

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В СПОРТЕ НА ОСНОВЕ ТЕСТА HEART PURSUIT

А.А. Померанцев¹, pomerantsev1981@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-4197-2183>

Ю.Ю. Титова¹, unusualdream94@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0002-4880-6743>

Е.А. Высоцкая², k.chesnokova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5428-7156>

А.В. Ведринцев³, vedrincev.2011@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0004-0023-0057>

¹Липецкий государственный педагогический университет
имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Россия

²Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия

³Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте РФ, Липецк, Россия

Аннотация. Цель: выявить возможность произвольной коррекции частоты сердечных сокращений на основе использования обратной связи. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 20 студентов – 10 юношей и 10 девушек. В исследовании был использован авторский тест Heart Pursuit. Смысл теста заключается в насаживании на степ-платформу под удары собственного сердца. Коррекция частоты насаживания ведет к изменению функциональной нагрузки на сердечно-сосудистую систему. В результате частота сердечных сокращений также изменяется. Задача спортсмена заключается в синхронизации частоты ударов сердца и частоты насаживания на степ-платформу. Для выявления степени влияния общей работоспособности было также проведено тестирование показателя PWC₁₇₀. **Результаты.** Только четверо юношей смогли пройти тест Heart Pursuit. Им удалось синхронизировать частоту сердечных сокращений с частотой насаживания при пульсе от 126 до 136 ударов в минуту. У остальных спортсменов частота сердечных сокращений возрастала быстрее частоты подъемов. При пульсе свыше 180 ударов в минуту тест считался невыполненным и прекращался. Коэффициент корреляции между общей работоспособностью PWC₁₇₀ и результатами Heart Pursuit составил $r = 0,13$. **Заключение.** Некоторые спортсмены способны синхронизировать частоту насаживания на степ-платформу и частоту собственного пульса при использовании обратной связи на основе фонокардиографии. Результаты теста Heart Pursuit информативны и не зависят от общей работоспособности.

Ключевые слова: частота сердечных сокращений, произвольное управление, Heart Pursuit, работоспособность, сердечная регуляция, физиология сердца, сердечная мышца, кардиотренировка, фонокардиография

Для цитирования: Выявление возможности произвольной коррекции частоты сердечных сокращений в спорте на основе теста Heart Pursuit / А.А. Померанцев, Ю.Ю. Титова, Е.А. Высоцкая, А.В. Ведринцев // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № 1. С. 111–116. DOI: 10.14529/hsm230115

ANALYSIS OF THE PROSPECTS FOR VOLUNTARY HEART RATE CONTROL IN SPORTS WITH THE HEART PURSUIT TEST

A.A. Pomerantsev¹, pomerantsev1981@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-4197-2183>
Yu.Yu. Titova¹, unusualdream94@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0002-4880-6743>
E.A. Vysotskaya², k.chesnokova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5428-7156>
A.V. Vedrintsev³, vedrincev.2011@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0004-0023-0057>

¹Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University, Lipetsk, Russia

²Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia

³Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Lipetsk, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to explore the prospects for voluntary heart rate control with feedback technologies. **Materials and methods.** The study involved 10 male and 10 female university students. The Heart Pursuit test developed by the authors was used in the study. This test involves stepping up and down on a step platform while your heart beats. Changing step frequency leads to a change in the load on the cardiovascular system. As a result, the heart rate also changes. The athlete's task is to synchronize heartbeats and step frequency. The PWC₁₇₀ test was used to evaluate the contribution of physical work capacity. **Results.** Only 4 male students completed the Heart Pursuit test. They managed to synchronize their heart rate and step frequency at a pulse ranging from 126 to 136 bpm. For the rest of the participants, the heart rate increased faster than the step frequency. At a pulse over 180 bpm, the test was considered a failure and completed. The correlation coefficient between PWC₁₇₀ and Heart Pursuit results was $r = 0.13$. **Conclusion.** Some athletes are able to synchronize their step frequency and heart rate when using phonocardiography-based feedback. The Heart Pursuit test is considered to be informative and independent of physical work capacity.

Keywords: heart rate, voluntary control, Heart Pursuit, physical working capacity, cardiac regulation, heart physiology, cardiac muscle, cardio training, phonocardiography

For citation: Pomerantsev A.A., Titova Yu.Yu., Vysotskaya E.A., Vedrintsev A.V. Analysis of the prospects for voluntary heart rate control in sports with the Heart Pursuit test. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(1):111–116. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm230115

Введение. Динамика частоты сердечных сокращений является важным показателем состояния спортсмена. Изучению функционирования сердечно-сосудистой системы уделяется особое внимание в теории спортивной тренировки и физического воспитания.

Современный спорт неразрывно связан со значительными объемами физических нагрузок и значительным эмоциональным напряжением, поэтому частота сердечных сокращений является объективным и оперативным критерием, служащим для контроля и коррекции тренировочного процесса [8, 9, 11].

Принято считать, что человек не способен сознательно контролировать работу сердца. Вместе с тем очевидно, что в некоторых видах спорта эта способность могла бы содействовать достижению высоких результатов. Например, такая способность могла бы быть по-

лезной во время соревнований по стрельбе, а также контроля предстартового состояния.

Несмотря на то, что физиология сердца и дыхания хорошо изучены, а механизмы функционирования сердечно-сосудистой системы подробно описаны в литературных источниках, остается не до конца ясной возможность сознания влиять на частоту сердечных сокращений [6, 7, 12].

Цель исследования: выявить возможность произвольной коррекции частоты сердечных сокращений на основе использования обратной связи.

Материалы и методы. Приступая к исследованию, мы предполагали, что спортсмен имеет некоторые возможности произвольно управлять работой сердечно-сосудистой системы, однако этот механизм ни в повседневной жизни, ни в спортивной практике не за-

действован [1, 2]. Для активизации «механизма» требуется использовать обратную связь [3, 14, 17].

Существует большое количество тестов, в основе которых лежит оперирование показателями пульса [4, 13, 15, 16]. Однако ни один из них не содержит обратную связь и не позволяет оценить возможность сознательной коррекции частоты сердечных сокращений во время физической нагрузки. Поэтому в Институте физической культуры и спорта Липецкого государственного педагогического университета имени П.П. Семенова-Тян-Шанского А.А. Померанцевым был разработан авторский тест Heart Pursuit, который призван выявлять возможность сознательного управления частотой сердечных сокращений.

Тест Heart Pursuit – «преследование сердца» – выполняется с использованием степ-платформы (рис. 1). Спортсмен получает обратную связь о функционировании сердечно-сосудистой системы на основе аудиального воспроизведения через динамики частоты ударов собственного сердца (фонокардиография).



Рис. 1. Процесс выполнения
теста Heart Pursuit
Fig. 1. Heart Pursuit test

До проведения теста спортсменам сообщается задача тестирования и правила прохождения теста. Тестирование начинается со стартового шага на платформу с темпом 90 шагов в минуту в течение 60 секунд под удары метронома. После этого воспроизводится частота сокращений собственного сердца спортсмена.

Смысл теста заключалась в том, чтобы спортсмен выполнял шагающие движения на платформу строго под удары собственного сердца. Коррекция частоты шагающей нагрузки напрямую ведёт к изменению функциональной нагрузки на сердечно-сосудистую систему. В результате частота сердечных сокращений также изменяется. Задача спортсмена заключается в синхронизации частоты ударов сердца и частоты шагающих движений на платформу [5, 10].

На рис. 2 представлены характеристические графики рекуррентной коррекции частоты шагающих движений в зависимости от частоты сердечных сокращений, а также точка сходимости частот.

Дополнительная задача в исследовании – выявить, как влияет общая работоспособность на результаты тестирования в Heart Pursuit. Допускалось, что результаты прохождения теста могли быть связаны не со способностью произвольного управления частотой сердечных сокращений, а с высоким уровнем работоспособности.

Последовательность выполнения исследования включала: а) тестирование общей работоспособности спортсменов с помощью теста PWC_{170} ; б) тестирование спортсменов с помощью теста Heart Pursuit; в) оценка влияния уровня общей работоспособности на результаты теста Heart Pursuit; г) выявление возможности произвольной коррекции частоты сердечных сокращений в процессе выполнения физических упражнений на основе анализа данных прохождения теста Heart Pursuit.

Исследование проходило в течение 1 дня. Вначале определялся уровень общей работоспособности PWC_{170} по общепринятой методике В.Л. Карпмана с использованием степ-платформы. На основе данного теста рассчитывалась относительная (удельная) работоспособность на 1 кг веса спортсмена. Затем, определялась возможность сознательного влияния на частоту сердечных сокращений с использованием теста Heart Pursuit.

В исследовании приняли участие 20 человек от 17 до 24 лет (рис. 3) – 10 юношей и 10 девушек. Все исследуемые являлись студентами института физической культуры и спорта ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского и имели спортивные разряды по видам спорта: пауэрлифтинг, карате, кикбоксинг, хоккей, борьба, легкая атлетика, конный спорт.

Методы исследования: анализ научной литературы по теме, тестирование (Heart Pursuit,

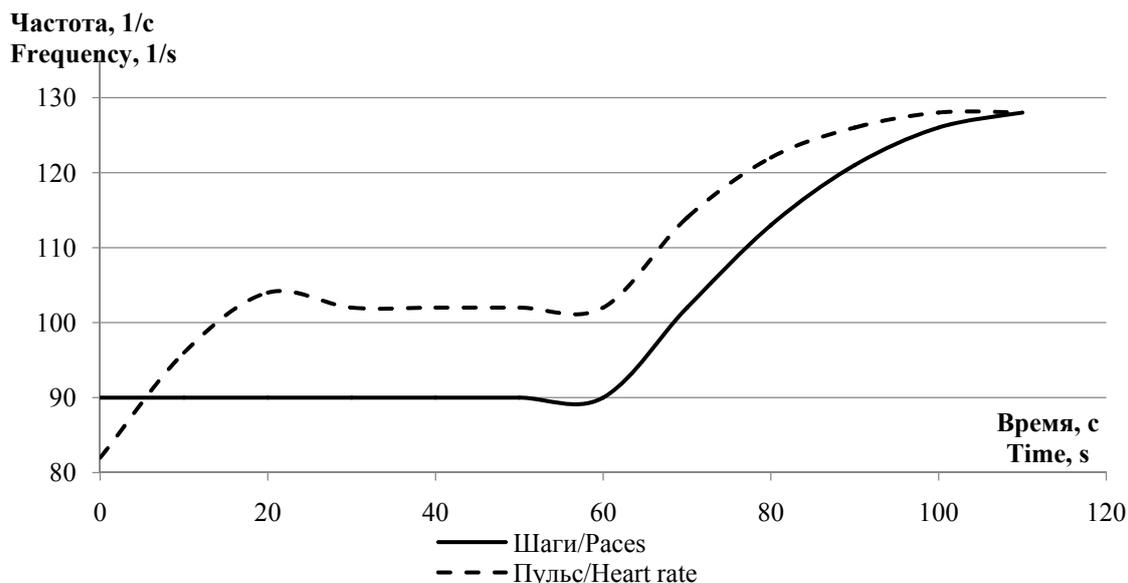


Рис. 2. Характеристический график выполнения теста Heart Pursuit
Fig. 2. Graphical representation of Heart Pursuit performance

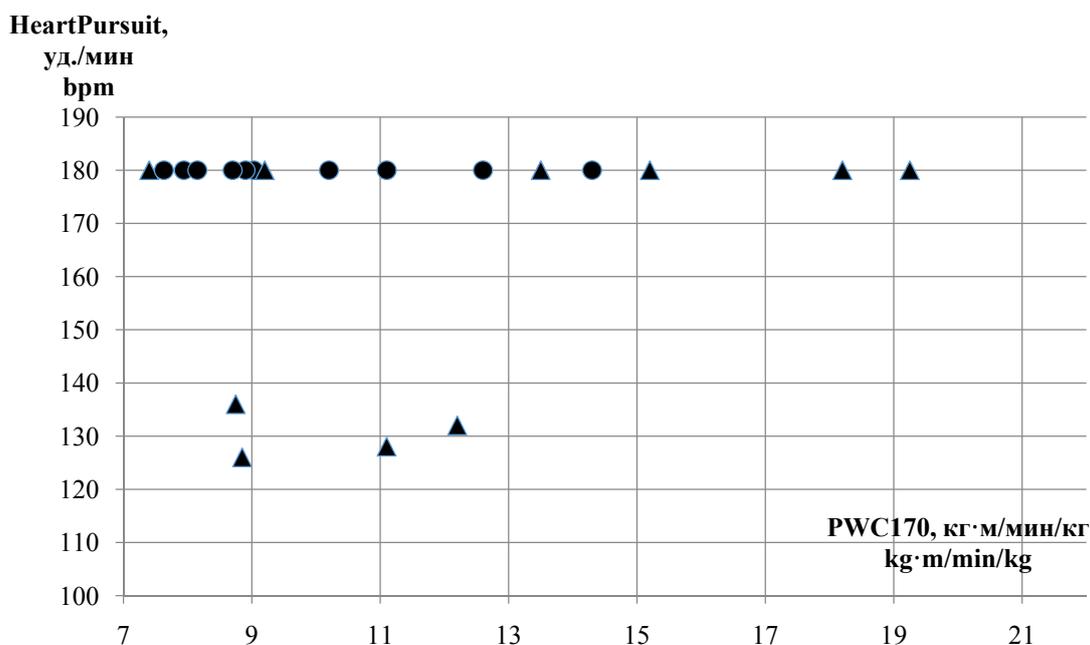


Рис. 3. Взаимосвязь результатов тестирования PWC₁₇₀ и Heart Pursuit: ▲ – юноши; ● – девушки
Fig. 3. Relationship between PWC₁₇₀ and Heart Pursuit results: ▲ – male; ● – female

PWC₁₇₀), математико-статистическая обработка полученных результатов (описательная статистика, корреляционный анализ).

Результаты исследования. При выбранной высоте степ-платформы только 4 исследуемых (мужчины) смогли «догнать» частоту своего сердцебиения и выполнить тест. Это были представители борьбы, хоккея и лёгкой атлетики.

На рис. 3 представлены значения частоты сердечных сокращений, при которых спорт-

сменам удалось синхронизировать частоту ударов сердца и частоту подъемов на платформу. При вработывании функционирующая сердечно-сосудистая система у этих спортсменов несколько раз волнообразно проходила равновесную точку, имея тенденцию то к повышению, то к понижению пульса, пока не стабилизировалась на определенном значении.

У оставшихся спортсменов частота сердечных сокращений возрастала быстрее час-

тоты подъемов. При пульсе свыше 180 ударов в минуту тест считался невыполненным и прекращался.

На основе анализа представленных на рис. 2 данных нами был рассчитан коэффициент корреляции по Брауэ – Пирсону. В случае, если тест Heart Pursuit был не пройден, в массиве использовалось значение 180 ударов в минуту. Коэффициент корреляции составил $r = 0,13$.

Значение коэффициента корреляции показывает, что между способностью сознательно влиять на частоту сердечных сокращений и уровнем общей работоспособности отсутствует статистическая зависимость.

Влияние пола на прохождение теста не

может быть статистически доказано из-за недостаточности выборки и требует дополнительных исследований.

Заключение. Разработанный и предлагаемый тест Heart Pursuit является информативным показателем функционирования сердечно-сосудистой системы.

Исследование выявило, что некоторые спортсмены способны сознательно влиять на частоту сердечных сокращений для успешного прохождения теста.

Сравнение результатов тестов Heart Pursuit и PWC₁₇₀ не выявило влияние уровня общей работоспособности на возможность произвольной коррекции частоты сердечных сокращений.

Список литературы / References

1. Полищук В.В., Покровский В.М., Полищук Л.В., Потапенко В.К. Анализ феномена произвольного управления ритмом сердца у человека // Кубан. науч. мед. вестник. 2013. № 1. С. 140–142. [Polishchuk V.V., Pokrovskiy V.M., Polishchuk L.V., Potapenko V.K. [Analysis of the Phenomenon of Conscious Control of the Heart Rhythm in Humans]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik* [Kuban Scientific Medical Bulletin], 2013, vol. 1, pp. 140–142. (in Russ.)]
2. Шейх-Заде Ю.Р., Цветковский С.П., Садымов И.А., Георгиевский Л.В., Покровский В.М. Сознательная остановка сердца человека и ее возможный механизм // Бюл. эксперимент. биологии и медицины. 1987. Т. 104, № 8. С. 133–134. [Sheyh-Zade Yu.R., Cvetkovskiy S.P., Sadymov I.A. et al. [Conscious Cardiac Arrest of a Person and its Possible Mechanism]. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine], 1987, vol. 104, no. 8, pp. 133–134. (in Russ.)] DOI: 10.1007/BF00842169
3. Basmajian J.V. Control and Training of Individual Motor Units. *Science*, 1963, vol. 141, pp. 440–441. DOI: 10.1126/science.141.3579.440
4. Latour A.W., Peterson D.D., Rittenhouse M.A., Riner D.D. Comparing Alternate Aerobic Tests for United States Navy Physical Readiness Test. *International Journal of Kinesiology in Higher Education*, 2017, vol. 1, no. 3, pp. 89–99. DOI: 10.1080/24711616.2017.1328187123
5. Perez P., Madsen J., Banellis L. et al. Conscious Processing of Narrative Stimuli Synchronizes Heart Rate between Individuals. *Cell Reports*, 2021, vol. 36, 109692. DOI: 10.1016/j.celrep.2021.109692
6. Dehaene S., Changeux J.-P. Experimental and Theoretical Approaches to Conscious Processing. *Neuron*, 2011, vol. 70, no. 2, pp. 200–227. DOI: 10.1016/j.neuron.2011.03.018
7. Delizonna L.L., Williams R.P., Langer E.J. The Effect of Mindfulness on Heart Rate Control. *Journal of Adult Development*, 2009, no. 16 (2), pp. 61–65. DOI: 10.1007/s10804-009-9050-6
8. Kansara P., Dhar R., Shah R. et al. Heart Rate Measurement. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1831, 012020. DOI: 10.1088/1742-6596/1831/1/012020
9. Schaller C., Füm A., Bachmann S. et al. Heart Rate Profiles and Heart Rate Variability During Scuba Diving. *Swiss Medical Weekly*, 2021, vol. 151, w30039. DOI: 10.4414/smw.2021.w30039
10. Bernardi N.F., Codrons E., Leo R. et al. Increase in Synchronization of Autonomic Rhythms between Individuals when Listening to Music. *Frontiers in Physiology*, 2017, vol. 8, p. 785. DOI: 10.3389/fphys.2017.00785
11. Paech C., Schrieber S., Daehnert I. et al. Influence of a 100-mile Ultramarathon on Heart Rate and Heart Rate Variability. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2021, vol. 7, e001005. DOI: 10.1136/bmjsem-2020-001005
12. Pokrovskii V.M., Polischuk L.V. On the Conscious Control of the Human Heart. *Journal of Integrative Neuroscience*, 2012, vol. 11, no. 2, pp. 213–223. DOI: 10.1142/S0219635212500161
13. Schlegel P., Křehký A. Anaerobic Fitness Testing in Crossfit. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 2020, vol. 60, no. 2, pp. 217–228. DOI: 10.2478/afepuc-2020-0018

14. Stöckel T., Grimm R. Psychophysiological Benefits of Real-Time Heart Rate Feedback in Physical Education. *Frontiers in Psychology*, vol. 12, 651065. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.651065
15. Berglund I.J., Sørås S.E., Relling B.E. et al. The Relationship between Maximum Heart Rate in a Cardiorespiratory Fitness Test and in a Maximum Heart Rate Test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2018, vol. 22, no. 5. DOI: 10.1016/j.jsams.2018.11.018
16. Pavlović R., Vrcić M., Solaković S. et al. The Values of Fitness Index and VO₂max of Students Using Indirect Method Aerobic Tests. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 2017, no. 3 (11), pp. 138–154. DOI: 10.5281/zenodo.1031979
17. Twentyman C.T., Lang P.J. Instructed Heart Rate Control: Effects of Varying Feedback Frequency and Timing. *Biofeedback and Self-Regulation*, 1980, no. 5, pp. 417–426. DOI: 10.1007/BF01001357

Информация об авторах

Померанцев Андрей Александрович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры, Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Россия.

Титова Юлия Юрьевна, премиум тренер «Прайм фитнес», магистрант кафедры теории и методики физической культуры, Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, Липецк, Россия.

Высоцкая Екатерина Анатольевна, кандидат биологических наук, и.о. заведующего кафедрой физвоспитания, Липецкий государственный технический университет, Липецк, Россия.

Ведринцев Александр Васильевич, кандидат педагогических наук, доцент кафедры гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Липецк, Россия.

Information about the authors

Andrey A. Pomerantsev, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Physical Education, Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University, Lipetsk, Russia.

Yuliya Yu. Titova, Premium Class Trainer, Prime Fitness, Master's Student, Department of Theory and Methods of Physical Education, Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University, Lipetsk, Russia.

Ekaterina A. Vysotskaya, Candidate of Biological Sciences, Acting Head of the Department of Physical Education, Lipetsk State Technical University, Lipetsk, Russia.

Alexander V. Vedrintsev, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Humanities and Natural Sciences, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Lipetsk, Russia.

Статья поступила в редакцию 22.08.2022

The article was submitted 22.08.2022