

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ АТЛЕТІВ У ЦИКЛІЧНИХ ВИДАХ СПОРТУ

**Анотація.** Розглянуто методику оцінки та прогнозування рівня фізичної працездатності спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту, на основі антропометричних індексів. Оскільки, в більшості випадків, лімітуючими факторами підвищення резервних можливостей атлета є структурно-функціональні адаптивні зміни м'язової системи.

**Ключові слова:** фізична працездатність; атлети; антропометричні індекси; спорт; адаптація; резервні можливості; м'язова композиція.

**Вступ.** Циклічні види спорту – види спорту, в основу яких закладено повторення рухів у циклі. Під час занять цими видами спорту використовується величезна кількість енергії, а робота проводиться з високою інтенсивністю. Результат в циклічних видах спорту повністю залежить від функціональності та стійкості організму до гіпоксимічних зрушень, які є основним фактором, що обмежує спортсмена при подоланні змагальної дистанції.

За даними науково-методичної літератури [1; 4; 5; 7], можна виділити дві групи основних факторів від яких залежить стійкість організму до втоми в циклічних видах спорту. Перша група це центральні чинники: частота імпульсації від ЦНС до м'язових волокон; функціональність кардіореспіраторної системи, яка забезпечує доставку кисню до м'язів; діяльність вегетативної нервової системи і залоз внутрішньої секреції. Друга група це периферичні чинники: міофібрили і мітохондрії у м'язових волокнах, які регулярно активні в повсякденному житті (окислювальні м'язові волокна); активні тільки в умовах тренувань, наближених до потужності бігу на середні дистанції (проміжні м'язові волокна); рідко активні, які включаються в роботу тільки при виконанні максимальних зусиль, наприклад, при виконанні стрибків, спринту (гліколітичні м'язові волокна).

Розглядаючи та аналізуючи обидві групи цих факторів, можна констатувати, що ключовими компонентами, які визначають спортивний результат у змагальних вправах є м'язова композиція. Тобто фізична працездатність спортсмена залежить не стільки від кількості кисню, що доставляється до працюючих м'язів, скільки адаптацією самих м'язів до тривалої напруженої роботи.

Для циклічних видів спорту, в результаті проведення тренувального процесу, відбуваються довготривалі адаптаційні перебудови в м'язах: гіперплазія міофібрил і мітохондрій в гліколітичних, проміжних і окислювальних м'язових волокнах, саме цей результат є суттю та метою застосування засобів і методів фізичної підготовки атлета. Тільки мітохондрії м'язових волокон споживають кисень, а значить, спортивна форма зростає по мірі збільшення кількості мітохондрій. Саме розвиток цих структур у м'язах і

дозволяє нам знизити напруження центральних чинників управління фізичною працездатністю спортсмена, інтенсивне перевантаження яких значно прискорює стомлення та призводить до перенапруження організму, а зокрема серцевого м'яза [6; 7].

Отже, враховуючи вищесказане, вивчення особливостей функціонального стану м'язів і виявлення резервів адаптації у спортсменів циклічних видів спорту є одним з найважливіших компонентів на шляху до досягнення спортивного результату та запобігання кардіальної патології.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – розробити методику оцінки функціонального стану м'язового апарату атлетів для визначення готовності їх до досягнення найвищого спортивного результату.

**Матеріал і методи дослідження.** Досягненню мети дослідження сприяло використання загально-наукових методів теоретичного рівня: аналіз, синтез, порівняння, обґрунтування, систематизація та інтерпретація; загально-педагогічних методів: теоретичний аналіз спортивно-педагогічної, медико-біологічної та спеціальної науково-методичної літератури, математичних методів: обчислення індексів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для досягнення поставленої мети дослідження на основі аналізу науково-методичної літератури, нами було відібрано наступні морфофункціональні показники, які тісно корелюють з фізичною працездатністю та адаптацією організму спортсмена до фізичного навантаження. До них належать, в першу чергу, такі морфо-функціональні показники: ЧСС, САТ, ДАТ, ПАТ; розвиток м'язів тулуба, верхніх і нижніх кінцівок. Від розвитку саме цих показників у спортсмена залежать результати в подоланні змагальної дистанції. Виходячи з цього пропонуємо методику прогнозування рівня фізичної працездатності спортсмена на основі оцінки показників його фізичного розвитку і функціонального стану: індекс маси тіла (ІМТ) з урахуванням компонентного складу тіла (м'язова і жирова маси); фізичний розвиток нижніх кінцівок – активна маса ніг (АМНК); фізичний розвиток верхніх кінцівок – активна маса рук (АМВК); стан серцево-судинної системи: частота серцевих скорочень (ЧСС), систолічний артеріальний тиск (САТ), діастолічний артеріальний тиск (ДАТ), пульсовий артеріальний тиск (ПАТ); інтегральний показник кардіореспіраторної продуктивності – максимальне споживання кисню (МСК) [2; 3].

Індекс маси тіла (ІМТ), розраховують за формулою: маса тіла, кг / довжину тіла, м<sup>2</sup>, що характеризує розподіл маси по поверхні тіла. Але ж при збільшенні м'язової маси і збереженні тієї ж поверхні тіла можна говорити про поліпшення фізичного розвитку, а при збільшенні жирової маси тіла фізичний розвиток і фізична підготовленість спортсмена погіршуються. Тому ця формула не може адекватно відобразити саме гармонічність розвитку м'язової маси спортсмена, оскільки зовсім не враховує жировий компонент. Отже, для того щоб оцінити саме м'язовий розвиток тіла спортсмена, тобто його функціонально активну масу, необхідно із загальної маси тіла вилучити

жировий компонент. У результаті отримуємо модифіковану формулу індексу маси тіла:

$IMTa (кг/м^2) = [M (кг) - D (кг)] / [L кг/м^2]$ , де: *IMTa* – індекс маси тіла активної; *M* – маса тіла; *D* – жирова маса; *L* – довжина тіла.

Для того щоб розрахувати жировий компонент маси тіла (*D*, кг) можна використати формули запропоновані J.Mateigka [2]:

$D (кг) = S (м^2) \times f (мм) \times k$ , де: *D* – маса жирової тканини; *S* – площа поверхні тіла; *f* – середня товщина трьох шкірно-жирових складок; *k* – константа 0,9.

Площу поверхні тіла (*S*, м<sup>2</sup>) можна обчислити за формулою:

$S (м^2) = 100 + M (кг) + [L (см) - 160] / 100$ , де: *S* – площа поверхні тіла; *M* – маса тіла; *L* – довжина тіла.

Використовуючи такий математичний підхід для визначення компонентів маси тіла, можна також обчислити ряд антропометричних індексів, які характеризуватимуть фізичний розвиток окремих частин тіла. Наприклад, визначимо активну масу верхньої та нижньої кінцівки. Для цього треба кінцівку представити у вигляді циліндра та помножити її довжину на радіус у квадраті й отримуємо площу кінцівки, що дасть можливість нам оцінити її масу. Оскільки в масу кінцівки входить не тільки маса м'язів, а й жирова маса, то це потрібно врахувати. Виходячи з вищесказаного отримуємо формулу для обчислення активної маси нижньої кінцівки (ноги):

$MHKa = LK \times [(C(3) - \pi \times f(7))^2 + (C(4) - \pi \times f(8))^2] \times 0,00007$ , де: *MHKa* – активна маса нижньої кінцівки; *LK* – довжина нижньої кінцівки; *C(3)* – обхват стегна; *C(4)* – обхват гомілки; *f(7)* – товщина шкірно-жирової складки стегна; *f(8)* – товщина шкірно-жирової складки гомілки;  $\pi$  – математична константа, яка виражає відношення довжини кола до його діаметру, становить 3,14.

Аналогічно обчислюємо активну масу верхньої кінцівки (руки) за формулою:

$MVKa = LK \times [(C(2) - \pi \times f(3))^2 + (C(1) - \pi \times f(2))^2] \times 0,00007$ , де: *MVKa* – активна маса верхньої кінцівки; *LK* – довжина верхньої кінцівки; *C(2)* – обхват плеча; *C(1)* – обхват передпліччя; *f(2)* – товщина шкірно-жирової складки передпліччя; *f(3)* – товщина шкірно-жирової складки плеча;  $\pi$  – математична константа, яка виражає відношення довжини кола до його діаметру, становить 3,14.

Для визначення стану серцево-судинної системи, як центрального компоненту фізичної працездатності ми пропонуємо використовувати показник пульсового тиску (ПТ) у відношенні до частоти серцевих скорочень (ЧСС), оскільки при збільшенні частоти серцевих скорочень доля систоли в серцевому циклі зростає. Формула для розрахунку:

$PAT = SAT - DAT / ЧСС$ , де: *PAT* – пульсовий артеріальний тиск; *SAT* – систолічний артеріальний тиск; *DAT* – діастолічний артеріальний тиск; *ЧСС* – частота серцевих скорочень.

Далі методом ручної і ножної велоергометрії можна обчислити фактичний показник споживання кисню (МСКф) працюючими м'язами,

склавши показники МСК рук і ніг. Функціональні можливості серцево-судинної системи можна визначити за показником потенційного максимального споживання кисню (МСКп), який можна розрахувати за формулою:

$МСКп = УОС \times ЧСС_{\text{макс}} \times Hb \times 0,00134$ , де *УОС* – ударний об'єм серця при максимальній частоті серцевих скорочень; *ЧСС<sub>макс</sub>* – максимальна частота серцевих скорочень при якій фіксується найбільший ударний об'єм серця; *Hb* – гемоглобін крові.

Потім порівнявши фактичний показник (МСКф) з потенційним показником (МСКп) можна зрозуміти, що в даний момент більше лімітує фізичну працездатність спортсмена – можливості системи кровообігу транспортувати кисень (центральні чинники) чи можливості м'язів його споживати (периферичні чинники).

**Висновки.** Розвиток таких фундаментальних наук про спорт, як: анатомія, біохімія, фізіологія та біомеханіка досяг такого рівня, коли емпіричний шлях розвитку теорії спортивного тренування вже давно втратив свою теоретичну й практичну значимість. Сьогодні необхідно об'єднати ці знання в єдину модель людського організму (клітини, тканини, органи, системи органів, організм), якою можна буде повністю керувати в умовах педагогічного впливу (спортивне тренування). Тому розвивати необхідно не фізичні якості, а морфофункціональні структури організму спортсмена (м'язові волокна, серцево-судинну, дихальну, ендокринну системи, нервово-м'язовий апарат). Запропонована методика оцінки та прогнозування рівня фізичної працездатності та резервних можливостей спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту, дозволить визначити для кожного спортсмена конкретну мету для тренування та модельні (еталонні) характеристики для наступного макроциклу. Якщо активні м'язи споживають занадто мало кисню, то треба розвивати мітохондрії, а якщо слабкий серцевий м'яз, то треба розвивати міокард.

**Перспективи подальших досліджень** у даному напрямку будуть спрямовані на вивчення біологічних основ спорту та фізичної культури й розробку інноваційних оздоровчих та спортивнопедагогічних технологій управління фізичним станом людини.

#### **Список використаної літератури:**

1. Мякинченко Е. Б., Селуянов В. Н. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта. Москва : ТВТ Дивизион, 2005. 338 с.
2. Мартиросов Э. Г., Николаев Д. В., Руднев С. Г. Технологии и методы определения состава тела человека. Москва : Наука, 2006. 248 с.
3. Осіпов В. М. Методика моніторингу фізичного розвитку студентів для оцінки їх готовності до здачі контрольних нормативів з фізичної підготовки. *Спортивний вісник придніпров'я*. 2018. № 1. С. 213–217.
4. Осіпов В. М. Науково-теоретичні основи розвитку рухових фізичних якостей спортсмена. *Спортивний вісник придніпров'я*. 2015. № 3. С. 107–111.
5. Осіпов В. М. Теоретичне обґрунтування розвитку спеціальної витривалості в спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту.

*Основи побудови тренувального процесу в циклічних видах спорту: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. Харків : ХДАФК, 2017. С. 54–58.*

6. Платонов В. Н. Перетренованность в спорте. *Наука в олимпийском спорте*, 2015. № 1. 19–34.

7. Спортсмен в междисциплинарном исследовании: монография / под ред. М. П. Шестакова. Москва : ТВТ Дивизион, 2009. 384 с.

**Відомості про автора:**

Осіпов Віталій Миколайович – кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент, завідувач кафедри фізичного виховання, Бердянський державний педагогічний університету, м. Бердянськ, 71100, Україна.

[https:// orcid.org/0000-0001-5241-0827](https://orcid.org/0000-0001-5241-0827)

тел.: 0663067506

e-mail: shef\_fizvosp@i.ua