

PHYSIOLOGY

Фізична працездатність та кровотік нижніх кінцівок

К. М. Гречко*, А. О. Кузнєцов, Г. М. Страколист

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя, Україна
*Corresponding author. E-mail: katzanu@gmail.com

Paper received 24.06.17; Accepted for publication 30.06.17.

Анотація. У роботі розглядається взаємозв'язок між кровообігом нижніх кінцівок і фізичною працездатністю. Отримані дані вказують на пряму залежність між рівнем загальної фізичної працездатності, кровообігом нижніх кінцівок та інтенсивністю зміни кровотоку шкіри на фоні фізичних навантажень.

Ключові слова: фізичне навантаження, шкірний кровотік, загальна фізична працездатність.

Вступ. Системний кровообіг є інтегративною ланкою в роботі різних фізіологічних систем організму; з високою чутливістю показує як поточні зміни в організмі, так і можливі функціональні зрушення і патологічні стани, які можуть виникнути в процесі життєдіяльності [1]. Це стосується і периферичного кровообігу, особливо в тих областях, які безпосередньо зв'язані з забезпеченням фізичної працездатності, зокрема, м'язової діяльності.

Добре відомо, що оптимальність показників кровообігу в нижніх кінцівках визначає і можливості м'язів цього регіону [2,3]. Також, враховуючи істотний внесок терморегуляції в рівень фізичної працездатності, великий інтерес представляють функціональні можливості кровотоку шкіри, який безпосередньо бере участь в регуляції температури організму як в спокої, так і, особливо, при фізичних навантаженнях [4-6].

Оцінка змін функціонального стану серцево-судинної системи є актуальною, зокрема, кровотоку шкіри та нижніх кінцівок. Враховуючи важливість теплорегуляційної складової в людей, які займаються спортивною діяльністю, нами було проведено дослідження для з'ясування взаємозв'язку регуляції артеріального кровотоку нижніх кінцівок, кровотоку шкіри та загальної фізичної працездатності (ЗФП).

Мета даної роботи – вивчення динаміки змін кровотоку шкіри та нижніх кінцівок на фоні дозованого фізичного навантаження в залежності від рівня фізичної працездатності.

Матеріали та методи. Дослідження проводилися на відносно здорових людях (45 чоловіків) у віці 18-23 років. Кровотік гомілки визначався методом тетраполяричної реовазографії. Реєструвалось пульсове кровонаповнення гомілки (АКг), яке відповідало амплітуді диференціальної реограми та хвилине кровонаповнення гомілки (ХОКг) в положенні лежачи до та після дозованого велоергометричного навантаження [7].

За допомогою приладу SCM-101 (Польща) вимірювався електричний опір шкіри в 24 акупунктурних шкірних зонах (за Накатані) [8].

Тест PWC₁₇₀ для визначення загальної фізичної працездатності проводився на велоергометрі „Kettler” за стандартною методикою [9,10]. Визначались наступні показники загальної фізичної працездатності: відносний розмір PWC₁₇₀, відносно максимальне споживання кисню (вМСК), поріг анаеробного обміну (ПАНО), частота серцевих скорочень на рівні ПАНО (ЧСС_{ПАНО}), загальна метаболічна ємність (ЗМЕ). Отримані результати були

статистично оброблені за допомогою Microsoft Excel.

Результати та їхнє обговорення. Показники артеріального кровообігу нижніх кінцівок відповідають фізіологічній та віковій нормі [11].

Після закінчення фізичного навантаження реєстрація цих же показників показує збільшення АКг та ХОКг. При цьому відмічається, що ступінь збільшення кровонаповнення гомілки коливається в межах від 2 до 178% (табл.1).

Таблиця 1. Показники кровотоку гомілки в спокої та після дозованого фізичного навантаження (M±m)

Показник	До навантаження	Після навантаження	%
АКг (ом)	0,15±0,02	0,24±0,02	145
ХОКг (ом/хв)	10,4±2,0	32,3±2,0	283

Отримані результати із залученням проби PWC₁₇₀ вказують на пряму залежність між рівнем загальної фізичної працездатності й збільшенням кровотоку гомілки після фізичного навантаження. Найбільший приріст спостерігався, за пульсовим і хвилинним кровонаповненням, у обстежуваних з високим рівнем загальної фізичної працездатності і, навпаки, найменшому рівню загальної фізичної працездатності відповідав найменший приріст кровотоку нижніх кінцівок (табл.2).

Таблиця 2. Динаміка показників кровообігу нижніх кінцівок у залежності від рівня загальної фізичної працездатності

Рівень ЗФП	Тест PWC ₁₇₀	АКг (ом)	АКг (%)
низький	1160±56	0,09±0,002	33
середній	1352±31	0,23±0,001	98
високий	1712±43	0,98±0,001	156

Після фізичного навантаження розширення профілю складо 122% по нижній половині тулуба (табл. 3)

Таблиця 3. Рівень профілю електрошкірної провідності при проведенні тесту PWC₁₇₀

	Фон		Тест PWC ₁₇₀			
	права нога, μА	ліва нога, μА	права нога, μА	%	ліва нога, μА	%
F1	45,1	50,3	55,3	122,6	54,3	107,9
F2	47,1	40,7	55,5	117,8	49,5	121,6
F3	62,5	48,5	67,1	107,4	64,5	133,0
F4	48,7	36,5	50,7	104,1	46,3	126,8
F5	42,5	37,7	53,5	125,9	52,1	138,2
F6	42,1	46,6	60,5	143,7	53,7	115,2
—						
χ	48 ± 3,08	43,4 ± 2,37	57,1 ± 2,35	120,2 ± 4,1	53,4 ± 2,5	123,8 ± 4,7

Збільшення кровотоку шкіри по правій і лівій кінців-

кам було однаковим при недостовірно більшому збільшенні кровотоку по лівій кінцівки, що видається природним, з огляду на нижчий вихідний рівень кровотоку.

Розширення профілю електрошкірної провідності (ПЕП) у досліджуваних було відносно рівномірно за всіма акупунктурними зонами, які рееструвалися.

На тлі велоергометричної проби збільшення кровотоку шкіри спостерігається, більшою мірою, у людей з високим рівнем фізичної підготовленості, в той час як найменший приріст показників профілю електрошкірної

провідності знаходить своє відображення в низьких величинах PWC_{170} (табл. 4).

Таким чином, за допомогою неінвазивного вимірювання кровотоку шкіри і його динаміки можна судити про ступінь адекватності фізіологічного стану організму його фізичним можливостям. Відповідно одержуваним результатам з'являється можливість планувати і коригувати тренувальні навантаження відповідно до поточного функціонального профілю спортсмена.

Таблиця 4. Залежність рівня загальної фізичної працездатності і змін шкірного кровотоку нижніх кінцівок на фоні дозованого фізичного навантаження

Рівень ЗФП	Показники загальної фізичної працездатності		Зміни кровотоку шкіри нижніх кінцівок (у % до фону)
високий	PWC_{170} (кгм/хв/кг)	$28,21 \pm 1,02$	$160 \pm 4,2$
	ВМСК (мл/хв/кг)	$70,45 \pm 2,25$	
	ПАНО	$78,22 \pm 2,38$	
	$ЧСС_{ПАНО}$ (уд/хв)	$179 \pm 4,1$	
	ЗМЄ (у.о.)	$260 \pm 5,2$	
середній	PWC_{170} (кгм/хв/кг)	$19,23 \pm 1,15$	$120 \pm 3,7$
	ВМСК (мл/хв/кг)	$61 \pm 3,09$	
	ПАНО	$66 \pm 3,18$	
	$ЧСС_{ПАНО}$ (уд/хв)	$164 \pm 3,52$	
	ЗМЄ (у.о.)	$190 \pm 4,23$	
низький	PWC_{170} (кгм/хв/кг)	$13,52 \pm 0,9$	$103 \pm 3,0$
	ВМСК (мл/хв/кг)	$39,38 \pm 2,3$	
	ПАНО	$51,23 \pm 2,6$	
	$ЧСС_{ПАНО}$ (уд/хв)	$144 \pm 4,8$	
	ЗМЄ (у.о.)	$160 \pm 5,3$	

Після стандартного фізичного навантаження розширення профілю електрошкірної провідності по правій нижній кінцівки становило 20,2%, по лівій 23,8%. Ці дані демонструють реакцію по збільшенню шкірного кровотоку на фоні фізичного навантаження.

Отримані дані дозволяють диференційно підійти до оцінки залежності фізичної працездатності та кровотоку нижніх кінцівок і кровотоку шкіри.

Висновки. Виявлені відмінності в кількісній зміні кровотоку шкіри та нижніх кінцівок у відповідь на фізичне навантаження, синергічні показникам фізичної працездатності. Чим вище загальна фізична працездатність, яка рееструється за показником PWC_{170} , тим більший приріст кровотоку гомілки та шкіри.

На основі отриманої інформації й, що формується на її основі нормативної бази, можлива оцінка різних функціональних розладів, предпатологічних і патологічних станів. Це може допомогти в більш коректному використанні профілактичних і реабілітаційних засобів оптимізації функціонального стану та працездатності спортсменів.

Враховуючи, що спортивна діяльність супроводжується застосуванням широкого спектра фізіотерапевтичних, фармакологічних та інших засобів корекції, оцінка кровотоку шкіри дозволяє більш об'єктивно рееструвати ті зміни в стані кровообігу, які виникають як кінцевий результат застосування цих засобів.

Метод виміру електричного опору шкіри є інформативним для оцінки термінових адаптивних змін функціонального стану організму під впливом фізичних навантажень.

Встановлена пряма залежність між рівнем загальної фізичної працездатності й інтенсивністю збільшення артеріального кровотоку нижніх кінцівок (гомілок) та шкіри на фоні дозованих фізичних навантажень. Ця залежність має синергічний характер.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морман Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб., Питер. – 2000. – 256 с.
2. Савка Ю.М. Особливості гемодинамічного забезпечення дозованих фізичних навантажень в залежності від типу саморегуляції кровообігу : Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Ю. М. Савка. – К., 2001. – 17 с.
3. Русанов В.Б. Системные изменения центральной гемодинамики в условиях адаптации к физическим нагрузкам на выносливость // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2009. – № 8. – С. 267–275.
4. Коваленко С.О. Регуляторні ритми гемодинаміки та їх індивідуальні особливості у людей : Автореф. дис. ... докт. біол. наук / С.О. Коваленко. – К., 2011. – 36 с.
5. Неборский С.А. Антропозіологічний підхід в біоритмологічному забезпеченні здоров'я / С.А. Неборский, Г.С. Белканія, К.С. Неборская // Вестник спортивной науки. – 2012. – №2. – С. 39–43.
6. Holowatz L. Peripheral mechanisms of thermoregulatory control of skin blood flow in aged humans / Lacy A. Holowatz, W. Larry Kenney. // Journal of Applied Physiology Published. – 2010. Vol. 109. – №5. – P. 1538–1544.
7. Смирнов И.В. Функциональная диагностика. ЭКГ, реография, спирография / И.В. Смирнов, А.М. Старшов. – М.: Эксмо, 2008. – 224 с.
8. Nakatani Y. Aquide for Application of Ryodoraky Autonomous Nerve Regulatory Therapy. Tokyo: Japan. Soc. Ryodoraky Autonomous Nervous System, 1972. – 208 p.
9. Михалюк Є.Л. Функціональні проби в спортивній медицині.

- К.: ЗДМУ. – 2005. – 38 с.
 10. Левушкин С.П. Комплексная оценка физической работоспособности юношей // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 68–75.

11. Власов Ю.А. Кровообращение и газообмен человека / Ю.А. Власов, Г.Н. Окунева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – 208 с.

REFERENCES

- Morman D. Physiology of the cardiovascular system / D. Morman, L. Heller. – St. Petersburg, Peter, 2000. – 256 p.
- Savka J.M. Hemodynamic provision peculiarities of dosed physical loadings depending on a type of blood circulation self-regulation : Avtoref. dis. ... kand. med. nauk / J.M. Savka. – K., 2001. – 17 p.
- Rusanov V.B. System changes of central hemodynamics during adaptation to physical endurance exercises // Bulletin of Chelyabinsk State Pedagogical University. – 2009. – № 8. – P. 267-275.
- Kovalenko S.O. Regulatory rhythms of haemodynamics and their individual peculiarities at people: Avtoref. dis. ... doct. med. nauk / S.O. Kovalenko. – K., 2011. – 36 p.
- Neborsky S.A. Antropophysiological approach in biorythmological providing of health / S.A. Neborsky, G.S. Belkania, K.S. Neborskya // Vestnik sportivnoy nauki. – 2012. – №2. – P. 39–43.
- Holowatz L. Peripheral mechanisms of thermoregulatory control of skin blood flow in aged humans / Lacy A. Holowatz, W. Larry Kenney. // Journal of Applied Physiology Published. – 2010. Vol. 109. – №5. – P. 1538–1544.
- Smirnov I.V. Functional diagnostics. ECG, rheography, spirometry / I.V. Smirnov, A.M. Starshov. – M.: Eksmo, 2008. – 224 p.
- Nakatani Y. Aquide for Application of Ryodoraky Autonomous Nerve Regulatory Therapy. Tokyo: Japan. Soc. Ryodoraky Autonomous Nervous System, 1972. – 208 p.
- Mihalyuk E.L. Functional tests in sports medicine. – K.: ZGMU. – 2005. – 38 p.
- Levushkin S.P. Comprehensive assessment of the physical performance of young men // Human Physiology. – 2001. – Vol. 27. – № 5. – p. 68-75.
- Vlasov Y.A. Blood circulation and gas exchange / Y.A. Vlasov, G.N. Okunev. – Novosibirsk: Science, Sib. Deposition, 1992. – 208 p.

Physical efficiency and lower limb blood flow

E. N. Grechko, A. A. Kuznetsov, A. N. Strakolyst

Abstract. The paper considers the relationship between the lower limb blood circulation and physical efficiency. The obtained results point to the direct dependence between the level of overall physical efficiency, lower limb blood circulation, and the intensity of changes in the skin blood flow at physical activity.

Keywords: *physical activity, skin blood flow, overall physical efficiency.*

Физическая работоспособность и кровоток нижних конечностей

Е. Н. Гречко, А. А. Кузнецов, А. Н. Страколист

Аннотация. В работе рассматривается взаимосвязь между кровообращением нижних конечностей и физической работоспособностью. Полученные данные указывают на прямую зависимость между уровнем общей физической работоспособности, кровообращением нижних конечностей и интенсивностью изменения кровотока кожи на фоне физических нагрузок.

Ключевые слова: *физическая нагрузка, кожный кровоток, общая физическая работоспособность.*