

являются приближенные к реальности условия тренировок, а также возможность моделирования ситуаций практической деятельности, отработки под руководством преподавателя действий в этих ситуациях. Возможности современных технологий и технических средств позволяют профессорско-преподавательскому составу включать в педагогический процесс активные и интерактивные методы обучения, способствующие повышению уровня огневой подготовки курсантов образовательных организаций высшего образования МВД России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаричев Ю.А. Психолого-педагогические технологии обучения огневой подготовке курсантов и слушателей образовательных организаций МВД России / Ю. А. Комаричев // Борьба с преступностью: теория и практика : тезисы докладов III Международной научно-практической конференции (Могилев, 20 марта 2015 года) : в 2-х ч. – Могилев : Могилев. институт МВД, 2015. – Ч. 2. – С. 418–422.
2. Чабаяев, А.А. Совершенствование огневой подготовки курсантов и слушателей образовательных учреждений МВД России / А.А. Чабаяев, И.В. Судницин, А.А. Конычев // Эпоха науки. – 2016. – №7. – С. 29–32.
3. Торгерсен А.С. Использование тренажеров в огневой подготовке в образовательных организациях МВД России / А.С. Торгерсен // E-SCIO. – 2020. – № 10 (49). – С. 390–396.
4. Пестерев Н.Н. Использование полосы препятствий на занятиях по огневой подготовке / Н.Н. Пестерев, А.А. Моисеенко, Е.С. Щербинин // Актуальные проблемы борьбы с преступлениями и иными правонарушениями. – 2016. – № 16-2. – С. 186–188.

REFERENCES

1. Komarichev, Yu.A. (2015), “Psychological and pedagogical technologies of fire training of cadets and listeners of educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia”, *Fighting crime: theory and practice, abstracts of the III International Scientific and Practical Conference (Mogilev, March 20, 2015): in 2 Parts*, Mogilev Institute of the Ministry of Internal Affairs, Mogilev, Part 2, pp. 418-422.
2. Chabaev, A.A., Sudnitsin, I.V. and Konychev, A.A. (2016), “Improving the fire training of cadets and students of educational institutions of the Ministry of Internal Affairs of Russia”, *The age of science*, No. 7, pp. 29–32.
3. Torgersen, A.S. (2020), “The use of simulators in fire training in educational organizations of the Ministry of Internal Affairs of Russia”, *E-SCIO*, No. 10 (49), pp. 390–396.
4. Pesterev, N.N., Moiseenko, A.A. and Shcherbinin, E.S. (2016), “The use of obstacle courses in fire training classes”, *Actual problems of combating crimes and other offenses*, No. 16-2, pp. 186–188.

Контактная информация: antonpov71@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.03.2021

УДК 797.21

ВНУТРИЦИКЛОВАЯ СКОРОСТЬ ПЛОВЦОВ-БРАССИСТОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Олег Игоревич Попов, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой, Андрей Анатольевич Митрофанов, аспирант, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, Москва

Аннотация

Изменения мгновенной скорости на протяжении цикла движений в плавании является одним из объективных количественных критериев, используемых при анализе техники. В брассе колебания внутрицикловой скорости наибольшие среди спортивных способов плавания, причем картина динамики неодинакова для различных вариантов техники. Проведён анализ динамики внутрицикловой скорости 5 пловцов-брассистов различной квалификации методом гидроакустиче-

ской спидографии. Установлены различия в структуре двигательных действий испытуемых. Средняя скорость плавания достоверно взаимосвязана с коэффициентами гидродинамической добротности ($r = 0,560-0,679$), вариативностью внутрициклового скорости ($r = -0,651$) и минимальной скоростью в цикле движений ($r = 0,642$).

Ключевые слова: внутрицикловая скорость, подводная съёмка, брасс, методика гидроакустической спидографии.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.3.p352-357

INTRACYCLIC SPEED OF BREASTSTROKE SWIMMERS OF VARIOUS QUALIFICATIONS

Oleg Igorevich Popov, the doctor of pedagogical sciences, professor, department chair, Andrey Anatolievich Mitrofanov, the post-graduate student, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism, Moscow

Abstract

Changes in the instantaneous speed during the cycle of movements in swimming are one of the objective quantitative criteria used in the analysis of the technique. In breaststroke, intra-cycle speed fluctuations are the greatest among the sports swimming methods, and the dynamics picture is not the same for different variants of the technique. The analysis of the dynamics of the intra-cycle speed of 5 breaststroke swimmers of various qualifications by the method of hydro acoustic speedography was carried out. Differences in the structure of motor actions of the subjects were established. The average speed of swimming is significantly correlated with the coefficients of hydrodynamic quality factor ($r = 0.560-0.679$), the variability of the intra-cycle speed ($r = -0.651$) and the minimum speed in the cycle of movements ($r = 0.642$).

Keywords: intracyclic velocity, underwater video footage, breaststroke, hydro acoustic speedography method.

ВВЕДЕНИЕ

Внутрицикловая скорость (ВЦС) плавания является одним из важнейших объективных количественных критериев, используемых при анализе техники плавания [6]. В брассе ее колебания наибольшие среди спортивных способов плавания [1, 7, 10, 11, 12, 14, 15]. В способе брасс выделяют несколько разновидностей, которые различаются максимальными углами атаки в цикле и степенью волнообразности движений. Причем для различных вариантов техники профили колебаний ВЦС в цикле несколько разнятся [8, 14]. Поскольку продолжительность цикла движений различается, для сравнений обычно используют нормализацию по времени [14]. Существуют теоретические представления, что уменьшение колебаний ВЦС должно приводить к увеличению средней скорости в цикле движений. В связи с чем предложены различные коэффициенты качества техники: коэффициент вариации внутрициклового скорости [7], коэффициент добротности, рассчитываемый на основе сравнения максимального и минимального значений [2] и его модификация, учитывающая среднецикловую скорость [3]. В данных работах практически нет материалов по значениям данных коэффициентов для спортсменов различной квалификации, что делает актуальным продолжение исследований в данной области с целью обоснования методики анализа колебаний внутрициклового скорости при плавании брассом.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Значения ВЦС определялись с помощью методики гидроакустической спидографии [4, 5]. Измерения проводились в бассейне «МОЦВС», с участием (5) пловцов в возрасте 16–28 лет, имеющих квалификации от I разряда до мсмк. Испытуемые были заранее осведомлены с целями и условиями проведения эксперимента и дали своё согласие на обработку персональных данных. Использовался мерный 10-метровый отрезок, с предварительным разгоном 5 м. Заплывы осуществлялись с максимальной скоростью, в каждом

из которых отбиралось 5 циклов гребковых движений. Для выравнивания продолжительности циклов вместо значений времени мы использовали проценты [5]. В качестве оценки стабильности паттернов ВЦС в 5 последовательных циклах рассчитывалось стандартное отклонение (SD). Предварительно картина динамики сглаживалась с помощью регрессионного анализа таким образом, чтобы на графике было 50 равных процентных интервалов (0, 2, 4 ... 100%). Качество техники оценивалось по коэффициентам добротности КГД [2], КГДм [3] и коэффициенту вариации ВКС V% для каждого цикла.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На рисунке 1 представлено 5 циклов пловца СК (мсмк). Как видно из графика, общая картина динамики в них в основном совпадает. В то же время величина пиков скорости, продолжительность отдельных фаз различаются.

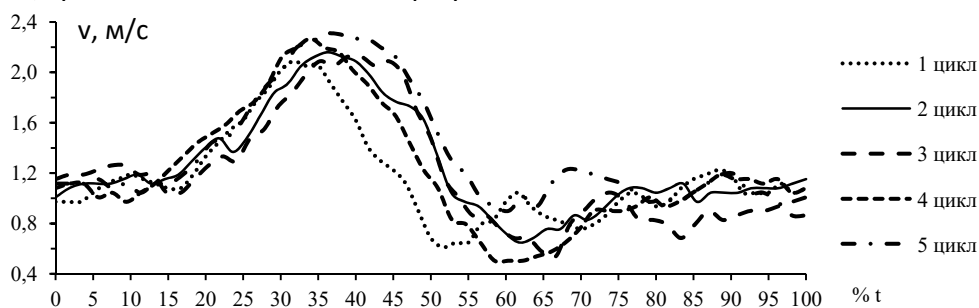


Рисунок 1 – Динамика ВЦС в пяти последовательных циклах плавания брассом (испытуемый СК, мсмк)

На рисунке 2 данные из предыдущего рисунка представлены в виде средних по пяти циклам значений с указанием SD. Фазы цикла отмечены по [2, 14]: 1 – гребок руками; 2 – выведение рук вперед с одновременным сгибанием ног; 3 – удар ногами; 4 – скольжение.

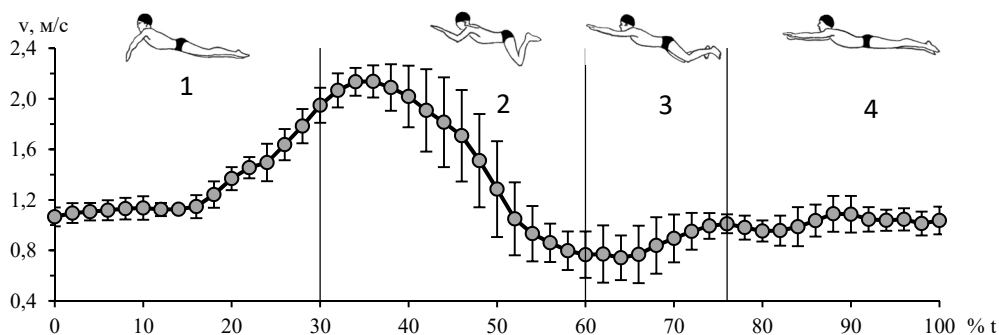
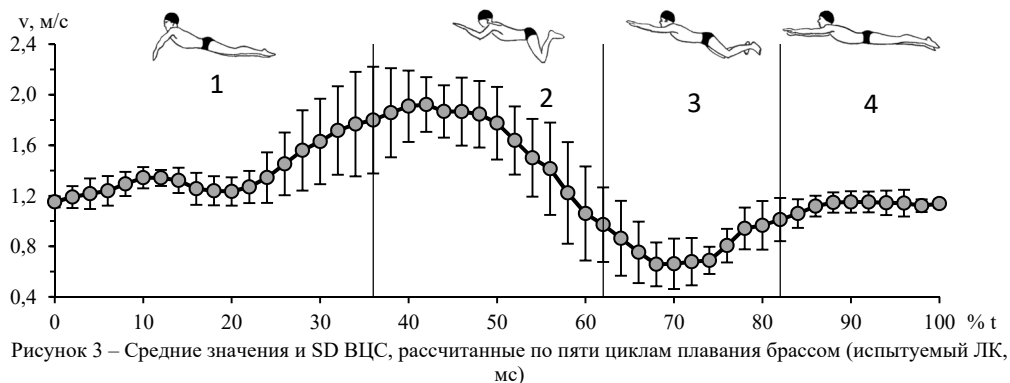


Рисунок 2 – Средние значения и SD ВЦС, рассчитанные по пяти циклам плавания брассом (испытуемый СК, мсмк)

У пловца СК (мсмк) нарастание ВЦС в 1-й и начале 2-й фаз сопровождается низкими значениями SD. Снижение ВЦС в середине 2-й фазы сопровождается значительным увеличением SD. Относительно высокие величины SD наблюдаются и на протяжении почти всей 3-й фазы. Данный аспект объясняется тем, что спортсмен и тренер в последних тренировочных циклах активно экспериментировали с амплитудой движений ног – что могло приводить к отсутствию автоматизма двигательного навыка именно в эти моменты фаз, что также выражается в отсутствии выраженного второго пика скорости при ударе ногами.

У испытуемого ЛК (мс) наблюдается также 2 выраженных пика колебаний SD мгновенной скорости, но они локализованы несколько иначе: в конце 1-й и 2-й фаз (рису-

нок 3). Данная неравномерность нарастания скорости может быть вызвана двумя ключевыми ошибками: 1) нарушением обтекаемого положения тела; 2) неправильной ориентацией рук в конце фазы гребка руками; 3) изменяющимся от цикла к циклу ускорением рук при их сведении к туловищу.



Стоит отметить, что у всех без исключения испытуемых имеются существенные колебания скорости в фазах 2 и 3 соответственно. Видимо, наиболее сложно-контролируемыми движениями в брассе являются: сгибание ног в момент выведения рук вперед, ротация голени и стоп для выполнения последующего эффективного отталкивания ногами, удар ногами. Максимальные значения ВЦС как у пловцов СК и ЛК, так и у трех других обнаружены в конце гребка руками, что совпадает с данными, полученными в исследовании [2].

Пловцы СК (мс) и ЛК (мс) имеют длительность фазы скольжения порядка 0,2 секунды, в то время как пловцы уровня КМС и I взрослого разряда – около 0,1 секунды. В исследованиях [9], элитные пловцы также имели большее время скольжения, что авторы интерпретировали как свидетельство лучшей координации движений рук и ног.

Индивидуальные и среднegrупповые показатели техники плавания брассом представлены в таблице 1. Значения КГД имеют тенденцию к увеличению с ростом квалификации пловцов, однако с учетом сравнительно небольшого количества испытуемых она статистически не значима. Средние значения по группе ($1,08 \pm 0,03$) соответствуют литературным данным (1,09) [2]. Коэффициент вариации ВЦС V% заметно больше у пловца-перворазрядника (44,8%), у более квалифицированных пловцов варьирует от 31,5 до 35,1%.

Таблица 1 – Показатели техники плавания брассом у спортсменов различной квалификации

Пловец	КГД	КГДm	V%	Темп, ц/мин
СК (мс)	$1,10 \pm 0,04$	$0,35 \pm 0,04$	$35,1 \pm 3,2$	$54,7 \pm 2,7$
ЛК (мс)	$1,07 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,04$	$31,7 \pm 3,1$	$50,4 \pm 4,2$
ХИ (кмс)	$1,11 \pm 0,05$	$0,39 \pm 0,07$	$34,0 \pm 4,7$	$57,1 \pm 3,6$
ЩА (кмс)	$1,09 \pm 0,05$	$0,42 \pm 0,06$	$31,5 \pm 4,9$	$51,2 \pm 4,8$
ВБ (I р.)	$1,04 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,02$	$44,8 \pm 4,0$	$56,7 \pm 2,1$
По группе	$1,08 \pm 0,03$	$0,37 \pm 0,06$	$35,4 \pm 5,5$	$54,0 \pm 3,1$

Корреляционный анализ показал, что средняя скорость плавания не зависит от максимальной скорости в цикле ($r = 0,089$) и достоверно взаимосвязана с минимальной скоростью ($r = 0,642$). Взаимосвязь средней скорости с показателями техники также на среднем уровне, хотя и статистически значима: $-0,651$ у V%, $0,560$ у КГД и $0,679$ у КГДm. Стабильность техники, оцениваемая по показателю SD не показала статистически достоверной взаимосвязи со средней скоростью плавания ($r = -0,366$; $r_{0,05} = 0,388$). Темп в данной выборке не взаимосвязан со всеми показателями, включая скорость

($0,07 < r < 0,291$).

Частично это объясняется тем, что существует несколько вариантов техники современного брасса. Так, в работах [13] описано 6 разновидностей техники, что приводит к большому разнообразию количественных характеристик техники (продолжительность и соотношение фаз, угол атаки, степень волнообразности движений, величина вертикальных перемещений головы, плеч, бедра, центра масс и др.). По-видимому, для выведения четких зависимостей между параметрами техники и скоростью плавания необходимо увеличить количество испытуемых для полноценного анализа брассистов, использующих различные варианты гребковых движений.

ВЫВОДЫ

1) Наибольшие колебания скорости (SD) наблюдаются у всех испытуемых в фазах: выведения рук вперёд с одновременным сгибанием ног, удар ногами. При этом высококвалифицированные пловцы демонстрируют более стабильные показатели в ключевых фазах гребковых движений (гребок руками и отталкивание ногами).

2) При анализе техники плавания необходимо учитывать разновидность варианта брасса.

3) Предложенная методика определения эффективности техники плавания с позиции её освоенности (автоматизма) может применяться в тренерской практике для коррекции движений в определённых фазах цикла гребка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев А.В. Коррекция техники плавания брассом на основе оптимизации кинематических характеристик движений ногами / А.В. Гусев, В.Л. Кондаков, А.В. Самус // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – № 10 (176). – 2019. – С. 121–124.

2. Колмогоров, С.В. Оценка эффективности технического мастерства пловцов / С.В. Колмогоров, А.Б. Кочергин // Плавание: наука побеждать. – 2010. – № 1. – С. 42–48.

3. Крылов, А.И. Внутрицикловая скорость плавания кролем на груди / А.И. Крылов, А.А. Бутов, Е.О. Виноградов // Учёные записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 2 (132) – С. 106–110.

4. Митрофанов, А.А. Использование гидроакустической спидографии для оценки внутрицикловой скорости в плавании / А.А. Митрофанов, Н.Ж. Булгакова, О.И. Попов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – №10 (164). – С. 224–229.

5. Митрофанов А.А. Взаимосвязь внутрицикловой скорости пловцов с темпом и шагом / А.А. Митрофанов, О.И. Попов // Спортивно-педагогическое образование : сетевое издание. – 2019. – № 2. – С. 21–25. – URL: <http://lib.sportedu.ru/Press/SPO/2019s2.pdf> (дата обращения: 11.02.2021).

6. Попов, О.И. Внутрицикловая скорость как критерий эффективности техники плавания / О.И. Попов, Т.Г. Фомиченко // Теоретико-методологические основы и современные технологии физической культуры и спорта : коллективная монография. – Москва : ГЦОЛИФК, 2018. – С. 304–340.

7. Barbosa, T.M. The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers/ Barbosa, Tiago M., Morouço, P., Jesus, S. // International Journal of Sports Medicine. – 2013. – Vol 34., No 2. – P. 123–130.

8. Colman, V. A comparison of the intra-cyclic velocity variation in breaststroke swimmers with flat and undulating styles / Colman, V., Persyn, U., Daly, D., Stijnen, V. // Journal of Sports Sciences. – 1998. – Vol. 16. – P. 653–665.

9. D'Acquisto, L.J. Relationship between intra-cyclic linear body velocity fluctuations, power, and sprint breaststroke performance / L.J. D'Acquisto, D.L. Costill // Journal of Swimming Research. – 1998. – Vol. 13. – P. 8–14.

10. Hahn, A. Application of knowledge gained from the coordination of partial movements in breaststroke and butterfly swimming for the development of technical training / A. Hahn, T. Krug // Swimming Science VI. – 1992. – Vol. 1. – P. 167–171.

11. Matheson, E. A kinematic analysis of the breaststroke kick / E. Matheson, Y. Hwang, J. Romack // Portuguese Journal of Sport Sciences. – 2011. – Vol. 11 (Suppl. 2). – P. 331–334.

12. Olstad, B.H. Muscle activation and kinematic differences between breaststroke swimming and technique/drill exercises: a case study of a world champion breaststroker / B. H. Olstad, J. Lauer, D.

Haakonsen // XIIIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming. – At: Canberra, Australia, 2014. – P. 200–205.

13. Sanders, R.H. Breaststroke technique variations among New Zealand Pan Pacific squad swimmers / R.H. Sanders // *Swimming Science VII*. J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strass, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, T.A. Trappe (Eds). – London, 1996. – P. 64–69.

14. Seifert, L. Breaststroke Kinematics / L. Seifert, H. Leblanc, D. Chollet // *Swimming Science and Performance*. – P. 135–152.

15. Strzala, M. Swimming speed of the breaststroke kick / M. Strzala, P. Krezalek, M. Kaca // *Journal of Human Kinetics*. – Vol. 35. – P. 133–139.

REFERENCES

1. Gusev, A.V., Kondakov, V.L. and Samus, A.V. (2019), “Correction of techniques of breaststroke swimming on the basis of optimization of kinematic characteristics of motion with feet”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 10 (176), pp. 121–124.

2. Kolmogorov, S.V. and Kochergin, A.B. (2010), “Evaluation of the effectiveness of technical skills of swimmers”, *Plavanie: nauka pobezhdat'*, No 1. – pp. 42–48.

3. Krylov, A.I., Butov, A.A. and Vinogradov, E.O. (2016), “Hydrodynamic quality and instantaneous intra-cycle swimming velocity”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 2 (132), pp. 106–110.

4. Mitrofanov, A.A., Bulgakova, N.Zh. and Popov, O.I. (2018), “Usage of hydroacoustic speedometer for estimating intra-cyclic velocity in swimming”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 10 (164), pp. 224–229.

5. Mitrofanov, A.A. and Popov, O.I. (2019), “Relationship of intra-cycle swimmers speed with pace and stroke lengths”, *Sport and pedagogical education: online edition*, No. 2, pp. 21–25.

6. Popov, O.I. and Fomichenko, T.G. (2018), “Intra-cycle speed as a criterion for the effectiveness of swimming techniques”, in Mikhailova T.V. et al (Eds), *Theoretical and methodological foundations and modern technologies of physical culture and sports: collective monograph*, Moscow, pp. 304–340.

7. Barbosa, Tiago M., Morouço, P., Jesus, S. (2013). “The interaction between intra-cyclic variation of the velocity and mean swimming velocity in young competitive swimmers”, *International Journal of Sports Medicine*, Vol 34:2, pp. 123–130.

8. Colman, V., Persyn, U., Daly, D. and Stijnen, V. (1998), “A comparison of the intra-cyclic velocity variation in breaststroke swimmers with flat and undulating styles”, *Journal of Sports Sciences*, Vol. 16, pp. 653–665.

9. D'Acquisto, L.J. and Costill, D.L. (1998). “Relationship between intra-cyclic linear body velocity fluctuations, power, and sprint breaststroke performance”, *Journal of Swimming Research*, Vol. 13, pp. 8–14.

10. Hahn, A., Krug, T. (1992), “Application of knowledge gained from the coordination of partial movements in breaststroke and butterfly swimming for the development of technical training”, *Swimming Science VI*, Vol. 1, pp. 167–171.

11. Matheson, E., Hwang, Y., Romack, J. (2011), “A kinematic analysis of the breaststroke kick”, *Portuguese Journal of Sport Sciences*, Vol. 11 (Suppl. 2), pp. 331–334.

12. Olstad, B. H., Lauer, J., Haakonsen, D. (2014), “Muscle activation and kinematic differences between breaststroke swimming and technique/drill exercises: a case study of a world champion breaststroker”, *XIIIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*, pp. 200–205.

13. Sanders, R.H. (1996), “Breaststroke technique variations among New Zealand Pan Pacific squad swimmers”, In J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strass, S.W. Trappe, J.M. Cappaert, T.A. Trappe (Eds), *Swimming Science VII*, London, pp. 64–69.

14. Seifert, L., Leblanc, H., Chollet, D. (2010), “Breaststroke Kinematics”, *Swimming Science and Performance*, pp. 135–152.

15. Strzala, M., Krezalek, P., Kaca, M. (2012). “Swimming speed of the breaststroke kick”, *Journal of Human Kinetics*, Vol. 35, pp. 133–139.

Контактная информация: popov.oi@rgufk.ru

Статья поступила в редакцию 23.03.2021