

УДК 797.21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СПИДОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВНУТРИЦИКЛОВОЙ СКОРОСТИ В ПЛАВАНИИ

Андрей Анатольевич Митрофанов, магистрант, Нина Жановна Булгакова, доктор педагогических наук, профессор, член-корреспондент РАО, Олег Игоревич Попов, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой, Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

Аннотация

Используя метод гидроакустической спидографии, были зарегистрированы профили колебаний внутрициклового скорости плавания 14 пловцов различной квалификации. Синхронизировано велась подводная видеозапись. Обнаружена высокая корреляция скоростей, полученных методом гидроакустической спидографии и анализом видео. В тоже время имеются некоторые различия между абсолютными значениями данных скоростей.

Ключевые слова: внутрицикловая скорость, подводная видеосъемка, гидроакустическая спидография.

USAGE OF HYDROACOUSTIC SPEEDOMETER FOR ESTIMATING INTRA-CYCLIC VELOCITY IN SWIMMING

Andrey Anatolyevich Mitrofanov, the post-graduate student, Nina Zhanovna Bulgakova, the doctor of pedagogical sciences, professor, Corresponding member of the Russian Academy of education, Oleg Igorevich Popov, the doctor of pedagogical sciences, professor, department chairman, Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow

Annotation

Using the method of hydroacoustic speedography, the profiles of fluctuations in the intra-cyclic swimming velocity of 14 swimmers of various qualifications were recorded. Synchronized underwater video recording was carried out. The high correlation of the velocities obtained by the method of hydroacoustic speedography and video analysis was found. At the same time, there are some differences between the absolute values of these speeds.

Keywords: intra-cyclic velocity, underwater video filming, hydroacoustic speedography.

ВВЕДЕНИЕ

В цикле плавательных движений скорость перемещения спортсмена варьирует. Внутрициклового скоростью (ВЦС) тела в воде принято считать мгновенные значения горизонтальной составляющей скорости точки, расположенной вблизи от центра масс (на поясе пловца). Эти значения регистрируют:

1) с помощью механического спидометра (спидографа), присоединенного к компьютеру с синхронизированной видеосъемкой [Alberty 2005, Arellano 2014, Barbosa 2013, Matsuda 2014];

2) на основе анализа видеозаписи с помощью специального программного обеспечения [Мосунов, Крылов, 2014, 2016];

3) методом гидроакустической спидографии, основанном на эффекте Доплера [Койгеров 1984, Колмогоров 2010, Кочергин, 2010].

Значения ВЦС фиксируют с частотой от 25 до 200 Гц. Считается, что излишние колебания внутрициклового скорости приводят к росту сопротивления и значительно повышают энергозатраты [Alberty 2005, Arellano 2014, Barbosa 2013, Matsuda 2014]. В качестве показателя, отражающего флуктуации ВЦС, используют:

1) разность между максимумом и минимумом ВЦС, выраженном в проценте от средней скорости, в среднем 19% [Nazgati 2015];

2) коэффициент вариации значений ВЦС в процентах от средней скорости варьирующий в пределах от 14 до 21 % [Matsuda 2014, Schnitzler 2010];

3) коэффициент гидродинамической добротности (КГД), представляющий из себя частное от деления квадрата максимальной скорости на разность квадратов максимальной и минимальной скорости [Колмогоров, 2010]. Вместо квадрата максимальной скорости в числителе формулы [Крылов 2016] предложил использовать квадрат средней скорости.

Тесной взаимосвязи между колебаниями ВЦС и спортивными достижениями ни в одном из исследований не обнаружено, хотя у пловцов высокой квалификации она в среднем несколько выше, чем у менее квалифицированных. Некоторые исследователи, например, [Leblanc H 2007] обнаружили более высокие значения вариации ВЦС у элитных пловцов с сравнении с менее квалифицированными брассистами. [Крылов 2016, 2017] отметили увеличение КГД с ростом скорости плавания. Такие противоречия между данными исследователей требуют как уточнения и стандартизации метрологических требований, так и сопоставления данных, получаемых различными методами. В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования была оценка погрешности существующей методики гидроакустической спидографии.

МЕТОДИКА

Значения ВЦС были получены с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК), разработанного в лаборатории кафедры плавания ГЦОЛИФК [Койгеров, 1984]. Современный АПК является дальнейшим усовершенствованием предыдущего (вместо тележки, перемещаемой по бортику, используется лыжа, скользящая по воде, изображение записывается непосредственно в файл и др.), который является аналогом используемого в КНГ сборной команды России [Колмогоров, А.Б. Кочергин 2010]. АПК позволяет неконтактным способом получать данные ВЦС (рис.1 и 2), синхронизированные с подводной видеозаписью пловца в сагиттальной плоскости.

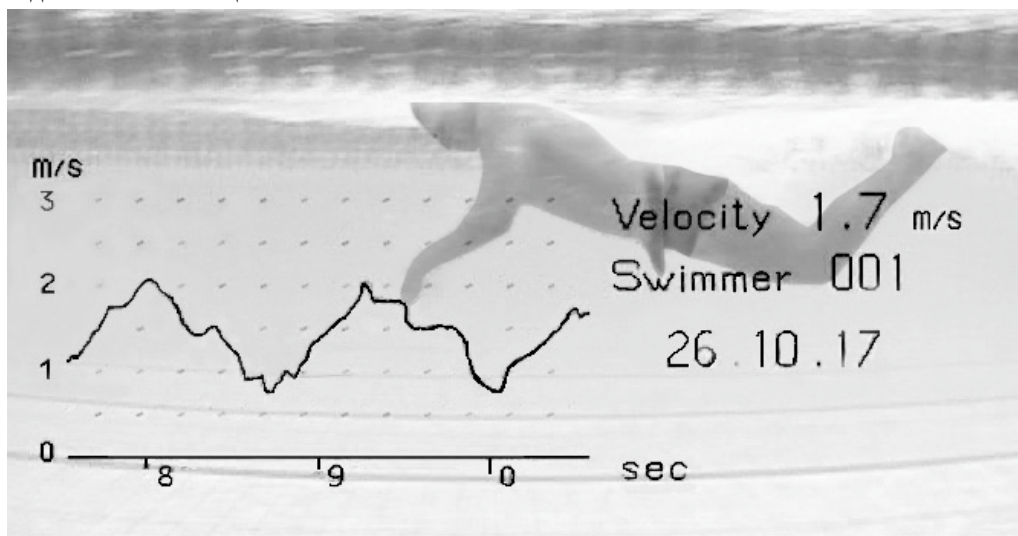


Рисунок 1 – Стоп-кадр видеозаписи с аналоговым отображением динамики ВЦС за предыдущие 3с (яркость и контрастность увеличены)

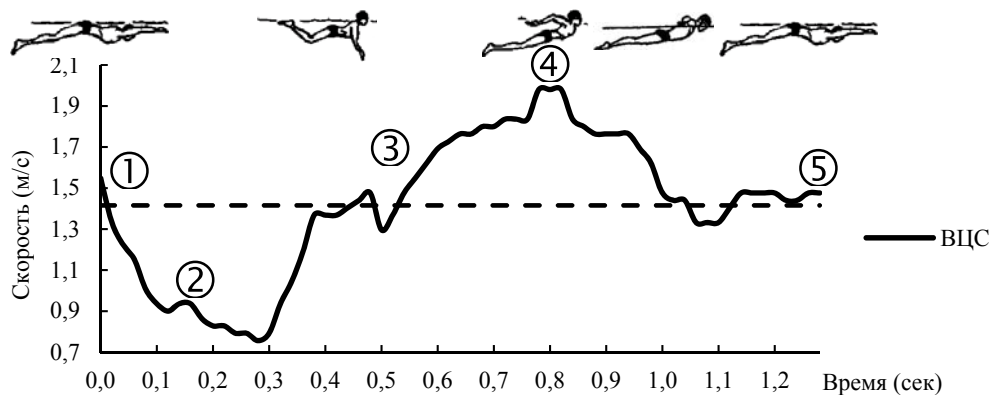


Рисунок 2 – Динамика ВЦС в одном цикле движений баттерфляем, построенный по экспортируемым в MS Excel численным значениям ВЦС. Цифрами обозначены окончание фаз движений рук: 1 – вход в воду, 2– захват; 3 – подтягивание, 4 – отталкивание, 5 – пронос.

В состав АПК входят: лыжа с подводной видеоголовкой, скользящая по поверхности воды; видеокамера, выполняющая роль записывающего устройства; излучатель ультразвука, закрепленный на поясе пловца; приёмно-измерительный датчик (гидрофон), располагаемый под водой на уровне 30 см от поверхности; компьютер. Программа захвата скорости «Velocity Capture» фиксирует значения ВЦС с временным интервалом 0,02 с (50 Гц). Значения ВЦС экспортируются в файл формата MS Excel. Все компоненты соединяются в единую сеть по кабелю. Видеофайлы с аналоговым графиком ВЦС записывались с частотой 25 кадров в с.

При анализе использовался автоматизированный пакет программ Statistica 10.0 и MS Excel 2014 для проведения математической и статистической обработки данных.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Сбор экспериментальных данных осуществлялся в 50-метровом бассейне РГУФКС-МиТ (ГЦОЛИФК) г. Москвы. 14 пловцов (4 женщины и 10 мужчин, возраст в среднем $20,7 \pm 2,3$ года, варьировал от 17 до 24 лет, квалификация – от 2 разряда до ЗМС) проплыли 10 м на ногах и в полной координации кролем на груди и баттерфляем с различной субъективной интенсивностью (в полную силу, в $\frac{3}{4}$ и в $\frac{1}{2}$ силы). Всего было выполнено 75 попыток.

Определялась среднее значение ВЦС по данным, полученным гидроакустическим методом ($V_{ГМ}$) и анализом видео ($V_{В}$). Коэффициенты гидродинамической добротности (КГД и КГД_М) определялись в соответствии с рекомендациями [Колмогоров, 2010] и [Крылов 2016]:

$$\begin{aligned} \text{КГД} &= V_{\max}^2 / (V_{\max}^2 - V_{\min}^2), \\ \text{КГД}_M &= V_{\text{mean}}^2 / (V_{\max}^2 - V_{\min}^2), \end{aligned}$$

где V_{\max}^2 – максимум ВЦС, V_{\min}^2 – минимум ВЦС, V_{mean}^2 – среднее значение ВЦС.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из рисунка 1, средние значения скоростей, определяемые гидроакустическим способом ($V_{ГМ}$) и с помощью анализа видеозаписи ($V_{В}$), близки по величине, но полностью не совпадают. Различие составляет $0,22 \pm 0,07$ с, и варьирует в пределах 0,08–0,41 м/с. Все значения $V_{ГМ}$ меньше, чем $V_{В}$. Между этими скоростями существует тесная взаимосвязь ($r = 0,983$), уравнение регрессии: $V_{В} = 1,139 \times V_{ГМ} + 0,062$ (м/с). По-видимому, в методике измерений имеется систематическая погрешность. Причем имеется тенденция к большему различию между изучаемыми параметрами с увеличением средней скорости, зафиксированной в эксперименте.

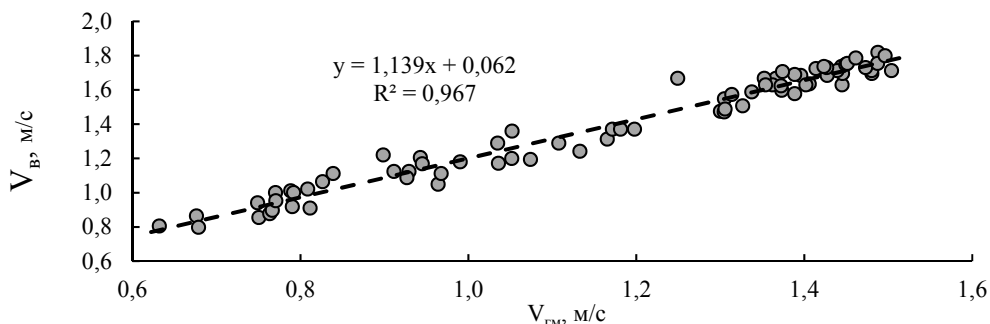


Рисунок 3 – Соотношение средних значений скоростей, определяемых гидроакустическим способом ($V_{ГМ}$) и с помощью анализа видеозаписи ($V_{В}$)

Так, при плавании на ногах со скоростью $1,093 \pm 0,208$ м/с различие составило $0,156 \pm 0,04$ м/с, при плавании в полной координации со скоростью 1,65 м/с и выше – $0,290 \pm 0,044$ м/с, при меньших скоростях – $0,228 \pm 0,038$ м/с. Подобное несовпадение с реальной скоростью плавания может быть обусловлено следующими причинами: неудачное место расположения излучателя ультразвука, недостаточная жесткость крепления излучателя, продольные и поперечные колебания гидроакустического пояса, которые вызваны особенностями техники плавания спортивными способами.

Средние значения КГД при плавании кролем составили $1,415 \pm 0,098$, КГДм – $0,875 \pm 0,115$. При плавании кролем на ногах эти величины составили, соответственно, $1,582 \pm 0,151$ и $1,071 \pm 0,181$. Существенные различия между значениями КГД и КГДм объясняются использованием средней скорости вместо максимальной. Между этими показателями существует тесная взаимосвязь, $r = 0,958$. Статистически достоверной взаимосвязи этих параметров с лучшими результатами и скоростью при тестировании не обнаружено.

ВЫВОДЫ

- 1) Установлена сильная взаимосвязь средних значений скоростей, полученных гидроакустическим способом и с помощью анализа подводного видео ($r = 0,983$).
- 2) Обнаруженные различия скоростей свидетельствуют о некоторой погрешности метода гидроакустической спидографии, что требует углубленного тестирования данной методики.
- 3) Использование регрессионной модели позволяет существенно повысить точность определения ВЦС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Койгеров, С.В. Средства оперативного контроля за спортивно-технической подготовленностью высококвалифицированных пловцов / С.В. Койгеров, А.В. Укстин, К.К. Молинский // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 7. – С. 7-9.
2. Колмогоров, С.В. Оценка эффективности технического мастерства пловцов. Способ плавания брасс / С.В. Колмогоров, А.Б. Кочергин // Плавание. – 2010. – № 1 (4). – С. 42-48.
3. Кочергин, А.Б. Способ плавания кроль / А.Б. Кочергин // Плавание. – 2010. – № 4. – С. 63-66.
4. Крылов, А.И. Внутрицикловая скорость плавания кролем на груди / А.И. Крылов, А.А. Бутов, Е.О. Виноградов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 2 (132). – С. 106-110.
5. Крылов, А.И. Коррекция техники плавания на основе динамических характеристик гребка / А.И. Крылов, Е.О. Виноградов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 4 (146). – С. 102-105.
6. Крылов, А.И. Нататометр – прибор для коррекции стиля плавания на основе определения внутрицикловой скорости / А.И. Крылов, А.А. Бутов, Дж. Вент // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 7 (113). – С. 109-112.

7. Мосунов, Д.Ф. Методика прикладного анализа внутрициклового скорости пловца / Д.Ф. Мосунов // *Адаптивная физическая культура*. – 2013. – № 4 (56). – С. 49-53.
8. Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke / M. Alberty, M. Sidney, F. Huot-Marchand [et al.] // *International Journal of Sports Medicine*. – 2005. – Vol. 26. – P. 471-475.
9. Effect of sculling propulsion on body kinematics in displacement / R. Arellano, G. Lopez-Contreras, B. de la Fuente [et al.] // *Biomechanics and Medicine in Swimming. Proceedings of the XIIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*. – Canberra : Australian Institute of Sport, 2014. – P. 74-79.
10. Characterization of speed fluctuation and drag force in young swimmers: A gender comparison / T.M. Barbosa, M.J. Costa, J.E. Morais [et al.] // *Human Movement Science*. – 2013. – Vol. 32. – Is. 6. – P. 1214-1225.
11. Comparison Between Velocity Profiles of The Assisted Towing Method and Free Swim Velocity / P. Hazrati, P.J. Sinclair, B.R. Mason, W. Spratford // *33rd International Conference on Biomechanics in Sports*. – Poitiers, 2015. – P. 600-603.
12. Intra-cyclic distance per stroke phase, velocity fluctuations and acceleration time ratio of a breaststroker's hip: a comparison between elite and nonelite swimmers at different race paces / H. Leblanc, L. Seifert, C. Tourny-Chollet, D. Chollet // *Int J Sports Med*. – 2007. – Vol. 28. – N 2. – P. 140-147.
13. Intracyclic Velocity Variation and Arm Coordination for Different Skilled Swimmers in the Front Crawl / Y. Matsuda, Y. Yamada, Y. Ikuta [et al.] // *J Hum Kinet*. – 2014. – Vol. 44. – P. 67-74.
14. Application of video-based methods for competitive swimming analysis: a systematic review / R. Mooney, G. Corley, A. Godfrey, C. Osborough, L.R. Quinlan, G. O'Laighin // *Sport Exerc Med Open J*. – 2015. – Vol. 1. – N 5. – P. 133-150.
15. Hip velocity and arm coordination in front crawl swimming / C. Schnitzler, L. Seifert, M. Alberty, D. Chollet // *Int J Sports Med*. – 2010. – Vol. 31. – P. 875-881.

REFERENCES

1. Koigerov, S.V. Uxtin, A.V. and Molinsky, K.K. (1984), "Means of operational control over sports and technical readiness of highly qualified", *Theory and practice of physical culture*, No. 7, pp. 7-9.
2. Kolmogorov, S.V. and Kochergin, A.B. (2010), "Evaluation of the effectiveness of technical skill swimmers. Breaststroke", *Plavaniye*, No. 1(4), pp. 42-48.
3. Kochergin, A.B. (2010), "Crawl stroke", *Plavaniye* No. 4, pp. 63-66.
4. Krylov, A.I., Boutov, A.A. and Vinogradov, E.A. (2016), "Quality and instantaneous intra-cycle swimming velocity", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 132, No. 2, pp. 106-110.
5. Krylov, A.I., and Vinogradov, E.O. (2017), "Correction of swimming techniques using dynamic characteristics of the stroke", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 146, No. 4, pp. 102-105.
6. Krylov, A.I., Boutov, A.A. and Wendt, G. (2014), "Nanatometr. Real-time velocity data for swimming stroke correction", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 113, No. 7, pp.109-112.
7. Mosunov, D.F. (2013), "Methods of applied analysis of the swimmer's intra-cycle velocity", *Adaptivnaya fizicheskaya kultura*, Vol. 56, No. 4, pp. 49-53.
8. Alberty, M., Sidney, M., Huot-Marchand, F. et al. (2005), "Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke", *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 26, pp. 471-475.
9. Arellano, R., Lopez-Contreras G., de la Fuente, B. et al. (2014), "Effect of sculling propulsion on body kinematics in displacement", *In: Biomechanics and Medicine in Swimming. Proceedings of the XIIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*, Canberra, Australian Institute of Sport, pp. 74-79.
10. Barbosa, T.M., Costa, M.J., Morais, J.E. et al. (2013), "Characterization of speed fluctuation and drag force in young swimmers: A gender comparison", *Human Movement Science*, Vol. 32, Is. 6, pp. 1214-1225.
11. Hazrati, P., Sinclair, P.J., Mason, B.R. and Spratford, W. (2015), "Comparison Between Velocity Profiles of The Assisted Towing Method and Free Swim Velocity", *33rd International Conference on Biomechanics in Sports*, Poitiers, pp. 600-603.
12. Leblanc, H., Seifert, L., Tourny-Chollet, C. and Chollet, D. (2007), "Intra-cyclic distance per stroke phase, velocity fluctuations and acceleration time ratio of a breaststroker's hip: a comparison between elite and nonelite swimmers at different race paces", *Int J Sports Med*, Vol. 28, No. 2, pp. 140-147.

13. Matsuda, Y., Yamada, Y., Ikuta, Y. et al. (2014), “Intracyclic Velocity Variation and Arm Coordination for Different Skilled Swimmers in the Front Crawl”, *J Hum Kinet*, Vol. 44, pp. 67–74.

14. Mooney, R., Corley, G., Godfrey, A. et al. (2015), “Application of video-based methods for competitive swimming analysis: a systematic review”, *Sport Exerc Med Open J*, Vol. 1, No. 5, pp. 133-150.

15. Schnitzler, C., Seifert, L., Albery, M. et al. (2010), “Hip velocity and arm coordination in front crawl swimming”, *Int J Sports Med*, Vol. 31, pp. 875-881.

Контактная информация: olegpo57@mail.ru

Статья поступила в редакцию 09.10.2018

УДК 796.011

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ СПОСОБНОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СО СКОЛИОТИЧЕСКОЙ ОСАНКОЙ ПОСРЕДСТВОМ ЗАНЯТИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНО-КОРРЕКЦИОННОЙ ГИМНАСТИКОЙ

Артём Владимирович Момент, ассистент,

Псковский государственный педагогический университет

Аннотация

В статье рассматривается проблема нарушений постурального баланса у детей младшего возраста с нарушениями осанки во фронтальной плоскости. Предложена экспериментальная методика организации занятий оздоровительно-коррекционной гимнастикой с данным контингентом детей. Показана эффективность применяемой методики, что нашло свое подтверждение в статистически значимых положительных изменениях показателей функции поддержания вертикальной позы у детей со сколиотической осанкой после педагогического эксперимента.

Ключевые слова: сколиотическая осанка, младший школьный возраст, оздоровительно-коррекционная гимнастика, вертикальная поза, осанка.

RATIONALIZATION OF ABILITY OF MAINTAINING VERTICAL POSTURE AMONG CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL AGE WITH SCOLIOTIC POSTURE THROUGH EMPLOYMENT OF HEALTH-CORRECTIONAL GYMNASTICS

Artem Vladimirovich Moment, the assistant,

Pskov State Pedagogical University

Annotation

The article deals with the problem of postural balance disorders at young children with posture disorders in the frontal plane. The experimental method of organization of health-correctional gymnastics classes with this contingent of children is offered. The efficiency of the applied method is shown, which is confirmed by statistically significant positive changes in the parameters of the equilibrium function.

Keywords: scoliotic posture, primary school age, health-correction gymnastics, vertical posture, posture.

ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известно, что фундамент здоровья закладывается в детском возрасте. В структуре отклонений в состоянии здоровья младших школьников преобладающим компонентом являются нарушения костно-мышечной системы [8]. Современные данные неутешительные: у 60–80% школьников имеются в той или иной степени нарушения осанки. Н.Н. Зиняков (2009) и М.О. Кузьмина (2017) предоставляет аналогичную информацию: 68% школьников имеют нарушение осанки. Э.И. Аухадеев и О.Б. Сергеева (2010) отмечают, что более половины (65,7%) всех нарушений осанки в сагиттальной плоскости сопровождается сколиотическими конфигурациями позвоночника, что существенно влияет на опорно-двигательный аппарат ребёнка и проявляется в асимметрии тела. Причиной