

УДК 797.21

DOI 10.5930/1994-4683-2026-3-90-97

Тематическое исследование характеристик, определяющих эффективность поворота в плавании на спине

Виноградов Евгений Олегович, кандидат педагогических наук, доцент

Крылов Андрей Иванович, доктор педагогических наук, профессор

*Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и
здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург*

Аннотация

Цель исследования – проведение тематического исследования (case study) поворота в плавании на спине для определения кинематических и динамических характеристик, влияющих на результат выполнения этого поворота.

Методы и организация исследования. В ходе исследования был проведен контент анализ более 30 научных и методических работ, посвященных проблематике повышения эффективности выполнения поворота на спине по следующим направлениям: 1) научные исследования, направленные на определение характеристик, как отдельных фаз поворота на спине, так и результативности всего поворота в целом; 2) научные разработки различных технических средств, вычислительных и аналитических методик для изучения этих параметров.

Результаты исследования и выводы. Установлены возможности и недостатки существующих методик исследований поворотов на спине, а также изучены причины недостаточно широкого их использования в тренировочной практике. Выявлено, что одним из способов решения этой проблемы будет разработка интегрального подхода в совершенствовании техники выполнения поворота при плавании на спине.

Ключевые слова: плавание на спине, техника поворотов, кинематические характеристики

Thematic study of characteristics determining the effectiveness of the turn in backstroke swimming

Vinogradov Evgeny Olegovich, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Krylov Andrey Ivanovich, doctor of pedagogical sciences, professor

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract

The purpose of the study is to conduct a thematic case study of the backstroke turn in order to determine the kinematic and dynamic characteristics that affect the performance of this turn.

Research methods and organization. During the study, a content analysis of more than 30 scientific and methodological works dedicated to the issues of improving the effectiveness of the backstroke turn was conducted in the following areas: 1) scientific research aimed at determining the characteristics of both individual phases of the backstroke turn and the performance of the entire turn as a whole; 2) scientific developments of various technical means, computational and analytical methods for studying these parameters.

Research results and conclusions. The possibilities and limitations of existing methods for studying backstroke turns have been established, and the reasons for their insufficient use in training practice have also been examined. It has been identified that one way to address this problem is the development of an integrated approach to improving the technique of performing turns in backstroke swimming.

Keywords: backstroke swimming, turning technique, kinematic characteristics

Введение. Принято считать, что спортивное плавание по классификации относится к циклическим видам спорта. Однако в плавании большое значение имеют и другие виды двигательных локомоций, не относящиеся к циклическим. Так, например, время выполнения старта составляет около 10% от общего времени на дистанции 50 м и 5% на дистанции 100 м, а при выполнении поворотов вольным стилем пловец тратит от 20% до 38% общего времени при преодолении дистанции от 50 до 1500 м. В связи с этим поворот в плавании должен оцениваться не только по биомеханиче-

ским характеристикам. Занимая большую часть времени в прохождении соревновательной дистанции, повороты вносят и значительный вклад в функциональную нагрузку. Тем более, пловец во время поворотов постоянно нарушает дистанционный циклический ритм техники плавания и дыхания, выполняя интенсивную работу ногами под водой в условиях гипоксии. Вследствие этого выполнение поворотов должно быть важным компонентом специальной плавательной подготовки [1].

В связи с совершенствованием правил соревнований по плаванию, которые постоянно вносит Международная федерация водных видов спорта «World Aquatics» с целью повышения зрелищности и привлечения внимания, были изменены правила выполнения поворота в плавании на спине. Этот поворот стал похож на кувырок (сальто) вольным стилем: пловец перекачивается из положения лежа на спине на грудь, а затем выполняет кувырок. Поскольку по новым правилам пловцам на спине больше не нужно касаться рукой поворотной стенки бассейна, как при открытом или перекрестном поворотах на спине, новый поворот привел к сокращению времени плавания на спине и значительному обновлению мировых рекордов. Вышесказанное свидетельствует о важном значении поворотов для высоких достижений в плавании на спине, но, к сожалению, исследований, направленных на изучение техники поворотов этим способом плавания, как в отечественной, так и в зарубежной практике, явно недостаточно [1].

Во многом это связано с особенностями двигательной структуры поворотов в плавании, в том числе и при плавании на спине. В настоящее время для получения всесторонней и качественной оценки поворота этот компонент соревновательной дистанции нельзя рассматривать как простое действие пловца по изменению направления движения в плавательном бассейне, а как отрезок этой дистанции со сложной структурой, в значительной степени влияющий на общий результат. Как отмечалось ранее, сложность изучения поворотного отрезка связана с различием в характеристиках двигательных действий циклического и ациклического характера в различных фазах поворота. Это обусловило использование различных технических и вычислительных методов оценки переменных, влияющих на эффективность каждой из фаз поворотного отрезка в плавании на спине. С учётом вышесказанного, актуальным будет выявление интегративных характеристик, определяющих эффективность поворота в целом, что должно упростить задачу тренерам по совершенствованию техники выполнения поворотов. Более того, не менее актуальным результатом будет исследование методик изучения поворота для определения параметров – доступных технических средств и методов – для использования в тренировочном процессе.

Цель исследования – проведение тематического исследования (case study) поворота в плавании на спине для определения кинематических и динамических характеристик, влияющих на результат выполнения этого поворота.

Методы исследования. В ходе исследования был проведен контент анализ более 30 научных и методических работ, посвященных проблематике повышения эффективности выполнения поворота на спине.

Результаты исследования. В результате контент-анализа были выделены следующие направления:

1) научные исследования, направленные на определение характеристик как отдельных фаз поворота на спине, так и результативности всего поворота в целом (табл. 1);

2) научные разработки различных технических средств, вычислительных и аналитических методик для получения этих параметров (табл. 2).

Таблица 1 – Изучаемые характеристики техники выполнения поворотов при плавании на спине

№ п/п	Авторы исследований	Изучаемые характеристики
1	2	3
1	Blanksby et al. (2004) [2]	<ol style="list-style-type: none"> 1. Максимальная сила Z: наибольший показатель силы, приложенной спортсменом перпендикулярно к силовой платформе во время поворота. 2. Максимальная сила X: наибольший показатель силы, зарегистрированный при толчке влево или вправо (положительная сила) на силовую платформу. 3. Максимальная сила Y: наибольший показатель силы, зарегистрированный при нажатии вверх или вниз на силовую платформу во время поворота. 4. Импульс силы (Z): площадь под кривой сила-время Z. 5. Скорость отталкивания от стенки: средняя скорость макушки головы на расстоянии 60 см сразу после отталкивания (скольжение). 6. Скорость в точке возобновления гребковых движений: средняя скорость макушки головы на протяжении 60 см непосредственно перед первым движением руки вниз для возобновления гребка. 7. Время переворота: время от входа руки, выполняющей последний гребок на спине, до входа руки, выполняющей гребок кролем на груди перед кувырком. 8. Время возобновления дистанционного плавания: время отрыва стоп пловца от стенки до первого движения руки вниз при возобновлении гребка по поверхности воды. 9. Расстояние возобновления дистанционного плавания: расстояние от макушки головы до стенки, когда гребок возобновляется после поворота. 10. Индекс группировки: определяет как сильно пловец сгибает колени перед отталкиванием или насколько близко приближается к поворотному щиту. Определяется расстоянием от маркера на большом вертеле бедренной кости до места контакта стопы на поворотном щите; стенки в месте контакта стопы, деленное на фактическую высоту вертела. 11. Время контакта с бортиком (ВКС)
2	Goya et al. (2001) [3]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Подготовка</i>: от отметки 5 м от поворотного бортика до отметки 2,5 м. 2. <i>Приближение</i>: от отметки 2,5 м от поворотного бортика до касания динамической пластины ногами. 3. <i>Отталкивание</i>: от момента касания ногами пластины до момента отталкивания стоп пловца от нее. 4. <i>Скольжение</i>: от момента отталкивания стоп от динамической пластины до отметки 2,5 м.
3	Veiga et al. (2013) [4]	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Время поворота</i> 15 м. 2. <i>Интервал времени</i>, когда голова пловца находится в пределах 7,5 м до и после поворотного щита. 3. <i>Расстояние подплывания</i>: горизонтальное расстояние (м) головы пловца от той точки, когда рука выполняет последний гребок на спине до поворотного щита. 4. <i>Расстояние подводной фазы</i>: горизонтальное расстояние (м) от головы пловца от бортика во время отрыва ног до появления головы на поверхности. 5. <i>Скорость подводного плавания</i>: средняя скорость (м/с) от начала контакта ног со стеной до выхода на поверхность. 6. <i>Нормированная скорость под водой</i>: скорость под водой (м/с), деленная на среднюю скорость фазы отталкивания. 7. <i>Дистанционная скорость</i>: средняя скорость (м/с) от конца подводного плавания до последнего входа руки в воду на спине на каждом дистанционном отрезке.

Продолжение таблицы 1		
1	2	3
4	Goya T. et al. (1999) [5]	1. <i>Подготовка к выполнению поворота</i> : от 5 м до 2,5 м до поворотного бортика. 2. <i>Подход к повороту</i> : от 2,5 м до касания поворотного щита ногами. 3. <i>Разворот</i> : от момента касания ногами щита до отрыва стоп от этого щита. 4. <i>Скольжение</i> (Глиссада): от отрыва стоп до пересечения отметки в 2,5 м.
5	Cossor et al. (1999) [6]	1. Кинематические параметры поворотного отрезка 2,5 м до и после поворота.
6	Shimadzu et al., 2008 [7]; Tourny-Chollet et al., 2002 [7]	1. Кинематические параметры поворотного отрезка 7,5 м до и после поворота.
7	Puel et al. (2012) [8]	1. Кинематические параметры поворотного отрезка 3 м до и после поворота.
8	Lyttle et al. (1999) [9]	1. Кинематические параметры поворотного отрезка 5 м до и после поворота.

Таблица 2 – Методики изучения техники выполнения поворотов в плавании на спине

№ п/п	Авторы	Методики изучения техники выполнения поворотов в плавании на спине
1	2	3
1	Blanksby B.A et al. (2004) [2]	Силовые и временные характеристики регистрировались с водонепроницаемой 3D-силовой пластины Kistler (модель 9253A11) размером 0,6 x 0,4 м. Одна видеокамера NTSC с широкоугольным объективом была установлена в подводном смотровом окне на расстоянии 5 м от поворотной стены. Основание камеры располагалось на штативе примерно в 0,25 м ниже поверхности воды и в 8,4 м от пловца. Широкоугольный объектив позволял наблюдать 5-метровый участок РГТ в пределах одного поля зрения. Для прямого просмотра использовался телевизионный монитор, а видеоманитофон S-VHS записывал вращательное движение. Видеохронометраж записывал время непосредственно на видеопленку, а вращательное движение фиксировалось с частотой кадров 60 Гц.
2	Goya T. et al. (2001) [3]	Весь процесс тестирования был записан на видео (50 Гц) двумя подводными и четырьмя надводными стационарными камерами (Sony® DCR-HC42E). Видеоизображения были оцифрованы с помощью системы APASystem (Ariel Dynamics, США) с частотой 50 Гц, вручную и покадрово для анализа следующих переменных: максимальное сгибание колена во время фазы контакта, скорость входа в поворот (на участке приближения к стене и до вращения), скорость выхода (после отталкивания от стены) и угол туловища от стены (угол между сегментом пальцев-бедр и поверхностью воды). Использовалась антропометрическая биомеханическая модель Зацюрского, адаптированная де Лева (1996), с применением 21 анатомической точки отсчета. Синхронизация изображений, ЭМГ и динамометрических данных осуществлялась с помощью светового триггера, подключенного к системе сбора данных. 3D-реконструкция оцифрованных изображений выполнялась с использованием процедуры прямого линейного преобразования (Abel-Aziz and Karara, 1971). ЭМГ-анализ проводился с помощью поверхностных электродов, расположенных на расстоянии 20 мм друг от друга параллельно мышечным волокнам. Анализировалась активность мышечных волокон латеральной широкой мышцы (VA), икроножной мышцы (GM), передней большеберцовой мышцы (TA) и бицепса бедра (BF). Кожа пловца была подготовлена: выбрита и очищена. Электроды были водонепроницаемы благодаря соответствующим клеям (Tegaderm3M®) и серебряной ленте. Пловец был одет в купальник Fast Skin ® (Speedo®) с кабельным входом, а тросы были соединены пучком над водой (Pereira et al., 2007). Все эти процедуры были использованы для того, чтобы снизить подвижность электродов и повысить комфорт для пловца, позволив выполнять все «естественные» поворотные движения во время теста.

Продолжение таблицы 2		
1	2	3
3	Veiga S. et al. (2013) [4]	<p>Для проведения видеосъемки камеры были установлены таким образом, чтобы захватить всю поверхность бассейна: камера 1 снимала отрезок от стартовых блоков до 15 м, а камера 2 — от 10 до 25 м. Обе камеры были подключены к персональным компьютерам, где изображения хранились в режиме реального времени. Начало тайм-кода обеспечивалось световой вспышкой, подключенной к официальной системе хронометража и захваченной камерой 1. Две дополнительные видеокамеры JVC® GV-DV300, работающие также на частоте 25 Гц, были размещены на стойках (7 м над бассейном и в 7 м от бортика) для помощи в исследованиях в случае, если фаза контакта не была видна с камер 1 и 2. Эти камеры были размещены так, чтобы их оптическая ось была расположена под прямым углом к длинной оси бассейна и менее чем в 1 м от бортиков бассейна.</p> <p>Метод «Индивидуальные расстояния» был использован для проведения анализа поворотов с использованием алгоритмов на основе 2D-DLT (Abdel-Aziz and Karara, 1971) и программного обеспечения Photo 23D (Cala, 2009). Восемь отметок на бортике бассейна, равномерно распределенных по горизонтальной плоскости, фиксировались каждой камерой и использовались как контрольные точки для калибровки. Выбранные координаты участников на поверхности воды во время соревновательной дистанции определялись по экранной координатам. Изображения были синхронизированы программным обеспечением с движения пловца (вход руки в воду), одновременно видимого обеими камерами на расстоянии от 10 до 15 м. Начало поворота определялось входом руки последнего гребка на спине (Blanksby, 2004), а завершение — появлением головы пловца на поверхности воды (Burkett et al., 2010; Mason and Cossor, 2001)</p>
4	Pereira S. et al. (2008) [10]	<p>Данное исследование было поисковым, в котором участвовал всего один пловец-спинист, член сборной Португалии по плаванию (участник чемпионата мира 2008 года). Весь процесс тестирования был записан на видео (50 Гц) двумя подводными и четырьмя надводными стационарными камерами (Sony® DCR-HC42E). Проплывы начинались и заканчивались в определенном, отмеченном месте (в 12,5 м от поворотной стенки) и контролировались во время плавания через заданное калиброванное пространство (с использованием плавучей структуры под водой и над водой с 10 опорными точками). Анализ включал три промежуточные фазы поворота: «вращение», «контакт с поворотной стенкой» и «скольжение». Фаза «скольжения» считалась завершенной с началом первого удара ногами после отталкивания.</p> <p>Видеоизображения были оцифрованы с помощью системы APASystem (Ariel Dynamics, США) с частотой 50 Гц, вручную и показано для анализа следующих переменных: максимальное сгибание колена во время фазы контакта, скорость входа в поворот (на участке приближения к стене и до вращения), скорость выхода (после отталкивания от стены) и угол туловища от стены (угол между сегментом пальцев-бедр и поверхностью воды). Использовалась антропометрическая биомеханическая модель Зацюрского, адаптированная де Лева (1996), с применением 21 анатомической точки отсчета. Синхронизация изображений, ЭМГ и динамометрических данных осуществлялась с помощью светового триггера, подключенного к системе сбора данных. 3D-реконструкция оцифрованных изображений выполнялась с использованием процедуры прямого линейного преобразования (Abel-Aziz and Karara, 1971).</p> <p>ЭМГ-анализ проводился с помощью поверхностных электродов, расположенных на расстоянии 20 мм друг от друга параллельно мышечным волокнам. Анализировалась активность мышечных волокон латеральной широкой мышцы (VA), икроножной мышцы (GM), передней большеберцовой мышцы (TA) и бицепса бедра (BF). Кожа пловца была подготовлена: выбрита и очищена. Электроды были водонепроницаемы благодаря соответствующим клеям (Tegaderm3M®) и серебряной ленте. Пловец был одет в купальник Fast Skin ® (Speedo®) с кабельным входом, а тросы были соединены пучком над водой (Pereira et al., 2007). Все эти процедуры были использованы для того, чтобы снизить подвижность электродов и повысить комфорт для пловца, позволив выполнять все «естественные» поворотные движения во время теста.</p>

Продолжение таблицы 2		
1	2	3
		Для получения динамических данных использовалась подводная тензометрическая платформа (аналог Roesler, 1997) с чувствительностью 2Н, погрешностью менее 1% и собственной частотой 60 Гц. Дискретизация данных проводилась с частотой 1000 Гц. Силовая пластина была связана со специальной опорой, которая должна была быть закреплена вертикально с внутренней стороны поворотной стенки бассейна и с противоположной стороны от стартовых блоков. Данные были отфильтрованы и нормализованы по весу тела пловца.
5	Born et al, 2021[11]	Проводился кинематический анализ записей телевизионных трансляций с Чемпионата мира по плаванию с использованием фотограмметрической техники (алгоритмы DLT) в проседающей плоскости (2D).

Выводы. По результатам тематического исследования можно сделать следующие выводы. В процессе своих исследований практически все авторы используют единую структуру поворотных отрезков соревновательной дистанции: подход к повороту, разворот, выход на поверхность, движения при переходе к технике дистанционного плавания.

В каждой фазе поворотного отрезка некоторые специалисты также выделяют отдельные структурные компоненты. Однако в отдельных исследованиях «отталкивание от поворотного бортика» относится к разворотной фазе, а в других — к фазе передвижения под водой.

Вместе с тем все авторы отмечают различную структуру двигательных действий пловца в каждой фазе поворота. Это обуславливает использование для каждой фазы поворота специфических кинематических и кинетических переменных. Более того, даже для измерения одного показателя, например, длины каждой фазы поворота, в исследованиях используются различные расстояния: от 2,5 м до 15 м. Видимо, это обусловлено спецификой задач исследования, а также возможностями используемой аппаратуры.

Вышесказанное объясняет широкий спектр разнообразной аппаратуры, используемой в исследованиях, а также способы обработки и анализа полученных материалов. Вместе с этим многие авторы отмечают трудности, связанные с особенностями водной среды: дополнительная гидроизоляция, рефракция света, поглощение сигналов Bluetooth.

Заключение. Проведенный контент-анализ методик изучения техники выполнения поворотов в плавании на спине показал, что большинство из них носило поисковый характер. В группу испытуемых входило небольшое количество пловцов (в некоторых случаях — 1-2 пловца-спиниста), причем, как правило, различной квалификации. Это объяснялось сложностью аппаратуры с большим количеством элементов и, следовательно, дороговизной ее использования. Во многом это усугублялось тем, что для проведения исследований использовалась вся чаша бассейна. Естественно, большое количество технических элементов требует использования более сложных компьютерных программ и больших временных затрат для анализа полученных результатов.

Вышесказанное, в свою очередь, постоянно увеличивает количество исследований по этой тематике среди специалистов по биомеханике плавания, а также

способствует разработке и внедрению новых методик и технологий оценки эффективности выполнения поворотов на спине с учетом новых технических параметров техники.

Необходимо отметить, что в работах по изучению поворотов на спине, по сравнению с другими способами плавания, широко используются сравнительные методики исследования, где определяются и сравниваются технические параметры пловцов различного уровня подготовленности.

Этот подход, по мнению авторов, позволяет определить те характеристики, которые и обуславливают преимущество элитных пловцов перед более слабыми соперниками.

Однако в отдельных исследованиях, которые проводились на соревнованиях международного уровня, было установлено, что победители и призеры на дистанции 200 м на спине не снижали качество выполнения поворотов на протяжении всей дистанции, а их соперники проигрывали им в этом компоненте на каждом последующем повороте. Таким образом, подтвердилось мнение о том, что сама эффективность выполнения поворота еще не определяет класс спортсмена, а хорошее выполнение поворотов только тогда приносит результат, когда они включены в единую систему специальной подготовки пловцов.

Подводя итоги тематического исследования, необходимо отметить, что с учетом всех трудностей создания аппаратуры для работы в условиях водной среды, а также неоднородности всех фаз поворотного отрезка по двигательным характеристикам, необходимо выработать интегральные показатели, определяющие эффективность поворотного отрезка в целом, которые будут понятны для тренеров и спортсменов. Кроме того, необходимо создавать аппаратуру и разрабатывать методики ее использования, которая будет доступна в использовании всем участникам тренировочного процесса.

Список источников

1. Крылов А. И., Виноградов Е. О. Методики контроля и коррекции техники выполнения поворотов в спортивном плавании : монография. Санкт-Петербург : Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, 2025. 209 с. ISBN 978-5-6049804-9-1. EDN: YQHWCY.
2. An analysis of the rollover backstroke turn by age-group swimmers / Blanksby B. A., Skender S., Elliott B. C., McElroy G. K., Landers G. DOI 10.1080/147631404085228 // Sports Biomechanics. 2004. V. 3 (1). P. 1-14.
3. Goya T., Takagi H., Nomura T. (1999) Training effects on forces and turning motion during breast stroke turn // Biomechanics and Medicine in Swimming VIII. Jyväskylä : University of Jyväskylä, 1999. P. 47–51.
4. Veiga S., Cala A., Frutos P. G., Navarro E. Kinematical Comparison of the 200 m Backstroke Turns between National and Regional Level Swimmers // Journal of Sports Science and Medicine. 2013. Vol. 12 (4). P. 730-737. PMID: 24421733.
5. Goya T., Takagi H., Nomura T. The turning motion and forces involved in the backstroke flip turn // Biomechanics Symposia. San Francisco : University of San Francisco, 2001. P. 87–90.
6. Cossor J., Blanksby B. A., Elliott B. C. The influence of Plyometric Training on the Freestyle Tumble Turn. DOI 10.1016/S1440-2440(99)80190-X // Journal of Science and Medicine in Sport. 1999. Vol. 2 (2). P. 106–116.
7. Shimadzu H., Shibata R., Ohgi Y. Modelling swimmers' speeds over the course of a race. DOI 10.1016/j.jbiomech.2007.10.007 // J. Biomech. 2008. Vol. 41. P. 549–555.
8. 3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers / Puel F., Morlier J., Avalos M., Mesnard M., Cid M., Hellard P. J. DOI 10.1016/j.jbiomech.2011.11.043 // Biomech. 2012. Vol. 45. P. 510–515.

9. Optimal depth for streamlined gliding / Lyttle A. D., Blanksby B. A., Elliott B. C., Lloyd D. G. // *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII* / K. L. Keskinen, P. V. Komi, A. P. Hollander (Eds). Jyvaskyla : Gummerus Printing, 1999. P. 165–170.
10. Pereira S., Vila S., Gonçalves P. [et al.]. A combined biomechanical analysis of the flip turn technique // *26 International Conference on Biomechanics in Sports*. Seoul, 2008. P. 699–702.
11. Start and turn performances of elite male swimmers: benchmarks and underlying mechanisms / Born D. P., Kuger J., Polach M., Romann M. DOI 10.1080/14763141.2021.1872693 // *Sports Biomech.* 2021. Vol. 4. P. 1–19. EDN: FIYLUV.

References

1. Krylov A. I., Vinogradov E. O. (2025), “Methods of Monitoring and Correction of Turn Technique in Competitive Swimming”, Monograph, Saint Petersburg, Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, 209 p., ISBN 978-5-6049804-9-1.
2. Blanksby B. A., Skender S., Elliott B. C., McElroy G. K., Landers G. (2004), “An analysis of the rollover backstroke turn by age-group swimmers”, *Sports Biomechanics*, V. 3, pp. 1–14, DOI 10.1080/147631404085228.
3. Goya T., Takagi H., Nomura T. (1999), “Training effects on forces and turning motion during breast stroke turn”, *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, Jyväskylä, University of Jyväskylä, pp. 47–51.
4. Veiga S., Cala A., Frutos P. G., Navaro E. (2013), “Kinematical Comparison of the 200 m Backstroke Turns between National and Regional Level Swimmers”, *Journal of Sports Science and Medicine*, Vol. 12 (4), pp. 730–737. PMID: 24421733.
5. Goya T., Takagi H., Nomura T. (2001), “The turning motion and forces involved in the backstroke flip turn”, *Biomechanics Symposia*, San Francisco, University of San Francisco, pp. 87–90.
6. Cossor J., Blanksby B. A., Elliott B. C. (1999), “The influence of Plyometric Training on the Free-style Tumble Turn”, *Journal of Science and Medicine in Sport*, Vol. 2 (2), pp. 106–116. DOI 10.1016/S1440-2440(99)80190-X.
7. Shimadzu H., Shibata R., Ohgi Y. (2008), “Modelling swimmers’ speeds over the course of a race”, *J. Biomech.*, Vol. 41, pp. 549–555, DOI 10.1016/j.jbiomech.2007.10.007.
8. Puel F., Morlier J., Avalos M., Mesnard M., Cid M., Hellard P. (2012), “3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers”, *J. Biomech.*, V. 45, pp. 510–515, DOI 10.1016/j.jbiomech.2011.11.043.
9. Lyttle A. D., Blanksby B. A., Elliott B. C., Lloyd D. G. (1999), “Optimal depth for streamlined gliding”, K. L. Keskinen, P. V. Komi, A. P. Hollander (Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, Jyvaskyla, Gummerus Printing, pp. 165–170.
10. Pereira S., Vila S., Gonçalves P. [et al.] (2008), “A combined biomechanical analysis of the flip turn technique”, *26 International Conference on Biomechanics in Sports*, Seoul, pp. 699–702.
11. Born D. P., Kuger J., Polach M., Romann M. (2021), “Start and turn performances of elite male swimmers: benchmarks and underlying mechanisms”, *Sports Biomech.*, V. 4, pp. 1–19, DOI 10.1080/14763141.2021.1872693.

Информация об авторах:

Виноградов Е.О., SPIN-код 1212-0062, ORCID 0009-0003-1706-3163.

Крылов А.И., SPIN-код 4750-5030, ORCID 0000-0001-5561-1907.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 03.02.2026.

Принята к публикации 19.02.2026.