщо об'єднати колове тренування з традиційним силовим, то результатом буде колове силове тренування.

Традиційне силове тренування передбачає, звичайно, повільне та методичне виконання роботи. Інтервали роботи дуже короткі, а періоди відпочинку — тривалі. При коловому силовому тренуванні робота звичайно

виконується з інтенсивністю близько 40-60 % максимальної сили протягом 30 с, період відпочинку між робочими інтервалами — 15 с, хоча інтервали роботи та відпочинку можна змінювати. Наприклад, на першому тренажері ви виконуєте за 30 с стільки повторень, скільки можете, потім відпочиваєте 15 с, переходячи до другого тренажера. Починаєте наступний 30-секундний період роботи. Звичайно за одне коло виконують роботу на 6-8 тренажерах. Рекомендується виконувати 2-3 цикли.

Колове силове тренування забезпечує середнє збільшення аеробної витривалості та значне збільшення сили, м'язової витривалості та гнучкості. Окрім того, колове силове тренування може значно змінити склад тіла, збільшивши м'язову масу й знизивши вміст жиру в організмі.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Пояснити, що мається на увазі під вивченням термінових реакцій на окремий цикл навантаження, а також довгочасної адаптації до тренування.
2. Які чинники довколишнього середовища справляють вплив на термінову реакцію організму, на окремий цикл навантаження? Що таке добове коливання? Чому при тестуванні дуже важливо враховувати умови довколишнього середовища та добові коливання? Навести приклади.
3. Дати визначення принципу індивідуальності та навести приклади.
4. Пояснити принцип специфічності та навести приклад.
5. Що означає принцип припинення тренувань? Навести приклад.
6. Визначити принцип прогресивного перевантаження? Навести приклад.
7. Описати основні компоненти програми силового та інтервального тренування.

СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ СКЕЛЕТНОГО М'ЯЗУ

Скелетний м'яз являє собою складно побудований орган. Скоротлива функція м'язу здійснюється завдяки діяльності м'язових скорочень, які володіють властивістю збудливості і скоротливості; вони складають значну частину маси м'язу. М'язові волокна, що утворюють скелетні м'язи, відносяться до поперечнопозмугованої м'язової тканини.

Зовнішня оболонка м'язу побудована сполучною тканиною, і має назву епімізій. Він охоплює м'яз і надає йому форму. М'яз складається з пучків м'язових волокон, що вкриті також сполучною тканиною. Сполучнотканинна оболонка, що охоплює кожний пучок, називається перимізієм. Під перимізієм розташовуються м'язові волокна, що є окремими м'язовими клітинами. Кожне м'язове волокно також покриває сполучнотканинна оболонка, котра називається ендомізієм.

М'ЯЗОВЕ ВОЛОКНО

Діаметр м'язових волокон коливається від 10 до 80 мікрометрів (мкм) і вони практично невидимі неозброєним оком. Більшість із них тягнеться на уся довжину м'язу. Наприклад, довжина м'язового волокна стегна може перевищувати 35 см. Кількість волокон у м'язі значно коливається залежно від його розміру та функції.

Сарколема. Якщо уважно розглядати окреме м'язове волокно, то можна помітити, що воно вкрите плазматичною мембраною — сарколемою.

На кінці кожного м'язового волокна його сарколема з'єднується з сухожилком, прикріпленим до кістки. Сухожилок являє собою щільну сполучнотканинну структуру, котра передає зусилля, продуковане м'язовими волокнами, кісткам, здійснюючі тим самим рух.

Саркоплазма. За допомогою мікроскопа ви можете побачити, що всередині сарколеми м'язове волокно містить послідовно дрібніші субдиниці (рис. 1). Найбільші з них — міофібрили, про котрі йтиметься далі. Міофібрили являють собою паличкоподібні структури, котрі тягнуться на всю довжину волокон. Простір між ними заповнений желатиноподібною рідиною. Це — саркоплазма, рідинна частина м'язового волокна, що є його цитоплазмою. Саркоплазма містить головним чином розчинні білки, мікроелементи, глікоген, жири та необхідні органели. Вона відрізняється від цитоплазми тим, що більшість її клітин містить більшу кількість накопиченого глікогену, а також киснесполучною сполукою — міоглобином, подібним до гемоглобіну.

Поперечні трубочки. Саркоплазму перетинає широка сітка поперечних трубочок (Т-трубочок), котрі є продовженням сарколеми (плазматичної мембрани). Вони взаємоз'єднуються, проходячи серед міофібрил, і забезпечують швидку передачу нервових імпульсів, котрі сприймає сарколема, до окремих міофібрил. Окрім того, трубочки забезпечують надходження до внутрішніх частин м'язового волокна речовин, котрі переносяться позаклітинними рідинами: глюкози, кисню, різних іонів.

Саркоплазматичний ретикулум. У м'язовому волокні також міститься сітка поздовжніх трубочок, котра називається саркоплазматичним ретикулумом (СР). Ці мембранні каналця розташовані паралельно міофібрилам, утворюючи петлі навколо них. СР слугує місцем накопичення кальцію, котрий має велике значення для м'язового скорочення.

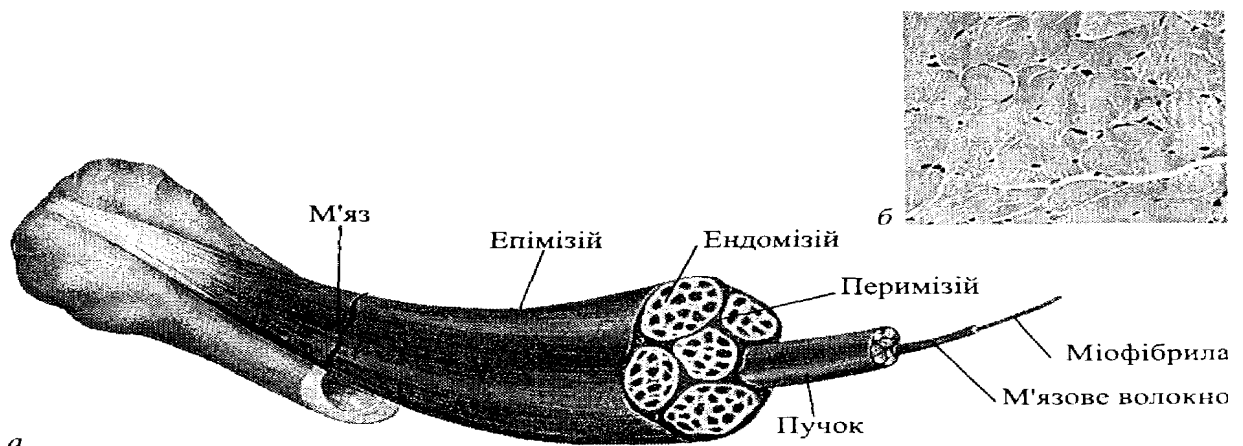


Рис. 1. Будова (а) та поперечний розріз (б) скелетного м'яза

МІОФІБРИЛА

У кожному м'язовому волокні міститься від кількох сотен до кількох тисяч міофібрил. Це скоротливі елементи скелетного м'яза. Міофібрила складаються з саркомерів, що мають вигляд довгих ниток.

Смуги та саркомер. Волокна скелетного м'яза під мікроскопом мають характерний смугастий вигляд. Саме тому скелетний м'яз називають також поперечносмугастим. Такі ж смуги є характерними для серцевого м'яза, тому його також можна вважати поперечносмугастим.

На рис. 2, що демонструє будову міофібрили, чітко видно смуги. Видно те, що темні ділянки, так звані А-диски, чергуються зі світлими, котрі називаються І-дисками. У центрі кожного А-диска є світліша ділянка — Н-зона, котру можна побачити лише при розслабленні міофібрили. Світлі І-диски перетинаються темною Z-лінією.

Основною функціональною одиницею міофібрили є саркомер. Кожна міофібрила складається з численної кількості саркомерів, кінці котрих з'єднані один з одним біля Z-ліній. Кожний саркомер включає те, що знаходиться між кожною парою Z-ліній, у такій послідовності:

- І-диск (світла ділянка);
- А-диск (темна ділянка);
- Н-зона (у середині А-диска);
- решта А-диска
- другий І-диск.

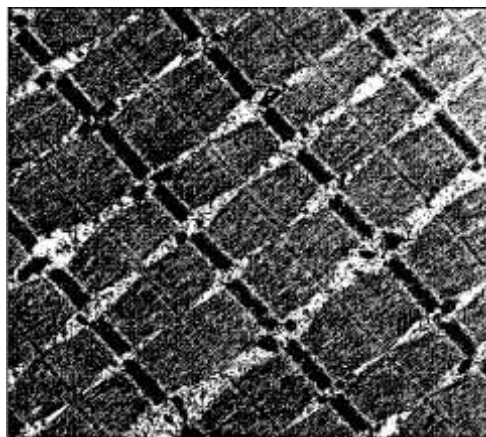


Рис.2. Будова міофібрил

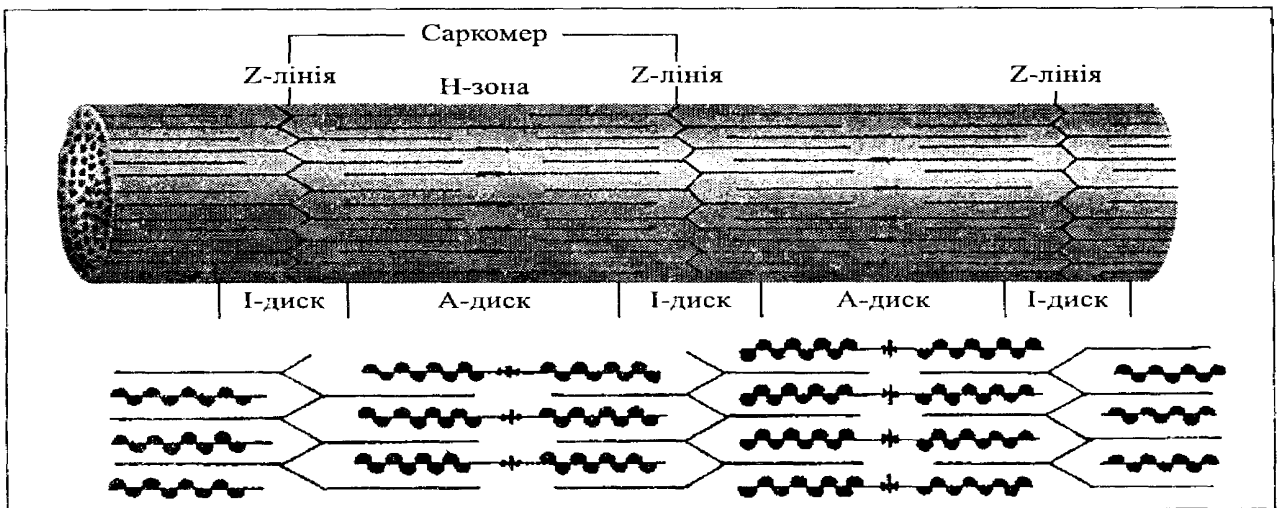


Рис. 3. Основна функціональна одиниця міофібрили — саркомер, котрий складається із певним чином розташованих актинових та міозинових філаментів

Тонкіші філаменти, що відповідають за мязове скорочення утворені актином, грубіші — міозином. У кожній міофібрилі поряд розташовуються близько 3000 актинових та 1500 міозинових філаментів. Смуги, характерні для м'язових волокон, є результатом розташування цих філаментів, що ілюструє рис. 3. Світлий I-диск вказує на ділянку саркомера з тонкими актиновими філаментами. Темний А-диск являє собою ділянку, що складається як з грубих міозинових, так і з тонких актинових філаментів. Н-зона — центральна частина А-диска, що є видимою тільки тоді, коли саркомер перебуває у спокої. Вона складається виключно з грубих філаментів. Світліше забарвлення Н-зони порівняно з сусіднім А-диском обумовлене відсутністю у ній актинових філаментів. Н-зону можна побачити тільки коли саркомер розслаблений, оскільки він вкорочується при скороченні й актинові філаменти «втягуються» у цю зону, роблячи її забарвлення таким, як і решта частин А-диска.

Міозинові філаменти. Хоча і було відмічено, що у кожній міофібрилі міститься близько 3000 актинових та 1500 міозинових філаментів, ці цифри є не зовсім точними. Близько 2/3 білків скелетного м'яза становить міозин. Згадуючи, що міозинові філаменти грубі. Кожний міозиновий філамент утворений приблизно 200 молекулами міозину, розташованими поряд кінцями один до одного.

Кожна молекула міозину складається з двох сплетених протеїнових пучків. Один кінець кожного пучка утворює, глобулярну голівку, так звану міозинову голівку. Кожний філамент має кілька таких голівок, котрі випинаються вперед і утворюють поперечні містки, що взаємодіють під час м'язового скорочення зі спеціальними активними ділянками на актинових філаментах.

Актинові філаменти. Один кінець кожного актинового філамента входить до Z-лінії, другий протягується до центра саркомера, проходячи між міозиновими філаментами. Кожний актиновий філамент має активну ділянку, до котрої може «прив'язатися» міозинова голівка.

Кожний тонкий, або актиновий, філамент складається з трьох різних протеїнових молекул: актину, тропоміозину та тропоніну.

Актин утворює основу філамента. Окремі актинові молекули є глобулярними і, з'єднуючись разом, утворюють нитки актинових молекул. Дві нитки обвиті одна навколо другої у вигляді спіралі подібні до двох низок перлин, скручених разом. Тропоміозин — це білок, що має форму трубки; він обвиває актинові нитки, заповнюючи заглиблення між ними. Тропонін є складнішим білком, котрий через рівні проміжки прикріплений до ниток актину та до тропоміозину. Складна діяльність тропоміозину та іонів кальцію спрямована на збереження стану розслаблення або розвиток скорочення міофібрили, про які йтиметься далі.

СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗОВОГО ВОЛОКНА

Кожне м'язове волокно іннервується окремим руховим нервом, що закінчується у середній частині волокна. Окремий руховий нерв та усі волокна, котрі він іннервує, мають збірну назву — рухова одиниця. Синапс між руховим нервом та м'язовим волокном називається нервово-м'язовим синапсом. Саме у ньому здійснюється зв'язок між нервовою та м'язовою системами.

Руховий імпульс. Явища, що спричиняють скорочення м'язового волокна, є дуже складними. Процес, показаний на рис. 4, починається внаслідок збудження рухового нерва. Нервовий імпульс надходить до нервових закінчень аксонів, котрі знаходяться поблизу сарколеми. При надходженні імпульсу ці

нервові закінчення виділяють нейромедіатор - ацетилхолін (Ацх), котрий прив'язується до рецепторів сарколеми (рис. 4, *a*). При достатній його кількості на рецепторах електричний заряд передається по усій довжині волокна. Цей процес називається розвитком потенціалу дії. Розвиток потенціалу дії у м'язовій клітині має відбутися раніше, ніж вона зможе скоритися.

Роль кальцію. Окрім деполяризації мембрани волокна, електричний імпульс проходить через усю сітку трубочок волокна (Т-трубочки та саркоплазматичний рети-кулум) у внутрішню частину клітини. Надходження електричного імпульсу призводить до виділення значної кількості іонів кальцію з саркоплазматичного ретикулула у саркоплазму (рис. 4, *б*).

Вважають, що у стані спокою молекули тропоміозину знаходяться над активними ділянками актинових філаментів, запобігаючи «прив'язування» міозинових голівок. Після вивільнення іонів кальцію з саркоплазматичного ретикулула вони зв'язуються з тропоніном на актинових філаментах. Вважають, що тропонін, котрий має виражену спорідненість з іонами кальцію, потім починає процес скорочення, «піднімаючи» молекули тропоміозину з активних ділянок актинових філаментів (рис. 4, *в*). Оскільки тропоміозин звичайно «приховує» активні ділянки, він блокує взаємодію поперечних містків міозину з актиновим філаментом. Але як тільки тропонін та кальцій «піднімають» тропоміозин з активних ділянок, голівки міозину починають прикріплюватися до активних ділянок актинових філаментів.

Теорія ковзання філаментів. Як скорочуються м'язові волокна? Це явище пояснює так звана теорія ковзання філаментів. Коли поперечний місток міозину прикріплюється до актинового філамента, то обидва філаменти ковзають відносно один одного. Вважають, що міозинові голівки та поперечні містки у момент прикріплення до актинових ділянок піддаються структурним змінам. Між гілкою поперечного містка та міозиною голівкою виникає значна міжмолекулярна взаємодія, у результаті котрої голівка нахиляється до гілки і тягне актиновий та міозиновий філаменти у протилежні боки. Цей нахил голівки називають енергетичним, або силовим, ударом.

Одразу ж після нахилу міозина голівка відривається від активної ділянки, повертається у вихідне положення та прикріплюється до нової активної ділянки далі впродовж актинового філамента. Повторювані прикріплення та відкріплення (розриви) змушують філаменти ковзати відносно один одного, що послугувало основою появи теорії ковзання.

Процес триває до тих пір, поки закінчення міозинових філаментів не досягнуть 2-ліній. Під час ковзання (скорочення) актинові філаменти ще більше зближуються, виходять у Н-зону і насамкінець перекривають її. Коли це відбувається, тоді Н-зона стає невидимою.

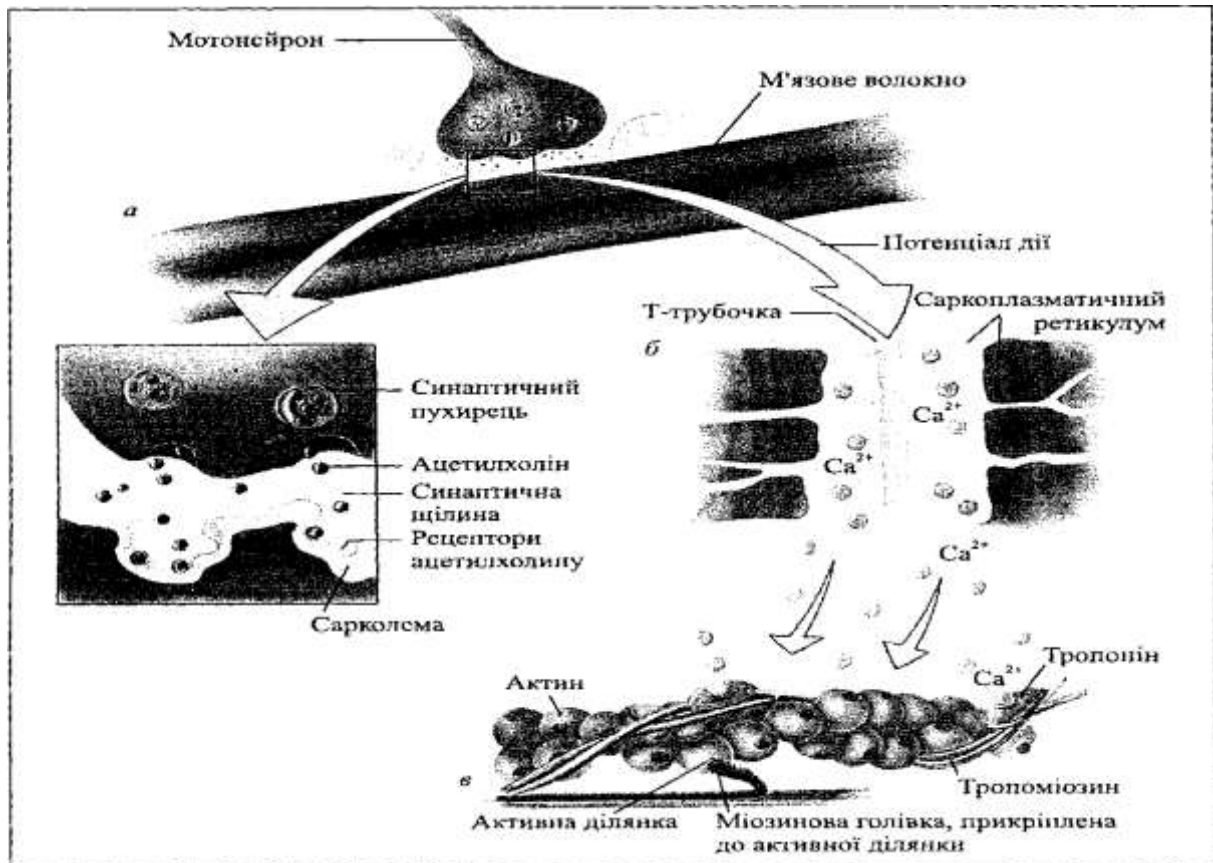


Рис. 4. Послідовність дій, що сприяють здійсненню м'язового скорочення: *a* — мотонейрон виділяє ацетилхолін, котрий приєднується до рецепторів, що знаходяться на сарколемі; якщо приєднується достатня кількість ацетилхоліну, то у м'язовому волокні утворюється потенціал дії; *б* — потенціал дії «включає» виділення Ca²⁺ з СР у саркоплазму; *в* — Ca²⁺ приєднується до тропоніну на актиновому філаменті і тропонін «відтягує»

тропоміозин від активних ділянок, дозволяючи міозиновим голівкам прикріпитися до актинового філамента

Енергетика м'язового скорочення. М'язове скорочення є активним процесом, для котрого потрібна енергія. Окрім зв'язуючої ділянки для актину міозинова голівка містить таку саму ділянку для аденозинтрифосфата (АТФ). Щоб виникло м'язове скорочення, молекула міозину має з'єднатися з АТФ, оскільки останній забезпечує необхідну енергію.

Фермент АТФаза, розташований на голівці міозину, розщеплює АТФ, утворюючи аденозиндифосфат (АДФ), неорганічний фосфор (P) та енергію. Вивільнювана внаслідок розщеплення АТФ енергія використовується для прикріплення голівки міозину до актинового філамента. Таким чином, АТФ — це хімічне джерело енергії для м'язового скорочення.

Завершення м'язового скорочення. М'язове скорочення триває до тих пір, поки не вичерпаються запаси кальцію. Потім кальцій «перекачується» назад до СР, де знаходиться доти, доки новий нервовий імпульс не досягне мембрани м'язового волокна. Повернення кальцію до СР здійснює активна система «кальцієвого насоса». Це ще один процес, для здійснення котрого необхідна енергія, джерелом якої знову таки є АТФ. Таким чином, енергія необхідна і для фази скорочення, і для фази розслаблення.

Процес триває до тих пір, поки закінчення міозинових філаментів не досягнуть 2-ліній. Під час ковзання (скорочення) актинові філаменти ще більше зближуються, виходять у Н-зону і насамкінець перекривають її. Коли це відбувається, тоді Н-зона стає невидимою.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Особливості будови м'язового волокна.
2. Що собою являють саркоплазма, сарколема, саркоплазматичний ретикулум?
3. Особливості будови міофібрили.
4. Перерахувати компоненти рухової одиниці.
5. Яку роль відіграє кальцій у процесі м'язового скорочення?

6. Який чином здійснюється скорочення м'язового волокна?
7. Різноманітні теорії м'язових скорочень.

СКЕЛЕТНИЙ М'ЯЗ ТА ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Не всі м'язові волокна є однаковими. Окремий скелетний м'яз включає два основних типи волокон: повільноскоротні (ПС) та швидкоскоротні (ШС). Щоб досягти піка напруження при стимулюванні повільноскоротним волокнам потрібно 110 мс, а швидкоскоротним — близько 50 мс.

Швидкоскоротні волокна, у свою чергу, поділяються на швидкоскоротні волокна типу «а» (ШСа) та швидкоскоротні волокна типу «б» (ШСб). Повільноскоротні волокна пофарбовані у темний колір; швидкоскоротні волокна типу «а» непофарбовані, а швидкоскоротні волокна типу «б» мають сіре забарвлення. Існує і третій тип швидкоскоротних волокон (ШСв).

Різниця між трьома типами швидкоскоротних волокон ще не до кінця вивчена. Разом з тим вважається, що волокна типу «а» часто використовуються під час м'язової діяльності людини і лише ПС волокна використовуються частіше. Найрідше використовуються ШС волокна типу «в». У середньому м'язи складаються на 50 % з ПС та на 25 % з ШС волокон типу «а». Решту 25 % складають головним чином ШС волокна типу «б», тоді як ШС волокна типу «в» становлять усього 1-3 %. Але ще дуже мало вивчений. Кількість цих типів волокон у різних м'язах значно коливається.

Характеристика ПС та ШС волокон.

Назва ПС та ШС волокон обумовлена відмінностями у швидкості їх дії, що здійснюється різними формами міозин-АТФази. Міозин-АТФаза — це фермент, що розщеплює АТФ для утворення енергії, необхідної для виконання скорочення або забезпечення розслаблення. ПС волокна мають повільну форму АТФази, ШС — швидку. У відповідь на нервову стимуляцію АТФ швидше розщеплюється у ШС, ніж у ПС волокнах. Внаслідок цього перші швидше отримують енергію для виконання скорочення, ніж другі.

Саркоплазматичний ретикулум. Для ШС волокон характерним є більш високо розвинутий СР. Тому ШС волокна здатні доставляти кальцій у м'язові клітини при їх активації. Вважають, що саме ця здатність обумовлює більш високу швидкість дії ШС волокон.

Рухова одиниця— це окремий мотонейрон та м'язові волокна, котрі вона іннервує. Таким чином, нейрон визначає, якими є волокна — повільно- чи швидкоскоротними. Мотонейрон у ПС руховій одиниці має невелике клітинне тіло й іннервує групу з 10-180 м'язових волокон. У мотонейрона у ШС руховій одиниці велике клітинне тіло і більше аксонів, і він іннервує від 300 до 800 м'язових волокон.

Звідси випливає, що кожний ПС мотонейрон здатний активувати значно меншу кількість м'язових волокон, на противагу ШС мотонейрону. При цьому слід відмітити, що сила, котру продукують окремі ПС та ШС волокна, за величиною різняться незначно.

Відмінність у величині продукованої сили між повільно- та швидко- скоротними руховими одиницями обумовлена кількістю м'язових волокон у руховій одиниці, а не величиною сили, продукованої кожним волокном.

Розподіл типів волокон. Як уже відмічалось, вміст ПС та ШС волокон в усіх м'язах тіла неоднаковий. Звичайно, у м'язах рук і ніг людини подібний склад волокон. Дослідження показують, що у людей з переважанням ПС волокон у м'язах ніг, звичайно, більша кількість цих самих волокон і у м'язах рук. Це саме стосується і ШС волокон. Разом із тим існує ряд винятків. Наприклад, камбалоподібний м'яз, що знаходиться глибше литкового, в усіх людей майже повністю складається з ПС волокон.

Тип волокна і фізичне навантаження.

ПС волокна. Повільноскоротним м'язовим волокнам притаманний високий рівень аеробної витривалості. ПС волокна є дуже ефективними з огляду на виробництво АТФ на основі окиснення вуглеводів та жирів.

У процесі окиснення ПС волокна продовжують синтезувати АТФ, що дає можливість волокнам залишатися активними. Здатність підтримувати м'язову активність протягом тривалого періоду називається м'язовою витривалістю, отже ПС волокна мають високу аеробну витривалість. Завдяки цьому вони більш пристосовані до виконання тривалої роботи невисокої інтенсивності, наприклад марафонського бігу.

ШС волокна. Швидкоскоротні м'язові волокна, навпаки, характеризуються відносно низькою аеробною витривалістю. Вони більш пристосовані до анаеробної діяльності (без кисню), ніж *ПС* волокна. Це означає, що їх АТФ утворюється не шляхом окиснення, а завдяки анаеробним реакціям.

ШСа рухові одиниці продукують значно більшу силу, ніж *ПС* рухові одиниці, однак вони легко стомлюються через обмежену витривалість. Таким чином, *ШСа* волокна використовуються в основному при виконанні короткочасної роботи високої інтенсивності, що потребує прояву витривалості, наприклад бігу на 1500 м або плавання на 400 м.

Хоча значущість *ШСб* волокон ще не повністю визначена, вочевидь, що вони не так легко збуджуються нервовою системою. З огляду на це, вони дуже рідко використовуються під час звичайної діяльності низької інтенсивності. Головним чином вони використовуються під час „вибухових” видів діяльності, таких як біг на 100 м або плавання 50 м.

Визначення типу волокна. Характеристики м'язових волокон, тобто здатність повільно або швидко скорочуватися, визначається у ранньому віці, вірогідно у перші 5 років життя. Дослідження однойцевих близнят показали, що склад м'язових волокон визначений генетично і незначно змінюється від дитячого до середнього віку.

Залучення м'язових волокон. Коли мотонейрон активує м'язове волокно, для виникнення реакції необхідна мінімальна величина стимулювання, що називається порогом. Якщо величина стимуляції нижча за цей поріг, то м'язового скорочення не відбувається. Якщо ж вона відповідає або перевищує поріг, то м'язове волокно максимально скорочується. Ця реакція реалізується за типом «все або нічого». Оскільки всі м'язові волокна окремої рухової одиниці піддаються однаковій нервовій стимуляції, всі вони характеризуються максимальним скороченням у випадку перевищення порогу стимуляції. Таким чином, руховій одиниці притаманна реакція типу «все або нічого».

Величина сили має пряму залежність від кількості м'язових волокон, котрі активуються. Коли необхідна невелика сила, тоді стимулюється лише кілька волокон. Згадаймо, що ШС рухові одиниці містять більше м'язових волокон, ніж ПС. Дія скелетного м'яза включає вибіркоче залучення ПС або ШС м'язових волокон залежно від потреб тієї діяльності, котрою передбачається зайнятися. Під час навантаження невеликої інтенсивності, наприклад при ходьбі, м'язову силу продукують в основному ПС волокна. При вищій інтенсивності навантаження, наприклад бігу підтюпцем, у продукуванні сили включаються ШС волокна типу «а». Насамкінець, при виконанні роботи, що потребує максимальної сили, наприклад бігу на спринтерські дистанції, активуються волокна типу ШСб.

Разом з тим навіть під час максимальних зусиль нервова система не залучає до роботи 100 % м'язових волокон. Незважаючи на бажання докласти більшу за величиною силу, активується лише їх частина. Це запобігає ушкодженню м'язів та сухожилків. Якщо вдалося скоротити всі м'язові волокна одночасно, вироблена сила, вірогідно, розірвала б м'яз або його сухожилок.

Під час тривалого (протягом кількох годин) навантаження спортсмен повинен працювати у субмаксимальному темпі. Напруження м'язів при цьому відносно невелике й нервова система залучає до роботи саме ті м'язові волокна, котрі найбільш придатні для діяльності, що потребує витривалості: ПС та деякі ШС волокна типу «а». У процесі навантаження у цих волокнах вичерпуються запас основного «пального» (глікогену) і нервовій системі доводиться залучати більше ШСа волокон для підтримання м'язового напруження. Насамкінець, коли запаси «пального» у ПС та ШСа волокнах повністю вичерпаються, у роботу включаються ШСб волокна, забезпечуючи продовження вправи.

Це пояснює, чому стомленість під час марафону настає неначе поетапно. Або чому потрібне значне свідоме зусилля для підтримання певного темпу на

фініші. Результатом свідомого зусилля є активація м'язових волокон, котрі важче залучаються до роботи.

Тип волокна і спортивні досягнення

На основі вивчення складу м'язових волокон можна припустити, що спортсмени, у м'язах яких високий вміст ПС волокон, мають переваги у циклічних видах спорту, що потребують виявлення витривалості, а ті спортсмени, в яких високий відсоток ШС волокон, більше пристосовані до короткочасних та «вибухових» видів.

Склад волокон у м'язах бігунів на коротки та довгі дистанції значно відрізняється. Однак було б неправильно вважати, що лише на основі домінуючого типу м'язового волокна можна легко «відібрати» чемпіонів з бігу на довгі й короткі дистанції. Успішний виступ у цих дисциплінах, що потребують прояву витривалості, швидкості й сили, залежить і від інших чинників, наприклад функції серцево-судинної системи та розміру м'язів. Отже, склад волокон сам по собі не є єдиним індикатором спортивного успіху.

Використання м'язів. Понад 215 пар скелетних м'язів організму значно відрізняються один від одного розміром, формою та використанням. Кожний координований рух виконується через докладання м'язової сили. Його здійснюють:

- агоністи, або первинні двигуни, — м'яз, що головним чином відповідає за виконання руху;
- антагоністи — м'язи, що протистоять первинним двигунам;
- синергісти — м'язи, що допомагають первинним двигунам.

Можна привести приклад: плавне згинання руки у лікті здійснюється завдяки скороченню плечового та двоголового м'язів (агоністи), а також розслабленню триголового м'яза плеча (антагоніст). Плечопроменевий м'яз (синергіст) допомагає першим згинати руку у суглобі.

Більшу частину сили, необхідної для будь-якого виконання руху, виробляють агоністи. М'язи скорочуються на кістках, до котрих вони прикріплені, притягаючи їх одна до одної. У цьому їм допомагають синергісти,

котрі іноді беруть участь у «настроюванні» напрямку руху. Антагоністи виконують захисну роль. Розглянемо, наприклад, чотириголовий м'яз стегна (передній) та підколінний сухожилок (задній) стегна. При значному скороченні підколінного сухожилка (агоніст) чотириголовий м'яз (антагоніст) також трохи скорочується, протидіючи рухові підколінного сухожилка. Це запобігає надмірному розтягненню чотириголового м'яза внаслідок значного скорочення підколінного сухожилка та забезпечує більш контрольований рух стегна. Окрім того, ця супротивна дія між агоністами та антагоністами забезпечує м'язовий тонус.

Типи м'язового скорочення. М'язовий рух можна поділити на три типи скорочення: концентричне, статичне та ексцентричне. Ці три типи скорочення м'яза є характерними для багатьох видів діяльності, наприклад бігу чи стрибків, при виконанні плавного координованого руху. Розглянемо кожний тип скорочення окремо.

Концентричне скорочення. Основний тип активації м'яза — скорочення — є концентричним. При цьому типі скорочення активні філаменти підтягуються один до одного, тим самим збільшується площа їх перекриття з міозиновими філаментами. Виходячи з того, що при цьому виконується рух у суглобі, концентричні скорочення вважаються динамічними.

Статичне скорочення. М'язи також можуть активуватися, не змінюючи своєї довжини. Коли це відбувається, м'яз виробляє силу, однак його довжина залишається статичною (не змінюється). Це називається статичним скороченням оскільки кут суглоба не змінюється. Інша назва — ізометричне скорочення. Це відбувається, наприклад, коли ви намагаєтеся підняти якийсь предмет, маса котрого більша за величину сили, виробленої вашим м'язом, або коли ви утримуєте якийсь предмет, зігнувши руку у лікті. В обох випадках ви відчуваєте напруження м'язів, однак вони не можуть зсунути вагу й тому не скорочуються. При такій активації м'яза поперечні містки міозину утворюються і виконують повторні цикли, виробляючи силу, однак через значну зовнішню силу актинові філаменти не можуть рухатися. Вони

залишаються у своєму звичайному положенні, тому скорочення не відбувається. При залученні певного числа рухових одиниць, котрі виробляють силу, достатню для подолання опору, статичне скорочення може перейти у динамічне.

Ексцентричне скорочення. М'язи здатні виробляти силу у процесі подовження. Це — ексцентричне скорочення. Це також динамічний процес, оскільки відбувається рух суглоба. Наприклад, скорочення двоголових м'язів плеча, коли ви опускаєте важкий предмет, випрямивши руку у лікті. У цьому випадку актинові філаменти ще більше віддаляються від центра саркомера та розтягують його.

Утворення сили. Сила м'язів відображає їх здатність продукувати фізичну силу. Якщо виконувати жим ваги 150 кг, тоді м'язи здатні продукувати силу, достатню, щоб справитися з вантажем такої самої ваги. Навіть без навантаження (не намагаючись підняти вагу) м'язи мають продукувати силу, достатню, щоб рухати кістки, до котрих вони кріпляться. Розвиток м'язової сили залежить від:

- кількості активованих рухових одиниць;
- типу активованих рухових одиниць;
- розміру м'яза;
- початкової довжини м'яза в момент активації;
- кута суглоба;
- швидкості дії м'яза.

Рухові одиниці та розмір м'яза. Відомо, що величина продукованої сили залежить від кількості активованих рухових одиниць. Швидкоскоротні рухові одиниці продукують більше сили, ніж повільноскоротні, оскільки кожна ШС рухова одиниця містить більше м'язових волокон, ніж ПС рухова одиниця. Подібно до цього, чим більший м'яз, тим більше волокон він містить і тим більшу силу може продукувати.

Довжина м'яза. Для м'язів та їх сполучних тканин (фасцій та сухожилків) характерною є еластичність. При розтягненні еластичність

проявляється у накопиченні енергії. Під час наступної м'язової діяльності ця накопичена енергія вивільняється, тим самим збільшуючи силу.

Довжина м'яза обмежена анатомічним розташуванням та його прикріпленням до кістки. Прикріплений до скелета м'яз у спокої все ж трохи напружений внаслідок невеликого розтягнення. Якби м'яз звільнився від прикріплення, то він би розслабився і його довжина стала б трохи меншою.

Проведені вимірювання показали, що м'яз зможе продукувати максимальну силу, якщо він спочатку був розтягнений на довжину, що на 20 % перевищує його довжину у спокої. При такому розтягненні м'яза сполучення накопиченої енергії та сили м'язового скорочення, що веде до продукування сили максимальної величини, є оптимальним.

Збільшення або зменшення довжини м'яза знижує вироблення сили на більше чи менше 20 %. Наприклад, якщо довжина розтягнутого м'яза удвічі перевищує його довжину у спокої, продукована сила практично буде дорівнювати нулю. Зважаючи на розтягнення м'яза енергія у ньому, як і раніше, накопичується. У дійсності чим більше м'яз розтягується, тим більше енергії він накопичує.

Однак необхідно враховувати ще один чинник. Сила, що продукується м'язовими волокнами під час м'язового скорочення, залежить від кількості поперечних містків, котрі стикаються з актиновими філаментами у будь-який певний час. Чим більше їх число, тим сильніше м'язове скорочення. При перерозтягненні м'язових волокон відстань між актиновими та міозиновими філаментами ще сильніше збільшується. Зменшення площини перекривання цих філаментів скорочує кількість поперечних містків, котрі необхідні для утворення сили.

Кут суглоба. Оскільки м'язи продукують силу за допомогою скелетних важелів, то щоб з'ясувати процес руху, необхідно зрозуміти фізичне розташування цих «м'язових блоків» та «важелів кісток. Розглянемо двоголовий м'яз плеча. Сухожилок цього м'яза становить усього 1/10 відстані від ліктьової опори до маси що утримується у руці. Тому, щоб утримати в руці

об'єкт масою 4,5 кг м'яз має докласти силу в 10 разів більшу або 45 кг. Сила, котру м'яз, передається кістці через м'язове прикріплення (сухожилок). Максимальна кількість сили, що передається кістці, залежить від оптимального положення сухожилкового прикріплення до кістки, а також величини переміщеної маси.

У даному прикладі кращим кутом для докладання сили у 45 кг є кут 100° . Більше або менше згинання ліктьового суглоба призведе до зміни кута докладання сили, що зменшить величину сили, котра передається кістці.

Швидкість скорочення. Здатність продукувати силу також залежить від швидкості м'язового скорочення. При концентричному скороченні продукування максимальної сили прогресивно знижується зі збільшенням швидкості. Наприклад, ви намагаєтесь підняти дуже важкий предмет. Звичайно ви робите це повільно, концентруючи силу, котру можете докласти. Якщо ви схопите його і схочете швидко підняти, то найскоріше вам це не вдасться зробити, окрім того, ви можете травмуватися. Зовсім інше є характерним для ексцентричних скорочень. Швидкі ексцентричні скорочення дозволяють докласти максимальну силу.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Навести основні характеристики повільно- та швидкоскоротних м'язових волокон.
2. Яка роль генетики у визначенні пропорцій типів м'язових волокон та у можливості досягти успіху в обраних видах діяльності?
3. Описати взаємозв'язок між продукуванням м'язової сили та залученням до роботи повільно- та швидкоскоротних волокон.
4. Яка структура залучення до роботи м'язових волокон при: а) виконанні стрибка у висоту; б) бігу на 10 км; в) марафонському бігу?
5. Охарактеризуйте концентричне, статичне та динамічне скорочення.
6. Яка оптимальна довжина м'яза для продукування максимальної сили?

7. Який взаємозв'язок між максимальним скороченням та швидкістю скорочення (концентричне скорочення) і розслаблення (ексцентричне скорочення).

НЕРВОВО-М'ЯЗОВА АДАПТАЦІЯ ДО СИЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ

М'язова сила

Тривалі навантаження викликають безліч адаптацій у нервово-м'язовій системі. Ступінь адаптації залежить від тренувальної програми. Аеробне тренування, наприклад, біг підтюпцем або плавання, якщо і викликають, то лише не значне збільшення сили та потужності. Більшість нервово-м'язових адаптацій відбувається внаслідок силового тренування.

Деякий час існувала думка, що силове тренування необхідне тільки важкоатлетам, спортсменам силових легкоатлетичних дисциплін, а також (обмежено) — футболістам, борцям та боксерам. Однак наприкінці 60-х — початку 70-х років ХХ ст. тренери й учені встановили, що силове тренування є корисним для спортсменів, які займаються різними видами спорту. Нині силове тренування — це важливий компонент тренувальних програм більшості спортсменів. Це стосується і спортсменок, яких традиційно не допускали до цього виду навантаження. Така зміна відношення до силового тренування багато у чому обумовлена дослідженнями, що показали її сприятливий вплив, а також новинами у тренувальній техніці та спортивному оснащенні.

Силове тренування рекомендується навіть для не спортсменів, котрі займаються фізичними вправами для зміцнення здоров'я.

Максимальне зусилля, котре може розвинути м'яз або група м'язів називається *силою*. Людина здатна виконати жим, лежачи на лаві ваги 100 кг, має в двічі більшу силу, ніж та, котра може це зробити з вагою в 50 кг. У цьому прикладі сила, або максимальна здатність, визначається у вигляді максимальної ваги, котру людина може підняти один раз. Це так званий максимум одного повторення, або 1-ПМ.

Потужність — це вибуховий компонент сили, результат сили й швидкості руху. Потужність = (сила×відстань)/час.

Наприклад, дві людини можуть виконати жим лежачи на лаві ваги 100 кг, на однакову відстань. Та людина, яка виконує це у два рази швидше має у два рази більшу потужність.

Хоча абсолютна сила є важливим компонентом фізичної діяльності, все ж потужність, можливо, відіграє ще більшу роль у більшості видів спорту. Наприклад, у футболі форвард, який має 1- ПМ 150 кг, навряд чи зможе переграти захисника, який має 1-МП усього 100 кг, якщо останній здатний переміщувати 1-ПМ з більшою швидкістю. Хоча форвард на 20 кг сильніший, однак більш висока швидкість захисника у сполучені з достатньою силою забезпечить йому перевагу.

Потужність включає два компоненти – силу і швидкість. *Швидкість* це, - більшою мірою, природжена якість, що незначно змінюється у результаті тренування. Тому збільшення потужності майже виключно відбувається за рахунок збільшення сили.

М'язова витривалість

Успіх у багатьох видах спортивної діяльності залежить від здатності м'язів повторно продукувати та підтримувати майже максимальні або максимальні зусилля. Така здатність виконувати повторювані м'язові дії, наприклад, піднімання тулуба з положення лежачи без допомоги рук і ніг, або віджимання в упорі, або статичні м'язові дії протягом відносно тривалого періоду часу, наприклад, при спробі покласти суперника на лопатки (боротьба), називається м'язовою витривалістю. Її визначають, виходячи з максимальної кількості повторень, виконуваних при певній кількості 1-ПМ. Наприклад, якщо спортсмен може віджати, лежачи на лаві, вагу 100 кг, то його м'язову витривалість можна визначити незалежно від величини м'язової сили на основі кількості повторень, виконуваних при, наприклад, 75 % цього навантаження (75 кг). Підвищення м'язової витривалості здійснюється за рахунок збільшення м'язової сили та внаслідок змін локальних структур обміну речовин та кровообігу.

Розмір м'язів.

Протягом багатьох років вважали, що збільшення сили — це безпосередній результат збільшення розміру м'яза (гіпертрофія). Таке припущення було б досить логічним, оскільки більшість тих, хто регулярно займався силовими тренуваннями, були чоловіки, які найчастіше мали великі добре розвинені м'язи. Окрім того, іммобілізація кінцівки за допомогою гіпсової пов'язки на кілька тижнів або місяців призводила до зменшення розміру м'язів (атрофія) майже негайного зниження рівня сили. Збільшення розміру м'яза, як правило є паралельним збільшенню сили, а зменшення їх розміру має високий ступінь кореляції зі зниженням сили. Таким чином, логічно зробити висновок існування взаємозв'язку розміру м'яза та його сили. Однак м'язова сила включає у себе значно більше аспектів, ніж просто розмір м'язів. Розглянемо і приклади.

Надлюдська сила

Неодноразово у засобах масової інформації з'являлися повідомлення про виявлення надлюдських зусиль під дією значних психологічних стресів. Гальмівні сорочки були спеціально створені для того, щоб стримувати пацієнтів психіатричних лікарень, котрі могли раптово розшаленіти і з ними неможливо було справитися. Навіть спортивний світ може похвалитися окремими прикладами надлюдських спортивних досягнень. Одним з них був стрибок Боба Бімона на 8 м 90см, на Олімпійських іграх 1968 р. Попередній рекорд був побитий одразу на 55см. Цей рекорд перевершили тільки у 1991 р.

Для жінок, які займаються за однаковими з чоловіками програмами тренувань, характерне таке саме збільшення сили, як і для чоловіків. Єдина відмінність полягає у тому, що для жінок характерним є менший ступінь гіпертрофії м'язів. Деякі жінки, приклад, змогли збільшити свою силу вдвічі без помітних змін розміру м'язів. Отже, збільшення сили не завжди супроводжується гіпертрофією.

Однак це не означає, що розмір м'язів не має значення для максимального потенціалу сили м'яза. Він відіграє виключно важливу роль, про що свідчать рекорди світу у важкій атлетиці як у чоловіків, так і у жінок.

Із зростанням вагових категорій (і, відповідно, розміру м'язів спортсмені збільшуються показники рекордів у загальній сумі піднятої ваги. Слід відмітити, що приклади прояву надлюдських зусиль та дослідження з участю жінок показують, що механізми, пов'язані зі збільшенням сили, надзвичайно складні і нині ще не повністю вивчені.

Нервовий контроль збільшення сили

Важливий нервовий компонент пояснює, принаймні, деяке збільшення сили в результаті силових тренувань. Доведено, що збільшення сили може бути досягнуто без структурних змін у м'язах, але не без нервових адаптацій. Отже сила не є виключно «власністю» м'яза, а скоріше — рухової системи. Важливу роль у збільшенні сили відіграє залучення рухових одиниць. Це пояснює більшість, якщо не всі аспекти збільшення сили при відсутності гіпертрофії, а також епізодичні прояви надлюдських зусиль.

Для процесу залучення рухових одиниць характерною є асинхронність, вони не залучаються в один і той же час. Вони контролюються рядом різних нейронів, здатних передавати або збуджуючі, або пригнічувальні (інгібуючі) імпульси. Чи скорочуються м'язові волокна, чи залишаються розслабленими — залежить від сумації безлічі імпульсів, котрі сприйняла рухова одиниця у будь-який даний час. Рухова одиниця активується, а її м'язові волокна скорочуються тільки тоді, коли імпульси, що надходять, перевищують пригнічувальні імпульси і досягається поріг збудження.

Збільшення сили може відбуватися внаслідок залучення додаткових рухових одиниць, що діють синхронно і полегшують процес скорочень та збільшують здатність м'яза продукувати силу. Подібне поліпшення структури залучення може бути результатом блокування або скорочення (редукції) пригнічувальних імпульсів, котре забезпечує одночасне активування великого числа рухових одиниць. Як і раніше, неясно, чи забезпечує синхронізація активації рухових одиниць більш потужне скорочення. Альтернативна можливість полягає у тому, що для виконання певного завдання залучається

велика кількість рухових одиниць, незалежно від того, діють вони синхронно чи ні.

Аутогенне гальмування

Гальмівні механізми нервово-м'язової системи, необхідні для того, щоб м'язи не могли продукувати більші зусилля, ніж можуть витримати кістки та сполучні тканини. Такий контроль отримав назву аутогенного гальмування. При проявах надлюдських зусиль дуже часто значно ушкоджуються нервово-сухожильне веретено. Це свідчить про те, що гальмівні механізми було «обійдено». Нервово-сухожильне веретено являє собою сенсорні рецептори, через які проходить невеликій пучок м'язово-сухожильних волокон. Вони розташовані проксимально від місця прикріплення сухожилкових волокон до м'язових. Близько 25 м'язових волокон, як правило, з'єднані з кожним нервово-сухожилковим веретеном. Якщо нервово-м'язові веретена стежать за довжиною м'яза, то ці структури чутливі до напруження у м'язово-сухожилковому комплексі і діють на подібі тензіометра. Їх чутливість настільки висока, що вони можуть реагувати на скорочення окремого волокна. Вони є гальмівними механізмами і виконують захисну функцію, знижуючи вірогідність травми. При стимулюванні вони гальмують скоротливі (агоністи) м'язи та збуджують антогоністи.

Коли розтягнення (напруження) м'язових сухожилків та структур внутрішньої сполучної тканини перевищує поріг нервово-сухожилкового веретена, мотонейрони даного м'яза загальмовуються. Цей рефлекс називається аутогенним гальмуванням. Ретикулярна субстанція стовбура мозку, а також кора головного мозку можуть теж ініціювати та поширювати пригнічувальні (інгібуючі) імпульси.

Тренування може поступово редукувати або нейтралізувати ці пригнічувальні імпульси, дозволяючи м'язам досягти вищих рівнів сили. Таким чином, силу можна збільшити, знизивши гальмування мотонейронів.

Нервова активація та гіпертрофія

Проведені до цього часу дослідження щодо силової підготовки показують, що початкове збільшення довільної сили пов'язане в основному з нервовою адаптацією. Вона включає: поліпшену координацію, поліпшене засвоєння, підвищену активність первинних двигунів.

Разом з тим довгочасні зміни сили найскоріше є результатом гіпертрофії тренованого м'яза. Відомо, що були виявлені суттєві винятки з цього висновку. Результати 6-місячного дослідження, у якому брали участь спортсмени, які займаються силовими тренуваннями, показали, що нервова активація, а не гіпертрофія була основним чинником, що обумовив збільшення сили під час найбільш інтенсивних тренувань.

На початкове збільшення сили більшою мірою впливають нервові чинники, наступне довгочасне збільшення сили майже виключно є результатом гіпертрофії.

Гіпертрофія м'зів

Якщо гіпертрофія виникає внаслідок силового тренування, то що викликає її? Вважають, що, принаймні частково, її виникнення обумовлює гормон тестостерон, оскільки однією з його функцій є забезпечення м'язового розвитку (росту). У чоловіків спостерігається більш значне збільшення розміру м'язів порівняно з жінками при заняттях за одними й тими ж програмами силової підготовки і навіть на фоні однакового відносного збільшення сили. Тестостерон — андрогенний гормон — речовина, що забезпечує чоловічі статеві ознаки. Анаболічні стероїди також є андрогенними гормонами. Добре відомо, що великі дози анаболічних стероїдів у сполученні з силовими тренуваннями призводять до значного збільшення м'язової маси

Хоча тестостерон відіграє головну роль у гіпертрофії, сам по собі він не визначає ступінь гіпертрофії внаслідок силових тренувань. Зокрема, його концентрація у крові має низький ступінь кореляції з величиною м'язової гіпертрофії, обумовленої тренуваннями. У деяких жінок спостерігається значна гіпертрофія внаслідок силових тренувань, тоді як в інших розмір м'язів практично не змінюється. Існує припущення, що у перших більш високе

співвідношення між тестостероном та естрогеном, котре й обумовлює збільшення м'язової маси.

Як збільшується розмір м'язів? Існує два типи гіпертрофії: короткочасна та довгочасна. Перша являє собою «накачування» м'яза під час одного фізичного навантаження. Це відбувається, головним чином, внаслідок накопичення рідини (набряку), що надходить з плазми крові, в інтерстиціальному (проміжному) та внутрішньоклітинному просторі м'яза. Короткочасна гіпертрофія, як видно з назви, триває недовго. Рідина вертається у кров протягом кількох годин після фізичного навантаження.

Довгочасна гіпертрофія являє собою збільшення м'язового розміру внаслідок тривалих силових тренувань. Вона відображає дійсні структурні зміни у м'язі внаслідок збільшення числа м'язових волокон (гіперплазія) або збільшення розміру окремих м'язових волокон (гіпертрофія).

Гіпертрофія та гіперплазія волокон

Перші дослідження показали, що кількість м'язових волокон у кожному м'язі встановлюється при народженні або одразу після нього й залишається незмінною протягом життя. Якщо це дійсно так, то хронічна гіпертрофія може виникнути тільки внаслідок гіпертрофії окремого м'язового волокна. Це може бути пояснено великою кількістю міофібрил; великим числом актинових та міозинових філаментів; великою саркоплазмою; великою кількістю сполучної тканини; будь-яким сполученням наведених чинників. Інтенсивні силові тренування можуть значно збільшити площу поперечного розрізу м'язових волокон. У цьому випадку гіпертрофія волокон, очевидно зумовлена підвищеною кількістю міофібрил, а також актинових та міозинових філаментів, котрі забезпечують велике число поперечних містків, продукуючи зусилля при максимальних скороченнях. Відмітимо, що подібне значне збільшення м'язових волокон не спостерігається в усіх випадках м'язової гіпертрофії.

Прямі докази переваги гіперплазії

Недавні дослідження, котрі проводилися на тваринах, дозволяють припустити, що гіперплазія може бути одним із чинників, що зумовлює гіпертрофію усіх м'язів. Дослідження, котрі проводилися на кішках, досить переконливо продемонстрували розщеплення волокна під час тренувань з дуже великим обтяженням. Кішок тренували пересувати значну масу передньою лапою, щоб отримати їжу. Вони навчилися продукувати значне зусилля. В результаті такого інтенсивного силового тренування вибрані м'язові волокна дійсно розщеплювалися навпіл, причому кожна половина потім збільшувалася до «батьківського» волокна.

У наступних дослідженнях, однак, гіпертрофія вибраних м'язів курчат, пацюків та мишей внаслідок постійних перевантажень була зумовлена виключно гіпертрофією волокон, а не гіперплазією.

Це змусило вчених, які проводили експерименти кішках, провести ще одне дослідження. На цей раз вони ураховували кожне волокно, щоб визначити, чи є гіпертрофія усього м'яза результатом гіперплазії чи гіпертрофії волокон. Після програми силового тренування, що тривала 101 тиждень, кішки могли піднімати однією лапою вагу, котра дорівнювала 57 % маси їх тіла. Маса м'язів у них збільшилася на 11 %. До того ж, учені виявили збільшення загального числа м'язових волокон на 9 %, що підтвердило процес гіперплазії.

Відмінності у результатах досліджень з участю кішок та інших тварин можуть бути зумовлені різним характером «тренувань» тварин. Тренування кішок мало «чисту» форму силового тренування — високий опір та невелика кількість повторень. Тренування інших тварин відрізнялося більшим акцентом на розвиток витривалості — невеликий опір та велика кількість повторень.

Непрямі підтвердження здійснення процесу гіперплазії

Дослідники й досі не дійшли єдиної думки щодо ролі, котру відіграє гіперплазія та гіпертрофія окремих волокон у збільшенні розміру м'язів

людини внаслідок силового тренування. Результати більшості досліджень свідчать, що гіпертрофія окремих волокон зумовлює гіпертрофію усього м'яза. Водночас результати двох досліджень з участю культуристів вказують на можливість процесу гіперплазії м'язів у людей.

В одному дослідженні середня площа волокон латеральних широких м'язів стегна та дельтоподібних м'язів у культуристів високого класу була меншою, ніж у важкоатлетів, і майже такою ж, як у студентів фізкультурних закладів та людей, які не займалися силовим тренуванням. Це свідчило про те, що гіпертрофія окремих волокон не є головним чинником збільшення м'язової маси у культуристів. Подібні результати були отримані в іншому дослідженні, де порівнювали показники високотренованих культуристів та фізично активних, але таких, що не тренуються, людей. Площа м'язових волокон у них була майже однаковою, незважаючи на те, що в культуристів обхват кінцівок був значно більшим. Окрім того, вчені встановили, що у культуристів у руховій одиниці більше м'язових волокон, ніж у нетренованих людей. Оскільки у культуристів був значно більший обхват м'язів при нормальній площі поперечного розрізу м'язових волокон, то отримані результати вказують на збільшення кількості м'язових волокон. Інше пояснення — у культуристів при народженні було більше м'язових волокон.

Принаймні, в одному дослідженні спостерігали значні відмінності у площі м'язових волокон у культуристів та студентів фізкультурних закладів обох статей. Середня площа волокон латерального широкого м'яза стегна становила: 8,400 мкм² — у культуристів; 6,200 — у студентів фізкультурних закладів та 4,400 мкм² — у студенток фізкультурних закладів.

Відмінності у результатах цих досліджень можна пояснити сутністю тренувальних навантажень або стимулів. Вважається, що тренування з високою інтенсивністю або опором викликають більший ступінь гіпертрофії волокон, зокрема швидкоскоротних, ніж тренувальні заняття невисокої інтенсивності або з використанням незначного опору.

Механізми, що викликають гіпертрофію волокон

Гіпертрофія окремого м'язового волокна внаслідок силового тренування є, мабуть, результатом чистого збільшення білкового синтезу у м'язах. Білок у м'язах піддається постійним процесам синтезу та розщеплення. Інтенсивність їх змінюється залежно від потреб. При виконанні фізичних навантажень синтез зменшується, а розщеплення збільшується. Для періоду відновлення після фізичних навантажень характерним є збільшення синтезу білка.

Експерименти, котрі проводилися на тваринах, показали, що зумовлена фізичними навантаженнями м'язова гіпертрофія супроводжується тривалим підсиленням білкового синтезу та ослабленням розщеплення білка. Це продемонструвало дослідження, у котрому використовували електростимулювання задньої кінцівки пацюків, що забезпечувало тренувальний стимул високого рівня опору з невеликим числом повторень. Друга задня кінцівка виконувала роль контрольної, 16-тижнева програма тренувань показала:

- зростання обсягу роботи під час тренувального заняття на 66 %;
- збільшення «сирої» маси тренуваного м'яза на 18 %;
- підвищення вмісту білків у м'язі на 17 %;
- збільшення вмісту рибонуклеїнової кислоти у м'язі на 26 %.

Атрофія м'язів

Якщо тренований м'яз не працює, наприклад, у випадку іммобілізації кінцівки, зміни у ньому відбуваються протягом кількох годин. У перші 6 годин після іммобілізації кінцівки інтенсивність білкового синтезу починає знижуватися. Це, мабуть, пов'язано з початком атрофії м'яза, що являє собою зменшення розміру м'язової тканини. Атрофія виникає в результаті невикористання м'яза та зумовлена втратою білка, котра супроводжує процес бездіяльності. Значне зниження сили спостерігається у перші тижні після іммобілізації, становлячи у середньому 3-4 % на день. Воно пов'язане не тільки з атрофією, але й зі зниженою нервово-м'язовою активністю іммобілізованого м'яза.

Атрофія насамперед впливає на ПС волокна. У численних дослідженнях учені спостерігали дезінтеграцію міофібрил, переривчастість 2-ліній та злиття міофібрил, пошкодження мітохондрій у ПС волокнах. При атрофії м'язів зменшується площа поперечного розрізу волокон та кількість ПС волокон. Нині ще невідомо, зменшення кількості ПС волокон є наслідком їх відмирання чи перетворенням на ШС волокна.

При відновленні активності м'язи можуть дуже часто дійсно відновлюватися після атрофії. Період відновлення триває довше, ніж період іммобілізації, однак він набагато коротший, ніж початковий період тренувань. Значні зміни у м'язах відбуваються у разі припинення тренувальних занять. Однак рівень сили можна зберегти принаймні протягом 12 тижнів, проводячи одне тренувальне заняття на тиждень.

Для попередження зниження рівня сили, досягнутого в результаті силового тренування, необхідне створення спеціальних програм, що забезпечують достатнє навантаження на м'язи для збереження рівня їхньої сили та дозволяють зменшити або інтенсивність, або тривалість, або частоту тренувальних занять.

Зміна типу м'язових волокон

Результати перших досліджень у цьому напрямі дали привід зробити висновок, що ані анаеробні (швидкість), ані аеробні (витривалість) тренувальні навантаження не можуть привести до зміни основного типу волокна. Разом з тим ці дослідження продемонстрували, що у волокон починають з'являтися певні якості протилежного типу, наприклад, ШС волокна можуть ставати більш окисненими при протилежному виді навантаження.

У більш пізніх дослідженнях, котрі проводилися на тваринах, було встановлено, що конверсія типу волокна дійсно можлива за умов перехресної іннервації, коли ШС рухова одиниця іннервується ПС мотонейроном, і навпаки. Окрім того, тривала нервова стимуляція ШС рухових одиниць з низькою частотою трансформує їх у ПС рухові одиниці протягом кількох

тижнів. Перетворення волокон ШСб на ШСа, а також ШСа на ПС волокна підтвердив ряд різних гістологічних методів.

Доказано, що відбувається трансформація типу волокон у жінок внаслідок інтенсивного силового тренування. Після 20-тижневої програми тренувальних навантажень, призначених для збільшення сили м'язів нижніх кінцівок, спостерігалось значне збільшення статичної сили, а також площі поперечного розрізу усіх типів волокон. Середня кількість ШСб волокон значно - зменшилася, а ШСа — збільшилася.

Отже, інтенсивні та тривалі тренувальні заняття можуть привести до зміни типу волокна у скелетному м'язі.

Болісні відчуття в м'язах

Біль, котрий відчувається під час та одразу після фізичного навантаження, може бути результатом накопичення кінцевих продуктів, таких, як H^+ , лактат, або набряку тканин, обумовленого переміщенням рідини з плазми крові до тканин. Цих відчуттів «накачування» зазнають спортсмени після виснажливих силових або циклічних навантажень. Біль і болісні відчуття звичайно проходять через декілька хвилин або годин після завершення фізичних навантажень, звідки й назва — гострі болісні відчуття.

Виникнення болісних відчуттів у м'язах через 1-2 дні після виснажливо-го фізичного навантаження, так зване запізніле виникнення болісних відчуттів, не зовсім зрозуміле.

Згідно практично з усіма існуючими теоріями, головним «ініціатором» даного типу болісних відчуттів є виконання ексцентричних вправ. Це було встановлено у дослідженні, в котрому вивчали взаємозв'язок між появою болісних відчуттів у м'язах та виконанням ексцентричних, концентричних та статичних вправ. Найбільш значних болісних відчуттів у м'язах зазнавали ті, хто виконував виключно ексцентричні вправи. У подальшому це підтвердили результати інших досліджень, у котрих обстежували два різних дні виконували біг на тредбані протягом 45 хв. Перший раз біг виконувався «по прямій», другий — по похилій униз (10 %). Значні болісні відчуття через 24—48

год відмічалися у другому випадку, незважаючи на те що більш високі рівні лактату крові, що раніше вважалися причиною виникнення болісних відчуттів у м'язах, спостерігалися у першому випадку.

Структурні ушкодження. Поява м'язових ферментів у крові після інтенсивного фізичного навантаження свідчить про можливі структурні ушкодження м'язових оболонок. Вміст цих ферментів збільшується у 2-10 разів після значних фізичних навантажень. Результати останніх досліджень свідчать на користь припущення про те, що ці зміни можуть відобразити різний ступінь руйнування м'язової тканини. Дослідження зразків тканини з м'язів ніг марафонців показують значні ушкодження м'язових волокон як після тренувальних занять, так і після змагань. Виникнення цих змін у м'язах співпадає з появою болісних відчуттів, котрих зазнають бігуни, вміст клітини вільно переміщувався між іншими неушкодженими волокнами. На щастя, не кожне ушкодження м'язових клітин є таким серйозним.

Хоча впливи ушкоджених м'язів на фізичну діяльність вивчені не дуже повно, фахівці сходяться на тому, що вони хоча б частково зумовлюють локальні болісні відчуття, появу припухлостей, пов'язаних із запізнілим виникненням болісних відчуттів у м'язах. Водночас рівні ферментів у крові можуть підвищуватися, а м'язові волокна ушкоджуватися внаслідок щоденних фізичних тренувань без виникнення болісних відчуттів у м'язах.

Запальна реакція. Лейкоцити захищають організм від проникнення у нього сторонніх організмів, а також умов, котрі можуть порушити нормальне функціонування його тканин, їх кількість, як правило, збільшується після фізичної діяльності, котра призводить до виникнення болісних відчуттів у м'язах. На основі цього деякі учені вважають, що болісні відчуття є результатом запальних реакцій у м'язах. Однак встановити взаємозв'язок цих реакцій та болісних відчуттів у м'язах досить важко.

Робилася спроба використати медичні препарати для нейтралізації запальної реакції, однак вона виявилася безуспішною, оскільки не привела до зниження ступеня ані болісних відчуттів, ані запального процесу. Отож, не

можна говорити про роль запальної реакції у виникненні болісних відчуттів у м'язах, але у деяких пізніших дослідженнях відмічено взаємозв'язок цих двох явищ.

Послідовність етапів запізнілих болісних відчуттів у м'язах.

Запізнілі болісні відчуття у м'язах пов'язані з:

- підвищенням концентрації м'язових ферментів у плазмі;
- міоглобінемією (наявністю міоглобіну у крові);
- аномальною гістологією та ультраструктурою м'язів.

Модель запізнілого виникнення болісних відчуттів у м'язах має наступну послідовність подій:

1. Високе напруження скоротливо-еластичної системи м'яза призводить до структурного ушкодження самого м'яза та його клітинної оболонки.
2. Ушкодження клітинної оболонки м'яза зумовлює порушення гомеостазу кальцію в ушкодженному волокні, що призводить до відмирання клітин, пік котрого спостерігається через 48 год після фізичного навантаження.
3. Продукти активності макрофагів, а також внутрішньоклітинний вміст (гістамін, кініни та K^+) накопичуються поза клітинами, а потім стимулюють нервові закінчення м'яза. Цьому процесу сприяє виконання ексцентричних вправ, при котрому значні зусилля розподіляються на відносно невеликих площах поперечних розрізів м'язів.

Пізніші дослідження з використанням найновішої технології дозволили глибше глянути на причини виникнення болісних відчуттів у м'язах. Нині можна упевнено стверджувати, що виникнення болісних відчуттів у м'язах є результатом травми або ушкодження самого м'яза, звичайно м'язового волокна та, можливо, сарколеми. Це ушкодження викликає низку явищ, включаючи виділення внутрішньоклітинних білків та збільшення обміну м'язового білка. У процесах ушкодження та «ремонт» м'яза беруть участь йони кальцію, лізосоми, сполучна тканина, вільні радикали, джерела енергії, запальні реакції, внутрішньоклітинні та міофібрилярні білки. Разом з тим точна причина ушкодження скелетного м'яза та механізми його «ремонт» недостатньо

з'ясовані. На думку деяких фахівців, цей процес є важливим етапом на шляху до гіпертрофії м'яза.

Профілактика виникнення болісних відчуттів у м'язах має велике значення для забезпечення максимального тренувального впливу. У початковий період підготовки рекомендується звести до мінімуму ексцентричний компонент м'язового скорочення, що, однак, неможливо у більшості видів спорту. Альтернативне розв'язання цієї проблеми полягає у тому, щоб починати тренувальні заняття з навантажень дуже низької інтенсивності, поступово збільшуючи інтенсивність у перші декілька тижнів. Ще один варіант передбачає розпочинати період підготовки з високоінтенсивних, виснажливих занять. Болісні відчуття у перші дні будуть значними, однак, згідно з деякими даними, наступні тренувальні заняття будуть викликати значно менші болісні відчуття у м'язах.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Дати чітке визначення понять «сила», «потужність» та «м'язова витривалість». Як вони пов'язані з м'язовою витривалістю?
2. Які механізми зумовлюють прояв надлюдських зусиль?
3. Що таке аутогенне гальмування? Яку роль відіграє у процесі силової підготовки?
4. Чим відрізняється тривала гіпертрофія від тимчасової?
5. Що таке гіперплазія? Як вона може бути пов'язана з процесом приросту сили та збільшення розміру м'язів у ході силової підготовки?
6. Яка фізіологічна основа виникнення болісних відчуттів у м'язах?
7. Розказати про статичні, ізокінетичні режими тренувальних навантажень, вправи з використанням різних обтяжень, застосування тренажерів перемінного опору у силовій підготовці.
8. Які принципи слід враховувати при плануванні програми силової підготовки?

ЧИННИКИ, ЩО НЕОБХІДНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РУХУ

Згідно із законами термодинаміки, всі види енергії взаємозамінні. Енергія не може бути ні створена ні знищена, вона переходить з однієї форми у іншу і насам кінець перетворюється на тепло. Близько 60-70% усієї енергії в організмі людини перетворюється на тепло.

Джерелом усіх видів енергії є енергія Сонця. Хімічні реакції, що відбуваються у рослинах (фотосинтез), перетворюють енергію Сонця на хімічну енергію. Вживаючи у їжу овочі й фрукти, а також м'ясо тварин, котрі живляться рослинами, ми отримуємо енергію. Енергія міститься в харчових продуктах у вигляді вуглеводів, жирів та білків. Ці основні компоненти харчових продуктів розщеплюються у клітинах нашого організму, вивільнюючи енергію.

Оскільки енергія поступово перетворюється на тепло, її кількість, що вивільнюється в результаті біологічних реакцій, визначається за кількістю утвореного тепла. У біологічних системах енергія вимірюється у кілокалоріях (ккал). Згідно з визначенням, 1 ккал дорівнює кількості теплової енергії, необхідної для підвищення температури 1 кг води на 1 °С. Наприклад, при спаленні сірника виділяється близько 0,5 ккал, тоді як при повному згорянні 1 г вуглеводів виділяється 4,0 ккал.

Якась кількість вільної енергії у клітинах використовується для розвитку та «ремонту» нашого організму. Такі процеси, як ми вже знаємо, спрямовані на розвиток м'язової маси під впливом тренувальних навантажень та відновлення м'язів після фізичних навантажень або травм. Енергія також необхідна для активного транспорту багатьох речовин, таких, як глюкоза та Ca^{2+} через клітинні мембрани. Активний транспорт є необхідним для функціонування клітин та підтримання гомеостазу. Певну кількість енергії

використовують міофібрили для забезпечення ковзання філаментів актину та міозину, в результаті котрого продукуються м'язове скорочення та сила.

Джерела енергії

Продукти харчування складаються, в основному, з вуглецю, водню, кисню, а при наявності білків — з азоту. Молекулярні зв'язки у харчових продуктах відносно слабкіші, тому при розщепленні вивільнюється невелика кількість енергії. Отже, продукти харчування не використовуються безпосередньо для потреб клітини. Енергія молекулярних зв'язків продуктів харчування хімічно вивільнюється у клітинах організму й зберігається у вигляді високоенергетичного сполучення — аденозинтрифосфату (АТФ).

Утворення АТФ дозволяє клітинам зберігати енергію у цьому високоенергетичному сполученні.

У спокої енергія, необхідна нашому організму, забезпечується за рахунок розщеплення практично однакової кількості вуглеводів та жирів. Білки являють собою «будівельні блоки» і звичайно забезпечують функціонування клітин невеликою кількістю енергії. При збільшенні м'язового зусилля у якості джерела енергії більше використовуються вуглеводи. При максимальному короткочасному навантаженні АТФ майже виключно утворюється за рахунок вуглеводів.

Вуглеводи. Залежність м'язів від вуглеводів під час фізичного навантаження пов'язана з їх наявністю, а також здатністю м'язової системи їх розщеплювати. Вуглеводи насамкінець перетворюються на глюкозу — моносахарид, котрий транспортується кров'ю до усіх тканин організму. У стані спокою ввібрані вуглеводи попадають у м'язи та печінку, а потім перетворюються на більш складну молекулу цукру — глікоген. Глікоген знаходиться у цитоплазмі допоки клітини не використають його для утворення АТФ. Глікоген, що міститься у печінці, може знову перетворюватися на глюкозу. Він транспортується кров'ю до активних тканин, де й відбувається його метаболізм (розщеплення).

Таблиця 1. Запаси палива та енергії в організмі

| Джерело енергії | г | ккал |
|-----------------------------|-------|--------|
| <i>Вуглеводи</i> | | |
| глікоген печінки | 110 | 451 |
| м'язовий глікоген | 250 | 1025 |
| глюкоза у рідинах організму | 15 | 62 |
| Усього | 375 | 1538 |
| <i>Жири</i> | | |
| підшкірний | 7,800 | 70,980 |
| внутрішньом'язовий | 0,161 | 1,465 |
| Всього | 7,961 | 72,445 |

Примітка. Оцінку зроблено на основі середньої маси тіла 65 кг з вмістом жиру 12 %.

Вміст вуглеводів у печінці та скелетних м'язах обмежений; їх вистачає для утворення не більше 2000 ккал енергії. Ця кількість витрачається на те, щоб пробігти 32 км. Запаси жирів достатні для утворення понад 70000 ккал енергії.

Вміст глікогену у печінці та м'язах обмежений, його запаси можуть вичерпатися, якщо у раціоні харчування немає достатньої кількості вуглеводів. Таким чином, поповнення запасу багато у чому залежить від харчових джерел крохмалів та цукру. Без достатнього споживання вуглеводів м'язи і печінка не мають свого основного джерела енергії.

Жири й білки також використовуються як джерела енергії. В організмі міститься значно більше жирів, ніж вуглеводів. Однак жири є менш доступними клітинному метаболізму, оскільки, перш за все, має бути розщеплена складна форма — тригліцерид — на основні компоненти: гліцерин та вільні жирні кислоти. Тільки вільні жирні кислоти використовуються для утворення АТФ.

З однакової кількості жирів та вуглеводів утворюється абсолютно різна кількість енергії, відповідно 9 та 4 ккал. У будь-якому випадку інтенсивність

вивільнення енергії з цих сполучень дуже невелика, щоб задовольнити потреби організму в енергії під час інтенсивної м'язової діяльності.

Білки. Процес перетворення білків або жирів на глюкозу називається глюконеогенезом. У результаті серії реакцій білок може перетворитися на жирні кислоти. Це називається ліпогенез.

Білки забезпечують 5-10 % енергії, необхідної для виконання тривалої фізичної вправи. Для утворення енергії використовуються лише основні одиниці білка — амінокислоти.

Щоб бути корисною, енергія має вивільнятися з хімічних сполук з контрольованою інтенсивністю. Частково ця інтенсивність визначається вибором джерела енергії. Якщо використовується велика кількість енергії з одного джерела, клітини розраховують, головним чином, саме на це джерело. Такий вплив наявності енергії називається ефектом масового впливу.

Спеціальні ферменти забезпечують чіткіший контроль інтенсивності вивільнення енергії. Багато з них полегшують розщеплення (катаболізм) хімічних сполучень. Хоча назви ферментів досить складні, всі вони закінчуються суфіксом *-аза*. Наприклад, фермент, що впливає на АТФ, називається аденозинтрифосфатаза (АТФаза).

БІОЕНЕРГЕТИКА: УТВОРЕННЯ АТФ

Молекула АТФ складається з аденозину (молекули аденіну, з'єднаної з молекулою рибози), з'єданого з трьома групами неорганічного фосфату (P_n). При впливі ферменту АТФази остання фосфатна група відщеплюється від молекули АТФ, швидко вивільнюючи велику кількість енергії (7,6 ккал/моль АТФ). У результаті АТФ розщеплюється на АДФ (аденозиндифосфат) та фосфор.

Процес накопичення енергії в результаті утворення АТФ з інших хімічних джерел називається фосфорилюванням. Внаслідок різних хімічних реакцій фосфатна група приєднується до відносно низькоенергетичного сполучення аденозиндифосфату, перетворюючи його на аденозинтрифосфат. Коли ці реакції здійснюються без наявності кисню, то процес називається

анаеробним метаболізмом. Якщо ж у реакції бере участь кисень, то процес називається аеробним метаболізмом, а аеробне перетворення АДФ на АТФ — окиснювальним фосфорилуванням.

Клітини утворюють АТФ за допомогою трьох систем: системи АТФ-КФ, гліколітичної та окиснювальної.

СИСТЕМА АТФ-КФ

Найпростішою енергетичною системою є система АТФ-КФ. Окрім АТФ, клітини містять ще одну багату енергією фосфатну молекулу — креатинфосфат (КФ). Енергія, вивільнювана при розщепленні КФ, на відміну від енергії, що вивільнюється при розщепленні АТФ, не використовується безпосередньо для виконання роботи на клітинному рівні. Вона використовується для ресинтезу АТФ, щоб забезпечити його відносно постійне утворення. Вивільненню енергії при розщепленні КФ сприяє фермент креатинкіназа, котрий діє на КФ для відокремлення фосфору від креатину. Вивільнена енергія може бути використана для приєднання P_n до молекули АДФ. При використанні цієї системи (енергія вивільнюється з АТФ в результаті відщеплення фосфатної групи) клітини можуть запобігти вичерпаю запасів АТФ, розщеплюючи КФ і тим самим забезпечуючи енергію для утворення великої кількості АТФ.

Це швидкий процес, котрий може здійснюватися без допомоги будь-яких спеціальних структур клітини. Він може відбуватися й за участю кисню, однак для його здійснення кисень не потрібний, тому систему АТФ-КФ називають анаеробною.

У перші секунди інтенсивної м'язової діяльності кількість АТФ підтримується на відносно постійному рівні, тоді як рівень КФ невинно знижується, оскільки він використовується для поповнення запасів АТФ. У стані виснаження рівні АТФ та КФ є досить низькими і не можуть забезпечити енергію для наступних скорочень та розслаблень м'язів.

Таким чином, підтримання рівня АТФ за рахунок енергії, що вивільнюється при розщепленні КФ, є обмеженим. Запаси АТФ та КФ є

достатніми для задоволення енергетичних потреб м'язів лише протягом 3-15с спринтерського бігу. Після цього м'язам доводиться розраховувати на інші процеси утворення АТФ: гліколітичний та окиснювальний.

ГЛІКОЛІТИЧНА СИСТЕМА

Інше джерело отримання АТФ передбачає вивільнення енергії в результаті розщеплення (лізису) глюкози. Це — гліколітична система, котра включає процес гліколізу, тобто розщеплення глюкози за допомогою спеціальних гліколітичних ферментів. Глюкоза становить близько 99 % усіх цукрів, що циркулюють у крові. Вона надходить у кров в результаті засвоєння вуглеводів та розщеплення глікогену печінки. Глікоген синтезується з глюкози внаслідок процесу, що називається глікогенезом. Глікоген міститься у печінці або м'язах, доки не стане потрібним. Коли виникає потреба у глікогені, він розщеплюється в результаті процесу глікогенолізу на глюкозо-1 фосфат.

Перш ніж глюкоза або глікоген можуть бути використані для утворення енергії, вони мають трансформуватися у сполучення, котре називається глюкозо-6-фосфат. Для перетворення молекули глюкози необхідна одна молекула АТФ. При розщепленні глікогену глюкозо-6-фосфат утворюється з глюкозо-1 фосфату без витрати енергії.

Гліколіз починається, як тільки утворюється глюкозо-6-фосфат. Закінчується гліколіз утворенням піровиноградної кислоти. Для цього процесу не потрібний кисень, однак використання кисню визначає «частки» піровиноградної кислоти, утвореної внаслідок гліколізу. Коли ми говоримо про гліколітичну систему, ми маємо на увазі, що процес гліколізу перебігає без участі кисню. У цьому випадку піровиноградна кислота перетворюється на молочну кислоту.

Гліколіз, що є складнішим процесом, ніж система АТФ-КФ, забезпечує розщеплення глікогену на молочну кислоту завдяки 12 ферментним реакціям. Усі ці ферменти знаходяться у цитоплазмі клітин. У результаті гліколізу утворюється 3 молі АТФ на кожний моль розщепленого глікогену. Якщо

замість глікогену використовується глюкоза, то утворюється усього 2 моля АТФ, оскільки 1 моль витрачається на перетворення глюкози на глюкозо-6-фосфат.

Ця енергетична система не забезпечує утворення великої кількості АТФ. Незважаючи на це, сукупні дії гліколітичної системи та системи АТФ-КФ забезпечують продукування сили м'язами навіть при обмеженому надходженні кисню. Ці дві системи домінують у перші хвилини виконання вправ високої інтенсивності.

Іншим значним недоліком анаеробного гліколізу є те, що він викликає накопичення молочної кислоти у м'язах та рідинах організму. У спринтерських дисциплінах тривалістю 1-2 хв потреби гліколітичної системи є дуже великими, і рівні вмісту молочної кислоти можуть збільшитися з 1 (показник у стані спокою) до понад 25 ммоль/кг. Таке підкислення м'язових волокон гальмує подальше розщеплення глікогену, оскільки порушує функцію гліколітичних ферментів. Окрім того, кислота знижує здатність волокон зв'язувати кальцій і це може перешкодити скороченню м'язів.

Інтенсивність енерговитрат м'язового волокна під час навантаження може бути у 200 разів вищою, ніж у стані спокою. Гліколітична система та система АТФ-КФ не в змозі забезпечити необхідну кількість енергії.

Молочна кислота і лактат — не одне й те ж сполучення. Молочна кислота має формулу $C_3H_6O_3$. Лактат являє собою будь-яку сіль молочної кислоти.

ОКИСНЮВАЛЬНА СИСТЕМА

Останньою системою утворення енергії клітиною є окиснювальна система, найскладніша з трьох енергетичних систем. Процес, в результаті котрого організм для продукування енергії дисимілює сполучення, багаті на енергію, за допомогою кисню, називається клітинним диханням. Це аеробний процес, оскільки у ньому бере участь кисень. АТФ утворюється у спеціальних клітинних органелах-мітохондріях. У м'язах вони примикають до міофібрил, а також розкидані по саркоплазмі.

М'язи мають постійно забезпечуватися енергією для продукування сили під час тривалої м'язової діяльності. На відміну від анаеробного утворення АТФ, окиснювальна система продукує значну кількість енергії, тому аеробний метаболізм є основним методом утворення енергії під час м'язової діяльності, що потребує виявлення витривалості. Це ставить підвищені вимоги до системи транспорту кисню до активних м'язів.

Окиснення вуглеводів. Окиснювальне утворення АТФ включає три процеси:

1) гліколіз; 2) цикл Кребса; 3) ланцюжок переносу електронів.

Гліколіз при обміні вуглеводів відіграє важливу роль як в анаеробному, так і в аеробному утворенні АТФ. Причому він перебігає однаково, незалежно від того, чи бере участь у цьому процесі кисень. Участь кисню визначає лише «частку» кінцевого продукту — пірвіноградної кислоти. При анаеробному гліколізі утворюється молочна кислота і усього 3 молі АТФ на 1 моль глікогену. За участю кисню пірвіноградна кислота перетворюється на сполучення, котре називається ацетилкофермент А (ацетил-КоА).

Цикл Кребса. Після утворення ацетил-КоА попадає у цикл Кребса (цикл лимонної кислоти) — складну послідовність хімічних реакцій, котрі дозволяють завершити окиснення ацетил-КоА. Наприкінці циклу Кребса утворюється 2 молі АТФ, а речовина (сполучення, на котре впливають ферменти, у цьому випадку первісний вуглевод) розщеплюється і, з'єднуючись з киснем, утворює діоксид вуглецю (CO_2), котрий легко дифундує з клітин, транспортується кров'ю у легені й виділяється у зовнішнє середовище (відбувається реакція декарбоксилування $\text{K-H} + \text{CO}_2$).

Ланцюжок переносу електронів. Під час гліколізу, коли глюкоза перетворюється на пірвіноградну кислоту, виділяється водень. Значно більша кількість водню виділяється під час циклу Кребса. Якщо він залишається у системі, то внутрішня частина клітин стає надто кислою. Що відбувається з цим воднем?

Цикл Кребса пов'язаний із серією реакцій, котрі називаються ланцюжком переносу електронів. Водень, що виділяється під час гліколізу і у циклі Кребса, з'єднується з двома коферментами — нікотин-аденін-динуклеотидом та флавін-аденін-динуклеотидом, котрі переносять атоми водню у ланцюжок переносу електронів, де вони розщеплюються на протони та електрони. Наприкінці ланцюжка H^+ з'єднується з киснем, утворюючи воду і тим самим запобігаючи підкисленню.

Електрони, що відокремилися від водню, беруть участь у серії реакцій і у кінцевому результаті забезпечують енергію для фосфорилування АДФ, а отже, утворення АТФ. Оскільки цей процес відбувається за участю кисню, то він називається окиснювальним фосфорилуванням.

Утворення енергії за рахунок вуглеводів. Окиснювальна система утворення енергії забезпечує отримання 39 молекул АТФ з однієї молекули глюкози. Якщо процес починається з глюкози, то утворюється 38 молекул АТФ (згадаймо, що одна молекула АТФ використовується до початку гліколізу для утворення глюкозо-6-фосфату).

Окиснення жирів. Як уже відмічалось, жири також роблять свій внесок в енергетичні потреби м'язів. Запаси глікогену у м'язах та печінці можуть забезпечити усього 1200-2000 ккал енергії, у той час як жири, що містяться всередині м'язових волокон та в жирових клітинах, — близько 70 000-75 000 ккал.

Хоча жирами називають багато хімічних сполук, такі, як тригліцериди, фосфоліпіди та холестерин, тільки тригліцериди використовуються як основні джерела енергії. Тригліцериди знаходяться у жирових клітинах та волокнах скелетних м'язів. Щоб використати тригліцериди для утворення енергії, необхідно розщепити їх на основні складові: одну молекулу гліцерину та три молекули вільних жирних кислот. Цей процес називається ліполізом і здійснюється ферментами — ліпазами.

Вивільнившись з тригліцериду (жиру), вільні жирні кислоти можуть попасти у кров, котра транспортує їх по усьому організму, і у результаті дифузії проникнути у м'язові волокна. Інтенсивність надходження вільних жирних кислот у м'язові волокна залежить від градієнта концентрації. Підвищення концентрації вільних жирних кислот у крові виштовхує їх у м'язові волокна.

Процес β -окиснення. Незважаючи на значні структурні відмінності між різними вільними жирними кислотами, їх метаболізм майже однаковий, як видно. До того, як вони попадуть у м'язові волокна, вільні жирні кислоти активуються енергією АТФ за допомогою ферментів. Таким чином їх готують до катаболізму (розщеплення) у мітохондріях. Цей ферментний катаболізм жирів мітохондріями називається β -окисненням. У цьому процесі вуглецевий ланцюжок вільної жирної кислоти ділиться на двовуглецеві рештки оцтової кислоти. Наприклад, якщо первісно вільна жирна кислота мала 16-вуглецевий ланцюжок, то при β -окисненні утворюється 8 молекул оцтової кислоти. Вся оцтова кислота потім перетворюється на ацетил-КоА.

Цикл Кребса та ланцюжок переносу електронів. З цього моменту обмін жирів здійснюється за тим же принципом, що й метаболізм вуглеводів. Ацетил-КоА, що утворився внаслідок β -окиснення, вступає у цикл Кребса. У цьому циклі утворюється водень, котрий транспортується у ланцюжок переносу електронів разом з воднем, утвореним під час β -окиснення, де піддається окиснювальному фосфорилуванню. Як і при обміні глюкози, проміжними продуктами окиснення вільних жирних кислот є АТФ, H_2O , CO_2 . Однак для повного спалювання молекули вільних жирних кислот потребується більше кисню.

Хоча жири забезпечують більше кілокалорій енергії на грам, ніж вуглеводи, для їх окиснення потребується більше кисню, ніж для окиснення вуглеводів. Жири утворюють 5,6 молекули АТФ відносно молекули O_2 , вуглеводи — 6,3 молекули АТФ відносно молекули O_2 . Доставка кисню обмежена кисневотранспортною системою, тому кращим джерелом енергії під час виконання фізичної вправи високої інтенсивності є вуглеводи

Переважний вміст у вільних жирних кислотах більшої кількості вуглецю, ніж у глюкозі, полягає в утворенні більшої кількості ацетил-КоА при метаболізмі даної кількості жиру отже, у цикл Кребса надходить більша кількість ацетил-КоА, а у ланцюжок переносу електронів більше електронів. Саме тому при метаболізмі жирів утворюється набагато більше енергії ніж при метаболізмі вуглеводів.

В результаті реакцій окиснення, циклу Кребса та ланцюжка переносу електронів з однієї молекули пальмітинової кислоти утворюється 129 молекул АТФ, у той час як з молекули глюкози та глікогену відповідно 38 та 39 молекул. Незважаючи на такий високий показник, тільки близько 40 % енергії, що вивільнюється внаслідок метаболізму молекул або глюкози, або вільних жирних кислот, витрачається на утворення АТФ. Решта 60 % виділяються у вигляді тепла.

МЕТАБОЛІЗМ БІЛКІВ

Як уже відмічалось, вуглеводи та жири є переважними джерелами енергії нашого організму. Однак використовуються і білки або, скоріше, амінокислоти, з котрих вони складаються. Деякі амінокислоти можуть перетворюватися на глюкозу (за допомогою глюконеогенезу). Інші можуть перетворюватися на різні проміжні продукти окиснювального метаболізму (такі, як піровиноградна кислота або ацетил-КоА), щоб взяти участь в окиснювальному процесі.

Кількість енергії, утвореної білками, досить важко визначити, на відміну від енергії, утвореної вуглеводами або жирами, оскільки білки також містять азот. При катаболізмі амінокислот певна кількість азоту використовується для утворення нових амінокислот, решта азоту перетворюється на сечовину і виділяється головним чином з сечею. Цей процес потребує використання АТФ і, отже, призводить до витрат якоїсь кількості енергії.

ОКИСНЮВАЛЬНІ ЗДАТНОСТІ М'ЯЗІВ

Окиснювальна здатність м'яза - це показник її максимальної здатності використовувати кисень.

Активність ферментів. Здатність м'язових волокон окиснювати вуглеводи та жири досить важко визначити. У багатьох дослідженнях спостерігали тісний взаємозв'язок між здатністю м'яза виконувати аеробну вправу протягом тривалого часу та активністю її окиснювальних ферментів. Оскільки для окиснювання потребується багато ферментів, то їх активність у м'язових волокнах є достатньо надійним показником окиснювального потенціалу.

Склад м'язових волокон та тренувальні навантаження, спрямовані на розвиток витривалості. Склад волокон м'яза частково визначає його окиснювальну здатність. Як уже відмічалось у розділі 2, ПС волокна мають більшу схильність до аеробної діяльності, ніж ШС, оскільки містять більше мітохондрій та окиснювальних ферментів. ШС волокна більш придатні для гліколітичного продукування енергії. Отже, чим більше у м'язах ПС волокон, тим вища їх окиснювальна здатність. Наприклад, у найсильніших бігунів на довгі дистанції значно більше ПС волокон, мітохондрій і вища активність окиснювальних ферментів, ніж у нетренованих людей.

Тренувальні навантаження, спрямовані на розвиток витривалості збільшують окиснювальні здатності усіх волокон і особливо ШС, ставлячи високі вимоги до окиснювального фосфорилування, вони стимулюють м'язові волокна до утворення великої кількості мітохондрій, містять велике число окислювальних ферментів.

Збільшуючи кількість ферментів у волокнах для β -окиснення, такі навантаження також допомагають м'язам більшою мірою розраховувати на жири як джерело продукування АТФ.

Таким чином, тренувальні навантаження на розвиток витривалості дають змогу підвищити аеробні здатності м'язів навіть у людей з високим вмістом ШС волокон. Разом з тим відомо, що ШС волокно у результаті

тренування на розвиток витривалості не зможе такою ж мірою збільшити витривалість, як ПС волокно.

Потреба у кисні. Хоча окиснювальна здатність м'язів визначається кількістю мітохондрій та окиснювальних ферментів у них, окиснювальний метаболізм насамкінець залежить від їх адекватного постачання киснем. У стані спокою потреби організму в АТФ відносно невеликі, тому потреба у кисні також мінімальна. Однак зі збільшенням інтенсивності навантаження зростає і потреба в енергії. Для її задоволення необхідно збільшити окиснювальне утворення АТФ. Задоволення потреб м'язів у кисні здійснюється за рахунок збільшення частоти та глибини дихання, поліпшення процесу газообміну у легенях. Серце починає скорочуватися частіше, постачаючи у м'язи більшу кількість окисненої крові.

В організмі людини кисню небагато. Тому кількість кисню, що попадає у кров, котра проходить через легені, прямо пропорційна кількості, використовуваній тканинами для окиснювального фосфорилування. Отже, можна досить точно визначити величину аеробного продукування енергії, вимірявши кількість кисню, що споживається у легенях.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Яка роль КФ?
2. Описати взаємозв'язок м'язових АТФ та КФ під час спринтерської діяльності.
3. Чому систему АТФ-КФ та гліколітичну систему утворення енергії вважають анаеробними?
4. Яку роль відіграє кисень у процесі аеробного метаболізму?
5. Розказати про проміжні продукти утворення енергії за рахунок АТФ, гліколізу та окиснення.
6. Що таке дихальний коефіцієнт? Пояснити його застосування для визначення окиснення вуглеводів та жирів.
7. Який взаємозв'язок між споживанням кисню та утворення енергії?

8. Що таке поріг лактату?
9. Як на основі вимірювання споживання кисню можна оцінити продуктивність при виконанні вправи?
10. Чому спортсмени з вищим МСК показують кращі результати у видах спорту, що потребують прояву витривалості, порівняно з тими, у котрих ці показники нижчі?

ГОРМОНАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Під час фізичного навантаження в організмі людини відбуваються численні фізіологічні зміни. Підвищується інтенсивність використання енергії. Проміжні продукти метаболізму, котрі мають виводитися з організму, часто починають накопичуватися. Вода переміщується між компартментами клітини й виводиться з потом. Навіть у стані спокою внутрішнє середовище організму перебуває у стані постійних змін, котрі під час фізичного навантаження можуть перетворитися на хаотичні.

Життєдіяльність людини залежить від збереження гомеостазу. Чим значніше навантаження, тим важче підтримувати гомеостаз. Основну регулюючу роботу під час виконання фізичного навантаження перебирає на себе нервова система. Однак не менш активну участь бере й інша система, котра постійно стежить за станом внутрішнього середовища, помічаючи усі зміни і швидко реагуючи на них, щоб не допустити різкого порушення гомеостазу. Це — ендокринна система, що здійснює контроль за допомогою гормонів, котрі вона виділяє.

М'язова діяльність основана на координованій взаємодії багатьох фізіологічних та біохімічних систем. Ця взаємодія можлива лише у тому випадку, якщо різні тканини й системи організму можуть підтримувати між собою зв'язок. Хоча у процесі забезпечення зв'язку між різними системами та тканинами організму величезну роль відіграє нервова система, «настроювання» фізіологічних реакцій організму на будь-яке порушення його рівноваги здійснює ендокринна система. Ці дві системи сумісно забезпечують взаємодію та контроль рухів, а також усі щодо них фізіологічні процеси. Нервова система функціонує дуже швидко, справляючи нетривалі локальні впливи, а ендокринна система функціонує набагато повільніше і справляє триваліший та більш загальний вплив.

Ендокринна система включає усі тканини та залози, що секретують гормони. Вони секретують гормони безпосередньо у кров. Гормони діють

подібно до хімічних сигналів по усьому організму. Вони виділяються ендокринними клітинами та транспортуються кров'ю у спеціальні клітини-мішені. Доки вони не дістануться місця свого призначення, вони не можуть контролювати активність тканини-мішені. Характерною рисою гормонів є те, що вони переміщуються від клітин, з котрих вони виділилися, і впливають на активність інших клітин та органів. Одні гормони діють на багато тканин, інші — тільки на певні клітини-мішені.

Природа гормонів

Гормони беруть участь у більшості фізіологічних процесів, тому їхня дія має велике значення для багатьох аспектів м'язової та спортивної діяльності.

Гормони можна поділити на два основних типи: стероїдні та нестероїдні. Хімічна структура перших нагадує структуру холестерину і більшість цих гормонів є його похідними. Тому вони розчиняються у ліпідах і досить легко дифундують крізь клітинні мембрани. До цієї групи відносять гормони, що екскретуються:

- кірковою речовиною надниркової залози (такі, як кортизол та альдостерон);
- яєчниками (естроген та прогестерон);
- яєчками (тестостерон);
- плацентою (естроген та прогестерон).

Нестероїдні гормони не є жиророзчинними, тому вони не можуть легко перетинати клітинні оболонки. Групу нестероїдних гормонів можна поділити на два класи: білкові, або пептидні, гормони та похідні амінокислот. До останнього класу відносять два гормони щитовидної залози (тироксин та трийодотиронін), та два гормони мозкової речовини надниркових залоз (адреналін та норадреналін). Решта нестероїдних гормонів відноситься до класу білкових, або пептидних гормонів.

Функції гормонів

Оскільки гормони переміщуються з кров'ю, то вони вступають у контакт практично з усіма тканинами тіла. Чому ж тоді їх дія обмежена певними клітинами-мішенями? Це зумовлено наявністю спеціальних рецепторів у

тканинах-мішенях. Взаємодію гормону та його певного рецептора порівнюють з принципом взаємодії замка (рецептора) й ключа (гормону), коли лише певним ключем можна відкрити відповідний замок. Взаємодію гормону та його рецептора називають комплексом гормону-рецептора.

Кожна клітина містить від 2000 до 10000 рецепторів. Рецептори нестероїдних гормонів розташовуються на оболонці клітини, а рецептори стероїдних гормонів знаходяться у її цитоплазмі або ядрі. Кожний гормон характеризується високим ступенем специфічності щодо даного типу рецепторів і зв'язується тільки з певними (специфічними) рецепторами, впливаючи, таким чином, тільки на тканини, що містять ці рецептори.

Численні механізми дозволяють гормонам контролювати дії клітин.

Стероїдні гормони. Як уже вказувалося, стероїдні гормони є ліпідорозчинними й легко проходять крізь клітинну оболонку. Знаходячись усередині клітини, стероїдний гормон зв'язується зі специфічними для нього рецепторами. Утворений комплекс гормон-рецептор проникає у ядро і зв'язується з частиною ДНК клітини, активуючи певні гени. Цей процес називається безпосередньою активацією генів. У відповідь на неї у ядрах відбувається синтез мРНК. Потім мРНК надходить у цитоплазму і забезпечує білковий синтез. Ці білки можуть бути:

- ферментами, що справляють численні впливи на клітинні процеси;
- структурними білками, котрі використовуються для росту та відновлення тканин;
- регуляторними білками, здатними змінити функцію ферментів.

Нестероїдні гормони. Оскільки ці гормони не можуть легко проходити крізь клітинну оболонку, вони вступають у взаємодію з певними рецепторами поза клітиною, на її оболонці. Молекула нестероїдного гормону, прикріплюючись до свого рецептора, викликає серію ферментних реакцій, котрі ведуть до утворення другого внутрішньоклітинного переносника («кур'єра»). Найкраще вивченим та поширеним другим «кур'єром» є циклічний аденозинмонофосфат (цАМФ). У цьому випадку прикріплення

гормону до відповідного рецептора на оболонці активує фермент аденілатциклазу, що знаходиться на оболонці. Він каталізує утворення цАМФ з клітинного АТФ. Утворений цАМФ може потім викликати певні фізіологічні реакції, включаючи:

- активацію клітинних ферментів;
- змінення проникності оболонки;
- забезпечення білкового синтезу;
- зміни клітинного метаболізму;
- стимулювання клітинних виділень.

Таким чином, нестероїдні гормони, як правило, активують систему цАМФ клітини, що веде до змін внутрішньоклітинних функцій.

Контроль виділення гормонів. Виділення гормонів носить короткочасний та різкий характер, що зумовлює коливання рівнів певних гормонів плазми протягом коротких періодів часу, наприклад протягом години і менше. Разом з тим коливання їх рівнів спостерігається і протягом більш тривалого часу, демонструючи добові і навіть місячні цикли (подібні з місячними менструальними циклами).

Негативний зворотний зв'язок. Секреція більшості гормонів регулюється на основі негативного зворотного зв'язку. Виділення гормонів викликає певні зміни в організмі, котрі, у свою чергу, гальмують їх подальшу секрецію. Згадаймо, як працює кімнатний стабілізатор температури (термостат). При зниженні заданої температури термостат надсилає сигнал до котла парового опалення, котрий починає обігрівати кімнату. Якщо кімнатна температура піднімається до заданого рівня, то термостат надсилає сигнал припинити обігрівання. Якщо температура знову знижується нижче заданого рівня, то увесь цикл починається спочатку. Так само процес секреції певних гормонів «включає» та «виключає» певні фізіологічні зміни.

"Гормони можуть впливати на специфічні для них тканини-мішені або клітини-мішені на основі складних взаємодій з рецепторами, розташованими на клітинній оболонці або у клітині, котрі відповідають даному гормону

Негативний зворотний зв'язок є основним механізмом, за допомогою котрого ендокринна система підтримує гомеостаз. Розглянемо такий приклад. При високій концентрації глюкози у плазмі підшлункова залоза виділяє інсулін, котрий збільшує споживання глюкози клітинами, що знижує її концентрацію. Коли концентрація глюкози у плазмі повертається до нормального рівня, виділення інсуліну гальмується доти, доки її рівень знову підвищиться.

Кількість рецепторів. Рівні вмісту гормонів у плазмі не завжди відображають дійсну активність гормонів, оскільки кількість рецепторів на клітині може змінитися, підвищуючи або знижуючи її чутливість до певного гормону. Найчастіше збільшення кількості певних гормонів призводить до скорочення числа відповідних рецепторів. Коли це відбувається, чутливість клітини до даного гормону знижується, оскільки скорочується число рецепторів, з котрими може зв'язатися гормон. Це називається десенсибілізацією, або зниженою регуляцією. У деяких людей з надмірною масою тіла, наприклад, кількість інсулінових рецепторів на клітинах знижена, їх організм реагує на це посиленою секрецією інсуліну з підшлункової залози, внаслідок чого підвищується рівень інсуліну у плазмі. Щоб досягти такого ж ступеня регуляції глюкози плазми як у звичайних, фізично здорових людей, необхідно, щоб їх організм виділяв набагато більше інсуліну.

Навпаки, клітина може відреагувати на тривалу наявність великої кількості гормону збільшенням числа рецепторів. У цьому випадку її чутливість до даного гормону підвищується, оскільки більша його кількість може бути зв'язаною у даний момент. Це — підвищена регуляція. Окрім того, іноді один гормон може сприйматися рецепторами іншого гормону.

Вплив гормонів на обмін речовин та енергозабезпечення. Як відомо для задоволення підвищених потреб організму в енергії під час м'язової діяльності необхідна підвищена кількість глюкози для утилізації м'язами. Глюкоза міститься в організмі у вигляді глікогену, в основному у м'язах та печінці. Для вивільнення глюкози необхідне збільшення інтенсивності

глікогенолізу. Вивільнена з печінки глюкоза попадає у кров та циркулює по усьому тілу, тому її можуть використовувати активні тканини. Глюконеогенез може призвести до підвищення рівня глюкози у плазмі. Розглянемо гормони, що беруть участь як у глікогенолізі, так і у глюконеогенезі.

Вміст глюкози у плазмі. Дія чотирьох гормонів спрямована на збільшення кількості глюкози, котра циркулює у плазмі: 1) глюкагон; 2) адреналін; 3) норадреналін; 4) кортизол.

Концентрація глюкози у плазмі під час м'язової діяльності залежить від співвідношення між споживанням її м'язами та виділенням печінкою. У стані спокою виділенню глюкози з печінки сприяє глюкагон, що забезпечує розщеплення глікогену у печінці та утворення глюкози з амінокислот. Під час фізичного навантаження секреція глюкагону підсилюється. М'язова активність також підвищує інтенсивність виділення катехоламінів з мозкової речовини надниркових залоз, і ці гормони (адреналін та норадреналін) разом з глюкагоном забезпечують подальше підсилення глікогенолізу. Встановлено, що під час фізичного навантаження рівень кортизолу також підвищується. Кортизол, у свою чергу, підсилює катаболізм білків, вивільняючи амінокислоти для глюконеогенезу, котрий реалізується у печінці. Таким чином, усі чотири гормони збільшують кількість глюкози у плазмі, підсилюючи процеси глікогенолізу та глюконеогенезу. Окрім того, гормон росту підвищує мобілізацію вільних жирних кислот та знижує клітинне споживання глюкози, внаслідок чого клітини використовують менше глюкози (більше глюкози залишається у системі кровообігу), а гормони щитовидної залози сприяють катаболізму глюкози та метаболізму жирів.

Кількість глюкози, що виділяється печінкою, залежить від інтенсивності та тривалості фізичного навантаження. Із збільшенням інтенсивності збільшується виділення катехоламінів. Це може змусити печінку виділяти більше глюкози, котру використовують активні м'язи. Наприкінці 60-секундного спринтерського навантаження (їзда на велосипеді) рівень глюкози у плазмі перевищує її вміст у стані спокою. Це свідчить про те, що кількість

глюкози, котра виділяється, перевищує її споживання. Чому не використовується ця додаткова кількість глюкози?

Чим вища інтенсивність фізичного навантаження, тим більше виділяється катехоламінів. Отже, значно підвищується інтенсивність глікогенолізу. Цей процес відбувається не тільки у печінці, але й у м'язах. Глюкоза, котра виділяється печінкою, надходить у кров і стає доступною м'язам. Однак м'язи мають ще й інше доступне джерело глюкози — свій власний глікоген. М'яз використовує свої запаси глікогену, перш ніж використовувати глюкозу плазми під час короткочасного фізичного навантаження «вибухового» типу. Глюкоза, котру виділяє печінка, використовується не одразу, а залишається у системі кровообігу, підвищуючи рівень глюкози у плазмі. Після завершення фізичного навантаження рівень глюкози у плазмі знижується по мірі її надходження у м'язи, відновлюючи вичерпані запаси м'язового глікогену.

Під час фізичного навантаження, котре триває кілька годин, інтенсивність виділення глюкози печінкою максимально відповідає потребам м'яза і рівень вмісту глюкози у плазмі відповідає або трохи перевищує її вміст у стані спокою. При збільшенні споживання глюкози м'язом інтенсивність її виділення печінкою також підвищується. У більшості випадків рівень глюкози у плазмі не знижується доти, поки не вичерпаються запаси глікогену у печінці. У цей момент значно збільшується кількість глюкагону. Глюкагон разом з кортизолом підсилюють глюконеогенез, забезпечуючи організм більшою кількістю енергії.

Хоча гормональна регуляція глюкози при такому тривалому фізичному навантаженні не порушується, вміст глікогену у печінці може суттєво знизитися. У результаті інтенсивність виділення глюкози печінкою виявиться менше, ніж інтенсивність її споживання. За таких умов рівень глюкози може знизитися, незважаючи на значне гормональне стимулювання. У цей момент головну роль у збереженні рівня глюкози плазми може відіграти глюкоза, споживана під час м'язової діяльності.

Утилізація глюкози м'язами. Просте виділення достатньої кількості глюкози у кров не означає, що м'язові клітини отримують достатньо глюкози, щоб задовольнити енергетичні потреби організму. Глюкоза не просто має надійти до цих клітин, а споживатися ними. Цей процес оснований на дії інсуліну. Як тільки глюкоза надходить до м'яза, інсулін забезпечує її транспорт у волокна. можна використати у якості джерела енергії. Ці ж функції виконує гормон росту та гормони щитовидної залози.

2. Інсулін допомагає виділеній глюкозі надійти до клітин, де вона може бути використана для утворення енергії. Однак рівень інсуліну знижується при тривалому фізичному навантаженні, що свідчить про те, що фізичне навантаження саме по собі сприяє дії інсуліну. Таким чином, при виконанні фізичного навантаження потрібно менше гормонів, ніж у стані спокою.

При знижених запасах вуглеводів організм переходить на використання жирів у якості джерела енергії. Цьому процесу сприяють кортизол, адреналін, норадреналін та гормон росту.

Кортизол прискорює процес ліполізу, виділяючи у кров вільні жирні кислоти, котрі можуть бути використані клітинами для утворення енергії. Рівень кортизолу досягає піка, а потім при тривалій фізичній роботі вертається до вихідного рівня. Коли це стається, роль кортизолу починають виконувати катехоламіни і гормон росту.

Вплив гормонів на баланс рідини та електролітів під час фізичного навантаження

Баланс рідини під час виконання фізичної роботи має велике значення для терморегуляторної функції та діяльності серцево-судинної системи. На початку фізичної роботи вода переміщується з крові в інтерстиціальні та внутрішньоклітинні простори. Це переміщення пов'язане з активною м'язовою масою та інтенсивністю зусилля. Продукти метаболічного розпаду починають накопичуватися всередині та навколо м'язових волокон, підвищуючи осмотичний тиск. У ці ж ділянки надходить і вода. Окрім того, посилена м'язова активність викликає підвищений артеріальний тиск, що, у свою чергу,

виводить воду з крові. Під час фізичного навантаження посилюється процес потовиділення. У результаті цих дій м'яз накопичує воду за рахунок об'єму плазми. Наприклад, біг при 75 % МСК призводить до зниження об'єму плазми на 5-10 %. Знижений об'єм плазми зумовлює зниження артеріального тиску та кровопостачання шкіри і м'язів, що може справити значний негативний вплив на спортивний результат.

Ендокринна система відіграє головну роль у регуляції рівнів рідини в організмі, коригуючи нерівновагу, котра виникає. Це здійснюється за рахунок регуляції балансу електролітів, особливо натрію. Головну роль у цьому процесі відіграють два гормони — альдостерон та антидіуретичний гормон, а основною мішенню є нирки.

Альдостерон та механізми ренін-ангіотензину

Нирки справляють значну регулюючу дію на артеріальний тиск, що дозволяє їм також регулювати баланс рідини в організмі. Головними чинником артеріального тиску є об'єм плазми: якщо артеріального тиску постійно «стежать» спеціальні клітини, що знаходяться у нирках. Під час виконання фізичного навантаження їхня дія стимулюється зниженням артеріального тиску та зниженим кровопостачанням нирок внаслідок підвищеної симпатичної нервової діяльності або безпосередньої дії з боку симпатичних нервів.

Нирки реагують на зниження артеріального тиску або знижений кровоток утворенням ферменту-реніну. Ренін, у свою чергу, перетворює білок плазми — ангіотензиноген — на активну форму, котра називається ангіотензином I, що насамкінець перетворюється на ангіотензин II, котрий виконує дві функції. По-перше, він є потужним констриктором артеріол. Внаслідок цього збільшується периферичний опір, що викликає підвищення артеріального тиску. По-друге, ангіотензин II сприяє виділенню альдостерону з кіркової речовини надниркових залоз.

Як ми вже знаємо, альдостерон забезпечує реабсорбцію натрію у нирках. Оскільки вода слідує за натрієм, затримка нирками натрію призводить до затримки води. В результаті вміст рідини в організмі збільшується, що сприяє відновленню об'єму плазми та підвищенню артеріального тиску до нормальних рівнів.

Антидіуретичний гормон

Іншим гормоном, що бере активну участь у регуляції балансу рідини, є антидіуретичний гормон. Він виділяється у відповідь на збільшення концентрації розчинених у крові речовин. Під час фізичного навантаження переміщення води з плазми підвищує концентрацію крові. Цьому ж сприяє процес потовиділення. Усе це призводить до підвищення осмоляльності крові. Концентрована плазма циркулює і досягає гіпоталамуса, у котрому знаходяться осморорецептори, що постійно регулюють осмоляльність крові. При підвищенні осмоляльності гіпоталамус стимулює виділення антидіуретичного гормону з задньої частки гіпофіза. Згадаймо, що цей гормон забезпечує реабсорбцію води у нирках, а отже, її затримку в організмі. Як і у випадку з альдостероном, хоча стимули та механізми дії багато у чому відрізняються, чистим ефектом секреції антидіуретичного гормону є збільшення вмісту рідини в організмі, відновлення нормального об'єму плазми та артеріального тиску.

Після початкового зниження об'єму плазми він потім залишається відносно сталим протягом усього фізичного навантаження. Окрім дії альдостерону та антидіуретичного гормону, є дані про те, що незважаючи на втрати поту під час фізичного навантаження, подальшому зниженню об'єму плазми запобігає вода, котра повертається у кров з працюючих м'язів. Окрім того, по мірі тривалості м'язової діяльності збільшується кількість води, що утворюється в результаті метаболізму у процесі окиснення.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке залози внутрішньої секреції та які функції гормонів?
2. Пояснити відмінності між стероїдними та нестероїдними гормонами.
3. Які гормони можуть виконувати дуже специфічні функції, якщо вони досягають практично усіх частин тіла завдяки системі кровообігу?
4. Як контролюються рівні специфічних гормонів у плазмі?
5. Пояснити досить складний взаємозв'язок гіпоталамуса та гіпофіза?
6. Які гормони відіграють важливу роль під час виконання фізичного навантаження?
7. Описати гормональну регуляцію обміну речовин під час м'язової діяльності. Описати гормональну регуляцію балансу рідини при виконанні фізичного навантаження.

АДАПТАЦІЯ ОБМІНУ РЕЧОВИН ДО М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Підвищення витривалості внаслідок щоденних аеробних навантажень, наприклад біг підтюпцем або плавання, обумовлене численністю адаптаційних реакцій у відповідь на тренувальні стимули. Одні відбуваються безпосередньо у м'язах, інші включають зміни у системах енергозабезпечення, треті зачіпають діяльність серцево-судинної системи, поліпшуючи функцію кровообігу.

АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ

Повторювані скорочення м'язових волокон викликають зміни в їхній структурі та функції.

Тип м'язових волокон. Аеробні види діяльності, наприклад, біг підтюпцем або їзда на велосипеді з невисокою інтенсивністю, в основному «обслуговують» ПС волокна. Під дією тренувальних стимулів ці волокна стають на 7-22 % більші, ніж відповідні ШС волокна. Однак розміри волокон значно коливаються у різних спортсменів. У деяких можуть бути незвичайно великі ПС волокна, в інших — такі ж великі ШС волокна. Відмітимо, що розміри волокон у спортсменів, що займаються циклічними видами спорту, певне, мало пов'язані з рівнем аеробних можливостей. Розміри волокон можуть відігравати велику роль у видах спорту, що потребують прояву значної сили та потужності, таких, як спринтерський біг та важка атлетика, в котрих перевагу мають спортсмени з більшими ШС волокнами.

Результати більшості досліджень показують, що тренувальні навантаження, спрямовані на розвиток витривалості, не змінюють співвідношення ПС та ШС волокон. Це підтверджують і результати останніх досліджень, котрі разом з тим вказують на деякі зміни типів ШС волокон. ШСб волокна, безсумнівно, використовуються менше, ніж волокна типу «а», саме тому в них більш низькі аеробні здатності. Тривалі фізичні навантаження з часом можуть призвести до їх рекрутування, змушуючи функціонувати подібно до волокон типу «а». Як показують результати останніх досліджень,

фізичні навантаження, спрямовані на розвиток витривалості, можуть призвести до того, що деякі ШСб волокна набудуть певних якостей волокон типу ШСа. Ні причина, ні наслідки такої зміни поки не з'ясовані. Можливо, перетворення ШС волокон типу «б» на тип «а» просто відображає більш інтенсивне використання ШС волокон при тривалих виснажливих тренувальних навантаженнях.

Кількість капілярів. Однією з найважливіших адаптаційних реакцій на навантаження, спрямовані на розвиток витривалості, є збільшення кількості капілярів навколо кожного м'язового волокна.

Чим більше спортсмен тренується, тим більше збільшується (до 19 %) кількість капілярів. Збільшення кількості капілярів поліпшує газо- та теплообмін, прискорює виведення продуктів розпаду та обмін поживних речовин між кров'ю та працюючими м'язовими волокнами. Це забезпечує підготовку внутрішнього середовища до утворення енергії та виконання м'язових скорочень. Значне збільшення кількості капілярів спостерігається через кілька тижнів або місяців тренувальних занять. Як змінюється кількість капілярів при триваліших періодах активності невідомо, оскільки це питання практично не вивчалось.

Вміст міоглобіну. Кисень, що попадає у м'язове волокно, зв'язується з міоглобіном — сполученням, подібним з гемоглобіном. Це сполучення, котре містить залізо, забезпечує човникоподібні рухи молекул кисню з клітинної оболонки до мітохондрій. Міоглобін у великій кількості міститься у ШС волокнах, забезпечуючи їх червонувате забарвлення (міоглобін — фермент, що забарвлюється у червоний колір при зв'язуванні з киснем). ШС волокна мають високу гліколітичну здатність, тому вони потребують (і вони дійсно містять) незначну кількість міоглобіну, через що мають світле забарвлення. Слід відмітити, що обмежена кількість міоглобіну призводить до зниженого вмісту кисню, а це зменшує аеробну витривалість.

Міоглобін виділяє кисень у мітохондрії, коли його запаси під час виконання м'язових скорочень вичерпуються. Цей резерв кисню

використовується при переході від стану спокою до виконання фізичного навантаження. Кисень надходить до мітохондрій у проміжний період між початком виконання фізичного навантаження та підвищеною доставкою кисню серцево-судинною системою.

Точний внесок міоглобіну у доставку кисню не вивчений. Однак тренувальні навантаження, спрямовані на розвиток витривалості, збільшують вміст гемоглобіну у м'язах на 75-80 %. Цю адаптаційну реакцію можна було б вважати сприятливою, якби вона підвищувала здатність м'язів здійснювати окиснювальний метаболізм.

Функції мітохондрій. Аеробне утворення енергії здійснюється у мітохондріях. Тому не дивно, що тренування, спрямоване на розвиток витривалості, спричиняє зміни функції мітохондрій, підвищуючи здатність м'язових волокон утворювати АТФ. Здатність використовувати кисень та утворювати АТФ шляхом окиснення залежить від кількості, розміру та продуктивності мітохондрій м'язів. Тренування, спрямоване на розвиток витривалості, позитивно впливає на усі перемінні.

Аеробне тренування призводить до збільшення розмірів і кількості мітохондрій скелетного м'яза, що підвищує ефективність її окиснювального метаболізму.

Окиснювальні ферменти. Збільшення розмірів і кількості мітохондрій підвищує аеробну спроможність м'язів. Інтенсивність цих змін зростає в результаті підвищення продуктивності мітохондрій. Окиснювальне розщеплення джерел енергії та кінцеве утворення АТФ залежать від дії мітохондріальних ферментів. Активність цих ферментів збільшується внаслідок тренування, спрямованого на розвиток витривалості.

Тренування, спрямоване на збільшення рівня витривалості, справляє значний вплив на активність таких м'язових ферментів, як сукцинатдегідрогеназа та цитратсинтаза. Навіть при середньому рівні щоденних фізичних навантажень активність названих ферментів підвищується, а з нею зростають і аеробні можливості м'язів. Наприклад, біг

підтюпцем або їзда на велосипеді протягом хоча б 20 хв на день збільшує активність сукцинатдегідрогенази у м'язах ніг більш ніж на 25 %. Інтенсивніші тренування (60-90 хв на день) призводять до підвищення її активності у 2,6 рази.

Підвищення активності цих окиснювальних ферментів внаслідок тренувань відображає як збільшення кількості та розмірів м'язових мітохондрій, так і підвищення здатності утворювати АТФ. Спочатку збільшення активності ферментів співпадає з підвищенням МСК. Однак нині невідомо, чи існує між ними причинно-наслідковий взаємозв'язок. Також невідомо, чому фізичні навантаження підвищують активність окиснювальних ферментів скелетного м'яза. Більш того, не зовсім зрозумілим є значення цієї підвищеної активності. У будь-якому разі названі зміни можна розглядати як такі, що мають певне значення і для утилізації кисню тканинами під час м'язової діяльності, і для забезпечення ефекту «економії» глікогену. І перше, і друге може сприяти інтенсифікації м'язової діяльності, що потребує виявлення витривалості. Водночас існує лише незначний зв'язок між активністю окиснювальних ферментів і збільшенням МСК.

На думку деяких науковців, МСК регулюється киснетранспортною системою (системою кровообігу). Інші вважають, що його аеробні можливості визначаються окиснювальними якостями м'язів. Сперечання про те, яка з систем важливіша, є чисто академічним інтересом, оскільки адаптаційні реакції обох систем є вкрай важливими для поліпшення функцій окиснювальної системи та інтенсифікації м'язової діяльності, що потребує прояву витривалості. внаслідок тренувальних навантажень, спрямованих на розвиток витривалості, здатність м'язів використовувати жири обумовлена вищою утилізацією вільних жирних кислот та окисненням жирів. У ряді видів спорту (лижні гонки, марафон) подібні адаптаційні зміни запобігають передчасному вичерпанню запасів глікогену і тим самим забезпечують постійне утворення АТФ. Таким чином, м'язова діяльність, що потребує прояву витривалості, стає ефективнішою.

ТРЕНУВАННЯ АЕРОБНОЇ СИСТЕМИ

У лабораторних умовах учені можуть виміряти аеробні можливості зразка м'яза, отриманого за допомогою пункційної біопсії. Якщо його подрібнити у розчині, що містить інші життєво необхідні компоненти, то мітохондрії почнуть використовувати кисень та утворювати АТФ. Таким чином можна визначити максимальну швидкість використання м'язовими мітохондріями кисню для утворення АТФ. Цей метод, як бачимо, дозволяє виміряти максимальний дихальний об'єм м'яза, або Q_{O_2} . По суті, Q_{O_2} є показником максимального споживання кисню м'язом (на відміну від МСК, котрий є показником максимального споживання кисню організмом).

ОБСЯГ ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Адаптаційні реакції на тренувальний процес досягаються при виконанні оптимального обсягу роботи на кожному тренувальному занятті протягом певного періоду часу. Безсумнівно, оптимальний обсяг фізичних навантажень буде визначатися індивідуальними можливостями кожного спортсмена, разом з тим, як показують результати спостережень за бігунами на довгі дистанції, середній оптимальний обсяг навантажень відповідає енерговитратам порядку 5000-6000 ккал на тиждень (близько 715-860 ккал на день). Це відповідає пробіганню дистанції 80-95 км на тиждень. Для плавців середній оптимальний обсяг навантажень становитиме 4000-6000 м на день. Цілком очевидно, що ці значення відображають усього лише оцінку величини стимулу, необхідного для тренування м'язів. Деякі спортсмени можуть значно підвищити свої аеробні можливості, виконуючи менший обсяг роботи, іншим для цього, можливо, доведеться ще збільшити тренувальні навантаження.

Ступінь підвищення аеробних можливостей частково залежить від кількості калорій, що витрачаються на кожному тренувальному занятті, а також від обсягу роботи, виконаної протягом кількох тижнів. Багато спортсменів і тренерів вважають у цьому зв'язку, що підвищення аеробної витривалості є прямо пропорційним обсягу тренувань. Однак якби обсяг тренувальних навантажень був найважливішим чинником, котрий зумовлює

адаптаційні реакції м'язової системи, то ті спортсмени, які витрачали б найбільше енергії під час тренувальних занять, мали б найвищий показник МСК. Однак це не так.

Підвищення аеробних можливостей в результаті тренування, спрямованого на розвиток витривалості має свої межі. Спортсмени, які поступово збільшують фізичні навантаження, насамкінець досягають межі аеробних можливостей, коли подальше збільшення обсягу навантаження не приводить до підвищення витривалості або МСК. Це ілюструє приклад на якому показано зміни МСК у двох бігунів на довгі дистанції перед та після різних за обсягом тренувальних занять. На початку тренувального процесу (40 км на тиждень) МСК збільшувалося значно. Збільшення МСК тривало доти, доки спортсмени не довели обсяг навантаження до 80 км на тиждень. Подальше збільшення обсягу навантаження не призвело до підвищення рівня витривалості. Протягом 1 міс спортсмени довели обсяг тренувальних навантажень до 350 км на тиждень, однак рівень витривалості не підвищився.

Деякі спортсмени збільшують обсяг навантаження за рахунок проведення двох тренувальних занять на день. Однак якщо під час першого тренувального заняття спортсмен витратив енергію, що дорівнює 1000 ккал, то проведення другого тренувального заняття не принесе йому ніякої користі.

ІНТЕНСИВНІСТЬ ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Адаптаційні реакції на тренування, спрямоване на розвиток витривалості, залежать не тільки від обсягу, але й від інтенсивності тренувальних занять.

Адаптаційні реакції м'язової системи залежать як від швидкості, так і від тривалості зусилля, що докладається під час тренувального заняття. Бігуни, велосипедисти та плавці, у тренувальний процес котрих включають короткочасні, високоінтенсивні фізичні навантаження, досягають кращих результатів, ніж ті, режим тренувальних занять котрих побудований на тривалих, повільно виконуваних фізичних вправах невеликої інтенсивності, оскільки останні не забезпечують залучення великого числа м'язових волокон

у скоротливий процес та високу інтенсивність утворення енергії, необхідних для максимальної м'язової діяльності циклічного характеру.

Швидкісна підготовка високої інтенсивності включає або інтервальні, або безперервні тренування зі швидкістю, близькою до змагальної. Розглянемо переваги такого тренування.

Інтервальне тренування. Більшість спортсменів використовують метод інтервального тренування для підвищення, головним чином, анаеробних можливостей. Отже, більшість повторюваних циклів фізичного навантаження виконується зі швидкістю, за котрої утворюється велика кількість лактату. Однак інтервальний метод тренування може бути також використаний для підвищення аеробних можливостей. Повторювані короткочасні цикли фізичного навантаження, що виконуються у швидкому темпі при короткочасних інтервалах відпочинку між циклами, справляють такий самий вплив, як і тривалі та неперервні фізичні навантаження високої інтенсивності.

Цей вид аеробного інтервального тренування став основою для підвищення аеробних можливостей спортсменів, особливо плавців. Він передбачає виконання короткочасних фізичних навантажень (30 с — 5 хв; 50 с — 400 м плавання) зі швидкістю, що трохи поступається змагальній, а також дуже короткі інтервали відпочинку (5-15 с).

Такі короткі інтервали відпочинку змушують виконувати роботу в аеробному режимі, практично не стимулюючи гліколітичну систему продукування лактату.

Оскільки головним чинником підвищення аеробних можливостей є обсяг тренування, то бігуни мають виконувати велику кількість повторень. У нашому прикладі 20 повторень бігу на 400 м відповідають загальному обсягу 8000 м. Швидкість бігу трохи нижча за змагальну на дистанції 10 000 м, у цьому випадку на 8-10 с кожні 400 м. Разом з тим вона перевищує швидкість, котру могли б підтримувати спортсмени під час неперервного забігу на 8000 м. Головна трудність у цьому випадку полягає у відносно короткій тривалості

інтервалів відпочинку, усього 10-15 с, котра не дозволяє м'язам відновитися, хоча дає можливість «трохи перепочити».

Непереривний метод тренування. Можна стверджувати, що непереривне виконання фізичного навантаження високої інтенсивності справляє такий самий вплив на аеробні можливості, як і його виконання інтервальним методом. Однак деякі спортсмени вважають непереривний метод більш нудним. Нині немає підстави вважати інтервальний метод тренування ефективнішим за непереривний.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як впливає тренування аеробної та анаеробної спрямованості на м'язові волокна?
2. Яким чином тренування аеробного характеру поліпшує доставку кисню до м'язових волокон?
3. Як впливає тренування аеробної спрямованості на систему енергозабезпечення під час фізичного навантаження?
4. Які чинники підвищують дихальний об'єм м'яза внаслідок тренування аеробної спрямованості?
5. Навести приклад інтервальних тренувальних занять, котрі можуть поліпшити діяльність гліколітичної та окиснювальної систем, а також системи АТФ-КФ у бігунів?
6. Як змінюються буферна здатність м'язів у результаті тренування аеробної та анаеробної спрямованості? Чи може це сприяти поліпшенню спортивних результатів?
7. Як може змінитися лактатний поріг внаслідок тренування аеробного характеру? Розказати про взаємозв'язок між швидкістю бігу та акумуляцією лактату крові.

Список літератури

1. Артюшенко О.Ф. Легка атлетика: Навчальний посібник для студентів факультетів фізичної культури. - Черкаси: БРАМА-ІСУЕП. 2000. – 316 с.
2. Бакланов В.Д. Этапность построения двигательного навыка в барьерном беге./ в сб. Управление движениями и совершенствование технической подготовки в физическом воспитании. - М.:МОПИ, 1981. - С. 11-17.
3. Балахничев В.В. Бег на 110 м с барьерами. -М.: ФиС, 1987. – 80 с.
4. Бондарчук А.П. и др. Легкоатлетические метания.-К.: Здоров'я, 1984. – 168 с.
5. Верхошанський Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. -М.: Физкультура и спорт. 1988.- 331 с.
6. Волков Л.В. Теория спортивного отбора: способности, одарённость, талант. – К.: Вежа, 1997. - 168 с.
7. Гогін О.В. Легка атлетика: Курс лекцій /Харк.держ.пед.ун-т ім.Г.С.Сковороди. – Харків:"ОВС", 2001. – 112 с.
8. Иванова Л.С. Вариативность в подготовке метателей. - М.: ФиС, 1987.- 112 с.
9. Келлер В.С., Платонов В.Н. Теоретико-методические основы подготовки спортсменов. - Львов : Украинская спортивная ассоциация, 1993. - 270 с

Зміст

| | | |
|-----|--|-----|
| 1. | Вступ..... | 5 |
| 2. | Історія розвитку легкої атлетики..... | 6 |
| 3. | Становлення легкої атлетики в Україні..... | 14 |
| 4. | Методика навчання бігу..... | 35 |
| 5. | Методика навчання стрибкам з розбігу..... | 43 |
| 6. | Класифікація фізичних вправ..... | 60 |
| 7. | Динаміка фізіологічних станів організму при спортивній діяльності... | 67 |
| 8. | Термінова і довгочасна фізіологічна адаптація до тренувальних навантажень..... | 74 |
| 9. | Структура та функція скелетного м'яза..... | 82 |
| 10. | Скелетний м'яз та фізичне навантаження..... | 91 |
| 11. | Нервово-м'язова адаптація до силової підготовки..... | 100 |
| 12. | Чинники, що необхідні для виконання руху..... | 116 |
| 13. | Гормональне регулювання м'язової діяльності..... | 130 |
| 14. | Адаптація обміну речовин до м'язової діяльності..... | 141 |