

КОЛУМБЕТ А.Н.

Киевский национальный университет технологий и дизайна, м. Київ

ВЛИЯНИЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА ПУЛЬС У ВЕЛОСИПЕДИСТОВ ВО ВРЕМЯ КОМАНДНОЙ ГОНКИ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. *Цель* – исследовать динамику пульса у высококвалифицированных велосипедистов при участии их в ответственных соревнованиях в командной гонке преследования на 4 км на треке. *Материал и методы:* В исследованиях принимали участие 4 высококвалифицированных велосипедиста. Исследовалась динамика пульса спортсменов при участии их в ответственных соревнованиях в командной гонке преследования на 4 км (результат 4.31,60). Для исследования сердечно-сосудистой системы в условиях трека применялась радиотелеметрическая система «Sport» с регистрацией биопотенциалов сердца на самописец «N-320». *Результаты:* В зависимости от занимаемой позиции в команде пульс гонщиков меняется. Наивысшее значение пульса наблюдалось во время лидирования ($197,6 \pm 4,6$ ударов·мин⁻¹). При переходе велосипедистов с первой на четвертую позицию пульс снижался незначительно ($192,3 \pm 5,1$ ударов·мин⁻¹). Третья и вторая позиции характеризовались наименьшими и почти равными значениями пульса (соответственно $187,3 \pm 6,7$ и $187,0 \pm 5,5$ ударов·мин⁻¹). При прохождении спортсменами заключительной части дистанции на второй, третьей и четвертой позициях, в связи с развитым у них состоянием утомления, относительное восстановление пульса не наблюдалось. *Выводы:* Метод радиотелеметрического исследования пульса является одним из эффективных методов управления процессом спортивной тренировки, отбора и комплектования команды.

Ключевые слова: велосипедный спорт, радиотелеметрия, пульс, тактика.

Введение. При исследованиях пульса было установлено, что диапазон изменений этого показателя весьма широк [3, 5, 8]. Диапазон зависит от интенсивности физической нагрузки и степени тренированности [17, 31]. В условиях мышечного покоя брадикардия у спортсменов развивается в результате повышенного тонуса блуждающего нерва [14, 30]. Это способствует более экономичной сердечной деятельности в состоянии покоя. Брадикардия обеспечивает возможность необходимого ускорения ритма при больших физических нагрузках [15, 27].

Критический уровень пульса у спортсменов находится в пределах 210-220 ударов·мин⁻¹ [18, 32]. У хорошо тренированных спортсменов пульс равен 170-200 ударов·мин⁻¹ и является оптимальным. Этот уровень обеспечивает минутный объем крови [16, 22]. Увеличение ритма свыше 200 ударов·мин⁻¹ рассматривается как неблагоприятная реакция [20]. Это свидетельствует о недостаточной подготовленности аппарата кровообращения к выполняемой нагрузке.

Методика измерения пульса используется спортивными врачами и тренерами давно. Однако до недавнего времени не было ясно, какой же уровень свойствен спортсменам во время выполнения специальной нагрузки в отдельных видах спорта. В последние годы в спортивной практике для оценивания динамики пульса применяются радиотелеметрические методы исследования [25, 30]. Имеется большое количество работ, которые посвящены изучению пульса у спортсменов [2, 13, 25]. Определение величины пульса во время тренировочных и соревновательных нагрузок позволяет тренеру управлять тренировочным процессом с учетом индивидуальной физиологической реакции организма спортсмена на нагрузку. Однако в научно-методической литературе по велосипедному спорту недостаточно изучены вопросы интенсивности сердечной деятельности у велосипедистов в командной гонке преследования на 4 км.

Гипотеза – предполагалось, что исследование величин пульса у велосипедистов при прохождении соревновательной дистанции позволит объективнее комплектовать команду.

Цель исследования. Исследовать динамику пульса у высококвалифицированных велосипедистов при участии их в ответственных соревнованиях в командной гонке преследования на 4 км на треке.

Материал и методы исследования. В исследованиях принимали участие высококвалифицированные велосипедисты ($n=4$, возраст 19-20 лет).

Процедура (организация исследования). Исследовалась динамика пульса спортсменов при участии их в ответственных соревнованиях в командной гонке преследования на 4 км (результат 4.31,60). Для исследования сердечно-сосудистой системы в условиях трека применялась радиотелеметрическая система «Sport» с регистрацией биопотенциалов сердца на самописец «N-320».

Статистический анализ. При обработке экспериментальных данных мы определяли средние значения показателей и их ошибки ($X \pm m$), степень различия средних и достоверность различий (t , p), устанавливали величину рассеивания вариант вокруг средней (σ , CV), а также определяли степень взаимосвязи между исследуемыми показателями (r).

При проведении комплексных педагогических и биологических обследований с участием спортсменов придерживались законодательства Украины об охране здоровья, Хельсинской декларации 2000 г., директивы №86/609 Европейского общества относительно участия людей в медико-биологических исследованиях.

Результаты исследования и их обсуждение. В покое у спортсменов были зарегистрированы следующие значения пульса: A - 44 ударов·мин⁻¹; B - 43 ударов·мин⁻¹; C - 52 ударов·мин⁻¹; D - 33 ударов·мин⁻¹. Наибольшая величина частоты сердечных сокращений (214 ударов·мин⁻¹) зарегистрирована у гонщика C в момент нахождения его на первой позиции. Наименьшая величина пульса наблюдалась у гонщика A (173 ударов·мин⁻¹), который занимал вторую позицию. Среднее значение пульса во время гонки $191,3 \pm 7,7$ ударов·мин⁻¹. Показатели динамики пульса во время гонки приводятся на рис. 1-4.

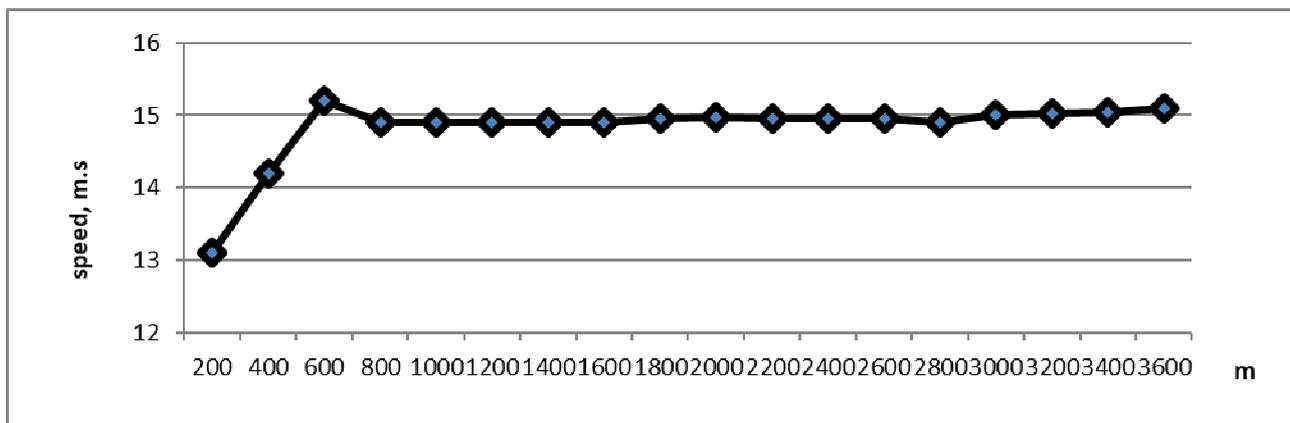


Рис. 1. Динамика скорости на дистанции 4 км

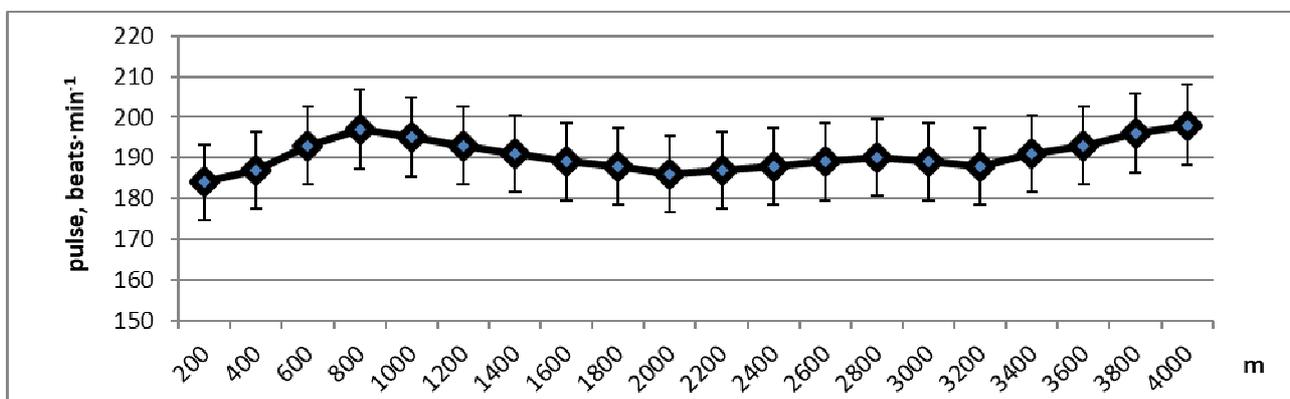


Рис.2. Средние показатели динамики пульса у четырёх гонщиков

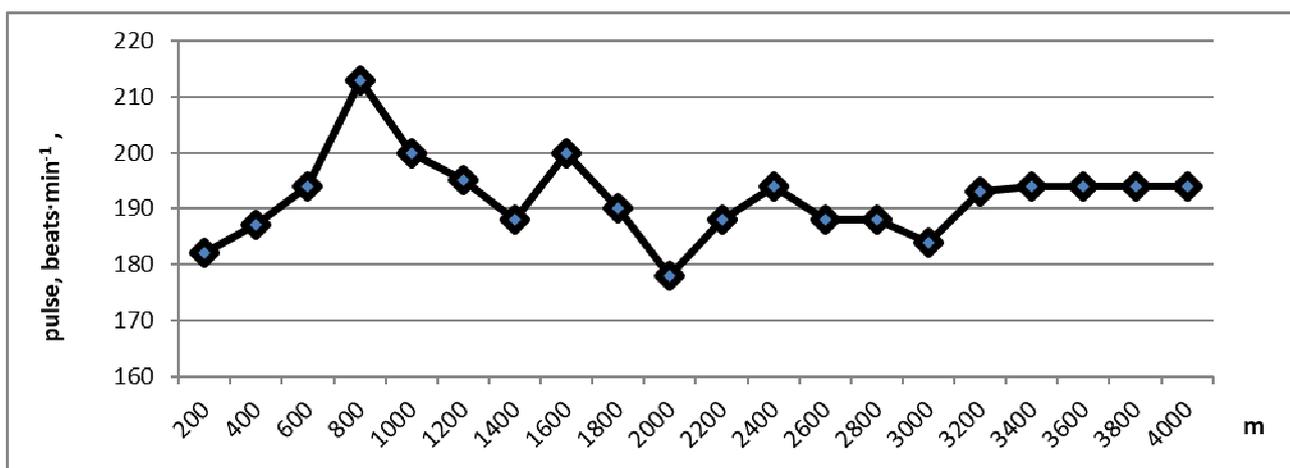


Рис. 3. Динамика пульса у гонщика С во время прохождения дистанции

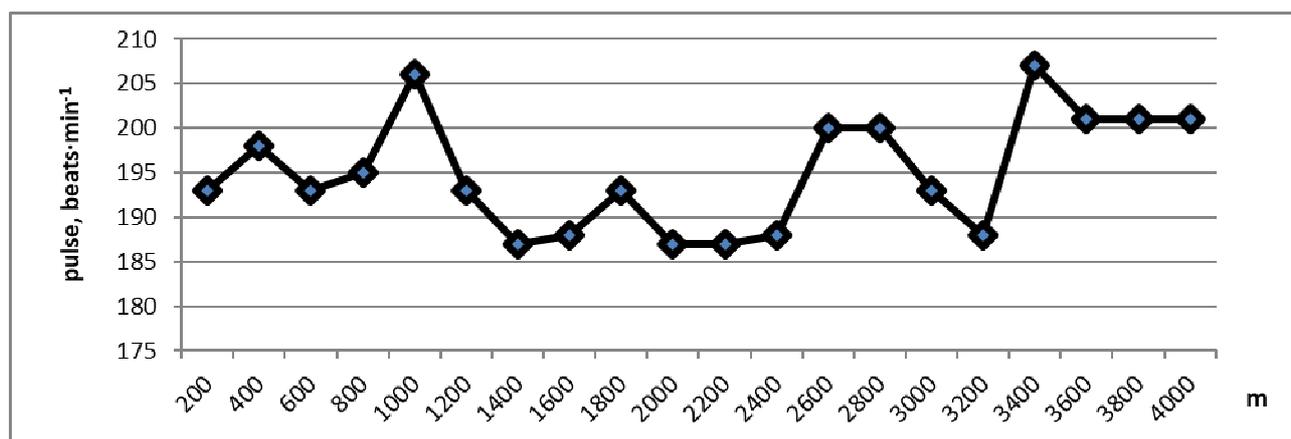


Рис. 4. Динаміка пульса у гонщика *D* во время проходження дистанції

Следует отметить однонаправленное увеличение пульса у гонщиков после прохождения ими первого круга дистанции (длина полотна трека равна 400 м). В этот момент у всех четырех гонщиков отмечаются высокие величины пульса ($197 \pm 7,4$ ударов·мин⁻¹).

Это вызвано выполнением работы высокой мощности при стартовом разгоне. На втором круге гонщики развили наивысшую скорость в этой гонке ($15,31$ м·с⁻¹, рис. 4). Третий, четвертый и пятый круги характеризуются незначительным снижением скорости ($14,90$ - $14,82$ м·с⁻¹) и умеренным снижением пульса (к пятому кругу пульс достиг $186 \pm 8,9$ ударов·мин⁻¹). К этому времени произошло окончательное вработывание вегетативных функций организма гонщиков. Следующие три круга гонщики прошли в относительно устойчивом состоянии (скорость движения - $14,82$ - $14,89$ м·с⁻¹, пульс - от $186 \pm 8,9$ до $188,5 \pm 5,3$ ударов·мин⁻¹). На девятом и десятом кругах спортсмены увеличили скорость до $15,20$ м·с⁻¹. Это повлекло за собой увеличение пульса ($194,4 \pm 10,8$ ударов·мин⁻¹).

Наивысшие показатели пульса зарегистрированы на финише ($198 \pm 5,4$ ударов·мин⁻¹). Это связано с предельной мобилизацией всех функций организма спортсменов в условиях нарастающего утомления.

В зависимости от занимаемой позиции в команде пульс гонщиков меняется. Наивысшее значение пульса наблюдалось во время лидирования ($197,6 \pm 4,6$ ударов·мин⁻¹). При переходе велосипедистов с первой на четвертую позицию пульс снижался незначительно ($192,3 \pm 5,1$ ударов·мин⁻¹). Третья и вторая позиции характеризовались наименьшими и почти равными значениями пульса (соответственно $187,3 \pm 6,7$ и $187,0 \pm 5,5$ ударов·мин⁻¹). При прохождении спортсменами заключительной части дистанции на второй, третьей и четвертой позициях, в связи с развитым у них состоянием утомления, относительное восстановление пульса не наблюдалось. Уменьшилась разница между пульсом у гонщиков, которые занимали первую и вторую позиции. Динамика восстановления сердечного ритма после работы свидетельствует о высоких адаптационных возможностях исследуемых велосипедистов. Через 3 минуты после финиша частота пульса значительно снизилась и достигла 130 - 142 ударов·мин⁻¹.

Дискуссія. При фізических нагрузках темп серцевої діяльності значительно возрастает [12, 13]. Частота ритма пульса 180-200 ударов·мин⁻¹ считается «критической», которая приводит к уменьшению объёма крови [7, 25]. Однако максимальные значения пульса могут составлять 270-280 ударов·мин⁻¹ [2, 28]; 220-246 ударов·мин⁻¹ [6, 29]; 220-250 ударов·мин⁻¹ [22, 32]; 180-200 ударов·мин⁻¹ [21, 26]; 200 ударов·мин⁻¹ [10, 19]. Пульс у хорошо тренированных спортсменов изменяется в точном соответствии с интенсивностью выполняемой работы [11, 24]. Это не наблюдается у слабо тренированных.

Результаты проведенного радиотелеметрического исследования пульса у велосипедистов, которые выступают в командной гонке преследования на 4 км, дополняют имеющиеся данные о характере влияния соревновательных нагрузок на интенсивность сердечной деятельности [4, 9]. Эти данные согласуются с данными многих авторов, которые считают, что подобные нагрузки предъявляют высокие требования как к аэробной производительности, так и анаэробным возможностям организма [1, 24]. От оптимального сочетания этих двух механизмов энергообеспечения в значительной степени зависит спортивный результат в этом виде гонок.

Вывод. Метод радиотелеметрического исследования пульса является одним из эффективных методов управления процессом спортивной тренировки, отбора и комплектования команды.

Перспективы дальнейших исследований. В последующем мы планируем исследовать пульсовые режимы велосипедистов-шоссейников. Кроме того, планируется исследование частоты сердечных сокращений велосипедистов-трековиков разных специализаций.

References.

1. Alexandrov II, Mikhhaylova IN. Efficiency of the motor activity in cycling. *Учёные записки университета имени П.Ф.Лесгафта*, 2015;12(130):25-30.
2. Andrunin MA, Golovachev AI, Krylatyh UG, Utkin VL. Эффективность работы велосипедиста при моделировании индивидуальной гонки преследования на 4 км с различными вариантами распределения сил. *Cycling*, 1981:44-46.
3. Atkinson G, Brunskill A. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. *Ergonomics*, 2000; 43:1449-1460.
4. Atkinson G, Peacock O, Passfield L. Variable versus constant power strategies during cycling time-trials: Prediction of time savings using an up-to-date mathematical model. *Journal of Sports Sciences*, 2007;25:1001-1009.
5. Boswell GP. Power variation strategies for cycling time trials: a differential equation model. *Journal of Sports Sciences*, 2012;30:651-659.
6. Broker JP, Kyle CR, Burke ER. Racing cyclist power requirements in the 4000m individual and team pursuits, *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1999;31(11).

7. Broker JP, Kyle CR, Burke ER. Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuits. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999;31(11):1677–1685. doi:10.1097/00005768-199911000-00026.
8. Craig NP, Norton KI. Characteristics of track cycling. *Sports Medicine*, 2001;31(7):457–468. doi:10.2165/00007256-200131070-00001.
9. Dorel S, Couturier A, Hug F. Influence of different racing positions on mechanical and electromyographic patterns during pedalling. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2009;19:44–54. doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00765.
10. Erik WF, Daryl LP, Irvin EF. The science of cycling: Factors Affecting Performance. *Sports Medicine* 2005;35:313-337.
11. Faria EW, Parker DL, Faria IE. The science of cycling. Factors affecting performance. *Sports Medicine*, 2005;2;35:313–337. doi:10.2165/00007256-200535040-00003.
12. Faria EW, Parker DL, Faria IE. The science of cycling. Physiology and training. *Sports Medicine*, 2005;1;35:285–312. doi:10.2165/00007256-200535040-00002.
13. Golovachev AI, Krylatyh UG. Контроль за тактической подготовленностью юных велосипедистов в индивидуальной гонке преследования. *Cycling*, 1982:42-46.
14. González-Haro C, Galilea PA, Escanero JF. Comparison of different theoretical models estimating peak power output and maximal oxygen uptake in trained and elite triathletes and endurance cyclists in the velodrome. *Journal of Sports Sciences*, 2008;26(6):591.
15. Heil DP, Derrick TR, Whittlesey S. The relationship between preferred and optimal positioning during submaximal cycle ergometry. *European Journal of Applied Physiology*, 1997;75:160–165. doi:10.1007/s004210050141.
16. Heil DP, Wilcox A, Quinn C. Cardiorespiratory responses to seat tube variation during steady state cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1995; 27:730-735.
17. Hopker J, Coleman D, Jobson SA, Passfield L. Inverse relationship between VO_{2max} and gross efficiency. *International Journal of Sports Medicine*, 2012;33:789–794. doi:10.1055/s-00000028.
18. Hug F, Marqueste T, Le Fur Y, Cozzone PJ, Grélot L, Bendahan D. Selective training-induced thigh muscles hypertrophy in professional road cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 2006;97(5):591–597. doi:10.1007/s00421-006-0218-5.
19. Khmelnytska JK, Filippov MM. Characteristics of functional tension of qualified skiers when passing rises of different difficulty. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;10:70-76. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.1011>.
20. Kolumbet AN, Dudorova LY, Babina NA, Bazulyuk TA, Maximovich NY. The control system for special preparedness of cyclists. *Pedagogics, psychology,*

medical-biological problems of physical training and sports, 2017;21(6):266–271. doi:10.15561/18189172.2017.0602.

21. Levchenko VA. Indexes of hemodynamics in a dosage of physical activity in girls against the background of low systolic blood pressure. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2015;2:43–46. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.0207>.

22. Levchenko VA, Bublyk SA, Drapchak IM, Faichak RI, Vashkevych SI. State adaptation reserves cardiorespiratory system first-year student with varying degrees of physical fitness in terms of treadmill test. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2014;5:37–41. doi:10.6084/m9.figshare.971062.

23. Marijon E, Uy-Evanado A, Reinier K, et al. Sudden cardiac arrest during sports activity in middle age. *Circulation*. 2015;131: 1384–1391.

24. Martynov VS. Модельные характеристики соревновательной деятельности в циклических видах спорта. *Моделирование соревновательной деятельности с учётом резервных возможностей спортсменов*, 1983:10-11.

25. Noakes TD. Fatal cycling injuries. *Sports Medicine*, 1995;20:348–362.

26. Pryshva OB. Influence of mature men way of life on highly intensive physical activity. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2017;21(3):126–130. doi:10.15561/18189172.2017.0305.

27. Romanchuk AP, Pisaruk VV. Change of central hemodynamics of qualified athletes for testing the use of controlled breathing and evaluation. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2013;11:77–84. doi: 10.6084/m9.figshare.817930.

28. Semsarian C, Sweeting J, Ackerman MJ. Sudden cardiac death in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 2015;49:1017–1023.

29. Silberman MR. Bicycling injuries. *Current of Sports Medicine Report*, 2013;12:337–345.

30. Tkachenko VS. Structure of competitive activity and value of its components to achieve high performance in individual time trial race. *Physical education of students*, 2012;4:120–125.

31. Wilson DG. *Bicycling Science*, 3rd ed: London: The MIT Press, 2004, p215.

32. Zameziati K, Mornieux G, Rouffet D, Belli A. Relationship between the increase of effectiveness indexes and the increase of muscular efficiency with cycling power. *European Journal of Applied Physiology*, 2006;96:274–281. doi:10.1007/s00421-005-0077-5.