

УДК 796.012.37: 616.717/718

КРОВОПОСТАЧАННЯ М'ЯЗІВ НИЖНІХ КІНЦІВОК У ПРЕДСТАВНИКІВ ЦИКЛІЧНИХ ВИДІВ СПОРТУ

О. МАЙДАНЮК, Л. КОЛОДЯЖНА

Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту.

Анотація. Кровопостання м'язів нижніх кінцівок у представників циклічних видів спорту. Державний науково-дослідний інститут фізичної культури і спорту.

Дослідження довгострокових адаптаційних перебудов кровообігу м'язів у представників циклічних видів спорту (біг на середні та довгі дистанції, лижні перегони) виявило вірогідні ($p \leq 0,05$) відмінності кровопостання м'язів нижніх кінцівок залежно від статі, спеціалізації та рівня кваліфікації.

Ключові слова: адаптація, статеві відмінності, кровопостання м'язів, біг на середні та довгі дистанції, лижні перегони.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективність спортивної діяльності представників видів спорту, пов'язаних із проявом витривалості, першочергово обумовлена ефективністю функціонування системи транспорту кисню. Система транспорту кисню (або кардіореспіраторна система) складається з із трьох складових: серцево-судинна система, дихальна система та система крові (транспорт кисню кров'ю). Кожний елемент даної системи може лімітувати транспорт кисню при максимальному фізичному навантаженні, коли споживання кисню може сягати – $70-80 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$, а в окремих випадках до $94 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$, тобто перевищувати стан спокою в 20-27 разів. В той же час, саме система кровообігу являється головним чинником, який лімітує споживання кисню [2, 7].

В переважній більшості випадків при дослідженні механізмів, що лімітують споживання кисню, основна увага приділяється насосній функції серця, оскільки, як відомо, саме величина серцевого викиду є головним детермінантом транспорту кисню під час фізичного навантаження [1, 4, 5]. Разом із тим, кровообіг в капілярах може суттєво впливати на транспорт кисню до мітохондрій міофібрил, оскільки транспорт кисню з еритроциту до мітохондрій міофібрил залежить певною мірою від швидкості дисоціації оксигемоглобіну, а отже – від тривалості знаходження (перебування) еритроциту в капілярі м'яза [4, 5]. Так, при значному прискоренні кровотоку в капілярному руслі, віддача кисню зменшується, в наслідок чого зменшується і артеріовенозна різниця кисню [1, 5].

Слід зазначити, що за даними сучасних дослідників [1, 3-7], для спортсменів, які тренуються на розвиток витривалості, прискорення капілярного кровотоку під час фізичного навантаження на рівні МСК менш виражено в порівнянні з нетренованою людиною або представниками інших видів спорту (швидкісно-силові, складно-координаційні та інші). Цей факт може бути обумовлений значно більшими як щільністю капілярів м'язів, так і більшою загальною кількістю капілярів. За результатами сучасних дослідників [4, 5, 6] більші величини МСК притаманні саме спортсменам, для яких характерні більші значення регіонарного кровотоку (м'язів нижніх кінцівок). Заслугує на увагу той факт, що більші значення регіонарного кровотоку були зареєстровані у спортсменів як в стані спокою, так і при виконанні фізичного навантаження. Зазначені факти свідчать про важливу роль, яку може відігравати відповідне кровопостання активних м'язів в забезпеченні високого МСК, а отже, і резервних можливостей збільшення споживання кисню при виконання фізичних навантажень максимальної інтенсивності.

Очевидно, що система периферичних судин може відігравати і важливу роль у розвитку пристосувальних реакцій під впливом тренувальних навантажень. В той же час, дотепер характер адаптивних зрушень в системі периферичного кровообігу під впливом

тренувальних навантажень в залежності від періоду підготовки та виду спорту вивчено недостатньо. Незважаючи на те, що адаптація організму спортсмена до тренувальних та змагальних навантажень є чи не найголовнішим чинником, що обумовлює прогрес у підготовці спортсмена, та що саме серцево-судинна система є лімітуючим фактором можливості поступового збільшення тренувальних навантажень, залишається очевидною необхідність вивчення ознак достатньої адаптації та її порушень залежно від виду спорту та періоду підготовки спортсмена. Недостатньо з'ясовані межі адаптаційних зрушень, їх зворотність, чи не зворотність з урахуванням терміну відновлення, характеру тренувальних навантажень залежно від спеціалізації.

Мета – дослідження впливу тренувальних та змагальних навантажень на функціональний стан периферичного кровообігу (кровообіг м'язів кінцівок) кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту

Методи та організація дослідження.

Дослідження функціонального стану кровообігу м'язів кінцівок провадили за допомогою методу реовазографії (ReoCom Medic XAI).

Реєстрували гемодинамічні показники які характеризують основні складові кровообігу м'язів: дікритичний індекс (ДКІ, %), діастолічний індекс (ДСІ, %) – які характеризують рівень тонічної напруги артеріол та венул; тонус артерій великого діаметру (ТАВД, у.о.), тонус артерій малого та середнього діаметру (ТАСД, у.о.), пульсовий об'єм крові (ПОК, мм³), хвилинний об'єм крові (ХОК, мм³·хв⁻¹), питоме кровонаповнення (ПК/Н, %), а також деякі інші. Також вимірювали об'єм гомілок (см).

Дослідження провадилось за участю кваліфікованих спортсменів (n=86), які спеціалізуються в циклічних видах спорту: лижні перегони (n=48, в тому числі 10 майстрів спорту міжнародного класу, 18 майстрів спорту, 20 – кандидати в майстри спорту, серед них 25 жінок і 23 чоловіків); в циклічних видах легкої атлетики (n=38, в тому числі 7 майстрів спорту міжнародного класу, 18 майстрів спорту, 13 – кандидати в майстри спорту, серед яких 18 жінок та 20 чоловіків).

Досліджування здійснювались як в лабораторних умовах (на базі ДНДІФКіС), так і в межах навчально-тренувального збору (контрольно-підготовчий мезоцикл).

Отримані дані оброблялись за допомогою методів математичної статистики. Розраховувались такі статистичні параметри як: середнє арифметичне значення (\bar{X}), стандартне відхилення (σ), похибка середнього ($\pm m$), коефіцієнт парної кореляції Браве-Пірсона; вірогідність відмінностей розраховувалась за критерієм Стьюдента ($p \leq 0,05$).

Результати дослідження та їх обговорення. В результаті аналізу отриманих в дослідженні даних було встановлено, що у представників циклічних видів спорту під впливом тренувальних та змагальних навантажень збільшується кровопостачання м'язів кінцівок (пульсовий об'єм крові, що надходить до м'язів нижніх кінцівок в середньому становить $6,7 \pm 0,6$ мм³ у жінок та $8,8 \pm 0,8$ мм³ у чоловіків), зменшується тонус магістральних артерій.

Дослідження основних складових кровообігу м'язів нижніх кінцівок (тонус судин різного діаметру та рівень кровопостачання) у спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту, дозволило виявити певні особливості довгострокових адаптаційних перебудов периферичної гемодинаміки в залежності від спеціалізації, статі та рівню спортивної кваліфікації.

Як видно з даних, представлений на таблиці 1, найбільший рівень кровопостачання м'язів нижніх кінцівок серед представників циклічних видів спорту виявлено у спортсменів, які спеціалізуються в лижних перегонах (пульсовий об'єм крові, що надходить до м'язів правої та лівої гомілок становить $7,1$ мм³ у жінок та $9,2$ мм³ у чоловіків).

Даний факт заслуговує на увагу оскільки за даними сучасних досліджень [1] найбільший рівень максимального споживання кисню (як за середніми, так і за абсолютними даними) притаманний саме представникам лижних перегонів. Так, найбільші значення МСК зареєстровані саме у представників лижних перегонів, які становлять $65-95$ мл·кг⁻¹·хв⁻¹ для чоловіків та $60-75$ мл·кг⁻¹·хв⁻¹ для жінок [1].

Таблиця 1.

**Середні величини ($X \pm m$) показників м'язового кровообігу
у представників циклічних видів спорту (n=86)**

Гемодинамічний показник		Легка атлетика (n=38)		Лижні перегони (n=48)	
		Ч	Ж	Ч	Ж
Питоме кровонаповнення, %	П*	0,118 $\pm 0,003$	0,085 $\pm 0,003$	0,126 $\pm 0,004$	0,102 $\pm 0,003$
	Л	0,096 $\pm 0,003$	0,081 $\pm 0,004$	0,126 $\pm 0,004$	0,101 $\pm 0,003$
Пульсове кровонаповнення, мл	П	7,1 $\pm 0,3$	6,2 $\pm 0,2$	9,2 $\pm 0,4$	7,1 $\pm 0,3$
	Л	7,0 $\pm 0,4$	5,9 $\pm 0,3$	9,2 $\pm 0,4$	7,1 $\pm 0,2$
Хвилинне кровонаповнення, $\text{мм}^3 \cdot \text{хв}^{-1}$	П	416,2 $\pm 14,5$	391,1 $\pm 17,1$	498,9 $\pm 16,8$	438,6 $\pm 20,4$
	Л	406,1 $\pm 16,0$	377,1 $\pm 13,9$	5,6 $\pm 15,5$	435 $\pm 18,9$
Тонус артерій великого діаметру, у.о.	П	0,75 $\pm 0,03$	0,79 $\pm 0,04$	0,76 $\pm 0,03$	0,8 $\pm 0,04$
	Л	0,76 $\pm 0,02$	0,79 $\pm 0,03$	0,77 $\pm 0,03$	0,8 $\pm 0,05$
Тонус артерій середнього діаметру, у.о.	П	0,5 $\pm 0,02$	0,45 $\pm 0,04$	0,64 $\pm 0,03$	0,56 $\pm 0,05$
	Л	0,5 $\pm 0,02$	0,46 $\pm 0,02$	0,64 $\pm 0,04$	0,55 $\pm 0,04$
Дикротичний індекс, %	П	13,4 $\pm 2,8$	16,0 $\pm 3,5$	21,9 $\pm 5,0$	29,6 $\pm 2,5$
	Л	9,5 $\pm 3,0$	12,0 $\pm 4,4$	24,3 $\pm 4,2$	24,0 $\pm 3,0$
Діастолічний індекс, %	П	41,6 $\pm 4,0$	50,8 $\pm 3,8$	35,3 $\pm 3,2$	40,6 $\pm 4,5$
	Л	31,0 $\pm 5,2$	48,0 $\pm 4,8$	38,4 $\pm 3,3$	33,2 $\pm 2,9$
Частота серцевих скорочень, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1*}$		56,2 $\pm 3,1$	61,3 $\pm 3,3$	55,0 $\pm 2,9$	56,6 $\pm 2,6$

Примітки:

1. П – права нижня кінцівка,
2. Л – ліва нижня кінцівка.

У результаті проведеного дослідження виявлені вірогідні ($p \leq 0,05$) відмінності кровопостачання м'язів нижніх кінцівок в залежності від статі, так середні значення пульсового об'єму крові, що надходить до м'язів правої та лівої гомілок відповідно становить $6,6 \pm 0,4 - 6,2 \pm 0,3 \text{ мм}^3$ у жінок та $7,8 \pm 0,3 - 7,7 \pm 0,3 \text{ мм}^3$ у чоловіків. Слід зазначити, що об'єм гомілок у чоловіків вірогідно ($p \leq 0,05$) більший ніж у жінок ($36,4$ та $34,8 \text{ см}$, відповідно).

Також виявлені вірогідні відмінності ($p \leq 0,05$) величин ряду показників кровообігу м'язів гомілок у представників лижних перегонів в залежності від рівня спортивної кваліфікації. Для більш кваліфікованих спортсменів (майстри спорту та майстри спорту міжнародного класу) характерним є більший рівень кровопостачання м'язів гомілок в порівнянні з кандидатами у майстри спорту. Так, величини пульсового об'єму крові (ПОК, мл), що надходить до м'язів гомілок у більш кваліфікованих спортсменів вірогідно перевищує

величини цих показників у кандидатів у майстри спорту ($8,7 \pm 0,4$ – $8,5 \pm 0,4$ мл – у майстрів спорту міжнародного класу та майстрів спорту та $7,1 \pm 0,6$ – $7,1 \pm 0,6$ мл – у кандидатів у майстри спорту). Збільшення пульсового об'єму крові супроводжується збільшенням хвилинного об'єму крові ($484,0 \pm 18,9$ – $473,0 \pm 18,2$ мл·хв⁻¹ – у майстрів спорту міжнародного класу та майстрів спорту та $433,0 \pm 28,9$ – $437,0 \pm 27,6$ мл·хв⁻¹ – у кандидатів у майстри спорту).

Таким чином, пристосувальні перебудови кровообігу м'язів нижніх кінцівок у представників циклічних видів спорту супроводжуються зменшенням тону артерій великого діаметру, що, в свою чергу, призводить до збільшення об'єму крові, що надходить до м'язів гомілок відбувається за рахунок збільшення пульсового об'єму крові. Із збільшенням рівню спортивної кваліфікації спортсменів, які спеціалізуються в лижних перегонах, збільшується кровопостачання м'язів гомілок.

Висновки

1. Довгострокові адаптаційні зміни кровообігу м'язів нижніх кінцівок у представників циклічних видів спорту супроводжуються зменшенням тону артерій великого діаметру, збільшенням пульсового об'єму крові, що надходить до даної судинної ділянки.
2. Кровопостачання м'язів кінцівок у представників циклічних видів спорту відрізняється в залежності від рівня спортивної кваліфікації: величини пульсового (ПОК, мл) та хвилинного об'єму крові (ХОК, мл·хв⁻¹), що надходять до м'язів гомілок, у більш кваліфікованих спортсменів (майстри спорту та майстри міжнародного класу) вірогідно більші ніж у кандидатів у майстри спорту.
3. Кровопостачання м'язів нижніх кінцівок у чоловіків вірогідно більше ніж у жінок (пульсовий об'єм крові, що надходить до м'язів нижніх кінцівок у чоловіків становить $8,8 \pm 0,8$ мл, у жінок – $6,7 \pm 0,8$ мл).
4. Функціональний стан м'язового кровообігу є інформативним критерієм для оцінки термінових та довгострокових адаптаційних перебудов та може бути використаний в практиці етапного та поточного контролю з метою підвищення ефективності підготовки спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються в циклічних видах спорту.

Список літератури

1. Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл Физиология спорта и двигательной активности. Пер. с англ. – К.: Олимпийская литература. – 1997. – 502 с.
2. Карпман В. Л. Сердечно-сосудистая система и транспорт кислорода при мышечной работе. // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов Юбилейный сборник. – М.: Валери. – 1994. – С. 12-41.
3. Радченко А. С., Борилкевич В. Е., Зорин А. И. Оценка эффективности адаптивной реакции при циклической мышечной работе // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 2. – С. 5-9.
4. Тхоревский В. И. Влияние композиции трехглавой мышцы голени на изменение ее кровоснабжения и капилляризации, произошедшие в результате аэробной тренировки / Тхоревский В. И., Беляев Ф. П., Шенкман Б. С. // Физиология мышечной деятельности: Тез. докл. Междунар. конф. – М.: 2000 – С. 151-152.
5. Тхоревский В. И., Литвак А. Л. Взаимосвязь между потреблением O₂ и кровоснабжением сокращающихся мышц при работе разной мощности у лиц, тренирующих аэробную выносливость // Теория и практика физической культуры. 2006. – № 4. – С. 49-54.
6. Richard L. Macsh, David J. Ellerby Partitioning locomotors energy use among and within muscles. Muscle blood flow as a measure of muscle oxygen consumption // Journal of Experimental Biology. – 2006. – V. 209. – P. 2385-2394.
7. Robert A. Augustyniak and other. Cardiovascular responses to exercise and muscle metaboreflex activation during the recovery from pacing-induced heart failure // J Appl Physiol. – 2006. – № 1: – P. 14-22.

КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА

О. МАЙДАНЮК, Л. КОЛОДЯЖНА

Государственный научно-исследовательский институт физической культуры и спорта

Аннотация. Кровоснабжение мышц нижних конечностей у представителей циклических видов спорта. Государственный научно-исследовательский институт физической культуры и спорта.

Исследование долгосрочных адаптационных перестроек кровообращения мышц у представителей циклических видов спорта (бег на средние и длинные дистанции, лыжные гонки) выявило достоверные ($p \leq 0,05$) отличия кровоснабжения мышц нижних конечностей в зависимости от пола, специализации и уровня квалификации.

Ключевые слова: адаптация, половые различия, кровоснабжение мышц, бег на средние и длинные дистанции, лыжные гонки.

MUSCLE BLOOD SUPPLY OF THE LOWER LIMBS OF THE ATHLETES PRACTICING CYCLE KINDS OF SPORT

O. MAIDANIUK, L. KOLODIASHNA

State Research Institute of Physical Culture and Sport

Abstract. A considerable distinctions ($p \leq 0,05$) was revealed in muscle blood supply of lower extremities of the athletes who specialize in cycle kinds of sport (middle and long distance running, skiing) depending on the sex, specialization and qualification of the athletes.

Key words: adaptation, sex dimorphism, muscular blood supply, middle and long distance running, skiing.