

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-112-1-19>

## ДЕТЕРМІНАНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ СПОРТСМЕНІВ В УМОВАХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

**Кропта Р. В.**

*кандидат наук з фізичної культури і спорту, доцент,  
завідувач лабораторії функціональних,  
фізичних та технічних резервів спортсменів*

*Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту  
м. Київ, Україна*

Враховуючи, що важливим аспектом досягнення високих спортивних результатів у видах спорту, які потребують прояву витривалості, є здатність реалізації резервів [1, 2, 5], здійснено аналіз детермінант, що забезпечують можливість досягнення граничних рівнів інтенсивності фізичних навантажень в умовах виконання спеціальної фізичної роботи циклічного характеру.

**Мета дослідження** – визначити детермінанти реалізації функціональних резервів спортсменів в умовах спеціальних фізичних навантажень, що потребують прояву витривалості.

**Методи дослідження.** Тестування проводили за протоколами cardiopulmonary exercise testing [3, 4, 5] відповідно до виду спорту. Використовували ваги-аналізатори складу тіла «Tanita BC-545»; газоаналізатор Jaeger Oxicon Mobile<sup>®</sup> з нагрудним поясом Polar<sup>®</sup> та біохімічний аналізатор LP400<sup>®</sup>. За допомогою вказаних приладів досліджували показники складу тіла, а також показники частоти серцевих скорочень (HR), частоти дихання ( $f$ ), дихального об'єму ( $V_{T_{ex}}$ ), вмісту респіраторних газів у повітрі, що видихується ( $F_{E}O_2$ ;  $F_{E}CO_2$ ;  $F_{ET}O_2$ ;  $F_{ET}CO_2$ ) і лактат крові в умовах відносного спокою та під час тесту із ступінчастим зростанням навантаження. На підставі реєстрації вказаних показників відповідно вимірювальних алгоритмів [2, 3] розраховувались показники функціональних резервів організму в умовах фізичної роботи при досягненні анаеробного порогу (anaerobic threshold – AT) та максимального споживання кисню (maximal oxygen uptake –  $\dot{V}O_2 \max$ ).

Для статистичного аналізу первинних даних були використані методи математичної статистики: метод середніх величин; кластерний аналіз; кореляційний аналіз за парним лінійним коефіцієнтом кореляції

Браве-Пірсона, для перевірки значущості якого використано критерій Стьюдента.

Всього обстежено 252 спортсмени різних спеціалізацій (веслування, єдиноборства, біатлон, легка атлетика, орієнтування, футбол) та аматорів, які беруть участь в марафонах та змаганнях з триатлону.

**Результати.** На підставі кластерного аналізу сформовано три групи кластерів (групи А, В, С). Критеріями кластеризації обрано показники споживання кисню –  $\dot{V}O_{2AP}$  та  $\dot{V}O_{2max}$ , як параметрів аеробної потужності, що відображають інтегральний функціональний резерв спортсменів та показники потужності роботи –  $P_{AP}$  та  $P_{max}$ , як параметрів спеціальної роботоздатності, що відображають здатність до реалізації функціонального резерву в умовах фізичного навантаження. До групи А увійшли спортсмени з високим рівнем функціонального резерву ( $\dot{V}O_{2AP} = 50,36 \pm 6,49$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>;  $\dot{V}O_{2max} = 60,53 \pm 7,43$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>) та його реалізації у вигляді спеціальної роботоздатності ( $P_{AP} = 3,99 \pm 0,64$  Вт·кг<sup>-1</sup>;  $P_{max} = 5,55 \pm 0,48$  Вт·кг<sup>-1</sup>) в умовах фізичного навантаження, порівняно із спортсменами групи В ( $\dot{V}O_{2AP} = 45,9 \pm 4,29$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>;  $\dot{V}O_{2max} = 53,6 \pm 5,11$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>;  $P_{AP} = 3,17 \pm 0,39$  Вт·кг<sup>-1</sup>;  $P_{max} = 3,91 \pm 0,49$  Вт·кг<sup>-1</sup>) та групи С ( $\dot{V}O_{2AP} = 48,63 \pm 7,67$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>;  $\dot{V}O_{2max} = 53,93 \pm 7,29$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup>;  $P_{AP} = 2,57 \pm 0,2$  Вт·кг<sup>-1</sup>;  $P_{max} = 2,95 \pm 0,25$  Вт·кг<sup>-1</sup>). Таким чином, достатньо високий, але достовірно менший рівень функціональних резервів визначено у спортсменів груп В та С, які мали практично однакові середньогрупові значення рівня аеробної потужності. Одночасно для спортсменів групи С притаманним був низький рівень реалізації функціонального резерву у вигляді механічної потужності роботи.

В групі А спеціальна роботоздатність спортсменів за критерієм  $P_{max}$  мала достовірний кореляційний зв'язок з  $\dot{V}O_{2max}$  ( $r=0,56$ ;  $p>0,05$ ), а також тісний кореляційний зв'язок з максимальними параметрами кисневотранспортної функції організму:  $\dot{V}_{Emax}$  ( $r=0,63$ ;  $p>0,05$ ),  $\dot{Q}_{max}$  ( $r=0,54$ ;  $p>0,05$ ),  $SV_{max}$  ( $r=0,45$ ;  $p>0,05$ ),  $\dot{V}_{amax}$  ( $r=0,61$ ;  $p>0,05$ ) та  $\dot{V}_a/\dot{Q}_{max}$  ( $r=0,52$ ;  $p>0,05$ ). Крім того, спеціальна роботоздатність спортсменів групи А достовірно корелювала з показниками споживання кисню  $\dot{V}O_{2AP}$  ( $r=0,31$ ;  $p>0,05$ ) та кровообігу  $\dot{Q}_{AP}$  ( $r=0,45$ ;  $p>0,05$ ) та  $SV_{AP}$  ( $r=0,50$ ;  $p>0,05$ ) на рівні анаеробного порогу. Також важливо відмітити від'ємні коефіцієнти кореляції між показником спеціальної роботоздатності та рівнем споживання кисню (у % від  $\dot{V}O_{2max}$ ) в стані відносного спокою  $\dot{V}O_{2cn}$  ( $r= -0,43$ ;  $p>0,05$ ) та на рівні анаеробного порогу  $\dot{V}O_{2AP}$  ( $r= -0,49$ ;  $p>0,05$ ).

Отримані дані демонструють важливість загальних тренувальних ефектів потужності (за критерієм  $\dot{V}O_{2max}$ ) та економічності, як інтегральних детермінант реалізації функціонального потенціалу спортсменів, що відображає роль аеробної потужності для досягнення значних результатів в фізичній діяльності, яка пов'язана з витривалістю.

Важливо, що виконання спортсменами роботи потужністю  $5,55 \pm 0,48$  Вт із відповідним рівнем споживання кисню  $\dot{V}O_{2max}$   $60,5 \pm 7,9$  мл·хв<sup>-1</sup>·кг<sup>-1</sup> забезпечувалось високою механічною ефективністю рухів (25,3-26,9 %), а також значною напруженою/активністю систем дихання та кровообігу.

Таким чином, необхідно звернути увагу, що важливою детермінантною реалізації функціональних резервів спортсменів в умовах фізичного навантаження є механічна ефективність рухів (МЕ, %), що в загальному вигляді відображає ефективність використання валових витрат енергії при виконанні роботи певної потужності. Показник механічної ефективності рухів визначає наскільки ефективно аеробна ланка енергоутворення трансформуються в потужність роботи. Відповідно спортсмени групи А демонстрували високу ефективність рухових дій як на рівні анаеробного порогу (МЕ<sub>АП</sub> – 22,84±2,24 %) , так і при досягненні  $\dot{V}O_{2max}$ , (МЕ<sub>max</sub> – 26,14±3,04 %), що відповідно надавало їм перевагу порівняно із спортсменами інших груп. В той же час, спортсмени групи С, практично не маючи дефіциту функціонального резерву порівняно з спортсменами групи В, за рахунок низької механічної ефективності рухів (МЕ<sub>АП</sub> – 15,41±2,18 %; МЕ<sub>max</sub> – 15,84±2,31 %) не мали можливості для його повноцінної реалізації у вигляді досягнення високої потужності

Резерви  $\dot{V}E_{max}$  в таких умовах були реалізовані на 90-98 % за рахунок частоти дихання на рівні  $57,6 \pm 9,83$  л·хв<sup>-1</sup> при збереженні  $V_{Tmax}$  в діапазоні  $2,75 \pm 0,43$  л. Альвеолярна вентиляція в такому режимі дихання становила  $125,16 \pm 24,4$  л·хв<sup>-1</sup>, що дозволяло забезпечувати ефективний газообмін ( $P_{ET}O_{2max}$  – 15,5 ± 0,9 кПа;  $P_{ET}CO_{2max}$  – 4,83 ± 0,6 кПа;  $AVO_{2max}$  – 15,9 ± 0,2 мл·100 мл<sup>-1</sup>).

Рівень реалізації резервів системи кровообігу при досягненні  $\dot{V}O_{2max}$  також складав 92-98%. Хвилинний обсяг крові утримувався на рівні  $27,4 \pm 3,18$  л·хв<sup>-1</sup> при показниках  $HR_{max}$   $193,2 \pm 7,71$  л·хв<sup>-1</sup> та  $SV_{max}$   $142,01 \pm 18,1$  мл. Такий режим активності серцево-судинної системи в умовах навантаження дозволяв ефективно транспортувати необхідну кількість кисню ( $\dot{V}O_2/HR_{max} = 22,7 \pm 2,9$  мл;  $\dot{D}O_{2max} = 5,52 \pm 0,74$  л).

**Висновки.** Таким чином, серед факторів, які детермінують рівень реалізації функціональних резервів спортсменів високого класу, які спеціалізуються у видах спорту з переважним проявом витривалості найбільший рівень значущості мають аеробна потужність та ефективність використання ресурсів аеробного енергозабезпечення.

### **Література:**

1. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. Київ: Здоровье. 1990. 200 с.
2. Кроптя Р.В. Научно-методичні засади дослідження функціональної підготовленості кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту на витривалість. *Теоретико-методичні основи управління процесом підготовки спортсменів різної кваліфікації: колективна монографія* / Р.В. Кроптя, Грузевич І.В. Вінниця: ТОВ «Планер», 2018. С. 299-315.
3. Мищенко В.С. Эргометрические тесты и критерии интегральной оценки выносливости. *Спортивна медицина*. 2005. №1, С. 42–52.
4. Froelicher Victor F., Myers Jonathan. Manual of exercise testing, 1994. 377 p.
5. Shepard R., Astrand P.-O.. Endurance in sport. Oxford: Blackwell sci. publ., 1992. 637 p.
6. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications / Karlman Wasserman ... [et al.]. – 5th ed. – 2002. – 756 p.

**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-112-1-20>**

## **METABOLIC EFFICIENCY IN SKILLED ATHLETES AT REST AND DURING INTENSE EXERCISE**

**Loshkarova Ie. O.**

*Chief scientific officer*

*State Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports  
Kyiv, Ukraine*

Significant energy expenditure due to intense physical activity increases the metabolism of skilled athletes both during physical activity and in their recovery period. During intense training, total daily energy expenditure