

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕХНИКИ ПЛАВАНИЯ



Михаил Яковлевич Петренко ¹, Владимир Иванович Аралов ²

Воронежская государственная академия спорта ^{1, 2}
Воронеж, Россия

¹ Кандидат педагогических наук, профессор кафедры теории и методики циклических видов спорта
тел.: +7(473)280-02-75 (доб. 204), e-mail: P89204010762@yandex.ru
ORCID 0000-0001-6232-173X

² Кандидат педагогических наук, профессор кафедры теории и методики циклических видов спорта
тел.: +7(473)280-02-75 (доб. 204), e-mail: aralov-vladimir@rambler.ru
ORCID 0000-0002-9678-9362

Аннотация. В статье рассматривается историческая ретроспектива развития инструментальных методов регистрации и изучения техники спортивных способов плавания. История становления этих методов связана с именами П. Карповича, Н.А. Бутовича, А.А. Ванькова, М.С. Фарафонова, И.В. Вржсневского, В.А. Парфёнова и многих других известных исследователей, внёвших неоценимый вклад в развитие спортивной науки, в изучение техники движений спортсменов с помощью инструментальных методов. Первые кинематические характеристики гребковых движений пловцов были получены с помощью фотоциклографии Н. А. Бутовичем. Именно он с помощью моноплоскостной фотоциклографии обосновал возможность возникновения подъёмной и топящей сил в начальной и конечной фазах гребка при плавании кролем на груди. Показано, какое важное место в исследованиях техники плавания занимает метод стереоциклографии. С помощью этого метода Д.Ф. Мосунов исследовал кинематические и гидродинамические характеристики движений пловцов-бассистов. Отмечается, что при изучении пространственной кинематики плавания различными способами В.Б. Иссурин с соавт. использовали метод стереоциклографий с импульсным освещением. Отмечено, что стереокамера с корригирующими насадками, оборудованная для съёмкиподводой, размещаласьнаглубине 40 см и ориентировалась в пространстве по отвесу и уровню. Импульсный генератор с двумя выносными осветителями обеспечивал частоту вспышек 8Гц при длительности 10МС, а аналитическая обработка стереопар впервые выполнялась на стереографе в соответствии с требованиями стереофотограмметрии. В работе показана необходимость изучения и учёта дисторсионных искажений применяемых широкоугольных объективов. Отмечается уже в те далёкие годы применение киноаппаратуры для изучения подводной части гребковых движений пловцов. Вначале это была одноплоскостная киносъёмка, затем появилась многоплоскостная киносъёмка. Таким образом, показана историческая связь методов регистрации от фотоциклографии до современных методов регистрации.

Ключевые слова: методы регистрации, анализ техники движений, кинематические характеристики, гидродинамические характеристики, биомеханические характеристики, фазовое деление гребка, одноплоскостная киносъёмка, многоплоскостная киносъёмка, фотоциклография, стереофотоциклография, стереограф.

Для цитирования: Петренко М. Я., Аралов В. И. Инструментальные методы анализа техники плавания // Культура физическая и здоровье. 2022. № 4 (84). С. 176-179. DOI: 10.47438/1999-3455_2022_4_176.

Введение

Несмотря на значительные успехи российских пловцов на международной арене, необходимо систематически совершенствовать их техническое мастерство. Важными аспектами совершенствования техники плавания являются: способы регистрация движений,

качественный биомеханический анализ и выработка необходимых индивидуальных рекомендаций. В настоящее время, этот раздел подготовки пловцов высокого уровня нуждается в усилении как с точки зрения теоретического обоснования, так и материального обеспечения процесса.

На основе существующего опыта совершенствования техники спортивных движений в системе физиче-

ского воспитания и спортивной тренировки, необходимо подобрать эффективные средства регистрации техники плавания и методы их применения.

Исследования методов регистрации

Современные инструментальные методы регистрации и анализа техники движений пловцов тесно связаны с развитием и совершенствованием фото- кино- и видеотехники. История становления этих методов связана с именами П. Карповича (1933), Н.А. Бутовича (1946), А.А. Ванькова (1951), М.С. Фарафонова (1958), И.В. Вржесневского, В.А. Парфёнова, (1960) и многих других известных исследователей, внесших неоценимый вклад в развитие спортивной науки, в изучение техники движений спортсменов с помощью инструментальных методов.

Первые кинематические характеристики гребковых движений пловцов были получены с помощью фото циклографии (1933); Н.А. Бутович, (1946). Н.А. Бутович с помощью моно плоскостной фото циклографии обосновал возможность возникновения подъемной и топящей сил в начальной и конечной фазах гребка при плавании кролем на груди.

Определенное место в исследованиях техники плавания занимает метод стереоциклографии. С помощью этого метода Д.Ф. Мосунов (1975) исследовал кинематические и гидродинамические характеристики движений пловцов-бассистов. При изучении пространственной кинематики плавания различными способами В.Б. Иссурин с соавт. (1977, 1982) использовали метод стереоциклографий с импульсным (стробоскопическим) освещением. Стереокамера с корригирующими насадками, оборудованная для съёмки подводой, размещалась на глубине 40 см и ориентировалась в пространстве по отвесу и уровню. Импульсный генератор с двумя выносными осветителями обеспечивал частоту вспышек 8Гц при длительности 10МС. Аналитическая обработка стереопар выполнялась на стереографу в соответствии с требованиями стереофотограмметрии.

Авторы отмечают необходимость учета дисторсионных искажений объективов при съёмке, приводят методику их расчета, но конкретных величин поправок не приводят, что затрудняет практическое применение методики.

Дальнейшее изучение техники плавания пошло по пути использования методов кино регистрации, которые В.С. Фарфель (1975) считает наиболее важными техническими средствами. Они успешно применялись в работах А.А. Ванькова (1951, 1963, 1971), М.С. Фарафонова (1958), И.В. Вржесневского, В.А. Парфёнова (1960), В.Ф. Иванова (1960), С.М. Гордона, В.Я. Лопухина, Б.И. Холодкова (1962), Н.А. Соболева (1964), С.М. Гордона (1962, 1968), О.И. Логунова (1969; 1971), В.Б. Иссурина (1972), Р.Б. Хельянда (1972) и других. Исходя из технических возможностей того времени, все перечисленные авторы использовали в своих работах одноплоскостную подводную киносъёмку. Использование этого, несомненно прогрессивного, метода позволило значительно расширить представления о технике выполнения гребковых движений пловцов. Однако точность доступной в то время съёмочной техники не позволяла исследователям рассчитывать отдельные биомеханические характеристики движений.

Более совершенную киносъёмочную аппаратуру использовал в своей работе J. Welch (1973). Ему удалось частично автоматизировать процесс считывания координат и выполнения математических расчетов. Однако проведение исследований в условиях соревновательной деятельности не позволило автору использовать масштабную привязку. Поэтому результаты исследования ограничили лишь угловой кинематикой движений. Обширный круг сведений о технике выполнения гребковых движений, подкреплённый некоторыми кинема-

тическими и динамическими характеристиками, сообщается в работе Л.П. Макаренко (1975). Однако автор ничего не сообщает о методике регистрации движений пловцов и способе метрологического анализа полученных кинограмм.

В семидесятых годах прошлого века техника кино регистрации движений пловцов поднимется на качественно новый уровень. Появляются комплексные методики изучения техники плавания. Так, Д.Ф. Мосунов (1975) разработал и внедрил такую методику исследования кинематических и гидродинамических характеристик техники плавания брассом. В ней были использованы две кинокамеры "Конвас-Автомат", с помощью которых проводилась подводная киносъёмка из положения сбоку снизу. Третья подводная кинокамера "Киев-16 С-3" использовалась для проведения киносъёмки только сбоку. Специальные датчики регистрировали ускорение пловца. Автор также применил устройство, которое позволило обозначить, зарегистрировать и определить скорости потоков воды, образованных в результате движений конечностями пловца. Группой авторов (А.А. Немченко, О.Г. Бугров, В.М. Шестаков, 1976) разработана и внедрена комплексная методика регистрации пространственно-временных характеристик движений пловцов. В ней, наряду с трехплоскостной киносъёмкой, использовались гониометрические датчики для определения углов сгибания конечностей; двухплоскостные датчики, регистрировавшие усилия на руках и ногах пловца, тахогенератор ТПП-3, снабженный дополнительным устройством для определения пройденного пловцом пути, малогабаритный флюгер, снабженный датчиком Холла, для определения одноплоскостной траектории движения; усилительные и синхронизирующие приборы. К сожалению, в работе полностью отсутствует описание способа получения кино материалов.

В.Т. Гринев (1977) предложил оригинальный метод изучения техники плавания с использованием кинематографии и электроциклографии. С помощью данной комплексной методики автору удалось доказать, что V-образный гребок в кроле на груди эффективнее прямолинейного.

Использование комплексной методики, включавшей в себя тензодинамографию, электротахографию и кинографию позволило В.В. Ловицкому (1980) обосновать возможность повышения технического мастерства пловцов высших разрядов. Автором был разработан ряд различных средств воздействия на координационную структуру движений.

Всех вышеперечисленных исследователей объединяет то, что они использовали в своих работах методы кино регистрации техники движений пловцов, причем при проведении киносъёмок киноаппараты были неподвижно закреплены. Это существенно снижало ценность и информативность полученных ими материалов, поскольку, с одной стороны, исследованию подвергался лишь один цикл плавательных движений, а с другой стороны, переменная величина "угла зрения" объектива киноаппарата, неподвижно установленного во время выполнения киносъёмки, вносила значительные погрешности в расчеты кинематических характеристик изучаемых движений. Для устранения отмеченных недостатков, С.М. Гордон (1968) предложил использовать подвижную платформу, передвигающаяся по установленным на борту бассейна рельсам, и снабженную боксом шахтного типа с установленной в нем кинокамерой.

Разработка и интенсивное развитие педагогической кинезиологии (Х.Х. Гросс, 1976) как нового направления на стыке педагогики и биомеханики, основанного на учении об управлении двигательными действиями с помощью оптимизации спортивной техники (управляемой системы) и методов, и приемов управления движениями (управляющей системы), послужило су-

ществленным толчком для более детального изучения техники спортивных способов плавания. Следствием этого процесса явилось дальнейшее совершенствованию методов регистрации их движений. Конкретные и обоснованные рекомендации по методике регистрации кинематических и динамических характеристик техники плавания по схеме расположения контрольных точек на теле пловца сообщаются в работе Т.А. Таамп, Х.Х. Гросс, В.П. Жулин, Р.Р. Каал, Р.К. Прууден, Р.Б. Хальянд (1976). Авторы предложили оптимальную скорость протяжки пленки при выполнении киносъемки. Имеются сведения о номинальном количестве киносъемочной аппаратуры, ее взаимном расположении и ступени синхронизации. В работе имеются рекомендации по количеству контрольных точек, наносимых на тело пловца и масштабу изображения для проведения биомеханического анализа полученных киноматериалов.

Дальнейшее развитие и воплощение в практику это направление нашло в работе группы сотрудников Таллинского педагогического института им. Э. Вильде под руководством Р.Б. Хальянда (1982). Ими был создан комплекс для кино регистрации техники плавания. Комплекс состоял из трех синхронно работающих киноаппаратов, расположенных в трёх взаимноперпендикулярных плоскостях. Два из них перемещались параллельно пловцу со скоростью его движения и выполняли киносъемку пловца сбоку и снизу, а третий, неподвижно укрепленный, - спереди. Полученные киноматериалы обрабатывались на полуавтоматическом координатометре УТ-7410, совмещено с ЭВМ. Такая организация процесса регистрации техники плавания и обработки киноматериалов позволила значительно сократить затраты времени. Однако авторам не удалось получить качественных киноматериалов на нижнем киноаппарате. На кинограмме получался лишь контур пловца. Это существенно затрудняло определение мест расположения контрольных меток на теле пловца и, следовательно, обусловило внесение существенных погрешностей при измерениях.

Наряду с кино регистрацией техники движений пловцов, по мере развития видеотехники, большую популярность приобрел метод видео регистрации (М.Л. Украин с соавт., 1965; Д.Ф. Мосунов с соавт., 1977; Т.Г. Меньшуткина с соавт., 1977; Г.И. Лысенко с соавт., 1978; Ю.А. Семенов, 1980; Е.Ф. Орехов, 1982). Определенный вклад в его развитие внёс С.В. Койгеров (1978). Необходимость анализа техники плавания на протяжении всей дистанции от старта до финиша привела автора к созданию передвижного устройства, позволяющего проводить двухплоскостную видеозапись как в подводном, так и в надводном положениях. Для получения подводной видеозаписи С.В. Койгеров впервые применил компактный подводный бокс - "телеглаз", который представлял собой герметично закрытую капсулу с размещенными в ней видиконом и широкоугольным объективом "Мир-11м". Одновременно с изображением пловца на экран монитора выводилось графическое изображение внутри цикловой скорости, время проплывания отрезка, уровень интенсивности выполняемого задания. Расширение диапазона

анализируемых характеристик, срочность получения информации, наглядность позволили использовать предложенную методику в учебно-тренировочном процессе с любым контингентом пловцов. Тем не менее, недостатки, присущие видеозаписи в целом, характерны и для этого метода. Основными из них являются следующие: затруднениями, связанными с эксплуатацией видео аппаратуры в условиях повышенной влажности плавательного бассейна, недостаточная освещенность объекта съёмки, повешенные требования к прозрачности воды в плавательном бассейне, недостаточно контрастное и устойчивое изображение, особенно в режиме "стоп-кадр". Однако, хотя видео регистрация и не обладает высокой точностью количественных значений кинематических характеристик движений пловцов, что снижает возможность ее использования для научно-исследовательских целей, она имеет высокую прикладную ценность для оперативной коррекции технических действий непосредственно в ходе тренировочного процесса.

Таким образом, изучение литературы показало, что в ряду проблем совершенствования технического мастерства спортсменов - пловцов одной из наиболее актуальных остается проблема индивидуализации техники выполнения ими гребковых движений. Одним из важнейших направлений индивидуализации техники является приведение ее в соответствие с уровнем спортивной подготовленности и величиной антропометрических показателей пловцов. В доступной литературе нам не удалось встретить конкретных практических рекомендаций по этому вопросу. Кроме того, до настоящего времени не существует конкретных моделей техники плавания кролем на груди для спортсменов различного роста.

Отсутствие фазового деления гребковых движений, основанного на функциональной связи перемещения основной гребущей плоскости с силами реакции опоры, не позволяет выявить различия во внешней картине гребка и структуре взаимосвязей его кинематических параметров, что также затрудняет оптимизацию техники гребковых движений у пловцов различного роста.

Использование в большинстве экспериментальных исследований методе регистрации техники с помощью неподвижных камер также ограничивает возможности получения с их помощью объективной информации о технике движений и использование этих методов для срочной коррекции техники плавания.

Выводы

Изложенное определило актуальность проведения исследований в направлении совершенствования техники гребковых движений на основе анализа кинематики движений пловцов в пространстве и целесообразность использования с этой целью метода многомерной кино регистрации техники с помощью подвижного устройства.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. Бутович, Н.А. Биодинамический анализ движений способа плавания и его приложение в методике обучения плаванию и в совершенствовании техники пловцов / Н. А. Бутович. Автореф. дис... канд. пед. наук. М., 1946. 22 с.
2. Ваньков, А.А. Анализ техники плавания при помощи кинограмм / А. А. Ваньков, А. Р. Мухтар. - Теор. и практ. физич. культ. М.: Физкульт. и спорт, 1951. № 8. С.611-618.
3. Вржесневский, И.В. Циклография путёмотражённого света / И.В. Вржесневский, А.В. Парфенов. Теор. и практ. физич. культ. М.: Физкульт. и спорт, 1960. № 7. С.517-520.
4. Гордон, С.М. Техника плавания способом кроль / С.М. Гордон. Плавание: сб. статей. М.: Физкульт. и спорт, 1962. С.49-72.

5. Иссурин, В.Б. Метрологический анализ метода киноциклографии при изучении кинематики движений пловцов / В.Б. Иссурин. Теор. и практ. физич. культ. М.: Физкульт и спорт, 1977. №3. С. 18-21.
6. Макаренко, Л.П. Техническое мастерство пловца / Л.П. Макаренко. М.: Физкульт. и спорт, 1975. 225 с.
7. Мосунов, Д.Ф. Исследование и совершенствование техники плавания брассом / Д.Ф. Мосунов. Автореф. дис... канд. пед. наук. М., 1975. 24 с.
8. Парфенов, В.А. Спортивное плавание: учебно-методическое пособие для преподавателей и тренеров / В.А. Парфенов. Киев, 1965. 353 с.
9. Фарафонов, М.С. Техника плавания / М.С. Фарафонов. М.: СоветскаяРоссия 1958. 31 с.

References

1. Butovich, N.A. (1946) Biodynamic analysis of the movements of the swimming method and its application in the methodology of teaching swimming and in improving the technique of swimmers: avtoref. dis... candidate of pedagogical sciences. Moscow. 22 p. (In Russian).
2. Vankov, A.A. (1951) Analysis of swimming technique with the help of kinograms. Theory and methodology of physical culture. (8), 611-618. (In Russian).
3. Vrzhesnevsky, I.V. (1960) Cyclography by reflected light. Theory and methodology of physical culture. (7), 517-520. (In Russian).
4. Gordon, S.M. (1962) Technique of swimming in the crawl way. Swimming: collection of articles. 49-72. (In Russian).
5. Issurin, V.B. (1977) Metrological analysis of the method of kinocyclography in the study of the kinematics of swimmers' movements. Theory and methodology of physical culture. (3), 18-21. (In Russian).
6. Makarenko, L.P. (1975) Technical skill of a swimmer. Moscow, Fizkultura and sport. 225 p. (In Russian).
7. Mosunov, D.F. (1975) Research and improvement of breaststroke swimming technique: avtoref. dis... candidate of pedagogical sciences. Moscow. 24 p. (In Russian).
8. Parfenov, V.A. (1965) Sports swimming: an educational and methodological guide for teachers and coaches. Kiev. 353 p. (In Russian).
9. Farafonov, M.S. (1958) Technique of swimming. Moscow, Soviet Russia. 31 p. (In Russian).

Поступила в редакцию 31.10.2022
Подписана в печать 29.12.2022

Original article

UDC 797.2

DOI: 10.47438/1999-3455_2022_4_176

INSTRUMENTAL METHODS FOR ANALYZING SWIMMING TECHNIQUE

Mikhail Ya. Petrenko¹, Vladimir I. Aralov²

Voronezh State Academy of Sports^{1,2}
Voronezh, Russia

¹ PhD of Pedagogy, Professor of the Theory and Methodology of Cyclic Sports Department
ph.: +7(473)280-02-75 (ext. 204), e-mail: P89204010762@yandex.ru
ORCID 0000-0001-6232-173X

² PhD of Pedagogy, Professor of the Department of Theory and Methodology of Cyclic Sports
ph.: +7(473)280-02-75 (ext. 204), e-mail: aralov-vladimir@rambler.ru
ORCID 0000-0002-9678-9362

Abstract. The article considers a historical retrospective of the development of instrumental methods of registration and the study of the technique of sports swimming methods. The history of the formation of these methods is associated with the names of P. Karpovich, N. A. Butovich, A. A. Vankov, M. S. Farafonov, I. V. Vrzhsnevsky, V. A. Parfenov, and many other famous researchers who have made an invaluable contribution to the development of sports science, to the study of the technique of athletes' movements using instrumental methods. The first kinematic characteristics of the swimmers' rowing movements were obtained using photocyclography by N. A. Butovich. It was he who, with the help of mono-planar photocyclography, justified the possibility of the occurrence of lifting and sinking forces in the initial and final phases of the stroke when swimming with a crawl on the chest. It is shown what an important place in the research of swimming technique is occupied by the method of stereocyclography. Using this method, D. F. Mosunov investigated the kinematic and hydrodynamic characteristics of the movements of breaststroke swimmers. It is noted that when studying the spatial kinematics of swimming in various ways, V. B. Issurin et al. the method of stereo cyclographs with pulsed illumination was used. It is noted that a stereo camera with corrective attachments, equipped for shooting underwater, was placed at a depth of 40 cm and oriented in space by a plumb line and level. A pulse generator with two remote illuminators provided a flash frequency of 8 Hz with a duration of 10MS. And the analytical processing of stereo pairs was performed for the first time on a stereograph in accordance with the requirements of stereophotogrammetry. The paper shows the need to study and take into account the distortion distortions of the wide-angle lenses used. It is noted, already in those distant years, the use of cinema equipment to study the underwater part of the paddling movements of swimmers. In the beginning it was single-plane filming, then multi-plane filming appeared. Thus, the historical connection of registration methods from photocyclography to modern registration methods is shown.

Keywords: registration methods, analysis of movement techniques, kinematic characteristics, hydrodynamic characteristics, biomechanical characteristics, phase division of the stroke, single-plane filming, multi-plane filming, photocincography, stereophotocyclography, stereograph.

Cite as: Petrenko, M. Ya., Aralov, V. I. (2022) The emergence and development of aesthetic gymnastics in the world, in Russia and in the Voronezh region. *Physical Culture and Health*. (4), 176-179. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.47438/1999-3455_2022_4_176.

Received 31.10.2022
Accepted 29.12.2022