

Физическая работоспособность и динамика кровотока кожи

Е.Н. Гречко*, А.Н. Демин

Запорожский национальный университет, г. Запорожье, Украина

*Corresponding author. E-mail: katyaznu@mail.ru

Paper received 22.06.15; Accepted for publication 07.07.15.

Аннотация. Статья посвящена изучению особенностей динамики кровотока кожи на фоне велоэргометрической физической нагрузки в зависимости от уровня физической работоспособности. Показана более высокая степень увеличения кровотока кожи при высоком уровне физической работоспособности.

Ключевые слова: кожный кровоток, велоэргометрия, физическая работоспособность, адаптация

Введение. Физическая деятельность, сопровождающаяся изменениями механизмов регуляции различных физиологических систем, в высокой степени модифицирует реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) в целом и кровотока кожи, в частности [1, 2]. Учитывая, большой вклад кровотока кожи в процессы терморегуляции, которые, в свою очередь, лимитируют возможности реализации физических нагрузок, представляет большой интерес изучение характера реакций кровотока кожи и динамики его показателей при разных функциональных состояниях организма.

Хорошо известно, что успешность выполняемой физической работы определяется оптимальным режимом регуляции ССС, который достаточно подробно описан во многих исследованиях [3, 4]. При этом основной акцент делается на показатели центральной гемодинамики, режимы реакций кровообращения на то или иное воздействие [5, 6], в то время как характеристики периферического кровообращения (по-видимому, вследствие более сложных условий постановки исследования и инструментального обеспечения), изучены недостаточно. Еще меньше данных о взаимосвязи физической нагрузки и кровотока кожи, который, как было уже указано выше, может служить, в зависимости от направленности его динамики, показателем, определяющим уровень физической работоспособности.

В тоже время кровоток кожи играет одну из ключевых ролей в обеспечении терморегуляции работающего организма [7], а следовательно, может служить маркером как функционального состояния, так и физической работоспособности.

Целью работы явилось изучение динамики кровотока кожи на фоне физической нагрузки и зависимость ее от уровня физической работоспособности.

Задачи исследования:

1. Определение уровня общей физической работоспособности (ОФР) у спортсменов с помощью велоэргометрии.
2. Регистрация кровотока кожи в покое и после физической нагрузки с помощью измерения профиля электрокожной проводимости (ПЭП).
3. Анализ изменений кровотока кожи в зависимости от уровня физической работоспособности.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе факультета физического воспитания Запорожского национального университета. Исследовались 36 спортсменов в возрасте 18-23 лет. Кровоток кожи определялся с помощью регистрации ПЭП прибором SCM-101 (Польша) в положении стоя до (фоновое исследование) и после физической нагрузки. Общая физическая работоспособность определялась с помощью велоэргометрического теста PWC₁₇₀. Полученные данные обрабатывались статистически с помощью Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Анализ изменений кровотока кожи под действием физической нагрузки указывает на более выраженное увеличение его по верхней половине тела (372,25 и 1086,75 до и после физической нагрузки соответственно) по сравнению с нижней (516,63 и 707,38 соответственно) на фоне общего подъема показателей кровотока кожи 888,88 и 1794 до и после физической нагрузки, соответственно.

Таблица 1. Показатели кровотока кожи при разных уровнях общей физической работоспособности

Уровень общей физической работоспособности		низкий	средний	высокий
до физической нагрузки	Σ	7111	5231	1525
	$\bar{x} \pm S_x$	37,03±1,1	31,13±0,9	21,18±1,12
после физической нагрузки	Σ	14353	9594	4510
	$\bar{x} \pm S_x$	74,75±1,6	57,11±0,7	62,64±1,1
% отклонения		202	183	296

Зависимость кровотока кожи от уровня общей физической работоспособности представлена в табл. 1.

Уровень общей физической работоспособности составил в среднем по всей выборке $9485,66 \pm 1400$ причём отдельные значения колебались от 1525 до 14353.

Учитывая большой разброс в показателях физической работоспособности представляется целесообразным проанализировать зависимость кровотока кожи от более или менее значительных величин физической работоспособности. Вся выборка обследуемых

по этому показателю была статистически разделена на 3 группы: с низкой, средней и высокой работоспособностью. Обращает на себя внимание тот факт, что у лиц с низкой физической работоспособностью исходный профиль электрокожной проводимости, а, соответственно, кровотока кожи был достаточно высок, в то время как у спортсменов с высокой физической работоспособностью исходные показатели ПЭП, а соответственно кровотока кожи были самыми низкими (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость уровня общей физической работоспособности и изменений кожного кровотока на фоне дозированной физической нагрузки

	до физической нагрузки		после физической нагрузки	
	Σ	$\bar{x} \pm S_x$	Σ	$\bar{x} \pm S_x$
Общая сумма ПЭП	13867	32,09±2,1	28457	65,87±3,3
ПЭП верхних конечностей	5513	25,52±1,5	16991	78,66±2,4
ПЭП нижних конечностей	8354	38,67±1,8	11466	53,08±3,1

Обращает на себя внимание тот факт, что в покое кровотоки кожи по нижней половине тела выражены больше, чем по верхней при всех уровнях общей физической работоспособности. Однонаправленным является и увеличение кровотока кожи по верхней половине тела после физической нагрузки (рис. 1-3). При этом наиболее выражено это увеличение кровотока у людей с высокой физической работоспособностью (рис. 3). У людей с зарегистрированной низкой работоспособностью прирост показателей кровотока кожи был достоверно ниже (рис. 1).

В то время как у лиц с высокой физической работоспособностью наблюдалось устойчивое увеличение кровотока нижней половины тела по всем измеренным зонам особенно справа, у людей с низкой физической работоспособностью наблюдалось менее значимое увеличение кровотока кожи по нижней половине тела, при этом часть показателей была ниже исходных величин.

Описанная выше динамика показателей кровотока кожи свидетельствует о влиянии гидростатического фактора на распределение кровотока кожи в покое. На фоне физической нагрузки наблюдается включение в терморегуляционные процессы кровотока верхней половины тела и невозможность, без потери ортостатической устойчивости, одноуровневого увеличения кровотока кожи нижней половины тела.

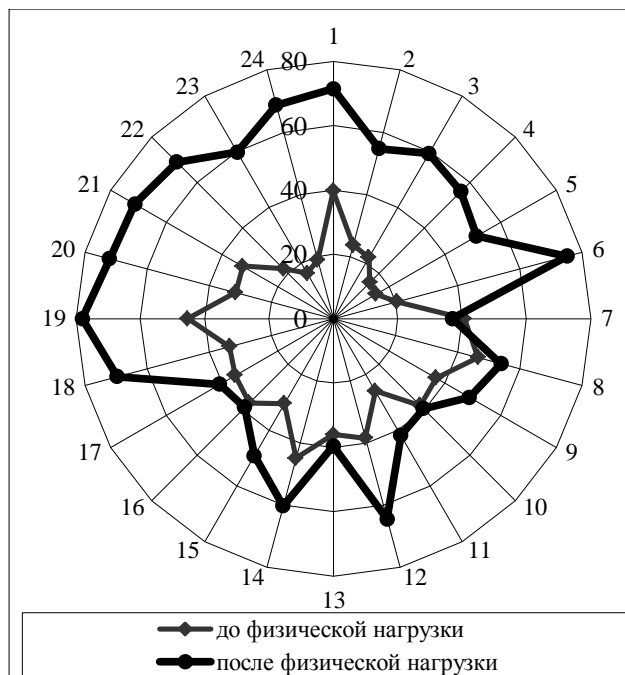


Рис. 2. Показатели кровотока кожи до и после физической нагрузки у спортсменов со средним уровнем физической работоспособности

*Примечание: зона 1-6 – правая рука; 7-12 – правая нога; 13-18 – левая нога; 19-24 – левая рука.

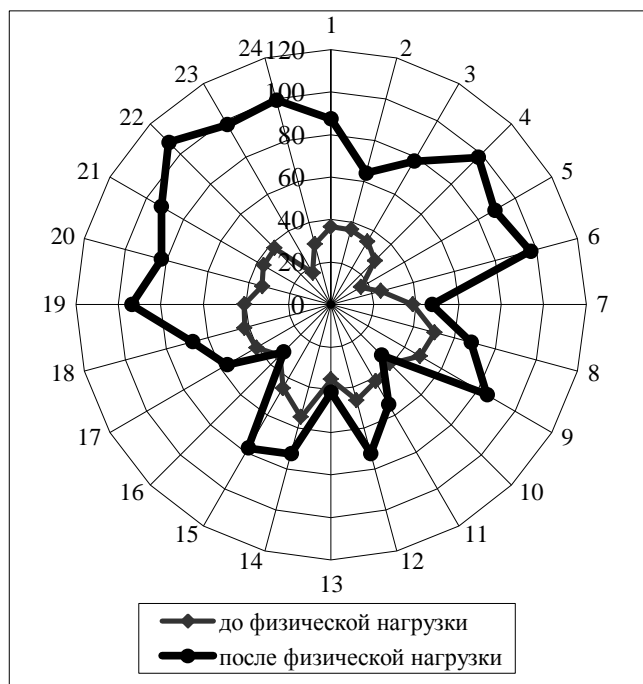


Рис. 1. Показатели кровотока кожи до и после физической нагрузки у спортсменов с низким уровнем физической работоспособности

*Примечание: зона 1-6 – правая рука; 7-12 – правая нога; 13-18 – левая нога; 19-24 – левая рука.

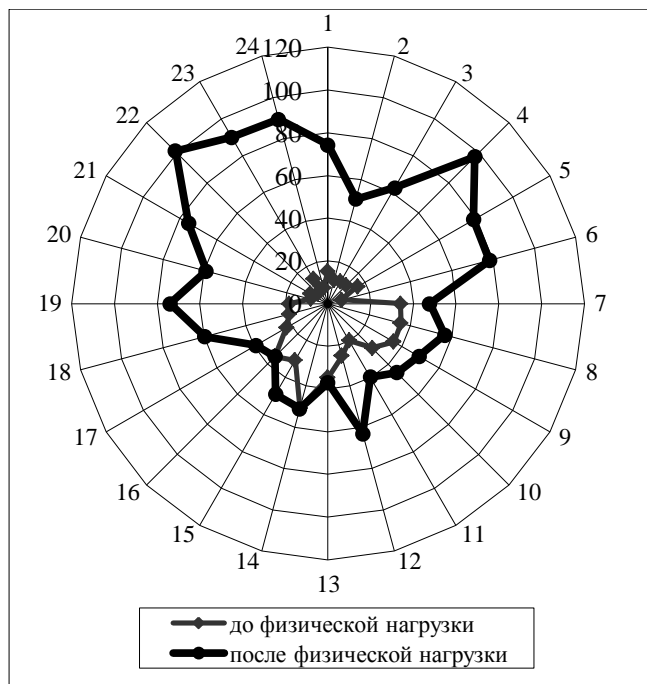


Рис. 3. Показатели кровотока кожи до и после физической нагрузки у спортсменов с высоким уровнем физической работоспособности

*Примечание: зона 1-6 – правая рука; 7-12 – правая нога; 13-18 – левая нога; 19-24 – левая рука.

При этом, если у людей с высоким уровнем физической работоспособности имеется адаптивный резерв по увеличению, непосредственно принимающих участие в работе нижних конечностей, то у людей с низкой физической работоспособностью имеет место преимущественно констрикторная направленность периферического кровотока, конечным итогом которой является недостаточность артериального кровоснабжения нижней половины тела.

Выводы

1. Измерение кровотока кожи под влиянием физической нагрузки имеет высокую информативную ценность и может быть применено к оценке ОФР.
2. Кровоток кожи у людей с низким уровнем физической работоспособности на фоне высоких исход-

ных величин демонстрирует низкую лабильность, что может свидетельствовать об ограничении функционального резерва системного кровообращения, и организма, в целом.

3. Низкие величины исходного кровотока кожи косвенно свидетельствуют об экономизации работы системы кровообращения в покое, а на фоне физической нагрузки показывают высокую адаптивную эффективность организма в процессе оптимизации терморегуляционных процессов.
4. Полученные результаты позволяют использовать изменения кровотока кожи для оценки уровня физической работоспособности без применения специальных тестов (например, PWC_{170}).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дёмин А.Н. Типологическая характеристика центральной гемодинамики у спортсменов в зависимости от положения тела / А.Н. Дёмин, М.Б. Огурцова, Е.А. Шкопинский. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2007. – №6. – С. 91-94.
- [2] Центральная гемодинамика, вариабельность, сердечного ритма и физическая работоспособность у спортсменов высокого класса, развивающих физические качества быстроты и силы / Е.Л. Михалюк, В.В. Сыволап, И.В. Ткалич, Н.М. Чечель. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2009. – №12. – С. 123-125.
- [3] 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.
- [4] Особенности регуляции гемодинамики у спортсменов-пловцов в различных позных условиях и при физической

- нагрузке / [М.Б. Огурцова, А.Н. Дёмин, Т.В. Мельник та ін.]. // Вісник Запорізького національного університету. – 2009. – №1. – С. 89-95.
- [5] Мельник С.Н. Состояние центральной гемодинамики молодых людей в зависимости от типа кровообращения при физических нагрузках / С.Н. Мельник, Е.С. Сукач, О.Г. Савченко. // Проблемы здоровья и экологии. – 2014. – №3 (41). – С. 116-120.
- [6] Малахова С.Н. Сравнительный анализ показателей центральной гемодинамики и физической работоспособности у футболистов различной спортивной квалификации / С.Н. Малахова. // Запорожский медицинский журнал. – 2015. – №2 (89). – С. 28-29.
- [7] 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.

REFERENCES

- [1] Dyomin, A.N. Typological characteristics of central hemodynamics in sportsmen related to the body location / A.N. Dyomin, M.B. Ogurtsova, E.A. Shkopinskiy // Pedagogy, psychology and medical-biological problems, we are physical education and sport. – 2007. – №6. – P. 91-94.
- [2] Central hemodynamics, variability, cardiac rhythm and physical capacity for the sportsmen of high class, developing physical qualities of quickness and force / E.L. Mixalyuk, V.V. Syvolap, I.V. Tkalych, N.M. Chechel. // Pedagogy, psychology and medical-biological problems, we are physical education and sport. – 2009. – №12. – P. 123-125.
- [3] 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.
- [4] Features of regulation of hemodynamic on sportsmen-swimmers in different body location and physical exercise /

- [М.Б. Ogurtsova, A.N. Dyomin, T.V. Melnik et al.]. // Bulletin of Zaporizhzhya National University. – 2009. – №1. – P. 89-95.
- [5] Melnik, S.N. The parameters of central hemodynamics in young people depending on the type of blood circulation during physical exercise / S.N. Melnik, E.S. Cukach, O.G. Savchenko. // Problems of health and environment. – 2014. – №3 (41). – P. 116-120.
- [6] Malaxova, S.N. Comparative analysis of central hemodynamics and physical performance in football players of various sports qualifications / S.N. Malaxova. // Zaporozhye Medical Journal. – 2015. – №2 (89). – P. 28-29.
- [7] 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.

Physical efficiency and skin blood flow dynamics

E.N. Grechko, A.N. Dyomin

Abstract. The article examines the characteristics of the skin blood flow dynamics during the bicycle stress exercise, depending on the level of physical performance. It showed higher increases in skin blood flow at a high level of physical efficiency.

Keywords: skin blood flow, veloergometry, physical efficiency, adaptation