



МИНИСТЕРСТВО СПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПГУ  
ФК  
СИТ

Поволжский государственный  
университет физической культуры,  
спорта и туризма

К. В. Копылов, Е. А. Золотова, М. Р. Гибадуллин

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ОБУЧЕНИИ И СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПЛОВЦОВ:  
ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ УЧЕНЫХ (2019–2023 годы)**

**Монография**



КАЗАНЬ–2025

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА»

---

К. В. Копылов, Е. А. Золотова,  
М. Р. Гибадуллин

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБУЧЕНИИ  
И СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПЛОВЦОВ:  
ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ УЧЕНЫХ  
(2019–2023 годы)**

*Монография*

КАЗАНЬ  
2025

УДК 797.2  
ББК 75.717.5  
К65

*Рекомендовано учебно-научным методическим советом  
ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ» (протокол № 8 от 29.02.2024)*

#### Рецензенты:

**Ю. С. Ванюшин**, доктор биологических наук, профессор кафедры теории и методики лыжного спорта, гольфа и стрелкового спорта ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», заслуженный деятель науки Республики Татарстан;

**Г. Л. Драндров**, доктор педагогических наук, профессор кафедры теории и методики физической культуры и спорта Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева

#### **Копылов, К. В.**

**К65** Актуальные направления исследований в обучении и спортивной подготовке пловцов: опыт зарубежных ученых (2019–2023 годы) : монография / К. В. Копылов, Е. А. Золотова, М. Р. Гибадуллин. – Казань: ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2025. – 162 с.

ISBN 978-5-6053555-3-3

В монографии изложены результаты научных исследований в рамках вида спорта плавание, которые были опубликованы в наиболее престижных научных журналах первого квартиля рейтинга единой библиографической и реферативной базы данных Scopus (в период с 2019 по 2023 г.). Сформированы актуальные направления научных исследований по плаванию, представлена методика поиска научной литературы с использованием метрики SCImago Journal Ranking (SJR).

Данная работа предназначена для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений, тренеров по плаванию, студентов и спортсменов.

УДК 797.2  
ББК 75.717.5

ISBN 978-5-6053555-3-3

© Копылов К. В., Золотова Е. А., Гибадуллин М. Р., 2025  
© ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСиТ», 2025

---

## ВВЕДЕНИЕ

Рост конкуренции в плавании диктует необходимость поступательного совершенствования качества проведения тренировочного процесса на всех его этапах. Однако складывающаяся для нашей страны обстановка на международной арене в настоящий момент служит катализатором создания условий, которые напрямую и самым негативным образом влияют на процесс подготовки и участие отечественных спортсменов в соревнованиях. В связи с этим становится актуальным вопрос о необходимости всесторонней интенсификации работы по поддержанию стабильного, неуклонного роста спортивных достижений отечественных атлетов. Весьма ощутимым подспорьем в этом вопросе наряду с достаточным материально-техническим обеспечением спортивных команд является также и результат прогрессивной научной и методической деятельности ученых и специалистов в области спорта (тренеров, методистов, спортивных менеджеров, спортивных врачей и т. д.). В официальном документе «Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года» отмечается необходимость современного научно-методического, медицинского обеспечения спортивной подготовки, создания информационной системы, обеспечивающей сбор, анализ и распространение в субъектах Российской Федерации передового опыта и практик развития физической культуры и спорта. Таким образом, для достижения цели и решения задач Стратегии в рамках настоящей работы была предпринята попытка формирования актуальных направлений развития научной мысли по обеспечению качественной спортивной подготовки спортсменов-пловцов и обучению плаванию.

---

# 1. ПОИСК НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1. Фактор влияния журналов

В настоящий момент в процессе поиска научных исследований ученые со всего мира, как правило, пользуются двумя зарекомендовавшими себя поисковыми системами – Web of Science и Scopus. Обе платформы включают в себя десятки миллионов публикаций из десятков тысяч рецензируемых журналов, специализирующихся в различных сферах научной деятельности, например, естественных науках, медицине, гуманитарных науках и т. д.

В процессе поиска информации и написания научных работ ученые стараются опираться на наиболее надежные источники информации. Надежность научных изданий в ученой среде выражается в ранге, который получает тот или иной научный журнал. В качестве ранжирования издания по надежности (иными словами, по значимости) используют разные показатели, которые называют импакт-факторами (далее – ИФ), также они носят название «факторы влияния». ИФ журнала – это один из основных критериев, по которому выявляют полезность журнала и размещенных в нем материалов. ИФ представляет собой соотношение между количеством цитирований, полученных в интересующем календарном году для всех публикаций в этом журнале, которые были опубликованы в два предыдущих года, и общим количеством цитируемых статей, опубликованных в этом журнале в течение двух предыдущих лет. Именно таким образом производится ранжирование изданий в базе Web of Science. Вместе с тем у данной методики ранжирования научных изданий есть множество критиков. По словам Colledge et al., импакт-фактор (в зарубежной литературе как IF – impact factor, или JIF – journal impact factor), основываясь на простом количестве цитирований публикации, показывает не столько весомость или надежность

статьи, сколько ее популярность<sup>1</sup>. С другой стороны, в базе данных Scopus расчет индекса цитируемости происходит иным образом. В Scopus применяются две методики расчета индекса цитируемости – это SJR (SCImago Journal Rank) и Source Normalized Impact per Paper, или сокращенно SNIP. У каждой методики расчета есть свои сильные и слабые стороны, однако в данной работе более подробно остановимся на индексе SJR.

Одним из ограничений традиционного цитатного анализа (импакт-фактора) является то, что все цитаты считаются равными. Цитата из широко читаемого междисциплинарного журнала имеет такое же значение, как и из более узконаправленного или представляющего местный интерес источника. Для решения данного противоречия лабораторией ScimagoLab, базирующейся в Университете г. Гранады (Испания), был создан индикатор SCImago Journal Rank. SJR – это показатель престижа, где тематика журнала, качество и репутация напрямую влияют на ценность цитирований, которые он дает другим журналам. Основная идея заключается в том, что, когда журнал А цитируется, например, 100 раз журналами с самым высоким рейтингом в данной области, он пользуется большим авторитетом, чем журнал В, который также получает 100 цитат, но из менее престижных периодических изданий с низкой заметностью на международном исследовательском фронте. Принципиальным отличием методики SJR является то, что она проводит различие между популярностью журнала и его престижем. Можно сказать, что журналы А и В имеют одинаковую популярность, но журнал А имеет больший престиж, чем В. В итоге у журналов А и В был бы одинаковый ИФ, но у А был бы более высокий индекс SJR, чем у издания В. Таким образом, ИФ можно рассматривать как показатель популярности, поскольку он суммирует все цитаты, которые получает журнал, независимо от статуса цитирующих журналов, тогда как индекс SJR измеряет престиж журнала. При расчете индекса SJR исследовательская группа Scimago не учитывает самоцити-

---

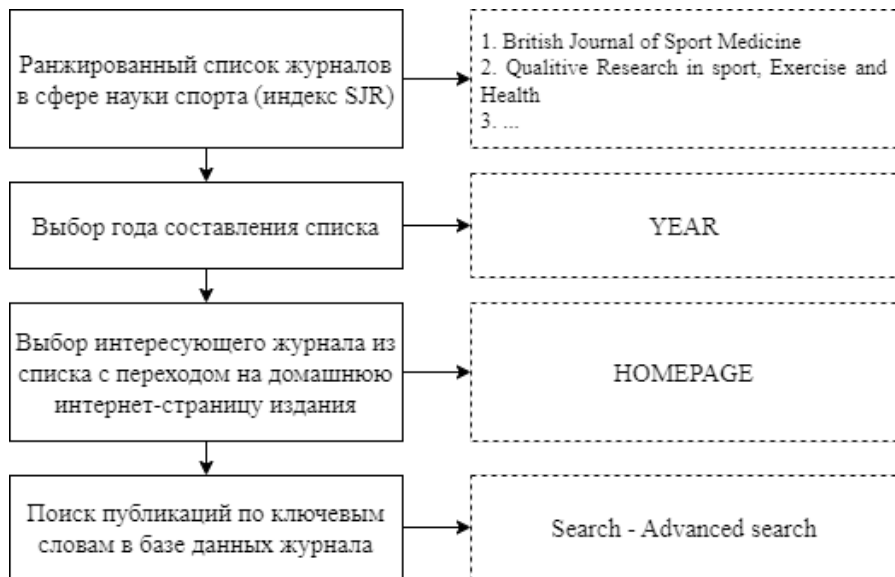
<sup>1</sup> Colledge, L., Moya-Anegón, F., Vicente, G-B., López-Illescas, C., el Aissati, M., & Moed, H. (2010). SJR and SNIP: two new journal metrics in Elsevier's Scopus. *Serials: The Journal for the Serials Community*, 23, 215–221. <https://doi.org/10.1629/23215>

рования в журналах, если они превышают треть от общего числа цитирований, полученных журналом. Таким образом, ценность самоцитирования в журналах по-прежнему признается, но при этом методика расчета ограничивает то, что часто рассматривается как манипулятивная практика цитирования.

## 1.2. Методика поиска научной информации

В процессе анализа научных публикаций (чаще обзорной направленности) в разделе «Методы и организация исследования», как правило, можно встретить упоминание авторов о том, в каких информационных базах выполнялся поиск литературы. Зачастую авторы указывают, что поиск информации производился в таких базах данных, как Web of Science, Scopus, Google Scholar и т. д. При этом не уточняется квартиль изданий, из которых были взяты материалы для дальнейшего анализа. Таким образом, публикации, которые находит автор вследствие такого поиска и с которыми производит дальнейшую работу, могут быть представлены в изданиях с совершенно разным рангом престижности. Следует отметить, что авторами данного пособия не ставится цель критики существующего подхода к поиску информации, а предлагается способ повышения вероятности поиска наиболее актуальных и надежных научных данных.

Для проведения поиска литературы в наиболее престижных научных журналах следует: на первом этапе зайти на сайт Scimago Journal Rank (рис. 1) и в списке направлений научных журналов выбрать направление Sports Science (спортивная наука). Далее на странице сайта автоматически будет сформирован список журналов, специализирующихся на науке спорта, за предыдущий календарный год. Список изданий проранжирован согласно величине полученного индекса SJR. Ранжирование проводится по четырем квартилям – от самого престижного первого квартиля (Q1) до менее престижного четвертого квартиля (Q4). Преимущество данного поиска заключается в возможности производить поиск исследований в наиболее качественных, иными словами, престижных научных изданиях. Поиск информации в изданиях первого квартиля повышает актуальность и надежность полученной информации.



**Рис. 1. Порядок действий при поиске публикаций на сайте Scimago Journal Rank**

*Источник:* Scimago Journal & Country Rank. <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=3699&year=2021>

Функциональные возможности сайта позволяют выбрать календарный год, в течение которого проводилось ранжирование научных изданий. Таким образом, ученый может проследить динамику роста престижа интересующего его научного издания.

На следующем этапе предлагается выбрать интересующее издание и перейти на его домашнюю интернет-страницу. Далее на странице выбранного научного журнала в поисковой строке можно по ключевым словам проводить поиск интересующей автора узконаправленной информации.

---

## **2. НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА ПЕРИОД 2019–2023 ГОДЫ**

В настоящем пособии изложены результаты научных исследований, опубликованных в наиболее престижных научных журналах (первого квартиля рейтинга, Q1), индексируемых в международной базе данных Scopus. Метрика изданий по квартилям производится по версии лаборатории Scimago Lab (Scimago Lab – лаборатория Университета Гранады, Испания). Ранжирование изданий проводилось в категории Journal Rankings on Sports Science (перев. с англ. – «рейтинг журналов по спортивной науке»). Рассматриваемые научные издания специализировались на публикациях, посвященных таким областям науки, как методика спортивной тренировки, физиология спорта, биология спорта, спортивная медицина, педагогика и психология физической культуры и спорта. Поиск исследований проводился в режиме онлайн в электронных базах журналов рейтинга по ключевым словам: ‘swim’ (плавать), ‘swimming’ (плавание), ‘swimmers’ (пловцы), ‘swimming training’ (тренировка в плавании), ‘sports swimming’ (спортивное плавание). В анализ литературных изданий были включены 47 журналов, которые за последние пять лет (с 2019 по 2023 г.) были представлены в первом квартиле (Q1) рейтинга SJR хотя бы один раз. Анализ научных изданий позволил обнаружить более двухсот публикаций в форме научных статей, отвечающих указанным выше критериям поиска. На основе анализа публикаций было сформировано 18 направлений научных исследований, например, техническая подготовка пловцов, отбор и специализация в плавании, обучение плаванию и т. д.

## **2.1. Взаимосвязь морфофункциональных и антропометрических показателей пловцов с физической работоспособностью и соревновательной результативностью**

Практика спортивного плавания, а также результаты научных исследований показывают, что в настоящее время успешное выступление на соревнованиях самого высокого ранга становится доступным лишь для самых одаренных спортсменов, имеющих ярко выраженные врожденные задатки к спортивным достижениям. Такие параметры, как общие размеры тела и пропорции, существенно влияют на физическую работоспособность, спортивную активность, выбор спортивной специализации и имеют высокую наследственную обусловленность, которые, наряду с психологическими, физиологическими, биохимическими факторами, дают возможность определять перспективы спортсменов (Politko, 2015).

### ***Морфологические показатели***

Mallett et al. (2021) изучали влияние типологии мышечных волокон на стратегию темпа элитных пловцов, соревнующихся на дистанции 200 м вольным стилем. Были проанализированы три наилучших выступления в карьере среди 25 элитных пловцов на дистанции 200 м вольным стилем: 12 женщин ( $1:58,0 \pm 0:01,3$  мин:с) и 13 мужчин ( $1:48,4 \pm 0:02,5$ ). Концентрацию карнозина в мышцах определяли количественно с помощью протонной магнитно-резонансной спектроскопии в икроножных и камбаловидных мышцах и выражали в виде показателя  $z$  агрегата карнозина ( $z$ -показатель карнозина) по отношению к контрольной группе неспортсменов соответствующего возраста и пола. Более высокие значения  $z$ -показателя карнозина говорят о наличии соответственно большей концентрации быстрых мышечных волокон (тип II) в мышцах человека. Результаты анализа прохождения дистанций показали, что пловцы с более высоким баллом  $z$ -показателя карнозина провели больший процент времени на дистанции на третьем 50-метровом отрезке по сравнению с пловцами, чей балл был ниже ( $p < 0,05$ ). При этом на каждый 1 %

увеличения количества времени, потраченного на прохождение первых 50 метров дистанции, процент времени, потраченного на прохождение третьего отрезка, уменьшался на 0,4 % для пловцов с более высоким  $z$ -показателем карнозина ( $r = -0,51$ , при  $p < 0,01$ ). Отмечается также, что процент времени, проведенного на четвертом отрезке, снизился на 0,8 % для пловцов с более высоким  $z$ -показателем карнозина, тогда как для пловцов с более низким показателем – на 0,9 %. Так, меньшее содержание быстрых мышечных волокон ассоциируется с более быстрым прохождением второй половины дистанции. Таким образом, авторы сделали вывод, что типология мышечных волокон может влиять на стратегию темпа прохождения дистанции 200 м вольным стилем у пловцов. Полученные данные, по словам ученых, открывают возможности для максимизации индивидуальной стратегии темпа и должны учитываться тренерами при подготовке своих спортсменов (Mallett et al., 2021).

Исследование взаимосвязи между типологией мышечных волокон и быстротой выполнения технических элементов старт и поворот у пловцов-спринтеров было проведено Mallett et al. (2020). Результаты показали, что пловцы с более высоким  $z$ -показателем карнозина (т. е. с более быстрой мышечной типологией) имели значительно более быстрое время старта при плавании на 100 м по сравнению с пловцами с более низким  $z$ -показателем карнозина ( $p < 0,05$ ). Авторы делают вывод, что время старта в спринтерских соревнованиях частично определяется (и ограничивается) типологией мышечных волокон, что весьма актуально для пловцов-спринтеров (Mallett et al., 2020).

Bellinger et al. (2022), изучив типологию мышц пловцов элитного класса и высококвалифицированных пловцов (всего  $n = 43$ ) пришли к выводу о том, что  $z$ -показатель карнозина значимо не различался у пловцов, специализирующихся на коротких, средних и длинных дистанциях ( $p > 0,05$ ). При этом пловцы-спринтеры элитного класса (на всех способах плавания) имели значительно более высокий  $z$ -показатель карнозина по сравнению с высококвалифицированными пловцами-спринтерами ( $p < 0,05$ ). Пловцы-бассисты имели значительно более высокий  $z$ -показатель карнозина по сравнению с пловцами вольным

стилем ( $p < 0,001$ ), спиннистами ( $p = <0,001$ ) и дельфинистами ( $p < 0,001$ ). Кроме того, в когорте пловцов брассом наблюдалась значительная положительная корреляция между баллами FINA и баллом z-показателя карнозина ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,05$ ). Таким образом, пловцы-спринтеры элитного класса обладают большей предполагаемой долей волокон типа II по сравнению с высококвалифицированными пловцами-спринтерами, а также пловцами-брассистами по сравнению с пловцами вольным стилем, на спине и баттерфляем (Bellinger et al., 2022).

### *Антропометрические показатели*

Некоторые антропометрические переменные (например, рост, размах рук, длина конечностей) детерминированы по наследству и не зависят от процесса физической подготовки. В связи с этим для выявления спортивных талантов, особенно в плавании, принято использовать некоторые устоявшиеся стандарты антропометрических показателей. Аналитический обзор, проведенный группой ученых (Lima-Borges et al., 2022), показал, что чаще всего в исследованиях обнаруживались тесные взаимосвязи между физической работоспособностью пловцов и такими антропометрическими переменными, как длина туловища, рост стоя, масса тела и длина ног (Lima-Borges et al., 2022).

Исследователи Strzała et al. (2019) оценивали влияние антропометрии, силы на суше и силы тяги при плавании на результативность среди юных и взрослых пловцов на дистанции 50 м кролем на груди. Исследование проводилось с участием двух групп пловцов-мужчин: взрослые спортсмены ( $20,6 \pm 1,05$  года) и юноши ( $17,3 \pm 0,59$  года). Исследовались показатели массы тела (MT) и тощей массы тела (ТМТ), рост сидя и рост стоя, а также размах рук (РР); на суше – прыжок со встречным движением (CMJ – counter movement jump) и максимальная изометрическая сила мышц, обеспечивающих движения в локтевых и коленных суставах; в воде – сила тяги при плавании на привязи. В группе юношей были обнаружены тесные взаимосвязи между массой тела ( $r = 0,63$ , при  $p < 0,05$ ), тощей массой тела ( $r = 0,78$ , при  $p < 0,01$ ), ростом сидя ( $r = 0,55$ , при  $p < 0,05$ ), ростом стоя ( $r = 0,58$ , при  $p < 0,05$ ), размахом рук ( $r = 0,52$ , при  $p < 0,05$ )

и результативностью на дистанции 50 м кролем на груди. При этом сильных и средних связей по данным показателям в группе взрослых спортсменов обнаружено не было. Показатели силы на суше СМЖ и изометрической силы мышц – сгибателей и разгибателей коленного сустава ( $r = 0,57$ ;  $r = 0,69$ ;  $r = 0,56$ ;  $r = 0,57$  соответственно) также достоверно коррелировали с результатом плавательного теста только в младшей группе. Сила тяги в воде не коррелировала с результатом теста 50 м ни в одной из исследуемых групп. Отмечается, что в группе взрослых спортсменов был обнаружен средний уровень взаимосвязи между частотой гребков и результативностью в плавательном тесте. По мнению ученых, фактором, оказывающим большее влияние на результаты спринтерского плавания у более опытных пловцов старшего возраста, по-видимому, является техника плавания, а не показатели антропометрии и силы. Вместе с тем показатели силы на суше являются надежным предиктором соревновательной результативности среди юных пловцов (Strzała et al., 2019).

### ***Функциональные показатели***

Almeida et al. (2022) проводили анализ кинетики поглощения кислорода ( $VO_2K$ ) и биоэнергетические профили пловцов на дистанциях 50, 100 и 200 м. В исследовании приняли участие 28 квалифицированных пловцов. Участники эксперимента с перерывом в 48 ч последовательно преодолевали тестовые дистанции с максимально возможной скоростью. Результаты исследования показали, что пловцы-мужчины продемонстрировали более высокие абсолютные и относительные показатели  $VO_{2\text{пик}}$  во всех максимальных тестах (рис. 1). Несмотря на то, что у пловцов-мужчин абсолютный показатель  $VO_{2\text{пик}}$  был выше, различия в профиле реакции между расстояниями были одинаковыми между полами, за исключением дистанции 100 м, где мужская группа имеет тенденцию достигать пикового значения  $VO_2$ .

Показатели  $VO_2K$  и  $VO_{2\text{пик}}$  значительно различались на трех исследованных дистанциях, демонстрируя более медленную скорость реакции потребления кислорода по мере увеличения дистанции и снижения интенсивности упражнения. Анаэробный вклад показал наибольшую корреляцию с более короткими

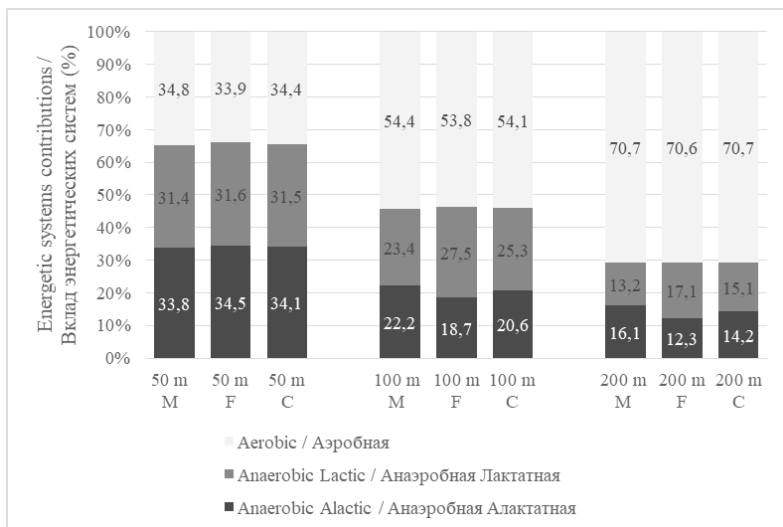


Рис. 1. Вклад энергетических систем в испытаниях на дистанции 50, 100 и 200 м

*Примечание:* М – мужчины, F – женщины, С – объединенная группа.  
*Источник:* (Almeida et al., 2022).

дистанциями, несмотря на то, что данный параметр значительно коррелировал со всеми дистанциями, что подчеркивает важность вклада данного компонента в результативность как на коротких, так и на средних дистанциях. Дефицит кислорода в начале максимальных упражнений показал значительные различия между тремя максимальными тестами, увеличиваясь по мере увеличения дистанции. Скорость воспринимаемого напряжения была значительно ниже в тесте на 50 м, при этом различий между тестами на 100 и 200 м не наблюдалось. Таким образом, вклад аэробной энергии является важным фактором для производительности на дистанциях 50, 100 и 200 м. Увеличение скорости  $VO_2K$  авторы объясняют более быстрым начальным темпом, используемым на коротких дистанциях, что, в свою очередь, способствовало увеличению скорости окислительного вклада в энергетический обмен. Высокая корреляция показателей анаэробной системы с тестом на 50 м и аэробной системы с тестом на 200 м позволяет сделать вывод о том, что обе системы тесно связаны с результатами плов-

цов как на коротких, так и на средних дистанциях, показывая, что обе системы вносят значительный вклад в результативность. Авторы указывают, что подготовка должна включать развитие аэробной и анаэробной систем энергообеспечения, и в особенности при подготовке к заплыву на дистанции 100 м, где обе системы имеют одинаковый относительный вклад (Almeida et al., 2022).

## ЛИТЕРАТУРА

Almeida, T. A. F., Pessôa Filho, D. M., Espada, M. A. C. et al. (2020).  $VO_2$  kinetics and energy contribution in simulated maximal performance during short and middle distance-trials in swimming. *Eur J Appl Physiol.*, 120, 1097–1109. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04348-y>

Bellinger, P., Lievens, E., Kennedy, B., Rice, H., Derave, W., & Minahan, C. (2022). The Muscle Typology of Elite and World-Class Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17, 1–8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0048>

Lima-Borges, D., Portilho, N. O., Araújo, D. S., Ravagnani, C. F. C., & Almeida, J. (2022). Anthropometry and physical performance in swimmers of different styles. *Science & Sports*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.07.007>

Mallett, A., Bellinger, P., Derave, W., Lievens, E., Kennedy, B., Rice, & H., Minahan. (2020). Muscle Fiber Typology and Its Association With Start and Turn Performance in Elite Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16, 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0548>

Mallett, A., Bellinger, P., Derave, W., McGibbon, K., Lievens, E., Kennedy, B., Rice, H., & Minahan, C. (2021). The Influence of Muscle Fiber Typology on the Pacing Strategy of 200-m Freestyle Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16, 1–6. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0725>

Politko, O. (2015). Features of morphological and functional characteristics of young swimmers 14–18 years. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 45, 95–99. <https://doi.org/10.15391/sns.2015-1.018>

Strzała, M., Stanula, A., Krężałek, P., Ostrowski, A., Kaca, M., & Głab, G. (2019). Influence of Morphology and Strength on Front Crawl Swimming Speed in Junior and Youth Age-Group Swimmers. *J Strength Cond Res.*, 33(10), 2836–2845. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002084>

## **2.2. Влияние пандемии, вызванной SARS-CoV-2, на процесс спортивной подготовки пловцов и соревновательную результативность**

Пандемия, вызванная SARS-CoV-2, оказала значительное влияние на все стороны жизни общества. И, конечно, не осталась в стороне и такая сфера общественной деятельности, как спорт. Спортсмены оказались в беспрецедентно сложных изолированных условиях, которые поставили под вопрос продолжение спортивной карьеры у огромного числа профессиональных атлетов. Еще предстоит изучить опыт, который получили спортсмены и их тренеры в самый сложный период изоляции, и систематизировать полученные знания, для того чтобы снизить негативные последствия при возникновении новых эпидемиологических катастроф в будущем.

Sloop et al. при проведении опроса представителей из различных видов спорта заключили, что именно пловцы продемонстрировали значительное снижение еженедельного времени, затрачиваемого на тренировки в их основном виде упражнений, по сравнению со всеми другими группами спортсменов (триатлон, бег, гребля, велосипедный спорт) (Sloop et al., 2021).

Группа ученых Arsoniadis et al. (2022) поставила своей целью изучить влияние тренировок на суше в течение 11-недельного периода изоляции в период пандемии на результаты плавания. В эксперименте приняли участие 12 квалифицированных пловцов, которые выполнили тестовые заплывы на дистанциях 50, 200, 300, 400 м и 4 спринта по 50 м кролем на груди до и после изоляции. Для оценки силовых способностей на суше измеряли изометрическую силу хвата рук и плеч, в воде испытуемые выполняли 10-секундный спринт на привязи. Результаты эксперимента показали, что тренировочная нагрузка пловцов во время карантина снизилась на 78 %, при этом скорость плавания значительно снизилась на 4,7–7,9 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с периодом до карантина. Время прохождения контрольных дистанций увеличилось в среднем на 2,6–3,9 % ( $p < 0,05$ ), тогда как в тесте 4 × 50 м оно осталось неизменным ( $p > 0,05$ ). При этом сила плавания на привязи увеличилась на 9 % ( $p < 0,01$ ), однако изометрическая

сила хвата и плеча осталась неизменной ( $p > 0,05$ ). Концентрация лактата в крови снизилась на 19 % в тесте на 400 м и не изменилась после тестов  $4 \times 50$  м ( $p > 0,05$ ). Авторы пришли к заключению, что период изоляции оказал влияние на снижение аэробной подготовленности, в то время как сила, скорость и скоростная выносливость сохранились. Таким образом, тренировки на суше могут способствовать сохранению плавательной подготовленности на коротких, но не на средних дистанциях (Arsoniadis et al., 2022).

Результаты предыдущего исследования согласуются с данными Perez et al. (2021), которые исследовали пловцов колледжа в США. Сравнение 28 недель подготовки в допандемийный и пандемийный периоды показало, что объем тренировок снизился в среднем на 60 %. Также показано, что почти каждый четвертый пловец (23 %) из плавательной команды отказался от продолжения своей плавательной карьеры после наступления пандемии. После возобновления соревновательных стартов выяснилось, что наименьшее снижение спортивных результатов было обнаружено у спринтеров, тогда как пловцы на средних дистанциях и стайеры показали большее снижение результативности на профильных дистанциях (Perez et al., 2021).

Исследователи Miguens et al. (2022) анализировали выступление после карантина на чемпионате Франции по плаванию. Авторы измеряли долю французских пловцов, которые прогрессировали, стагнировали или регрессировали во время национального чемпионата 2020 г. по сравнению с предыдущими соревнованиями. Результаты показали, что в 2020 г. на 16 % увеличилась доля пловцов, которые ухудшили результат своего выступления, причем у женщин наблюдалась более высокая доля регресса результативности (41 %), чем у мужчин (26 %,  $p < 0,0001$ ). Только у 39 % женщин и 53 % мужчин наблюдалось прогрессирование в 2020 г., тогда как в предыдущий год женщины прогрессировали с частотой 60,8 %, а мужчины – 66,7 %. Наибольший регресс результатов наблюдался в стайерском плавании в сравнении со спринтерами. Сравнивая результативность по способам плавания, выяснилось, что наибольший регресс наблюдался у брассистов (42,4 %), тогда как в остальных способах данный показа-

тель находился в пределе 30,5 %. Таким образом более высокий эффект регрессии соревновательных результатов у французских пловцов наблюдался среди женщин, пловцов на длинные дистанции и брассистов (Miguens et al., 2022).

## ЛИТЕРАТУРА

Arsoniadis, G., Botonis, P., Tsoltos, A., Chatzigiannakis, A., Bogdanis, G., Terzis, G., & Toubekis, A. (2022). Effects of Dryland Training During the COVID-19 Lockdown Period on Swimming Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2021-0516>

Miguens, N., Pla, R., Difernand, A., Toussaint, J. F., & Sedeaud, A. (2022). Postlockdown Performance in French Swimming Championships. *Int J Sports Physiol Perform*, 17(8), 1196–1204. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2021-0514>

Perez, G., VanSumeren, M., Brown, M., & Hew-Butler, T. (2021). *Pandemic-induced Reductions on Swim Training Volume and Performance in Collegiate Swimmers*. <https://doi.org/10.20944/preprints202111.0361.v1>

Sloop, O., & Ferguson-Stegall, L. (2021). Effects of the Covid-19 Pandemic on the Exercise Training of Masters Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(8S), 212. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000761524.49710.64>

### **2.3. Влияние ряда лекарственных препаратов и биологически активных добавок на физическую работоспособность пловцов**

В мировой практике спорта давно сложилось мнение о том, что осторожное использование некоторых добавок и спортивного питания может быть полезным для спортсменов. Так, например, по данным Кнарík et al. (2016), уровень потребления добавок у спортсменов выше, чем у населения США в целом, причем самый высокий уровень потребления наблюдается у элитных спортсменов по сравнению с неэлитными спортсменами (Кнарík et al., 2016). Это обусловлено тем, что применение тех или иных лекарственных препаратов и биологически активных добавок (далее – БАД) может способствовать повышению адаптационных возможностей организма к типичным для спорта высоким физическим и психическим нагрузкам.

Американский колледж спортивной медицины и Международный олимпийский комитет определили пять эргогенных добавок, имеющих научно обоснованное применение в спортивном питании, среди которых кофеин, креатин, бета-аланин, бикарбонат натрия и нитраты. При этом Murphy et al. (2022) обратили внимание на тот факт, что информации относительно эффективности и безопасности приема некоторых из вышеописанных веществ среди отдельных женских групп в имеющейся литературе недостаточно, поскольку основная масса экспериментальных исследований включает в себя мужские группы. По мнению ученых, проблема заключается в том, что, помимо индивидуальных различий в гормональном статусе и метаболизме на протяжении менструального цикла, существует также вероятность межличностных различий в физиологической реакции на добавки и протоколах упражнений, которые могут повлиять на обобщаемость результатов. Ученые провели объемный литературный обзор (период сбора информации – 2000–2021 гг., в базах данных PubMed, SPORTDiscus, Scopus и Google Scholar) по поиску информации о применении бета-аланина, кофеина и нитратов в спорте среди женщин. Анализ 34 источников литературы позволил исследователям показать, что менструальная фаза у женщин и гормональный статус влияют на метаболизм при физической нагрузке (рис. 2), метаболизм бета-аланина, скорость выведения кофеина и соотношения  $\text{NO}_3 : \text{NO}_2^-$  (нитрат – нитрит) в плазме крови. Это значит, что при проведении исследований в будущем для получения точных результатов экспериментов с участием женщин необходимо учитывать такие факторы, как циклические колебания половых гормонов, фаза менструального цикла, статус применения гормональных контрацептивов (Murphy et al., 2022).

Группой авторов Wang et al. (2022) было проведено обзорное исследование, в котором изучался опыт применения различных добавок и питательных веществ среди взрослых спортсменов. Поиск необходимой литературы проводился в электронных базах данных PubMed, Web of Science, Embase и Cochrane до декабря 2021 г. Авторы пришли к выводу о том, что существует ряд веществ, которые способны повысить производительность высококвалифицированных пловцов, например, такие как угле-



**Рис. 2. Краткое описание механизмов действия и эффектов бета-аланина, кофеина и нитратов у женщин, ergogenic aids – эргогенные средства**

*Источник:* (Murphy et al., 2022).

воды, бета-аланин, глутатион, креатин, кофеин, бикарбонат натрия, L-аргинин, альфа-кетоглутарат и белок. В частности, повышению работоспособности пловцов-стайеров при плавании на открытой воде будет способствовать прием 8%-го раствора углеводов по ходу дистанции, для пловцов-спринтеров – прием креатина в дозировке 21 г/день в течение 9 дней. Положительный эффект будет также наблюдаться от приема перед тренировкой кофеина (0,3 мг/кг веса тела) и бикарбоната натрия (пищевая сода,  $\text{NaHCO}_3$ ) в дозировке 0,3 г/кг. По словам авторов, в литературе крайне редко можно встретить работы, изучающие эффект от сочетания приема сразу нескольких лекарственных веществ и БАДов. По мнению ученых, важно проводить рандомизированные, перекрестные, контролируемые клинические исследования, для того чтобы, во-первых, оценить эффективность сочетания приема веществ и, во-вторых, выявить закономерности для назначения индивидуальных курсов приема лекарственных препаратов и БАДов для каждого спортсмена в отдельности (Wang et al., 2022).

### ***Бикарбонат натрия***

Влиянию вещества бикарбоната натрия на работоспособность спортсменов, и в частности пловцов, за последние годы был посвящен ряд исследований (Calvo et al., 2021; Grgic et al., 2021; Gough et al., 2021; Kumstát et al., 2018). Потребление пищевого бикарбоната натрия (далее – БН) перед тренировкой вызывает эффект метаболического алкалоза (снижение кислотности) за счет увеличения пула бикарбоната в крови и величину рН. Это, в свою очередь, увеличивает буферную способность внеклеточного пространства работающей мышцы, влияя на отток  $H^+$  (ионов водорода) во внеклеточное пространство для последующей утилизации. Считается, что во время интенсивных субмаксимальных упражнений одной из основных причин утомления является метаболический ацидоз (увеличение кислотности), вызванный высокими темпами анаэробного гликолиза, что приводит к накоплению ионов  $H^+$ , превышающим внутриклеточную буферную емкость (Plowman & Smith, 2013).

Gough et al. (2023) поставили своей целью выяснить, какое влияние на работоспособность пловцов окажет прием добавки бикарбоната натрия ( $NaHCO_3$ ) во время спринтерского интервального плавания  $8 \times 50$  м вольным стилем со старта с активным отдыхом 50 м между отрезками. В этом двойном слепом рандомизированном перекрестном исследовании приняли участие 14 квалифицированных пловцов мужского пола (масса тела:  $73 \pm 8$  кг; возраст:  $19 \pm 2$  года), регулярно участвующих на региональных стартах. Исследователями было разработано три протокола приема бикарбоната натрия и плацебо (хлорид натрия). Первый протокол приема  $NaHCO_3$  предполагал дозировку 0,3 г/кг, второй протокол – 0,05 г/кг ( $NaHCO_3$ ) и третий – 0,05 г/кг хлорида натрия (плацебо). Образцы капиллярной крови из кончика пальца брали в три момента времени: 1 – исходный уровень (до приема внутрь), 2 – через 60 минут после приема  $NaHCO_3$  и 3 – сразу после тренировки. Результаты проведения тестирования показали, что статистически значимых различий в скорости плавания с 1-го по 4-й отрезок не наблюдалось ( $p > 0,05$ ), однако с 5-го по 8-й отрезок производительность тех, кто принимал бикарбонат

натрия, выросла (при  $p < 0,05$ ). Совокупная производительность (сумма 8 интервалов) была быстрее после приема  $\text{NaHCO}_3$  по сравнению с плацебо ( $\text{NaHCO}_3 = 226,5 \pm 14,0$  с., плацебо =  $227,4 \pm 14,3$  с.;  $p = 0,008$ ). Авторы пришли к выводу о том, что добавление  $\text{NaHCO}_3$  может улучшить результаты спринтерского интервального плавания на последних этапах, что, вероятно, связано с увеличением pH и  $\text{HCO}_3^-$  перед тренировкой и последующим увеличением буферной щелочной емкости во время тренировки (Gough et al., 2023).

### *Цитрат натрия*

Известно, что прием бикарбоната натрия сопровождается возникновением дискомфорта со стороны желудочно-кишечного тракта, в виде вздутий, диспепсии и т. д. По имеющимся данным, прием вещества цитрата натрия также позволяет увеличить физическую работоспособность спортсменов, но при этом вызывает менее выраженные неблагоприятные реакции со стороны организма.

Группа чешских ученых поставила своей целью изучить влияние приема бикарбоната натрия (БН) и цитрата натрия (ЦН) на результаты плавания высокой интенсивности на дистанции 400 м и реакцию крови с использованием принятого протокола предварительной нагрузки для бикарбоната натрия (Kumstát et al., 2018). В двойном слепом плацебо контролируемом исследовании приняли участие 6 квалифицированных пловцов (возраст  $20,7 \pm 2,1$  года). Участники принимали БН ( $0,3$  мг/кг), ЦН ( $0,3$  мг/кг) или плацебо (крахмал). Отметим, что за 4 недели до начала эксперимента пловцам запрещалось принимать вещества креатин и бета-аланин для получения точного результата.

Результаты исследования показали наличие умеренного эргогенного эффекта от приема БН (рост в среднем на 1 % при  $p > 0,05$ ), в то время как прием ЦН не оказал влияния на результативность ( $p > 0,05$ ), более того, она была даже ниже, чем при приеме плацебо (рис. 3). Анализ крови показал, что при приеме БН и ЦН величина pH и концентрация  $\text{HCO}_3^-$  были выше на всех временных этапах взятия проб (до начала теста, 60 и 90 мин. после

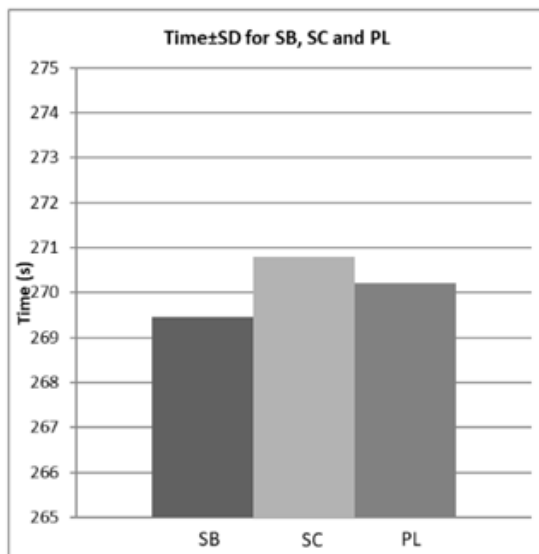


Рис. 3. Результаты прохождения тестирования, с.

*Примечание:* SB – sodium bicarbonate, SC – sodium citrate, PL – placebo.

*Источник:* (Kumstát et al., 2018).

теста) по сравнению в плацебо. Однако, по заключению авторов, эргогенный эффект ЦН при проведении данного исследования не был подтвержден (Kumstát et al., 2018).

### **Бета-аланин**

Norberto et al. (2020) поставили своей целью проанализировать влияние добавок β-аланина на метаболический вклад и работоспособность во время плавания на 400 метров. В двойном слепом плацебо контролируемом исследовании длительностью 6 недель приняли участие 13 высококвалифицированных пловцов. Участники принимали добавку β-аланина в дозировке 4,8 г/день или плацебо. В качестве тестового задания пловцы выполнили дистанцию 400 м вольным стилем и 30-секундное плавание на привязи с 48-часовым интервалом между каждым усилием до и после периода приема добавок. Спортсменам настоятельно

рекомендовали прилагать максимальные усилия во время теста, и у них не было обратной связи по оставшемуся времени и силе. Согласно результатам исследования, после приема добавки  $\beta$ -аланина спортсмены показали меньшие значения молочной кислоты в крови после окончания тестирования ( $p < 0,001$ ) и меньшие показатели индекса усталости ( $p < 0,001$ ) в сравнении с приемом плацебо, тогда как по остальным нервно-мышечным, метаболическим и энергетическим параметрам значимых различий не наблюдалось. Отмечается также и отсутствие значимого эффекта во времени прохождения дистанции. Таким образом, авторы заключили, что, по полученным данным, добавление  $\beta$ -аланина не приводит к изменениям метаболического вклада и неэффективно для улучшения результатов в плавании (Norberto et al., 2020).

### *Кофеин*

Влиянию кофеина на физическую работоспособность и результативность пловцов были посвящены исследования Jodra et al. (2020), Guest et al. (2021), Newbury et al. (2022), Salgueiro et al. (2022). Кофеин является наиболее широко потребляемым психоактивным веществом в мире и в природе встречается в десятках видов растений, включая кофе, чай и какао (Guest et al., 2021).

Guest et al. (2021) провели объемное метаисследование по вопросу позиции Международного общества спортивного питания (International Society of Sports Nutrition – ISSN) в отношении потребления кофеина и его влияния на результативность спортивных тренировок. После критической оценки доступной на сегодняшний день литературы (более 400 источников) группа ученых пришла к ряду заключений: 1) в большинстве исследований кофеин способствовал улучшению различных аспектов физической активности (мышечная выносливость, сила и скорость движений); 2) положительный эффект наблюдается после приема кофеина в объеме 3–6 мг/кг массы тела, тогда как высокие дозы (например, 9 мг/кг) приводят к возникновению побочных эффектов (тревожность, сердцебиение, нарушение сна); 3) кофеин может улучшить когнитивные способности человека; 4) альтернативные источники кофеина, такие как жевательная резинка

с кофеином, жидкости для полоскания рта, энергетические гели и жевательные конфеты, также способны улучшить работоспособность, причем как тренированного, так и нетренированного человека (Guest et al., 2021).

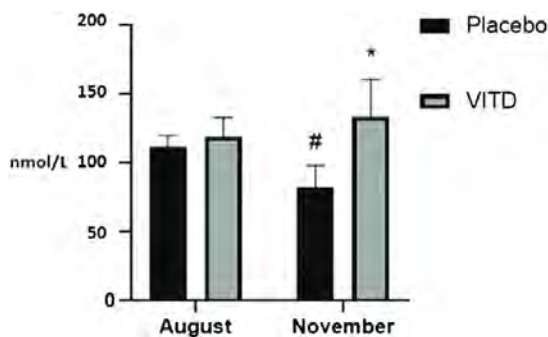
Исследование влияния кофеина на среднюю скорость, уровень воспринимаемого усилия и концентрацию лактата у пловцов во время высокоинтенсивной прерывистой тренировки (10 × 400 м) провела группа бразильских ученых (Salgueiro et al., 2022). После приема кофеина в дозе 6 мг/кг массы тела пловцы показали статистически значимое увеличение скорости плавания, меньшие значения молочной кислоты в крови по ходу и после тестирования, более низкое субъективное восприятие сложности нагрузки (при  $p < 0,001$ ) (Salgueiro et al., 2022).

В другом исследовании (Newbury et al., 2022) изучался потенциальный эргогенный эффект кофеина на физическую работоспособность высококвалифицированных пловцов (возраст:  $18 \pm 1$  лет) и качество сна. В двойном слепом плацебо контролируемом исследовании пловцы принимали кофеин (3 мг/кг) или плацебо перед вечерним заплывом на 100 м, после чего следовал сон, а на следующее утро заплыв повторялся. Полученные результаты показали, что прием кофеина, по сравнению с плацебо, никак не повлиял на время проплыwania дистанции ни вечером, ни на следующее утро. Кроме того, не было обнаружено групповых различий по каким-либо субъективным побочным эффектам (например, тревожность:  $p = 0,468$ , тахикардия:  $p = 0,859$ , бдительность:  $p = 0,959$ ) или параметрам сна (например, латентность сна:  $p = 0,395$ ), общее время сна:  $p = 0,574$ ). Авторы заключили, что требуется проведение дополнительных контролируемых исследований для достижения понимания вопросов влияния кофеина на работоспособность и сон у юных пловцов (Newbury et al., 2022).

### ***Витамин D<sub>3</sub>***

Rockwell et al. (2019) изучали влияние добавок витамина D<sub>3</sub> в период осеннего сезона на силу/мощность, состав тела и анаболические гормоны у пловцов с оптимальным статусом витамина D<sub>3</sub> в конце лета. Эксперимент проводился с пловцами на-

циональной студенческой команды по плаванию 1-го дивизиона ( $n = 19$ ). Участники случайным образом получали по 5000 МЕ (микроединиц) витамина  $D_3$  или плацебо ежедневно в течение 12 недель с августа по ноябрь. Согласно результатам (рис. 4), у пловцов, принимавших витамин  $D_3$ , наблюдалось увеличение уровня 25(OH)D на 8 % к концу эксперимента, тогда как в группе плацебо, наоборот, фиксировалось его снижение на 44 %.



**Рис. 4. Показатель 25(OH)D до и после приема добавок, нмоль/л<sup>-1</sup>**

*Примечание:* placebo – группа плацебо, VITD – группа приема  $D_3$ .

*Источник:* (Rockwell et al., 2019).

Также в группе, принимавшей витамин  $D_3$ , наблюдалось снижение безжировой массы тела на 13,6 % ( $p < 0,05$ ) в группе плацебо – без изменений, процентного содержания жира на 6,2 %, в группе плацебо – на 4 % ( $p < 0,05$ ). Показатели общего и свободного тестостерона в группе  $D_3$  снизились к концу эксперимента значимо ниже, нежели в плацебо-группе ( $p < 0,05$ ). Группа  $D_3$  показала значимые различия по результативности выполнения упражнений присед, становая тяга, вертикальный прыжок, в конце исследования, тогда как в группе плацебо значимые различия отсутствовали. Таким образом, результаты подтверждают преимущества поддержания концентрации 25(OH)D в течение всего осеннего сезона тренировок в помещении для повышения силы и силовой адаптации, которые снижаются при снижении уровня витамина  $D_3$  (Rockwell et al., 2019).

### ***Нитраты***

Исследователи Lowings et al. (2023) впервые провели эксперимент по изучению эргогенного эффекта добавок нитратов на результаты в плавании. В двойном слепом плацебо контролируемом исследовании приняли участие 10 пловцов (5 мужчин и 5 женщин, возраст  $20 \pm 1$  год). Тестовое задание состояло из 8 повторений 21-метрового отрезка бассейна способом на спине. Результаты исследования показали отсутствие значимых различий во времени проплывания отрезков, количестве выполненных гребков, продолжительности и скорости плавания под водой перед выходом на поверхность ( $p > 0,05$ ). Авторы заключили, что потребуются дополнительные исследования для подтверждения эффективности нитратов в зависимости от вида спорта, дозировки вещества, возраста (Lowings et al., 2023).

### ***Протеин***

Группа канадских ученых (Theocharidis et al., 2020) изучала влияние добавок сывороточного протеина по сравнению с изокалорийными углеводными напитками и водой, потребляемыми сразу после интенсивного плавания, на обмен костей у пловцов-подростков. В исследовании приняло участие 58 пловцов (возраст  $14,1 \pm 0,4$  года). Ученые обнаружили, что в группе, принимавшей сывороточный белок, наблюдалась более высокая расчетная скорость обновления костной ткани по сравнению с исходным уровнем, чего не наблюдалось в других группах (группа «углеводы» и группа «вода») (Theocharidis et al., 2020).

### ***Пробиотики***

Представляет интерес работа исследователей Jäger et al. (2019) из Международного общества спортивного питания (ISSN), связанная с изучением опыта применения добавок, содержащих пробиотики для оптимизации здоровья, работоспособности и восстановления спортсменов. Согласно определению ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), пробиотики – это живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах приносят пользу для здоровья хозяина. Изучив научную

и медицинскую литературу, авторы пришли к ряду заключений: 1) определенные штаммы пробиотиков могут увеличивать усвоение ключевых питательных веществ (аминокислоты, белок) у спортсменов; 2) добавки с пробиотиками усиливают иммунную резистентность организма; 3) введение избранных противовоспалительных штаммов пробиотиков было связано с улучшением восстановления после повреждающих мышцы упражнений; 4) пробиотики оказывают положительное влияние на состав тела, мышечную массу, уровень тестостерона и кортизола, снижение уровня лактата при физических упражнениях, а также когнитивные функции и настроение (Jäger et al., 2019).

## ЛИТЕРАТУРА

Calvo, J. L., Xu, H., Mon-López, D. et al. (2021). Effect of sodium bicarbonate contribution on energy metabolism during exercise: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr.*, 18, 11. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00410-y>

Carswell, A. T., Oliver, S. J., Wentz, L. M., Kashi, D. S., Roberts, R., Tang, J. C. Y., Izard, R. M., Jackson, S., Allan, D., Rhodes, L. E., Fraser, W. D., Greeves, J. P., & Walsh, N. P. (2018). Influence of Vitamin D Supplementation by Sunlight or Oral D3 on Exercise Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 50(12), 2555–2564. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001721>

Grgic, J., Pedisic, Z., Saunders, B. et al. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: sodium bicarbonate and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.*, 18, 61. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00458-w>

Gough, L., Newbury, J., & Price, M. (2023). The effects of sodium bicarbonate ingestion on swimming interval performance in trained competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 123. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05192-6>

Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T. et al. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr.*, 18, 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>

Jäger, R., Mohr, A. E., Carpenter, K. C. et al. (2019). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. *J Int Soc Sports Nutr.*, 16, 62. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0329-0>

Jodra, P., Lago-Rodríguez, A., Sánchez-Oliver, A. J. et al. (2020). Effects of caffeine supplementation on physical performance and mood dimensions in elite and trained-recreational athletes. *J Int Soc Sports Nutr.*, 17, 2. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0332-5>

Knapik, J. J., Steelman, R. A., Hoedebecke, S., Austin, K. G., Farina, E. K., & Lieberman, H. R. (2016). Prevalence of dietary supplement use by athletes: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(1), 103–123. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0387-7>

Kumstát, M., Hlinský, T., Struhár, I., & Thomas, A. (2018). Does Sodium Citrate Cause the Same Ergogenic Effect as Sodium Bicarbonate on Swimming Performance? *Journal of Human Kinetics*, 65(1), 89–98. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0022>

Lowings, S., Shannon, O. M., Deighton, K., Matu, J., & Barlow, M. J. (2017). Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Swimming Performance in Trained Swimmers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 27(4), 377–384. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0251>

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson, M. D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., Vanloon, L. J. C., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Vernec, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R. G. M., & Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439–455. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>

Murphy, M. J., Rushing, B. R., Sumner, S. J., & Hackney, A. C. (2022). Dietary Supplements for Athletic Performance in Women: Beta-Alanine, Caffeine, and Nitrate. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 32(4), 311–323. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2021-0176>

Newbury, J. W., Saunders, B., & Gough, L. A. (2022). Evening Caffeine Did Not Improve 100-m Swimming Time Trials Performed 60 Min Post-Ingestion or the Next Morning After Sleep. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 32(6), 453–461. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0042>

Norberto, M. S., Barbieri, R. A., Bertucci, D. R. et al. (2020). Beta alanine supplementation effects on metabolic contribution and swimming performance. *J Int Soc Sports Nutr.*, 17(40). <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00365-6>

Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise Physiology for Health Fitness and Performance* (pp. 55–59). Lippincott Williams & Wilkins.

Rockwell, M., Frisard, M., Rankin, J., Zabinsky, J., Mcmillan, R., You, W., Davy, K., & Hulver, M. (2019). Effects of Seasonal Vitamin D3 Supplementation on Strength, Power, and Body Composition in College Swimmers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 30, 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2019-0250>

Salgueiro, D., Balikian, P., Andrade, V., & Júnior, O. (2022). Caffeine improves swimming speed, decreases the rate of perceived exertion and lac-

tate concentration during a high intensity intermittent aerobic training session for male swimmers. *Science & Sports*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.08.008>

Theocharidis, A., McKinlay, B. J., Vlachopoulos, D. et al. (2020). Effects of post exercise protein supplementation on markers of bone turnover in adolescent swimmers. *J Int Soc Sports Nutr.*, 17, 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00350-z>

Wang, X., Wang, H., & Wu, H. (2023). Dietary and ergogenic supplementation to improve elite swimming players' performance and recovery. *Science & Sports*, 38, <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.12.004>

## 2.4. Обучение плаванию

Thelot et al. указывают, что для детей в возрасте от 5 до 13 лет случайное падение в воду, отсутствие присмотра или просто неумение плавать являются тремя наиболее распространенными причинами, приводящими к утоплению (Thelot et al., 2008). Ранее Brenner et al. продемонстрировали, что существует больший риск для детей, которые не в состоянии прыгнуть в воду (на глубину своего роста или более), проплыть расстояние в 4,5 метра, проплыть более минуты без поддержки, поддерживать нормальное дыхание (Brenner et al., 2009). По мнению Stallman et al., стратегии преподавания и обучения плаванию должны основываться на этих распространенных причинах утопления, особенно при слабых навыках плавания, выявленных у пострадавших (Stallman et al., 2008).

Основываясь на результатах исследований предыдущих авторов, Potdevin et al. (2019) поставили своей целью выяснить, какой способ плавания необходимо прежде всего освоить новичкам в плавании и как это может повлиять на их безопасность при возникновении экстремальных ситуаций, связанных с водой. В исследовании приняли участие 45 пловцов (средний возраст  $9,6 \pm 1,6$  года). Авторами были предложены ряд тестов: преодоление максимального расстояния в воде, удержание вертикального положения, максимальная длительность плавания в положении на спине, выполнение максимального количества вращений туловищем вперед-назад-вперед за 10 секунд, ныряние в глубину, а также комбинация вышеперечисленных упражнений. Резуль-

таты проведенных тестов показали, что на группу, плавающую брассом, ношение одежды оказало меньшее влияние при прохождении максимальной дистанции и финальном тесте с комбинацией упражнений, и они смогли дольше находиться в воде. Группа, обучавшаяся плаванию на спине, сохраняла горизонтальное положение на спине в течение более длительного периода времени и была способна чаще менять положение тела в воде (из положения на груди в положение на спине и обратно). В тесте на максимальное погружение не было отмечено никакого эффекта от предпочтительного способа плавания. В целом на пловцов, обучавшихся способу кроль на груди, больше всего повлияло ношение одежды при преодолении максимального расстояния, плавании на спине и выполнении заключительного комбинированного теста. Полученные данные позволили авторам сделать вывод о том, что плавание брассом и на спине, возможно, более важно для обучения новичков выполнению тестов на безопасность в воде (Potdevin et al., 2019).

Австралийские ученые Petrass et al. (2021) разработали и внедрили в учебный процесс детей среднего школьного возраста экспериментальную программу по плаванию. При разработке программы осуществлялись обширный обзор и обобщение рецензируемой литературы по современным теориям санитарного просвещения, педагогике физического воспитания и спорта, образовательным мероприятиям по предотвращению утопления, обучению плаванию и технике безопасности на воде, а также эпидемиологии утопления детей в странах с высоким уровнем дохода, включая Австралию. Авторы подчеркивают, что ключевой особенностью данной программы является формирование у обучающихся понимания безопасного поведения в водной среде и компетентности в плавании, а не просто совершенствование техники плавания и развитие способности проплыть большую дистанцию, как это принято в стандартных программах. В эксперименте приняли участие 68 детей в возрасте  $11 \pm 0,69$  года. Обучение по программе длилось в течение 10 практических занятий в бассейне, длительность каждого занятия составляла один час. Ученики были разделены на группы (наполняемость не более пяти человек), различающиеся по степени подготовленности обу-

чающихся. С учениками работали 10 опытных тренеров по плаванию. В табл. 1 представлено краткое содержание теоретических и практических занятий по разработанной авторами программе.

**Таблица 1. Обучающая программа по плаванию**

| № урока | Теоретические компетенции                                                                                                 | Практические компетенции                                                                                                                                                    |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Вводный урок. Плавание и безопасное поведение на воде                                                                     | Основы плавания. Вход и выход из воды. Знакомство с водой (погружение и дыхание, передвижение по воде)                                                                      |
| 2       | Знания о местной водной среде и связанных с ней опасностях                                                                | Всплытие на поверхность воды и возвращение в положение стоя с последующим переходом в положение на спине. Скольжение и движение вперед. Подводное плавание                  |
| 3       | Ориентация на воде: почему необходимы навыки. Введение в навыки выживания                                                 | Обучение навыкам плавания. Знакомство с навыками выживания (например, обращение за помощью)                                                                                 |
| 4, 5    | Личная компетентность                                                                                                     | Обучение способам плавания на спине и брассом. Обучение навыкам вращения туловищем в воде                                                                                   |
| 6       | Самосохранение и осознание, оценка и избегание риска. Методы распознавания несчастных случаев и спасения                  | Углубленное обучение возможностям входа и выхода из воды (падение на воду плашмя). Спасение утопающего                                                                      |
| 7       | Самосохранение в чрезвычайных ситуациях на воде. Знания о речной и пляжной среде и связанных с ней опасностях             | Навыки выживания – спасательные жилеты, первая помощь и укрытие, а также безопасные выходы. Опасности на открытой воде, включая стратегии спасения от течений (пляж и река) |
| 8       | Одежда и ее влияние на умение плавать: что делать, если вы непреднамеренно вошли в воду полностью одетым                  | Совершенствование навыков выживания в воде: в одежде и без нее                                                                                                              |
| 9, 10   | Компетентность спасателя: Распознавание чрезвычайной ситуации на воде и соответствующие шаги для безопасного реагирования | Реагирование на чрезвычайные ситуации (DRSA – Опасность, реагирование, обращение за помощью, дыхательные пути). Инициатива и здравый смысл                                  |

*Источник:* (Petrass et al., 2021).

Эффективность внедрения программы оценивали по нескольким направлениям. Первое направление – выполнение письменного теста, в ходе которого ученики показывали приобретенные на теоретических занятиях знания о водной среде, местных водоемах, оказании первой помощи и др. Второе направление – практическое, в ходе которого обучающиеся выполняли различные плавательные тесты, например, тест на максимальную дальность заплыва, проплывание 25 м способом на спине и на груди, удержание тела на поверхности воды в течение двух минут, ныряние в глубину. Благодаря внедрению экспериментальной программы авторам удалось сформировать практические и теоретические навыки плавания обучающихся по большинству тестов (кроме плавания на спине и ныряния в глубину, где значимость составила  $p > 0,05$ ). Авторы отмечают также, что по окончании теста не было обнаружено статистически значимых различий по гендерному признаку – программа одинаково эффективна для мальчиков и девочек. Авторы заявляют об эффективности разработанной программы и рекомендуют ее для широкого внедрения в образовательных учреждениях (Petrass et al., 2021).

Brackley et al. (2020) исследовали вопрос, связанный с подходами к обучению плаванию способом кроль на груди среди элитных тренеров по плаванию. В эксперименте приняли участие 20 элитных тренеров по плаванию из Австралии. Средний возраст участников составил от 28 до 70 лет, средний опыт работы в качестве тренера по плаванию – 22 года. Большинство участников подчеркивали важность поддержания спортсменами хорошего положения тела в воде и использовали такие слова, как «осанка», «выравнивание тела» и «длинная ось», для описания положения в воде. Тренеры подчеркивали, что за отсутствием умения правильно располагать тело на поверхности воды следует множество ошибок, связанных с чрезмерным подниманием головы при вдохе, неэффективными и несимметричными гребками руками, а также чрезмерным сгибанием ног в коленных суставах и их низким положением относительно поверхности воды. Специалисты также отмечали, что отсутствие правильного положения тела при плавании кролем на груди значительно повышает сопротивление воды при плавании, а также снижает эффективность движений конечностей для поддержания необходимой силы тяги.

К ключевым аспектам при обучении плаванию кролем на груди были также отнесены: гребок руками, удары ногами, дыхание, согласованность ритма движений (рис. 5). Ряд тренеров отметили, что спортсменам старшего возраста упражнения назначаются преимущественно для «подготовки к хорошей технике», в то время как для спортсменов младшего возраста упражнения используются для устранения недостатков техники. Специалисты указали, что чаще всего выполнение упражнений приходится на подготовительную часть тренировки. Такой подход обусловлен отсутствием утомления у спортсменов в начале занятия, что благотворно влияет на процесс актуализации наиболее эффективной структуры движений перед выполнением основного задания. Чаще всего тренеры применяют такие упражнения, как плавание с выполнением гребка только одной рукой (на устойчивое положение тела), плавание с поднятой головой, или, как его еще называют, упражнение А. Попова (на отработку фазы захвата и ритма гребковых движений), плавание на ногах с различным положением рук, например, перед собой или возле туловища (эффективные удары ногами, положение тела). 17 участников упомянули об использовании упражнений в последовательности – начиная с более простого упражнения с постепенным наращиванием сложности. Тренеры указали, что при обучении плаванию кролем на груди придерживаются расчлененно-конструктивного метода обучения, когда целостное движение «разбивается на части», а затем «собирается воедино». Это, по их словам, позволяет избежать возникновения грубых ошибок в структуре выполняемых действий. Все участники отметили, что устные инструкции часто используются вместе с визуальными демонстрациями как для передачи информации, так и для обеспечения обратной связи и подсказок спортсмену в отношении техники (Brackley et al., 2020).

Как указывают Chan et al. (2020), плавательная компетентность детей является важной темой исследований в медицине и науке в спорте, однако на сегодняшний день не существует инструмента, который обеспечивал бы всестороннюю, обоснованную и надежную оценку плавательной компетентности детей. Для решения данной проблемы авторы разработали и валидизи-

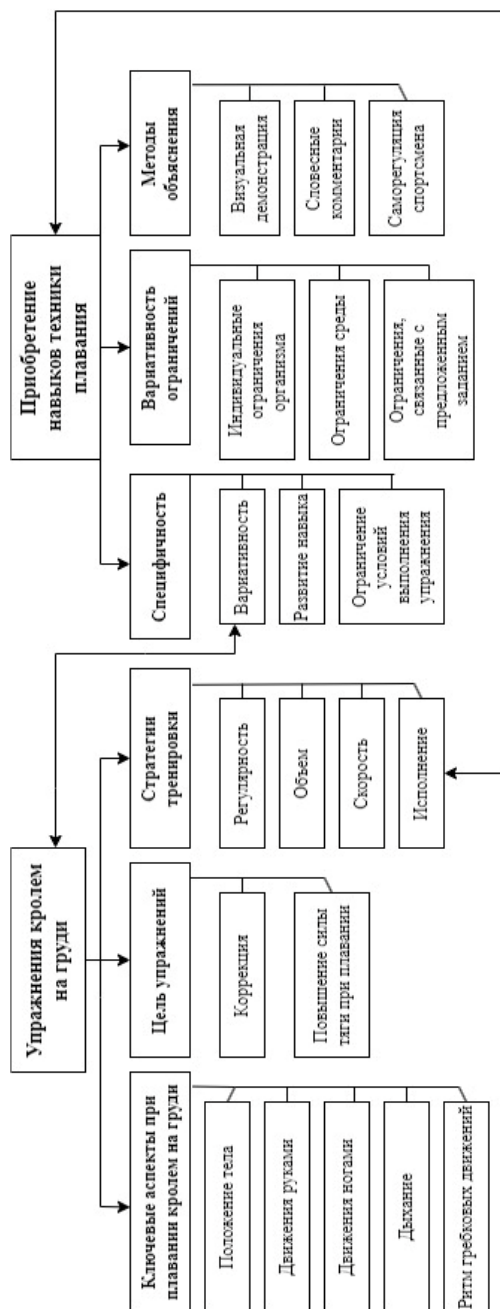


Рис. 5. Подходы австралийских тренеров по плаванию к приобретению навыков на тренировках и ключевые цели, стоящие за наиболее часто назначаемыми тренировочными упражнениями в способе кролем на груди

Источник: (Brackley et al., 2020).

ровали опросник плавательной компетенции (ОПК) среди школьников. Исследование проходило в два этапа. На первом был проведен перекрестный опрос 4959 обучающихся начальной школы. Во втором исследовании проводился анкетный опрос 1609 детей до и после тестирования на воде, в ходе которого выявлялось непосредственное владение навыками плавания. Показатели ОПК были достоверно и положительно коррелированы с результатами плавания (т. е. самоэффективностью, намерением и регулярностью занятий плаванием), что подтверждало параллельную и критериальную валидность ОПК. Авторы указывают, что разработанная шкала должна быть апробирована в других группах населения и культурных группах, поскольку это потенциально может помочь практикующим специалистам в оценке навыков плавания у детей, а также обеспечить основу для разработки программ и оценки программ обучения плаванию (Chan et al., 2020).

## ЛИТЕРАТУРА

- Brackley, V., Barris, S., Tor, E., & Farrow, D. (2020). Coaches' perspective towards skill acquisition in swimming: What practice approaches are typically applied in training? *Journal of Sports Sciences*, 38(22), 1–11. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1792703>
- Brenner, R. A., & Trumble, A. C. (2009). Association between swimming lessons and drowning in childhood. *Archive of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 163(3), 203–210.
- Chan, D. K. C., Lee, A. S. Y., Macfarlane, D. J., Hagger, M. S., & Hamilton, K. (2020). Validation of the swimming competence questionnaire for children. *Journal of Sports Sciences*, 38(14), 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1754724>
- Petrass, L. A., Simpson, K., Blitvich, J., Birch, R., & Matthews, B. (2021). Exploring the impact of a student-centred survival swimming programme for primary school students in Australia: the perceptions of parents, children and teachers. *European Physical Education Review*, 27(3), 684–702. <https://doi.org/10.1177/1356336x20985880>
- Potdevin, F., Jomin-Moronval, S., Pelayo, P., & Dekerle, J. (2017). What is the best swimming stroke to master for beginners in water safety tests? *European Physical Education Review*, 25. <https://doi.org/10.1177/1356336x17713665>
- Stallman, R. K., Junge, M., & Blixt, T. (2008). Teaching swimming based on a model derived from the causes of drowning. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 2(4), 372–382.

Thelot, B., Marant, C., & Bonaldi, C. (2008). Le lourd bilan des noyades accidentelles: 401 de ce `s en France durant l'e te ´ 2006. [The heavy toll of accidental drowning: 401 deaths in France during the summer 2006]. *Bulletin E'pide miologique Hebdomadaire*, 20, 169–171.

## **2.5. Особенности адаптации организма пловцов к тренировкам в водной среде**

В плане подготовки высококвалифицированных спортсменов зачастую присутствуют такие периоды подготовки, которые реализуются при нахождении в условиях среднегорья. Оценка влияния различных комбинаций тренировочных воздействий все еще остается значимым направлением научной работы ввиду объективной сложности проведения экспериментов (Barragán et al., 2022; Monarrez et al., 2020; Wasfy et al., 2019). В исследовании Tomazin et al. (2022) оценивалась нервно-мышечная адаптация у элитных пловцов во время одновременных тренировок на силу и выносливость на низких (295 м) и умеренных (2320 м) высотах. В трехнедельном эксперименте приняли участие 16 элитных пловцов. Комплекс тестов проводился за одну неделю до и одну неделю после проведения эксперимента. Согласно полученным результатам, после периода тренировки максимальный изометрический крутящий момент колена и Н-рефлекс камбаловидной мышцы оставались статистически неизменными для тренировок на уровне моря (УМ) и на высоте («высота»). Скорость развития крутящего момента (РКМ) снизилась после тренировки УМ (-14,5 %;  $p < 0,01$ ), но не после тренировки «на высоте» (-4,7 %;  $p > 0,05$ ). Электромиографическая активность (ЭМГ) широкой латеральной мышцы бедра во время РКМ снизилась после тренировки на УМ (-17,0 %;  $p = 0,05$ ), но не после тренировки «на высоте» (4,8 %;  $p > 0,05$ ). Крутящий момент четырехглавой мышцы бедра значительно увеличился после тренировки «на высоте» (12,1 %;  $p < 0,01$ ), но не после тренировки на УМ (-1,0 %;  $p > 0,05$ ). Время сокращения четырехглавой мышцы бедра и амплитуда М-волн оставались статистически неизменными после тренировки на УМ и после тренировки «на высоте». После тренировки на УМ увеличение максимального изометрического крутящего момента колена сопровождалось уве-

личением показателей ЭМГ латеральной широкой мышцы бедра ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ) и крутящего момента четырехглавой мышцы бедра ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,06$ ). После тренировки «на высоте» увеличение показателя максимального изометрического крутящего момента колена сопровождалось увеличением крутящего момента четырехглавой мышцы бедра ( $r = 0,54$ ;  $p < 0,05$ ). По заключению авторов исследования, тренировки на силу и выносливость на высоте, по-видимому, способствуют адаптации сократительных свойств, тогда как аналогичная тренировка на уровне моря может препятствовать масштабам нервно-мышечной адаптации к силовой тренировке, в особенности при быстрых произвольных сокращениях (Tomazin et al., 2022).

Известно, что в переходный период величина тренировочной нагрузки спортсменов значительно снижается по сравнению с подготовительным и соревновательным периодами. Отсутствие тренировочных стимулов провоцирует у спортсменов временное снижение работоспособности, это то состояние, которое также называют состоянием детренированности (Mujika & Padilla, 2000). Целью исследования Zacca et al. (2019) было оценить работоспособность, энергетические и кинематические эффекты, возникающие в период межсезонья у пловцов возрастной группы 13–15 лет. По мнению ученых, отслеживание энергетических и кинематических изменений, связанных с различными периодами подготовки спортсменов, позволяет тренеру наилучшим образом проводить процесс планирования тренировочной нагрузки и ее корректировку в ходе подготовки спортсменов к стартам. В эксперименте приняли участие 15 пловцов. Согласно полученным результатам, прекращение тренировок на период в 4 недели, провоцирует снижение результативности спортсменов на дистанции 400 м вольным стилем на 3,8 %. Снижение работоспособности также наблюдалось по скорости плавания, частоте и длине гребков ( $p < 0,01$ ). Также снизилась работоспособность на уровне аэробного и анаэробного лактатного энергообеспечения ( $p < 0,01$ ). Однако, как отмечают ученые, снижение работоспособности было меньше у тех спортсменов, которые в период прекращения тренировок поддерживали уровень своей физической активности. Полученные данные позволили ученым сделать

вывод о том, что пловцы должны быть физически активны в межсезонье, занимаясь в основном умеренными и энергичными видами деятельности. Например, бег или езда на велосипеде для аэробной подготовки, а также тренировки на суше (такие как виды спорта на суше, кросс-тренинг или упражнения в тренажерном зале) могут быть полезны для минимизации снижения результатов плавания при переходе к следующему соревновательному сезону (Zacca et al., 2019).

В другом исследовании (Santos et al., 2023) тоже изучались кинематические и антропометрические изменения, а также изменения в физической работоспособности у юных пловцов ( $n = 18$ ; средний возраст 12–13 лет) при прекращении тренировочных занятий по плаванию на период 6 недель. Было показано, что в указанный период все антропометрические параметры увеличились (масса тела, рост, размах рук и площадь поверхности кистей). В исследуемой выборке ни работоспособность, ни кинематика после прекращения тренировки не изменились, за исключением увеличения индекса гребка ( $p = 0,054$ ; размер эффекта  $d = 0,27$ ) (Santos et al., 2023). Вероятно, различие в результатах в сравнении с предыдущим исследованием объясняется применением различных тестовых заданий, выполнение которых задействует разные системы энергообеспечения работоспособности организма.

Группа ученых (Ruiz-Navarro et al., 2022) проводила оценку изменения показателей плавания, антропометрии, кинематики, энергетики и силы после 5-недельного прекращения тренировок у взрослых пловцов. В исследовании принял участие 21 квалифицированный пловец (средний возраст 17 лет). Участники выполнили серию тестовых заплывов на дистанции 10, 15, 20, 25 и 50 м кролем на груди до и после наступления переходного периода подготовки. Показатели размера эффекта показали, что ни антропометрические изменения, ни физическая активность в межсезонье существенно не повлияли на разницу в снижении работоспособности. Снижение производительности было в основном связано с изменениями кинематики, физиологическими нарушениями и снижением силы. В итоге результативность на отрезке 50 м была снижена на 1,9 % (0,54 с.) у мужчин ( $p = 0,007$ ,  $d = 0,91$ ) и на 2,9 % (0,89 с.) у женщин ( $p = 0,033$ ,  $d = 0,93$ ). Снизилась также

скорость выполнения поворота у мужчин ( $p < 0,01$ ) и финишного отрезка у обоих полов ( $p < 0,01$ ). Обнаружено снижение частоты гребков ( $p < 0,01$ ) у мужчин и женщин, однако длина гребка осталась неизменной ( $p > 0,05$ ). Наблюдалось значимое увеличение частоты сердечных сокращений после выполнения теста как у мужчин, так и у женщин ( $p < 0,01$ ). Таким образом, авторы делают вывод, что полное прекращение тренировок в переходный период негативно влияет на показатели спринтерского плавания. В связи с чем тренерам рекомендуется искать различные стратегии, направленные на то, чтобы свести к минимуму значительное ухудшение результатов. Вероятно, это можно сделать посредством сокращения количества занятий в неделю вместо полного перерыва (Ruiz-Navarro et al., 2022).

## ЛИТЕРАТУРА

Barragán, R., González-Mohino, F., Veiga, S., & Juárez, D. (2022). Effects of 8-week of training on heart rate variability, overtraining state and performance in international young swimmers. *Science & Sports*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.09.004>

Monarrez, D. J., Dominguez, L. D., Bestard, M. A., Pinedo, V. L., Simmons, C. A., & Crocker, G. H. (2020). Swim or Run? Comparison Of Flume And Treadmill Maximal Aerobic Capacities In Trained Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(7S), 53. 10.1249/01.mss.0000670584.27840.5b.

Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79–87.

Ruiz-Navarro, J., Párraga, A., Zacca, R., Cuenca-Fernández, Fr., López-Belmonte, Ó., Contreras, G., Morales, E., & Arellano, R. (2022). Biophysical Impact of 5-Week Training Cessation on Sprint Swimming Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(10), 1463–1472. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0045>

Santos, C., Costa, M., & Marinho, D. (2023). The Effects of 6-Week Training Cessation on Anthropometrics, in-Water Force, Performance, and Kinematics of Young Competitive Swimmers: A Maturity Development Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18, 1–10. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0003>

Tomazin, K., Strojnik, V., Feriche, B., Garcia Ramos, A., Štrumbelj, B., & Stirn, I. (2022). Neuromuscular Adaptations in Elite Swimmers During Concur-

rent Strength and Endurance Training at Low and Moderate Altitudes. *J Strength Cond Res.*, 36(4), 1111–1119. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003566>

Wasfy, M., Weiner, R. B., Wang, F., Berkstresser, B., Deluca, J., Hutter, A. M., Picard, M. H., & Baggish, A. L. (2019). Myocardial Adaptations to Competitive Swim Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(10), 1987–1994. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002022>

Zacca, R., Toubekis, A., Freitas, L., Silva, A. F., Azevedo, R., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2019). Effects of detraining in age-group swimmers performance, energetics and kinematics. *Journal of Sports Sciences*, 37(13), 1490–1498. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1572434>

## 2.6. Отбор и специализация в плавании

Процессы отбора и специализации в рамках избранного вида спорта привлекают к себе внимание большого числа ученых по всему миру. Это обусловлено тем, что высокая конкуренция в плавании предъявляет все более строгие требования к поиску наиболее талантливых спортсменов из числа занимающихся. Известно, что высокий результат, показанный в юном возрасте, вовсе не означает, что в будущем пловец сможет показывать выдающееся время на взрослых стартах высокого уровня. В связи чем остается актуальным вопрос о разработке эффективных методов проведения спортивного отбора и определении научно обоснованных сроков начала специализации в плавании. Для решения данного вопроса авторами были разработаны различные корректирующие процедуры соревновательных результатов как среди юношей (Cobley et al., 2019 ; Brustio et al., 2022), так и среди девушек (Abbott et al., 2020, 2021), позволяющие дать оптимальную оценку соревновательной результативности пловцов с последующей целью выявления скрытых талантов.

Nogan et al. (2021) в ходе анализа литературы пришли к выводу о том, что идентификация талантливых пловцов в молодом возрасте является чрезвычайно сложной задачей. По мнению ученых, ни один из изучаемых факторов не был лучшим предиктором эффективности выявления талантливых пловцов. Авторы указывают, что для решения проблемы определения талантов следует разработать тестовые батареи, направленные на тестирование широкого спектра специфических для плавания, индиви-

дуальных факторов и факторов окружающей среды, обеспечивая целостный подход к идентификации наиболее способных пловцов. Пловцы, которые демонстрируют определенный уровень потенциала в ходе многочисленных тестов, должны быть отображены и помещены в специализированные команды. Таким образом, основная цель состоит в том, чтобы развивать навыки пловцов, отслеживая при этом долгосрочный прогресс. Это потенциально позволит выявить относительно молодых пловцов и позднеспелых спортсменов (ретардантов), а не упускать их из виду в рамках программ определения талантов (Hogan et al., 2021).

Brustio et al. (2021) провели ретроспективный анализ общедоступных данных с целью количественной оценки процента успешных переходов от юниоров к взрослым в соревнованиях по спринтерскому плаванию у элитных европейских спортсменов. Был проведен ретроспективный анализ данных, собранных в период с 2004 по 2019 г. В анализ были включены годовые результаты 6631 европейского пловца (женщины = 41,8 % выборки), соревнующихся на дистанциях 50 и 100 м вольным стилем, на спине, брассом и баттерфляем. Коэффициент перехода от юниоров к взрослым определялся как количество элитных спортсменов-юниоров, сохранивших свой элитный статус во взрослом возрасте. Полученные результаты свидетельствуют о том, что большинство элитных спортсменов-юниоров не сохранили элитный уровень во взрослой жизни. Только 21–25 % из 50 лучших пловцов-юниоров и юниорок сохранили тот же уровень конкурентоспособности на более поздних этапах своей карьеры. Исключением являются спортсмены последнего года обучения в юниорской категории (18 лет для мужчин и 17 лет для женщин), тогда как результаты юниоров плохо коррелировали с результатами взрослых. Авторы пришли к заключению, что программы выявления и развития талантов, касающиеся молодых подростков, должны рассматривать альтернативы выступлениям как главному критерию отбора. Политика выявления талантов должна предусматривать стратегии, способствующие удержанию спортсменов, которые могут не выступать на элитном уровне в юниорских категориях, возможно, оценивая рост и взросление,

а также статус биологического развития в рамках комплексной оценки (Brustio et al., 2021).

Немецкие ученые Staub et al. (2019) исследовали вопросы, связанные с началом спортивной карьеры и спортивной специализации у пловцов. Согласно заявлению авторов, в течение последних десятилетий в литературе регулярно обсуждался вопрос, связанный со сроками начала спортивной специализации в отношении долгосрочного развития спортсмена. Так, например, известна позиция Немецкой ассоциации плавания Ламберца (2014), согласно которой рекомендуется проводить раннюю специализацию пловцов с целью достижения наибольших успехов в спортивной карьере. В то же время другие исследователи приводят противоположную позицию, согласно которой имеются фундаментальные риски, связанные с ранней специализацией, включая социальную изоляцию, стресс, эмоциональное выгорание, уход из спорта и травмы от чрезмерной тренировочной и соревновательной нагрузки (Baker & Robertson-Wilson, 2003; Callender, 2010). В ходе настоящего исследования авторы провели когортное исследование пловцов на предмет начала спортивной карьеры, количества стартов на различных дистанциях и различных способов плавания в течение всей спортивной карьеры. Для проведения оценки были исследованы три возрастные группы со следующими годами рождения: 1993 (мужчины,  $n = 261$ , женщины,  $n = 273$ ), 1994 (мужчины,  $n = 284$ , женщины,  $n = 301$ ) и 1995 (мужчины,  $n = 297$ , женщины,  $n = 289$ ). Было учтено 13 дисциплин (50, 100, 200, 400 м вольным стилем; 50, 100, 200 м брассом и на спине; 50 и 100 м баттерфляем; 200 м комплексным плаванием). В общей сложности было проанализировано 62 400 соревновательных результатов. Результаты анализа показали, что возраст начала занятий имел значительную отрицательную корреляцию ( $r = -0,59$ ) с баллом FINA в 18 лет, т. е. чем моложе спортсмен при попадании в топ-100, тем выше его результат по балльной системе FINA в 18 лет. При сравнении количества соревнований было выяснено, что спортсмены, которые впоследствии вошли в сборную Германии по плаванию, в возрасте 11 лет участвовали в значительно большем количестве мероприятий, чем атлеты, не вошедшие в сборную команду. Причем данная взаимосвязь на-

блюдалась и для более поздних возрастов. Авторы сделали вывод о том, что ранняя специализация в одном виде спорта (будь то способ плавания или дистанция) может быть привлекательной для тренеров, поскольку способна принести быстрые результаты. Однако вместе с этим повышается вероятность того, что спортсмен не сможет показать свой лучший результат в более позднем возрасте (Staub et al., 2019).

По предположению группы ученых (Born et al., 2021), прогресс результатов на различных дистанциях (спринт, средние и длинные дистанции) при плавании различными способами с учетом возрастных периодов и гендера будет неодинаков. Для проверки предположения авторами были проанализированы около 3 миллионов результатов заплывов пловцов. Для того чтобы учесть ушедших из плавания в подростковом возрасте, в конечный анализ были включены только те пловцы, чья спортивная карьера была продолжительной и длилась до возраста 21–26 лет. Анализ результатов показал, что спортсмены-спринтеры сравнительно раньше выходят на стадию, характеризующуюся стабилизацией результативности, без дальнейшего значительного улучшения после позднего юношеского возраста (15–17 лет). Вместе с тем было отмечено, что чем длиннее дистанция, тем позже обнаруживалась стабилизация времени заплыва, причем как у женщин, так и у мужчин. Женщины раньше мужчин выходили на пик соревновательной результативности. Сильнее всего данная тенденция наблюдалась на длинных дистанциях. Авторы связывают это с более ранним началом биологического созревания у девочек, обеспечивающим временное преимущество в физическом развитии. При анализе прогресса по способам плавания было выяснено, что в плавании на спине и вольным стилем наблюдалось более раннее плато производительности по сравнению с другими способами плавания, причем сильнее всего данная тенденция была выражена у мужчин. Согласно полученным данным, авторы рекомендуют тренерам и официальным лицам федераций в процессе отбора и развития талантливых пловцов в большей степени обращать внимание на прогресс результативности спортсмена, а не на его текущий результат. Это объясняется тем, что достижение успеха при плавании на юниорском уровне

необязательно предсказывает успех в старшем элитном возрасте. В связи с этим велик риск ухода из спорта потенциально талантливых спортсменов, характеризующихся поздним биологическим развитием (Born et al., 2021).

В исследовании группы ученых (Post et al., 2019) изучался феномен прогресса соревновательной результативности пловцов на дистанции 100 м вольным стилем на протяжении нескольких поколений. Были проанализированы результаты 3146 пловцов (1305 мужчин и 1841 женщины) за период с 1993 по 2018 г. Результаты плавания определялись как относительная мера: относительное лучшее время сезона = (ОЛВС / мировой рекорд)  $\times$  100. На основе полученных данных были определены четыре группы пловцов: высшая элита, элита, субэлита и высококонкурентная группа. Результаты анализа показали, что пловцы-мужчины элитного уровня стали превосходить высококонкурентных пловцов с 12 лет, пловцов субэлиты – с 14 лет и элитных пловцов – с 18 лет, в то время как пловцы женского пола превосходили высококонкурентных и субэлитных пловцов с 12 лет, а элитных пловцов – с 14 лет. Частотный анализ показал, что элитные пловцы-мужчины впервые достигли элитного уровня в возрасте от 17 до 24 лет (средний возраст 21 год), тогда как элитные пловцы-женщины начали выступать на элитном уровне в возрасте от 14 до 24 лет (средний возраст – 18 лет). Полученные результаты позволили авторам сделать вывод, о том, что пловцы элитного уровня мужского и женского пола характеризуются высокими показателями начиная с 12 лет и постепенно превосходят пловцов того же возраста. Однако это сопровождается большим разнообразием индивидуальных путей достижения уровня высшей элиты внутри и между полами. Так, индивидуальные различия в базовых характеристиках работоспособности, характеристиках окружающей среды, времени и темпе скачка роста, а также количестве и качестве тренировочных часов могут стать возможным объяснением различий в результативности плавания между группами спортсменов и полов (Post et al., 2019).

Группа авторов (Abbott et al., 2020) посвятила свое исследование вопросу, связанному с неравенством в соревновательных результатах юных пловцов, обусловленным различными темпа-

ми полового созревания. При проведении исследования учеными были поставлены ряд целей: 1) изучение взаимосвязи между сроками созревания и соревновательной результативностью пловцов различных возрастных групп, 2) определение взаимосвязи между темпами полового созревания и соревновательными результатами и 3) применение процедуры коррективки Mat-CAP (Maturity-based Corrective Adjustments Procedures) с целью устранения связанных с созреванием различий в развитии и демонстрируемых соревновательных результатов. В эксперименте приняли участие 708 пловцов-юношей (возрастной период 12–17 лет). После проведения оценки антропометрических показателей (масса тела, рост стоя, рост сидя) участники были распределены по уточненным категориям сроков созревания («ранние», «ранние нормативные», «поздние нормативные», «поздние»). Затем участники эксперимента выполнили плавательный тест 100 м вольным стилем. Сопоставление полученных результатов с темпами полового созревания показало, что наилучшие результаты, определяемые с позиции темпов созревания, были показаны «ранними» пловцами. Далее авторами были применены корректирующие процедуры времени плавания в зависимости от сроков полового созревания. Основываясь на показателях заплыва на 100 м вольным стилем, MatCAP скорректировали различия в показателях между индивидуальными показателями зрелости, что эффективно устранило чрезмерную представленность рано созревающих пловцов независимо от возрастной группы и уровня отбора. На основе полученных данных авторы пришли к выводу, что применение корректирующей процедуры MatCAP может помочь тренерам и спортсменам избежать ряда негативных последствий (эмоционального выгорания, ухода из спорта), обусловленных различиями в темпах полового созревания и, соответственно, влияющих на соревновательный результат. Также применение данной процедуры позволит специалистам осуществлять эффективный отбор талантливых спортсменов, которые в силу лимитирующих факторов оказываются неспособными показать высокий результат в сравнении с более зрелыми соперниками (Abbott et al., 2020).

Abbott et al. (2021) провели исследование, целями которого были: 1) изучение долгосрочных связей между статусом зрелости с показателями технических навыков и результативностью у австралийских пловцов-юношей (10–15 лет), специализирующихся в плавании способом кроль на груди; 2) определение того, как индивидуальные различия во взрослении повлияли на взаимосвязь между уровнем технических навыков и результативностью плавания. В исследовании приняли участие 64 пловца. Для оценки статуса зрелости и результатов в пробе кролем на дистанции 200 м в течение двух соревновательных сезонов (2018–2020 гг.) использовалась схема повторных измерений. Оценки проводились от 3 до 5 раз в год с интервалом примерно в 4 месяца. Для расчета показателей технических навыков, в частности индекса гребков и эффективности движения, оценивались средняя горизонтальная скорость и частота гребков. Полученные результаты позволили сделать выводы о том, что статус зрелости способен предсказывать оценку технических навыков пловца (индекс гребка) и результатов плавания. Однако технические навыки, полученные с помощью эффективности движения рук, не зависели от статуса созревания. Статус зрелости влияет на оценку производительности, основанную на технических навыках и скорости. По словам авторов, полученные результаты подчеркивают необходимость учитывать взросление и технические навыки пловцов возрастной группы для осуществления более эффективной оценки пловцов (Abbott et al., 2021).

Группа авторов (Oliveira et al., 2021) провела анализ опосредующего влияния биологического созревания на взаимосвязь между антропометрическими переменными, составом тела и силой тяги рук у юных пловцов. В исследовании приняли участие 128 пловцов (мальчики:  $n = 53$ , возраст =  $13,6 \pm 1,8$  года; девочки:  $n = 75$ , возраст =  $12,5 \pm 1,8$  года). Оценивались такие антропометрические параметры, как масса тела, рост, рост в положении сидя, размах рук, объем мышечной массы рук, процентное содержание жира в организме и безжировая масса тела. Биологическое созревание оценивалось с использованием возраста максимальной скорости роста, который дает представление о соматической зре-

лости на основе измеренных параметров роста, высоты в положении сидя и длины ног. Измерение достигнутой силы тяги рук при плавании определялось с использованием стандартизированного протокола плавания на привязи (разработанного Rapoti et al., 2003), включающего плавание на привязи с максимальным приложением усилий в течение 30 с. Согласно результатам измерения, была обнаружена тесная связь между биологическим созреванием и ростом в положении сидя, отмечается также умеренная связь с некоторыми антропометрическими переменными (размах рук, длина ног, объем мышечной массы рук), что, по мнению авторов, указывает на то, что подростки с ранним типом полового созревания были выше и тяжелее, а также демонстрировали больший размах рук, площадь мышц рук и безжировую массу тела. Было также выяснено, что биологическое созревание и все антропометрические переменные, за исключением содержания жира в организме, были положительно связаны с силой тяги рук при плавании на привязи. Кроме того, при сравнении девочек и мальчиков последние продемонстрировали более высокие средние значения, чем девочки, по всем переменным, за исключением смещения зрелости и процента жира в организме. Как указывают исследователи, данные различия в антропометрических показателях пловцов могут быть объяснены тем фактом, что существуют заметные различия в физических и гормональных изменениях, которые возникают между мальчиками и девочками в период роста и созревания. Таким образом, авторы подтвердили теоретическое положение о том, что биологическое созревание может выступать в качестве важного посредника во взаимосвязи между антропометрическими переменными и составом тела у юных пловцов, а также являться предиктором производительности в плавании (Oliveira et al., 2021).

Santos et al. (2021) использовали аллометрические модели для определения наилучших показателей размера тела и других антропометрических переменных, состава тела и половой зрелости, которые могут быть связаны с результативностью юных пловцов в заплыве на 50 м кролем на груди. Как считают авторы, понимание того, какие переменные наилучшим образом объяс-

няют оптимальные результаты в спринтерском плавании, будет полезным для тренеров, занимающихся выявлением талантливых спортсменов. В исследовании приняли участие 85 спортсменов (50 юношей, средний возраст  $13,5 \pm 1,8$  года; 35 девушек, средний возраст  $12,6 \pm 1,8$  года). Оценивались такие показатели, как рост, масса тела, высота в сидячем положении, размах рук, толщина кожных складок, площадь мышц рук и темпы полового созревания. Результативность в плавании оценивалась как лучшее время, зафиксированное на соревнованиях, а тяговая сила рук – с помощью теста «плавание на привязи». Согласно полученным результатам, показатель процентного соотношения жира в организме был отрицательно связан с соревновательной результативностью, в то время как сила тяги мышц рук явилась единственным значимым предиктором скорости плавания на тестовой дистанции. Отмечается, что такие переменные, как масса тела, рост, квадратичное отклонение по возрасту и зрелости, были признаны несущественными в качестве предикторов соревновательной результативности у пловцов данного возраста. Авторы также рекомендуют тренерам рассмотреть оптимальные стратегии снижения жировой массы тела и увеличения тяговой силы руки, чтобы улучшить результаты плавания на дистанции 50 м вольным стилем (Santos et al., 2021).

Целью работы Sammoud et al. (2019) было установление ключевых антропометрических характеристик, связанных с результативностью плавания способом кроль на груди у юных пловцов. В исследовании приняли участие 74 пловца: 41 юноша ( $n = 41$ ; возраст:  $18,1 \pm 3,5$  года) и 33 девушки (возраст:  $15,9 \pm 3,1$  года). Основные результаты показали, что соотношение длины =  $(\text{рост} / \text{длина ноги})$ , длина стопы и обхват лодыжки, ширина плеч и процент жира в организме были значимо связаны со средней скоростью плавания кролем на груди на дистанции 100 м. По мнению авторов, учет данных показателей и их соотношения может помочь при выявлении наиболее перспективных пловцов-спринтеров (Sammoud et al., 2019).

Almeida-Neto et al. (2022) проанализировали взаимосвязь темпов биологического созревания, силы верхних конечностей

и мощности нижних конечностей с результатами спортсменов-подростков в плавании кролем на груди. В исследовании приняли участие 16 пловцов обоих полов (средний возраст  $12,90 \pm 0,88$  года). Оценка темпов биологического созревания оценивалась при помощи математической модели, основанной на костном возрасте и антропометрических показателях. Сила верхних конечностей и мощности нижних конечностей были оценены при помощи тестов: горизонтальный старт с тумбы и прыжок в высоту и прыжок против движения (CMJ – counter movement jump). Результативность в плавании оценивали при помощи контрольного теста 100 м вольным стилем. Согласно полученным результатам, темпы созревания были связаны с силой верхних конечностей (у мальчиков:  $r = 0,76$ ,  $p = 0,001$ ; у девочек:  $r = 0,39$ ,  $p = 0,02$ ), мощностью нижних конечностей (у мальчиков: вертикальный прыжок  $r = 0,80$ ,  $p = 0,02$ , прыжок встречным движением  $r = 0,48$ ,  $p = 0,02$ ; у девушек: вертикальный прыжок  $r = 0,30$ ,  $p = 0,04$ , прыжок со встречным движением  $r = 0,80$ ,  $p = 0,01$ ) и результативностью плавания кролем на груди (у мальчиков:  $r = -0,91$ ,  $p = 0,001$ ; у девочек:  $r = -0,72$ ,  $p = 0,04$ ). Вклад темпов биологического созревания в результативность плавания кролем на груди составил 87 % у мальчиков и 66 % у девочек. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что темпы биологического созревания следует рассматривать как важный фактор при разработке тренировочных стратегий для улучшения результатов соревновательного плавания кролем у молодых подростков, особенно с учетом индивидуальных различий (Almeida-Neto et al., 2022).

В исследовании Özkadi et al. (2021) показано, что прыжок с места толчком двумя ногами и аэробная выносливость были доминирующими параметрами у мальчиков в четырех стилях плавания ( $p < 0,001$ ). Прыжок с места толчком двумя ногами, аэробная выносливость, наклон вперед в положении сидя, ловкость и баланс были значимыми прогностическими показателями у девочек для четырех стилей плавания ( $p < 0,001$ ). Отмечается также, что длина туловища, рук и ног считались доминирующими переменными для стилей плавания брассом и на спине у пловчих-девушек ( $p < 0,001$ ) (Özkadi et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Abbott, S., Hogan, C., Castiglioni, M. T., Yamauchi, G., Mitchell, L. J. G., Salter, J., & Cobley, S. (2020). Maturity-related developmental inequalities in age-group swimming: The testing of “Mat-CAPs” for their removal. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(1). <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.003>

Abbott, S., Yamauchi, G., Halaki, M., Castiglioni, M. T., Salter, J., & Cobley, S. (2021). Longitudinal Relationships Between Maturation, Technical Efficiency, and Performance in Age-Group Swimmers: Improving Swimmer Evaluation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(8), 1082–1088. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0377>

Abbott, S., Moulds, K., Salter, J., Romann, M., Edwards, L., & Cobley, S. (2020). Testing the application of corrective adjustment procedures for removal of relative age effects in female youth swimming. *Journal of Sports Sciences*, 38(10), 1077–1084. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1741956>

Almeida-Neto, P., de Assis, G., Silva, B., Medeiros, R., Correia, A., Oliveira, V., Queiros, V., Paiva, P., Dantas, P., & Cabral, B. G. C. (2022). Contribution of biological maturation and power of upper and lower limbs to crawl swim performance in adolescent athletes. *Human Movement*, 24(2), 85–93. <https://doi.org/10.5114/hm.2023.117469>

Baker, J., & Robertson-Wilson, J. (2003). On the risks of early specialization in sport. *Physical & Health Education Journal*, 69(1).

Born, D. P., Lomax, I., Rüeger, E., & Romann, M. (2021). Normative data and percentile curves for long-term athlete development in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.10.002>

Brustio, P., Cardinal, M., Lupo, C., Varalda, M., De Pasquale, P., & Boccia, G. (2021). Being a top swimmer during the early career is not a prerequisite for success: A study on sprinter strokes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.05.015>

Brustio, P., Cardinale, M., Lupo, C., & Boccia, G. (2022). Don't Throw the Baby Out With the Bathwater: Talent in Swimming Sprinting Events Might Be Hidden at Early Age. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(11), 1550–1557. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0530>

Callender, S. S. (2010). The early specialization of youth in sports. *Athletic Training & Sports Health Care*, 2(6), 255.

Cobley, S., Abbott, S., Eisenhuth, J., Salter, J., McGregor, D., Romann, M. (2019). Removing relative age effects from youth swimming: The development

and testing of corrective adjustment procedures. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.12.013>

Hogan, C., Torres Castiglioni, M., Abbott, S., & Cobley, S. (2021). Talent identification in swimming: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(1), S75. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.09.185>

Lambertz, H. (2014). *Das Perspektiv-Team-Projekt* [Perspective Team Project]. Kassel, GER: Deutscher Schwimmverband e.V. [German Swimming Federation].

Myers, T. D., Negra, Y., Sammoud, S., Chaabene, H., & Nevill, A. M. (2021). Discerning excellence from mediocrity in swimming: New insights using Bayesian quantile regression. *European Journal of Sport Science*, 21(8), 1083–1091. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1808080>

Oliveira, M., Henrique, R. S., Queiroz, D. R., Salvina, M., Melo, W. V., dos Santos, A. M. M. (2021). Anthropometric variables, propulsive force and biological maturation: A mediation analysis in young swimmers. *European Journal of Sport Science*, 21(4), 507–514. [10.1080/17461391.2020.1754468](https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1754468)

Özkadi, T., Demirkan, E., Can, S., Alagöz, I., & Demir, E. (2021). Contribution of motoric and anthropometric components to the fifty-meter four swimming styles: Model approaches. *Science & Sports*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.04.009>

Papoti, M., Martins, L., Cunha, S., Zagatto, A., & Gobatto, C. (2003). Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(3), 36–42.

Post, A., Koning, R., Visscher, C., & Elferink-Gemser, M. (2019). Multigenerational performance development of male and female top-elite swimmers – A global study of the 100m freestyle event. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(3), 564–571. <https://doi.org/10.1111/sms.13599>

Sammoud, S., Negra, Y., Chaaben, H., Bouguezz, R., Attia, A., Granacher, U., Hachana, Y., & Nevill, A. (2019). Key Anthropometric Variables Associated With Front-Crawl Swimming Performance in Youth Swimmers: An Allometric Approach. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), 1259–1263. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003491>

Santos, M., Henrique, R., Costa, M., Silva, A., Junior, M., Queiroz, D., Duncan, M., Maia, J., & Nevill, A. (2021). The influence of anthropometric variables, body composition, propulsive force and maturation on 50m free-style swimming performance in junior swimmers: An allometric approach. *Journal of Sports Sciences*, 39, 1–6. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1891685>

Staub, I., Zinner, C., Bieder, A., & Vogt, T. (2019). Within-sport specialisation and entry age as predictors of success among age group swimmers. *European Journal of Sport Science*, 20(9), 1160–1167. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1702107>

## 2.7. Плавание на открытой воде

Плавание на открытой воде как отдельный вид спорта, по сравнению с классическим видом спорта плавание, получило свое начало сравнительно недавно. Вместе с тем в настоящий момент плавание на открытой воде активно развивается во всем мире. Увеличиваются количество стартов и, безусловно, количество занимающихся этим видом спорта. Следует отметить, что «открытая вода» значительно отличается от плавания в бассейне, поскольку во время заплыва в открытом водоеме пловец вынужден сталкиваться с рядом весьма серьезных дополнительных помех в виде волн, течения воды, ветра, контактной борьбы с соперниками, а также низкой температурой воды. Характер предъявляемых трудностей требует от спортсменов проявления несколько иных способностей (в сравнении с пловцами, выступающими в бассейне), а от тренеров – специфических подходов к организации и проведению тренировочного процесса. Эти различия обуславливают проведение многочисленных научных исследований в данном направлении.

### *Профиль темпа на дистанции*

Группа ученых (Baldassarre et al., 2019) исследовала стратегии поддержания темпа плавания, используемые мужчинами и женщинами-пловцами на открытой воде во время заплывов на 5, 10 и 25 км на основных международных соревнованиях. В анализ были включены результаты, показанные на семи соревнованиях, среди которых: Олимпийские игры 2016 г. в Рио-де-Жанейро, чемпионаты мира 2013 г. в Барселоне, 2015 г. в Казани и 2017 г. в Будапеште, чемпионат Европы 2012 г. в Пьомбино, 2014 г. в Берлине и 2016 г. в Хорне. Всего были проанализированы результаты 438 пловцов (242 мужчин и 196 женщин). Результаты показали, что более быстрые пловцы придерживались так называемого отрицательного сплита по сравнению с более медленными

пловцами. Под отрицательным сплитом авторы подразумевают более быстрое прохождение второй половины дистанции в сравнении с первой половиной. Так, на второй половине дистанции более быстрые пловцы в среднем показывали рост скорости плавания на 7 % (дистанция 5 км), на 6 % на дистанции 10 км и 4 % на дистанции 25 км. В то время как более медленные пловцы придерживались тактики «быстрого прохождения» первой половины дистанции и более медленного проплывания второй половины или же у них наблюдалось равномерное прохождение всей длины дистанции. На основании полученных данных авторы рекомендуют тренерам обучать своих спортсменов тактике прохождения дистанции с отрицательным темпом, чтобы увеличить шансы на достижение наивысшего спортивного результата (Baldassarre et al., 2019).

### *Энергетическая стоимость плавания*

Baldassarre et al. (2021) провели исследование, направленное на изучение влияния приема углеводных добавок на работоспособность пловцов при плавании на открытой воде. Изучались такие параметры, как работоспособность, частота гребков, энергетические затраты, восприятие тяжести нагрузки и частота сердечных сокращений. В качестве испытуемых выступили 8 высококвалифицированных (возраст  $23 \pm 4$  года) пловцов – участников международных стартов, специализирующихся в плавании на открытой воде. Эксперимент проводился в гидроканале, где участники выполняли 3 заплыва по 30 мин. с короткими периодами отдыха, в ходе которых выполнялся необходимый сбор данных. Во время заплыва участники принимали по 45 г углеводов (в виде раствора) или плацебо. По окончании эксперимента было выявлено значимое различие по показателю работоспособности (на уровне МПК) между приемом углеводов и плацебо ( $p < 0,05$ ). Однако такие показатели, как ЧСС, восприятие тяжести нагрузки, частота гребков и энергозатраты, статистически значимо не различались между группами. Авторы пришли к выводу, что прием углеводов по ходу 10-километровой дистанции может дать преимущество пловцам в сравнении с теми, кто не получает дополнительных энергетических добавок (Baldassarre et al., 2021).

Zacca et al. (2020) сравнивали энергетические затраты и различия в кинематике движений пловцов при плавании на открытой воде и в бассейне на дистанции 5 км. В исследовании приняли участие 38 пловцов. Результаты проведенных заплывов показали, что при плавании в бассейне на первой половине дистанции атлеты показывают большую скорость плавания, тогда как в течение второй половины дистанции скорость статистически значимо снижается. При сравнении параметров прохождения первого и второго отрезков дистанции наблюдались значимые различия по величине длины и эффективности гребка (по индексу гребка), при этом темп гребковых движений оставался неизменным на протяжении всей дистанции. Показатель, отражающий энергетическую стоимость выполняемой работы, постепенно повышался к середине дистанции, после чего несколько снизился (статистически незначимо) и оставался неизменным до конца заплыва. При плавании на открытой воде наблюдалась неравномерная скорость преодоления дистанции. Было отмечено постепенное увеличение данного показателя к третьему километру, после чего фиксировался незначительный спад к четвертому километру с последующим увеличением скорости к концу дистанции. Отмечалась также неравномерность показателей длины, частоты и эффективности гребка спортсменов по ходу заплыва. Авторы связывают вариабельность кинематических параметров плавания с наличием специфических условий, характерных для открытой воды (таких как погода, течение, волны). По словам ученых, пловцы на открытой воде должны учитывать возможные ускорения и замедления во время прохождения дистанции на 5 км. Небольшие колебания энергетических переменных наблюдались в обоих условиях, но изменения энергетической стоимости плавания были ниже в плавательном бассейне в сравнении с открытой водой. Авторы рекомендуют тренерам корректировать план тренировок в бассейне в соответствии со спецификой плавания на открытой воде (Zacca et al., 2020).

Zacca et al. (2021) сравнивали влияние гидрокостюма и купальника при плавании на открытой воде на биомеханику и энергетику показателей прохождения дистанции. Для сравнения использовались купальник с закрытой спиной Arena Powerskin

R-EVO и гидрокостюм Arena Carbon Triwetsuit (гидрокостюм с полным рукавом). В исследовании приняли участие три пловчихи элитного уровня. Испытуемые преодолевали плавательные отрезки с различной степенью интенсивности, а также выполнили два 25-метровых отрезка. В ходе заплывов фиксировались параметры длины и частоты гребков, количество ударов ногами в течение одного цикла, индекс координации, относительная продолжительность начальной фазы гребка. Изучались также уровень потребления кислорода, лактат. Рассчитывалась энергетическая стоимость плавания. Согласно полученным результатам, авторы заключили, что использование гидрокостюма улучшает ряд характеристик плавания. При использовании гидрокостюма наблюдается снижение коэффициента лобового сопротивления и затрат энергии, вследствие чего возрастает уровень производительности спортсмена. Отмечается также, что при плавании в гидрокостюме наблюдается повышение частоты гребков и снижение длины гребка (Zacca et al., 2021).

### *Гипотермия*

Группа ученых из Франции (Drigny et al., 2021) изучали предикторы, связанные с выбыванием пловцов из соревнования на дистанции 25 км на открытой воде в связи с переохлаждением (гипотермией) тела. В исследовании приняли участие 21 пловец национального и международного уровня. Измерялись параметры жировой и мышечной массы тела, температура ядра фиксировалась с использованием датчика температуры, принимаемого внутрь (e-Celsius, BodyCap). Средняя температура ядра организма спортсменов перед гонкой составила  $37,5 \pm 0,3$  °C. В ходе заплыва 7 участников выбыли из гонки в связи с переохлаждением. Результаты исследования показали, что процентное содержание жира в организме и начальная величина температуры ядра были статистически значимо связаны с возникновением состояния гипотермии у выбывших участников ( $p < 0,001$ ). Было также показано, что процент жира в организме спортсмена тесно коррелирует со скоростью снижения температуры ядра тела во время длительного заплыва. Авторы указывают, что тренерам следует учитывать данные взаимосвязи и регулярно проводить оценку

состава тела спортсменов для предотвращения выбывания спортсменов из соревнований (Drigny et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Baldassarre, R., Ieno, C., Bonifazi, M., Di Castro, A., Gianfelici, A., & Piacentini, M. F. (2021). Carbohydrate supplementation during a simulated 10-km open water swimming race: effects on physiological, perceptual parameters and performance. *European Journal of Sport Science*, 22(3), 390–398. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1880644>

Baldassarre, R., Bonifazi, M., & Piacentini, M. F. (2019). Pacing profile in the main international open-water swimming competitions. *European Journal of Sport Science*, 19(4), 422–431. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1527946>

Drigny, J., Rolland, M., Pla, R., Chesneau, C., Lebreton, T., Marais, B., Outin, P., Moussay, S., Racinais, S., & Mauvieux, B. (2021). Risk Factors and Predictors of Hypothermia and Dropouts During Open-Water Swimming Competitions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(11), 1692–1699. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0875>

Zacca, R., Mezêncio, B., de Souza Castro, F., Nakamura, F., Pyne, D., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. (2021). Case Study: Comparison of Swimsuits and Wetsuits Through Biomechanics and Energetics in Elite Female Open Water Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(1), 130–136. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0044>

Zacca, R., Neves, V., da Silva Oliveira, T. et al. (2020). 5 km front crawl in pool and open water swimming: breath-by-breath energy expenditure and kinematic analysis. *Eur J Appl Physiol.*, 120, 2005–2018. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04420-7>

## 2.8. Плавание среди спортсменов-паралимпийцев

Исследователями рассматривалась проблема объективности существующей системы распределения пловцов-паралимпийцев на соревновательные группы (Maia et al., 2021; Smith et al., 2021; Payton et al., 2020; Hogarth et al., 2020, 2021; O'Dowd et al., 2023). Так, Payton et al. (2020) отмечают, что классификация групп в паралимпийском плавании должна быть основана на объективной оценке физических возможностей спортсменов, сводя к минимуму влияние их нарушений на исход соревнований. Поскольку плавание – это вид спорта, проводимый в воде, способность прео-

долевать сопротивление (активное и пассивное) является важным фактором, определяющим результативность. Авторами была поставлена цель определить показатели активного и пассивного сопротивления у паралимпийцев и оценить силу связи между этими показателями и типом физического нарушения, показателями плавания и спортивным классом. Пассивное сопротивление – это сопротивление, которое пловец оказывает при движении по воде, удерживая фиксированное положение тела, тогда как активное сопротивление – это сопротивление, возникающее при плавании. В эксперименте приняли участие 72 высококвалифицированных пловца-паралимпийца, являющихся представителями спортивных классов от S1 до S10 и 14 пловцов без физических нарушений. Измерение сопротивления производилось при помощи буксировочного троса. Результаты исследования показали, что паралимпийцы с антропометрическими нарушениями и центральными двигательными и нервно-мышечными нарушениями ( $p < 0,01$ ) имели более низкую максимальную скорость плавания, чем пловцы без инвалидности. Паралимпийцы с центральными двигательными и нервно-мышечными нарушениями показали более низкую максимальную скорость плавания ( $p < 0,01$ ), а также более высокое пассивное сопротивление ( $p < 0,05$ ) и активное сопротивление, чем паралимпийцы с антропометрическими нарушениями. У парापловцов с центральными двигательными и нервно-мышечными нарушениями выявлена умеренная корреляция между спортивным классом и нормализованным активным сопротивлением, тогда как у пловцов с антропометрическими нарушениями взаимосвязи отсутствовали. Активное и пассивное сопротивление было выше у парापловцов с центральными двигательными и нервно-мышечными нарушениями, чем у пловцов без инвалидности, и было связано с тяжестью специфичных для плавания нарушений (спортивный класс) и максимальной результативностью вольным стилем у этих пловцов. Ключевым выводом этого исследования было то, что активное и пассивное сопротивление были только определяющими факторами максимальной скорости плавания вольным стилем у паралимпийцев с центральными двигательными и нервно-мышечными нарушениями. Эти меры сопротивления не объясняют ограничения активности паралимпийцев с антропометрическими нарушениями.

Это указывает на то, что классификация этих двух групп должна быть разной, по крайней мере, в отношении сопротивления. Авторы отмечают, что важно учитывать величину активного и пассивного сопротивления при классификации паравловцов с центральными двигательными, нервно-мышечными и антропометрическими нарушениями [8].

Присущая пловцу сила гидродинамического сопротивления, или пассивное лобовое сопротивление, непосредственно влияет на то, как он перемещается по воде. По словам Nogarth et al. (2021), в настоящий момент для пловцов с физическими недостатками сила связи между пассивным сопротивлением и результатами плавания остается неизвестной. Тогда как понимание данной взаимосвязи позволило бы улучшить процесс классификации спортсменов на группы, обусловленные тяжестью поражения опорно-двигательного аппарата. Ограничения двигательной функции (то есть силы, координации движений и диапазона движений) или уменьшение длины конечностей и площади поверхности ограничивают возможности некоторых паравловцов для достижения обтекаемого положения тела в воде, которое, в свою очередь, оказывает значительное влияние на фазы скольжения при стартах, поворотах и гребках. В исследовании авторов приняли участие 132 паравловец международного уровня. Для измерения пассивного сопротивления спортсменов авторами было разработано электромеханическое буксировочное устройство, с помощью которого осуществлялась буксировка пловцов со скоростью  $1,5 \text{ м/с}^{-1}$ . Результаты эксперимента показали, что пассивное сопротивление имеет сильную отрицательную связь ( $r = -0,77$ , при  $p < 0,001$ ) со скоростью плавания на дистанции 100 м вольным стилем у паравловцов с физическими недостатками. Авторы уточняют, что паравловцы, которые имели меньшее пассивное сопротивление по отношению к массе своего тела, как правило, имели более быстрое время в тестовом заплыве. Ученые пришли к выводу, что пассивное сопротивление является определяющим фактором производительности и может быть использовано для обеспечения объективной оценки ограничения активности у паравловцов с физическими нарушениями [5].

Применение измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС) имеет некоторые ограничения в плавании у пловцов-паралим-

пийцев, и оно не всегда может быть удобным для использования показателем. Sinnott-O'Connor et al. (2021) определяли обоснованность и надежность метода оценки интенсивности воспринимаемого напряжения (ИБН или sRPE в англоязычной литературе) для количественной оценки воспринимаемой тяжести нагрузки у паралимпийских пловцов. Результаты исследования позволили обнаружить значимую положительную корреляцию ( $r = 0,68$ , при  $p < 0,01$ ) между ИБН и тремя показателями, основанными на измерении ЧСС (HR-TRIMP), предложенными Banister (1991). Двусторонний дисперсионный анализ выявил существенные различия в рейтингах ИБН между тренерами и спортсменами, что может говорить о несоответствии между планируемыми и фактическими параметрами интенсивности тренировок. По словам авторов, результаты данного исследования показывают, что метод ИБН может быть подходящим инструментом мониторинга для количественной оценки тяжести нагрузки во время тренировок в воде у паралимпийских пловцов Banister (1991).

Ученые Hogarth et al. (2021) исследовали динамику соревновательной результативности среди паралимпийцев-пловцов с физическими, зрительными и интеллектуальными нарушениями. Анализировались результаты, показанные спортсменами в период с 2009 по 2019 г. Были получены данные о 1825 парапловцах, которые были включены в основной список классификации WPS (World Para Swimming) и имели минимум одно соревновательное выступление в официальных соревнованиях по плаванию. Результаты показывают, что показатели парапловцов, как правило, стабилизируются и достигают пика в возрасте 20–22 лет, относительно индивидуального личного лучшего времени. Также было показано, что парапловцы демонстрировали все меньший ежегодный прогресс в показателях соревновательной результативности в возрасте от 12 до 20 лет. В раннем подростковом возрасте женщины показывают более высокие соревновательные результаты относительно личного рекорда и мирового рекорда, чем мужчины, а также результаты женщин стабилизируются и достигают своего пика в более молодом возрасте. Было выяснено, что пик производительности наступает в 26–28 и 29–30 лет для женщин и мужчин, соответственно, прежде чем произойдет

постепенное снижение работоспособности (на 0,1–0,7 %) в возрасте до 35 лет. По словам авторов, эти периоды максимальной производительности выше, чем те, о которых сообщалось ранее у пловцов-инвалидов. Это является важной информацией для тех, кто осуществляет отбор спортсменов. Парапловцы с тяжелыми и умеренными физическими нарушениями (S1-S6) также продемонстрировали заметные различия в возрастных показателях по сравнению с другими видами спорта. Прогнозируемые оценки для этих парапловцов показали, что они были медленнее относительно мирового рекорда по всему возрастному диапазону по сравнению с парапловцами в других спортивных классах. Парапловцы с тяжелыми и умеренными физическими нарушениями (S1-S6) достигли пика работоспособности в более старшем возрасте, чем пловцы с менее серьезными физическими нарушениями (S7-S10), добившись большего ежегодного прироста работоспособности после наступления полового созревания. Важно, чтобы специалисты учитывали большую вариативность соревновательных результатов спортсменов групп (S1-S6), поскольку различные контекстуальные, экологические и личностные факторы могут повлиять на их возрастную динамику результатов (Hogarth et al., 2021).

Powell et al. (2021) изучали подходы к проведению спортивной подготовки пловцов-паралимпийцев, применяемые тренерами по плаванию элитного уровня. В исследовании приняли участие 9 британских элитных тренеров по плаванию. Результаты показали, что тренеры при обучении спортсменов: 1) преимущественно уделяли особое внимание внутренним ощущениям спортсменов и сигналам обратной связи, 2) учитывали относительно низкие уровни вариативности между навыками и более высокие уровни вариативности внутри навыков и 3) применяли в основном традиционные методы обучения, такие как обучение упражнению по частям (расчлененно-конструктивный метод) и реже сопряженный метод. Малая часть тренеров использовала в своей практике такой метод, как приведение аналогий. Тогда как авторы указывают, что в научной литературе имеется значительное количество данных, свидетельствующих о высокой эффективности приме-

нения аналогий при обучении спортсменов. По мнению авторов, данные, полученные в ходе проведения интервью, показали, что тренеры имели ограниченные знания о ключевых принципах приобретения навыков. Показанный разрыв между имеющимися научными исследованиями и прикладной практикой является свидетельством того, что тренеры редко обращаются к академическим журналам, когда стремятся расширить свои знания, вместо этого, как правило, перенимают методы, руководствуясь традициями, интуицией и подражанием другим тренерам (Powell et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Banister, E. W. (1991) Modeling Elite Athletic Performance. In J. D. Macdougall, H. A. Wenger and H. J. Green (Eds.), *Physiological Testing of Elite Athletes*. Champaign, Illinois: *Human Kinetics*.

Herrera-Amante, C. A., Ramos-García, C. O., Alacid, F., Quiroga-Morales, L. A., Martínez-Rubio, A. J., & Bonilla, D. A. (2021). Development of alternatives to estimate resting metabolic rate from anthropometric variables in paralympic swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 39(18), 2133–2143. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1922175>

Hogarth, L., Burkett, B., Van de Vliet, P., & Payton, C. (2020). Maximal Fully Tethered Swim Performance in Para Swimmers With Physical Impairment. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 816–824. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0515>

Hogarth, L., Payton, C., De Vliet, P. V., & Burkett, B. (2020). The impact of limb deficiency impairment on Para swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 38(8), 839–847. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1735983>

Hogarth, L., Nicholson, V., Payton, C., & Burkett, B. (2021). Modelling the age-related trajectory of performance in Para swimmers with physical, vision and intellectual impairment. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(4), 925–935. <https://doi.org/10.1111/sms.13910>

Hogarth, L., Oh, Y., Osborough, C., Osborough, C., Formosa, D., Hunter, A., ... Payton, C. (2021). Passive drag in Para swimmers with physical impairments: Implications for evidence-based classification in Para swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1932–1940. <https://doi.org/10.1111/sms.14014>

Maia, A. C., Hogarth, L., Burkett, B., & Payton, C. (2021). Improving the objectivity of the current World Para Swimming motor coordination test for

swimmers with hypertonia, ataxia and athetosis using measures of movement smoothness, rhythm and accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 39(1), 62–72. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1935114>

O'Dowd, D., Hogarth, L., Burkett, B., Osborough, C., Daly, D., Sanders, R., & Payton, C. (2023). Froude Efficiency and Velocity Fluctuation in Forearm-Amputee Front Crawl: Implications for Para Swimming Classification. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(7), 1296–1306. <https://doi.org/10.1249/mss.00000000000003155>

Payton, C., Hogarth, L., Burkett, B., Van de Vliet, P., Lewis, S., & Oh, Y-T. (2020). Active Drag as a Criterion for Evidence-based Classification in Para Swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(1). <https://doi.org/10.1249/mss.00000000000002281>

Powell, D., Wood, G., Kearney, P., & Payton, C. (2021). Skill acquisition practices of coaches on the British Para swimming World Class Programme. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16. <https://doi.org/10.1177/17479541211026248>

Smith, R., Connick, M., Beckman, E., Hogarth, L., & Nicholson, V. (2021). Establishing the reliability of instrumented trunk impairment assessment methods to enable evidence-based classification in Para swimming. *Journal of Sports Sciences*, 39(sup1), 73–80. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1930699>

## **2.9. Планирование и периодизация спортивной тренировки пловцов**

Планирование и периодизация спортивной тренировки являются важными аспектами организации и проведения тренировочной деятельности. Обоснованное с точки зрения науки планирование тренировочных занятий позволяет добиться оптимального уровня адаптации организма к специфической деятельности, характерной для вида спорта, вследствие чего спортсмен способен показать высокий соревновательный результат без ущерба для здоровья (Busso & Chalencon, 2023; Sandbakk et al., 2021).

Целью исследования Mitchell et al. (2020) была оценка информативности четырех различных методов моделирования тренировочной нагрузки в подготовке пловцов. Для сравнения были взяты модель «влияние – ответ», разработанная Banister et al. (1975) и Busso (2003), модель EWRA (exponentially-weighted rolling average – экспоненциально взвешенное скользящее сред-

него), предложенная Murray et al. (2017), а также модель нейронных сетей Edelman-Nusser et al. (2002) в их сравнении с традиционным методом скользящих средних величин тренировочной нагрузки. В исследовании приняли участие три элитных пловца. В общей сложности было собрано 1610 ежедневных показателей нагрузки и 108 индивидуальных выступлений. Объем тренировок регистрировался ежедневно в виде пройденных метров в каждой зоне с использованием журналов тренировок. В рамках каждой тренировочной сессии каждое непрерывное усилие, разделенное периодом отдыха, распределялось по одной зоне для каждого из двух различных подходов к количественной оценке. Первым подходом был тот, который использовали Mujika et al. (1995), называемый пятизонным методом, а вторым был более детальный подход с использованием семи зон интенсивности, так называемый семизонный метод. Диапазон скоростей для каждой зоны для каждого пловца был определен с использованием нелинейной регрессионной зависимости между реакцией параметра содержания лактата в крови в рамках тренировочного комплекса и средней скоростью выполнения до трех последних попыток перед взятием пробы крови во время тренировки. Учитывая, что соотношение скорости и содержание лактата в крови может измениться с тренировкой, эта взаимосвязь была пересчитана в середине исследования. Четыре модели были сопоставлены с данными для каждого отдельного спортсмена как для соревновательных дистанций, так и для каждого метода количественной оценки. Результаты показали, что метод скользящих средних менее эффективен, чем методы Banister и Busso при прогнозировании результатов плавания на 50 и 100 м на основе данных о тренировочной нагрузке. Значения стандартной ошибки оценки для моделей с экспоненциальной структурой (EWRA) были на 1,0–3,0 % ниже, чем при использовании метода скользящего среднего, однако, по мнению авторов, данный метод также давал значительную ошибку в прогнозировании. То же касалось и метода прогнозирования с использованием нейронной сети. Ученые считают, что эти модели можно рассматривать как индикатор физиологической готовности и работоспособности. Такой уровень ошибки прогнозирования указывает на то, что наиболее практичным использованием изучаемых моделей, вероятно, является

ся оценка производительности способности человека в течение всего сезона, а не для точного прогнозирования выступлений на конкретном соревновании. Потенциальными объяснениями ошибок в прогнозировании результатов могут быть такие факторы, как психологическая подготовка к соревнованиям, заболевания и травмы, а также неэффективные стратегии питания или плохой сон. Как считают ученые, эти модели можно было бы использовать для выяснения дальнейших вопросов, связанных с неожиданными изменениями в выступлениях как на соревнованиях, так и на тренировке (Mitchell et al., 2020).

Gonzalez Rave et al. (2021) исследовали индивидуальную периодизацию тренировочного процесса элитного пловца на дистанции 400 м комплексным плаванием (КП). В подготовке спортсмена были выделены классические периоды подготовки, разработанные Л. П. Матвеевым. Традиционная модель периодизации была разработана с использованием трех макроциклов, каждый из которых разделен на подготовительную фазу и на две подфазы: общую физическую подготовку и спортивную физическую подготовку. Основной целью первого макроцикла было развитие общей физической подготовленности и специальных качеств, ориентированных на комплексное плавание. Целью второго и третьего макроциклов было развитие специфических качеств, необходимых для заплыва на 400 м, переход от общих к специфичным для спорта качествам, кульминацией которых является снижение нагрузки и соревнования. В табл. 2 представлены данные о приоритетной важности различных сторон подготовки пловца в течение подготовки.

**Таблица 2. Содержание тренировки элитного пловца на дистанции 400 м КП**

| Содержание тренировки |                 |                     | № макроцикла            |     |     |
|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|-----|-----|
|                       |                 |                     | 1                       | 2   | 3   |
|                       |                 |                     | Значение приоритетности |     |     |
| Зона 1                | A1              | Аэробная подготовка | 4                       | 3   | 3   |
|                       | A2              |                     | 4–5                     | 4   | 3   |
| Зона 2                | AT              |                     | 3–4                     | 4–5 | 4–5 |
| Зона 3                | VO <sub>2</sub> |                     | 2                       | 4   | 5   |

Продолжение таблицы 2

| Содержание тренировки                                  |                                              |                                | № макроцикла            |     |     |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----|-----|
|                                                        |                                              |                                | 1                       | 2   | 3   |
|                                                        |                                              |                                | Значение приоритетности |     |     |
| Зона 4                                                 | Накопление лактата (La)                      | Соревнователь-<br>ный темп     | 3                       | 2   | 2   |
|                                                        | Толерантность к нако-<br>плению лактата (La) |                                | 2                       | 4–5 | 5   |
| Зона 5                                                 | Скорость                                     | Соревнователь-<br>ная скорость | 5                       | 4   | 4   |
|                                                        |                                              |                                |                         |     |     |
| Сила – гипертрофия                                     |                                              |                                | 4–5                     | 2   | –   |
| Максимальная сила                                      |                                              |                                | 3                       | 3   | 3   |
| Мощность                                               |                                              |                                | 3                       | 4   | 4   |
| Скоростно-силовая выносливость                         |                                              |                                | –                       | 4   | 5   |
| Стабильность мышц туловища – силовая выносли-<br>вость |                                              |                                | 5                       | 3   | 3   |
| Общая физическая подготовка                            |                                              |                                | 4–5                     | 3   | 2   |
| Специальная физическая подготовка                      |                                              |                                | –                       | 4–5 | 4–5 |
| Гибкость                                               |                                              |                                | 5                       | 5   | 5   |

*Примечание:* A1 – низкая интенсивность (ЧСС < 50 от max), A2 – средняя интенсивность (ЧСС = 40–50 от max), AT – аэробный порог (ЧСС = 30–40 от max),  $VO_2$  – максимальное потребление кислорода (ЧСС = 10–20 от max), накопление лактата (ЧСС = 0–10 от max), толерантность к накоплению лактата (ЧСС = 0–10 от max); значение приоритетности: 1 – низкий приоритет, 5 – высокий приоритет.

*Источник:* (Gonzalez Rave et al., 2021).

Продолжительность общего, специального и соревновательного периодов в каждом из мезоциклов планировалась таким образом: первый макроцикл – 6, 10 и 5 недель; второй макроцикл – 4, 7 и 10 недель и третий макроцикл – 3, 10 и 3 недели. Максимальный недельный объем увеличился в течение сезона (с 79 до 90 км). Наблюдалось заметное увеличение недельного объема тренировок между первым ( $55 \pm 14$  км) и вторым ( $68 \pm 17$  км)

макроциклами, а также между первым и третьим ( $69 \pm 15$  км) макроциклами. В первом макроцикле силовая и кондиционная тренировка (тренировки в тренажерном зале) была сосредоточена на тренировках на мышечную гипертрофию, максимальную силу и силовую и функциональную подготовку (сессии, которые включали интервальные тренировки сердечно-сосудистой системы или круговые тренировки, состоящие из 6–12 упражнений, выполняемых в течение заданного времени с легкими нагрузками) продолжительностью от 50 до 80 минут. Во втором и третьем макроциклах занятия в тренажерном зале были ориентированы на максимальную силу, мощность и силовую выносливость с включением упражнений с отягощениями. Кроме того, силовые и метаболические тренировки были сосредоточены на упражнениях с продолжительностью, аналогичной продолжительности (около 4 мин.) при плавании на 400 м КП. Для измерения сердечно-сосудистых (ЧСС), метаболических (лактат) и технических изменений (частота гребков с помощью секундомера) применялся ступенчатый пошаговый тест ( $8 \times 100$  м вольным стилем) по плаванию. Авторы подчеркивают, что для достижения максимальной производительности спортсменов прошел четыре тренировочных сбора на высоте. Высотные тренировки занимали значительную часть сезона (23 % от общего числа недель) и способствовали гематологической адаптации и работоспособности во время последующего периода тренировок и/или соревнований. В табл. 3 представлены результаты пошагового теста в различные макроциклы подготовки спортсмена.

**Таблица 3. Результаты пошагового теста  
 $8 \times 100$  м вольным стилем**

| Дата тестирования<br>(№ макроцикла) | Интенсивность   | Уровень лактата<br>(ммоль/л <sup>-1</sup> ) | ЧСС<br>(уд/мин) | Количество гребков<br>(раз) | Частота гребков<br>(раз/с <sup>-1</sup> ) | Скорость плавания<br>(м/с <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Октябрь 2017 (М1)                   | A2              | 1,9                                         | 162             | 32                          | 1,34                                      | 1,47                                      |
|                                     | AT              | 2,7                                         | 174             | 32                          | 1,34                                      | 1,56                                      |
|                                     | VO <sub>2</sub> | 10,7                                        | 192             | 39                          | 1,10                                      | 1,69                                      |

Продолжение таблицы 3

| Дата тестирования<br>(№ макроцикла) | Интенсивность   | Уровень лактата<br>(ммоль/л <sup>-1</sup> ) | ЧСС<br>(уд/мин) | Количество гребков<br>(раз) | Частота гребков<br>(раз/с <sup>-1</sup> ) | Скорость плавания<br>(м/с <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Январь 2018<br>(М2)                 | A2              | 2,1                                         | 155             | 31                          | 1,39                                      | 1,48                                      |
|                                     | AT              | 2,6                                         | 172             | 33                          | 1,30                                      | 1,56                                      |
|                                     | VO <sub>2</sub> | 8,2                                         | 186             | 39                          | 1,10                                      | 1,68                                      |
| Март 2018<br>(М2)                   | A2              | 1,9                                         | 160             | 31                          | 1,39                                      | 1,49                                      |
|                                     | AT              | 2,8                                         | 174             | 33                          | 1,30                                      | 1,57                                      |
|                                     | VO <sub>2</sub> | 8,9                                         | 188             | 35                          | 1,23                                      | 1,71                                      |
| Июнь 2018<br>(М3)                   | A2              | 1,8                                         | 156             | 31                          | 1,39                                      | 1,49                                      |
|                                     | AT              | 2,8                                         | 174             | 33                          | 1,30                                      | 1,57                                      |
|                                     | VO <sub>2</sub> | 6,8                                         | 182             | 35                          | 1,23                                      | 1,69                                      |

*Примечание:* A2 – средняя интенсивность (ЧСС = 40–50 от max), AT – аэробный порог (ЧСС = 30–40 от max), VO<sub>2</sub> – максимальное потребление кислорода (ЧСС = 10–20 от max).

*Источник:* (Gonzalez Rave et al., 2021).

По результатам теста 8 x 100 м средняя скорость плавания увеличивалась при интенсивности A2 (1,3 %) и LT (0,6 %) без изменения скорости при VO<sub>2max</sub> в течение сезона. Аналогично тому увеличился показатель лактата в крови при A2 (3,6 %) и VO<sub>2max</sub> (3,6 %), а ЧСС снизилась с той же интенсивностью, что указывает на хороший прогресс производительности спортсмена. Частота гребков немного увеличилась при интенсивности A2 и VO<sub>2max</sub>, тогда как количество гребков уменьшилось в A2 и VO<sub>2max</sub>. По словам авторов, результаты, показанные на соревнованиях (5-е место на чемпионате Европы в Глазго 2017 г., личный рекорд и 15-е место на Олимпийских играх в Токио 2020 г.), подтвердили, что план обеспечивал максимальную эффективность в нужное время (Gonzalez Rave et al., 2021).

Castillo et al. (2022) посвятили свое исследование количественной оценке связей между результативностью соревновательных выступлений за два года до попадания пловца в топ-20 миро-

вого рейтинга на дистанциях 200 и 400 м комплексным плаванием (КП). Ученые также охарактеризовали взаимосвязь между результатами, показанными по другим направлениям (спринт, средние и длинные дистанции), и показателями на дистанциях 200 и 400 м КП. Анализировались результаты, показанные пловцами с 2010 по 2018 г. Согласно полученным результатам, положительные связи ( $p < 0,001$ ) были выявлены между очками FINA на дистанции 200 м КП и спринтерскими дистанциями ( $r = 0,39$ ;  $p < 0,002$ ) и 400 м КП ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,001$ ). На каждые дополнительные 10 очков FINA в спринтерских дистанциях результат на 200 м КП в год выступления на уровне топ-20 был на 1 балл FINA выше. Кроме того, каждые дополнительные 10 очков FINA на дистанции 400 м КП за два года до выступления на уровне топ-20 были связаны с улучшением результата на 3 балла FINA на дистанции 200 м КП. Наконец, на каждые дополнительные 10 очков FINA на дистанции 200 м КП в каждый из двух лет, предшествовавших выступлению на уровне топ-20, наблюдалось улучшение на 5 очков FINA в плавании на 200 м КП в конкретный год, в котором пловцы достигли наивысшего результата. Отмечается также, что каждый дополнительный год в возрасте пловца был связан со снижением результативности на 1,5 балла FINA ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,001$ ). Была обнаружена положительная связь ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,001$ ) между очками FINA на дистанции 400 м и личным рекордом на дистанции 200 м. Согласно полученным результатам, положительная связь ( $r = 0,51$ ;  $p < 0,05$ ) была обнаружена между показателями на дистанции 400 м КП и результатами, показанными на средних дистанциях за предшествующий период. Как и в случае с дистанцией 200 м КП, эти результаты указывают на то, что конкретные соревнования, а также специфика тренировок улучшают результативность в комплексном плавании. Было также выяснено, что каждый дополнительный год в возрасте пловца был связан со снижением результативности на дистанции 400 м КП на 1 балл FINA ( $r = 0,32$ ;  $p < 0,001$ ). Отмечается, что каждые дополнительные 10 очков FINA, показанные в предшествующий период на средних дистанциях, увеличивали результативность на дистанции 400 м КП на 2 очка FINA. По словам авторов, подготовка как к 200, так и к 400 м КП, включающая комбинацию четырех способов плавания, создает уни-

кальные энергетические требования к пловцу, вследствие чего требуется соблюдать подходящий баланс сильных и слабых способов плавания в процессе тренировки. Следовательно, тренеры и пловцы должны учитывать ценность тренировок и соревнований в различных видах спорта по способам плавания и дистанциям (от 100 до 800 м), чтобы улучшить согласованность между способами плавания у пловцов-комплексистов. В частности, результаты на спринтерских дистанциях разными способами плавания являются определяющим фактором для результативности на 200 м КП, тогда как для дистанции 400 м КП таковыми являются средние дистанции. Ученые пришли к выводу, что задачи, стоящие перед тренерами, требуют, с одной стороны, сохранять баланс тренировочных нагрузок в комплексном плавании, кроле на груди и других способов плавания на различных дистанциях, а с другой – принимать стратегические решения, включающие оптимальный выбор способа плавания и величины дистанции на крупных и второстепенных соревнованиях (Castillo et al., 2022).

## ЛИТЕРАТУРА

- Banister, E. W., Calvert, T. W., Savage, M. V., & Bach, T. M. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*, 7, 57–61.
- Busso, T. (2003). Variable dose-response relationship between exercise training and performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1188–1195. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000074465.13621.37>
- Busso, T., & Chalencon, S. (2023). Validity and Accuracy of Impulse-Response Models for Modeling and Predicting Training Effects on Performance of Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 55(7), 1274–1285. <https://doi.org/10.1249/mss.00000000000003139>
- Castillo, J., Gonzalez, R., Jose, M., Perona, F., Santos del Cerro, J., & Pyne, D. (2022). The importance of previous season performance on world-class 200- and 400-m individual medley swimming. *Biology of Sport*, 39, 45–51. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.103573>
- Edelmann-Nusser, J., Hohmann, A., & Henneberg, B. (2002). Modeling and prediction of competitive performance in swimming upon neural networks. *European Journal of Sport Science*, 2(2), 1–10. <https://doi.org/10.1080/17461390200072201>
- Gonzalez Rave, J. M., González-Mohíno, F., Pyne, D., & Stone, M. (2021). Training periodization for a world-class 400 meters individual med-

ley swimmer. *Biology of Sport*, 39, 883–888. <https://doi.org/10.5114/biol-sport.2022.109954>

Mitchell, L., Rattray, B., Fowlie, J., Saunders, P., & Pyne, D. (2020). The impact of different training load quantification and modelling methodologies on performance predictions in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, 20, 1–29. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1719211>

Mujika, I., Chatard, J. C., Busso, T., Geyssant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1995). Effects of training on performance in competitive swimming. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 20(4), 395–406.

Murray, N. B., Gabbett, T. J., Townshend, A. D., & Blanch, P. (2017). Calculating acute: chronic workload ratios using exponentially weighted moving averages provides a more sensitive indicator of injury likelihood than rolling averages. *British Journal of Sports Medicine*, 51(9), 749–754. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097152>

Sandbakk, O., Haugen, T., & Ettema, G. (2021). The Influence of Exercise Modality on Training Load Management. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0022>

Stewart, A. M., & Hopkins, W. G. (2000). Seasonal training and performance of competitive swimmers. *J Sports Sci*, 18(11), 873–884.

## **2.10. Применение интервального метода тренировки в плавании**

Интервальный метод тренировки характеризуется выполнением серии упражнений с заданным уровнем нагрузки и фиксированными интервалами отдыха. Отличительной особенностью данного метода является то, что вследствие его применения становится возможным значительно увеличить уровень таких важных для результативности показателей, как максимальное потребление кислорода, уровень порога анаэробного обмена, а также эффективность выполнения соревновательных упражнений в различных условиях. Вышеописанное обуславливает высокий интерес ученых к данному методу тренировки в настоящий момент.

### ***Высокоинтенсивная интервальная тренировка (ВИИТ)***

Группа ученых (Amara et al., 2023) в ходе рандомизированного контролируемого исследования изучала влияние сочетания высокоинтенсивных интервальных тренировок (ВИИТ) и тренировок

с максимальной силой (МС) на силу, технику и результаты плавания баттерфляем на дистанции 100 м. В исследовании приняли участие 22 юных пловца (средний возраст  $14,3 \pm 0,3$  года). Длительность внедрения экспериментальной программы тренировки составила 8 недель. Участникам из контрольной группы предлагалось продолжить их обычную программу, характеризующуюся низкой интенсивностью и большим объемом (табл. 4), тогда как пловцы ЭГ плавали меньший объем, но с большей интенсивностью. В программу тренировки пловцов ЭГ были включены серии высокоинтенсивных интервальных упражнений: короткие ВИИТ длительностью менее 30 с. (например,  $8 \times 50$  м); развивающие ВИИТ длительностью от 30 с. до 2 минут с соотношением режима работы и отдыха, равным 1 : 1, отдыхом между сериями 3 минуты.

**Таблица 4. Подробное описание 8-недельного периода для контрольной и экспериментальной групп**

| Направленность                                       | Группа | I     | II   | № недели |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------|--------|-------|------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                      |        |       |      | 1        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Общий объем, км                                      | КГ     | 201,0 | 30,6 | 30,0     | 32,0 | 34,0 | 36,0 | 35,0 | 34,0 | 20,4 | 10,2 |
|                                                      | ЭГ     | 105,0 | 15,3 | 15,0     | 16,0 | 17,0 | 18,0 | 17,5 | 17,0 | 10,2 | 5,1  |
| Низкоинтенсивная аэробная тренировка, км             | КГ     | 187,4 | 28,5 | 28,0     | 29,8 | 31,7 | 33,6 | 32,6 | 31,7 | 19,0 | 9,5  |
|                                                      | ЭГ     | 70,9  | 10,8 | 10,6     | 11,3 | 12,0 | 12,7 | 12,4 | 12,0 | 7,2  | 3,6  |
| Высокоинтенсивная аэробная тренировка, км            | КГ     | 10,4  | 1,4  | 1,3      | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,5  | 1,5  | 0,9  | 0,5  |
|                                                      | ЭГ     | 5,9   | 0,9  | 0,9      | 0,9  | 1,0  | 1,1  | 1,0  | 1,0  | 0,6  | 0,3  |
| Высокоинтенсивная интервальная тренировка (ВИИТ), км | КГ     | 4,7   | 0,7  | 0,7      | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,8  | 0,5  | 0,2  |
|                                                      | ЭГ     | 23,7  | 3,6  | 3,5      | 3,8  | 4,0  | 4,2  | 4,1  | 4,0  | 2,4  | 1,2  |

*Примечание:* I – экспериментальный период, II – период сужения; низкоинтенсивная аэробная тренировка с интенсивностью  $<70$  % от  $ЧСС_{\max}$ ; высокоинтенсивная аэробная тренировка с интенсивностью между 70 и 85 % от  $ЧСС_{\max}$ ; высокоинтенсивная интервальная тренировка (ВИИТ) с интенсивностью  $>85$  % от  $ЧСС_{\max}$ .

*Источник:* (Amara et al., 2023).

Программа МС в ЭГ включала упражнения жим лежа и упражнения на разгибание ног в дозировке 2–5 подходов по 3–5 повторений с величиной отягощения в 85–95 % от повторного максимума. КГ выполняла общую силовую тренировку с фиксированным объемом времени в 75 мин. и интенсивностью в диапазоне от 70 до 85 % от  $ЧСС_{max}$ . Результаты показали существенные улучшения в максимальной мышечной силе (средняя разница: 22–28 %,  $p < 0,001$ ), технике ( $p < 0,05$ ) и результативность плавания баттерфляем на дистанции 100 м ( $p = 0,001$ ) при комбинировании ВИИТ и МС в течение 8 недель. Авторы заключают, что сочетание тренировок кратковременной и умеренной ВИИТ и МС в течение 8 недель может максимально увеличить мышечную силу, технику и результаты в плавании баттерфляем на дистанции 100 м. Тренерам следует соответствующим образом скорректировать тренировочные программы, поскольку это может привести к существенным различиям в показателях плавания во время соревнований (Amara et al., 2023).

В исследовании McTier (2021) сравнивалась эффективность традиционной (низкоинтенсивной, с высоким объемом) и высокоинтенсивной интервальной тренировки (ВИИТ) в тренировке юных пловцов. В исследовании приняли участие 12 пловцов в возрасте  $14,2 \pm 1,5$  лет. Контрольный этап исследования длился в течение 10 недель, в ходе которого осуществлялся контроль за экспериментальной группой. Затем следовала 4-недельная интервенционная фаза (фаза внедрения экспериментальной программы). На второй фазе недельный тренировочный план включал проплывание двух ВИИТ тренировок и одну восстановительную тренировку. Полученные результаты показали отсутствие существенной разницы по показателям воспринимаемой монотонности тренировки и уровня напряжения. Тест  $4 \times 50$  м не выявил статистически значимых различий по времени прохождения отрезков при сравнении результатов, полученных в начале наблюдения и после 10-недельного периода, однако величина лактата в крови была значимо ниже ( $p < 0,01$ ,  $r = 0,57$ ). После прохождения 4-недельной фазы, включающей тренировки ВИИТ, были обнаружены статистически значимые различия по времени про-

хождения отрезков ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,95$ ) и уровню лактата в крови в конце теста ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,81$ ).

Автор делает вывод о том, что внедрение 4-недельной программы, включающей ВИИТ, положительно сказалось на производительности спортсменов. Это свидетельствует об успешной адаптации к тренировкам с более высокой интенсивностью и меньшим объемом у юных пловцов (McTier, 2021).

### ***Спринтерская интервальная тренировка (СИТ)***

Группа авторов (Kabasakalis et al., 2020) поставила своей целью выполнить оценку с последующим сравнением влияния двух серий спринтерских интервальных тренировок (СИТ) на разные дистанции на биохимические маркеры, указывающие на метаболизм, стресс и антиоксидантную способность у соревнующихся пловцов. Были разработаны два протокола СИТ: 1-й протокол –  $8 \times 50$  м вольным стилем; 2-й протокол –  $8 \times 25$  м вольным стилем. В эксперименте приняли участие 24 пловца-подростка ( $15,3 \pm 0,7$  года). Согласно результатам исследования, наблюдалось статистически значимое различие по скорости проплыwania отрезков при сравнении двух протоколов (1-й протокол:  $1,6 \text{ м/с}^{-1}$ , 2-й протокол:  $1,8 \text{ м/с}^{-1}$  при  $p < 0,001$ ). Наблюдалось также значимое различие по величине лактата крови после выполнения серий (1-й протокол:  $14,2 \pm 2,5$  ммоль/л, 2-й протокол:  $12,4 \pm 3,4$  ммоль/л при  $p < 0,001$ ). По словам авторов, оба протокола СИТ вызывали значительное увеличение лактата, глюкозы, инсулина, глюкагона, кортизола и мочевой кислоты ( $p \leq 0,001$ ) в организме испытуемых. Различий по этим параметрам между выборками не обнаружено, за исключением иризина (выше на  $8 \times 50$  м; при  $p = 0,02$ ). По заключению ученых, двукратная разница между объемами разработанных протоколов не дифференцировала влияние спринтерских интервальных упражнений на большинство биохимических показателей. Таким образом, комплексы СИТ небольшого объема кажутся эффективным стимулом для соревнующихся пловцов (Kabasakalis et al., 2020).

Pinos et al. (2021) поставили своей целью сравнить эффективность от внедрения 4-недельной программы спринтерских интервальных тренировок в бассейне («бассейн») с аналогичными

тренировками на эргометре («эргометр») при тесте на максимальное закисление (MANLT – maximal anaerobic lactate), заплыве на 50 м вольным стилем и тесте на 6 и 30 с. на плавательном эргометре. В исследовании участвовали 14 подростков-пловцов. Полученные результаты показали, что группа «эргометр» имела значительно более высокую скорость при проплывании четвертого отрезка в тесте MANLT («эргометр» –  $1,58 \pm 0,05$  м/с<sup>-1</sup> по сравнению с группой «бассейн»  $1,48 \pm 0,07$  м/с<sup>-1</sup>, при  $p < 0,01$ ). Группа «эргометр» продемонстрировала статистически значимо более высокий уровень лактата в крови после теста MANLT («эргометр»  $2,4 \pm 1,2$  ммоль/л<sup>-1</sup>) по сравнению с группой «бассейн» ( $2,7 \pm 0,9$  ммоль/л<sup>-1</sup>, при  $p < 0,05$ ). Была обнаружена значительная корреляция между показателями 30-секундного максимального теста на плавательном эргометре и скоростью плавания вольным стилем на дистанции 50 м ( $r = 0,74$ , при  $p < 0,01$ ). Таким образом, результаты демонстрируют значительное физиологическое улучшение способности к анаэробному спринту после 4 недель интервальных спринтерских тренировок как в зале, так и при занятиях в бассейне. По словам авторов, способность к спринту может быть улучшена с помощью нескольких методов (бассейн и суша), чтобы вызвать положительную реакцию тренировки (Pinos et al., 2021).

Группа авторов (Cuenca-Fernández et al., 2021) изучала влияние двух протоколов тренировки: 1 – ультракороткая тренировка в соревновательном темпе (USRPT – ultra-short race-race training) и 2 – тренировка в соревновательном темпе (RPT – race-race training) на метаболические (лактат), биомеханические (частота гребков) и нервно-мышечные (прыжок в высоту с сопротивлением) показатели усталости во время и после тренировки. В эксперименте приняли участие 14 высококвалифицированных пловцов (возраст 18–19 лет). Были разработаны два протокола тренировки: 1 – USRPT состоял из 20 повторений 50-метровых отрезков; 2 – RPT состоял из 10 повторений 100-метровых отрезков. В обоих протоколах пловцам назначалось индивидуальное целевое время, основанное на конкретном времени прохождения дистанции 200 м, и соблюдалось соотношение работы и восста-

новления, равное 1 : 1. Измеряли уровень лактата крови и величину выполнения теста «прыжок в высоту с сопротивлением» у участников эксперимента через 2 и 5 минут после окончания тренировочной серии. Результаты исследования показали, что после выполнения тренировочной серии RPT показатели лактата крови были статистически значимо выше, чем после серии USRPT, через 2 ( $RPT - 10,8 \pm 2,7$  ммоль/л и  $USRPT - 8,3 \pm 2,7$  при  $p = 0,021$ ) и 5 ( $RPT - 10,1 \pm 2,6$  ммоль/л и  $USRPT - 7,4 \pm 2,6$  ммоль/л при  $p = 0,008$ ) минут после нагрузки. Причем после RPT величина снижения лактата была ниже, чем в USRPT ( $p = 0,015$ ) при измерении показателей на второй и пятой минутах отдыха. Показатели нервно-мышечной координации быстрее возвращались к исходным значениям после серии USRPT по сравнению с RPT. Так, результаты теста «прыжок вверх с сопротивлением» (CMJ – counter movement jump) к пятой минуте отдыха вернулись к исходному показателю после тренировки USRPT. Полученные результаты позволили авторам заключить, что ухудшение темпа плавания, характера гребков (т. е. количества гребковых движений) и мышечной силы (CMJ-высота) были более выраженными и стойкими при RPT. Таким образом, USRPT, по-видимому, является более подходящим методом в рамках высокоинтенсивного интервального тренинга, нацеленным на воспроизведение соревновательного темпа гонки и с меньшей усталостью (Cuenca-Fernández et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Amara, S., Hammami, R., Zacca, R., Mota, J., Negra, Y., & Gaied Chor-tane, S. (2023). The effect of combining HIIT and dry-land training on strength, technique, and 100-m butterfly swimming performance in age-group swimmers: a randomized controlled trial. *Biology of Sport*, 40(1), 85–92. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.110747>

Cuenca-Fernández, F., Boullosa, D., Ruiz-Navarro, J. J., Gay, A., Morales-Ortiz, E., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2021). Lower fatigue and faster recovery of ultra-short race pace swimming training sessions. *Research in Sports Medicine*, 31(1). <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1929227>

Kabasakalis, A., Nikolaidis, S., Tsalis, G., & Mougios, V. (2020). Response of Blood Biomarkers to Sprint Interval Swimming. *International Jour-*

*nal of Sports Physiology and Performance*, 15(10), 1442–1447. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0747>

McTier, R. (2021). The Effects Of 4 Weeks Of Hiit Training In Junior Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(8S), 28–29. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000759380.50046.e9>

Pinos, J., Bentley, D., & Logan-Sprenger, H. (2021). The Effects of Anaerobic Swim Ergometer Training on Sprint Performance in Adolescent Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0591>

## **2.11. Применение компьютерных программ и электронных устройств для сбора данных и их оценки**

Активное развитие компьютерных технологий способствует их внедрению во все сферы жизни общества. Теперь все чаще можно встретить публикации, в которых ученые описывают опыт разработки и применения компьютерных программ и специальных электронных устройств в процессе обучения и тренировки пловцов. Бурное развитие программных технологий не только способствует повышению уровня соревновательных результатов, но вместе с тем и меняет представление об обучении молодых специалистов тренерскому ремеслу. По словам авторов, автоматизация процесса сбора данных о параметрах выполнения тех или иных двигательных действий во время плавания позволит существенно снизить временные затраты (Xu & Xu, 2023).

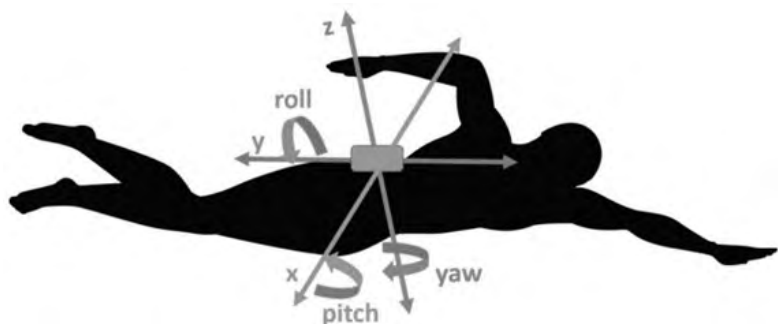
### ***Компьютерные программы для обучения и тренировки***

Zeng (2021) в своей работе описывает концепцию создания и применения программного обеспечения в процессе анализа больших данных в тренировках по плаванию. Основной областью наблюдения этого вспомогательного программного обеспечения является мониторинг объема упражнений и мониторинг физической нагрузки. Основная информация, подлежащая вводу, включает в себя личную базовую информацию членов команды, в том числе: имя, пол, стиль плавания в главном соревновании, дистанцию в главном соревновании, годы тренировок и дату

рождения. Далее ведется мониторинг объема упражнений: количество основных соревнований, количество второстепенных соревнований, также общий объем плавания, объем плавания при помощи только рук и отдельно ног, плавание в координации, количество смешанного плавания, объем плавания на технику, а также количество интенсивного плавания. Вносятся физиологические показатели реакции организма пловца на нагрузку различного типа, например, максимальное потребление кислорода, аэробно-анаэробный порог, максимальное поглощение кислорода, переносимость лактата, пик лактата, пиковая скорость/сила выброса лактата; биохимические показатели – гемоглобин, сывороточный тестостерон, кортизол, сывороточная креатинкиназа, мочевины крови и белок мочи. По мнению автора, данное программное обеспечение является вспомогательным инструментом для тренеров при расчете значимых индексов (например, индекс усталости и т. д.), классификации и оценки существующих и необходимых требований, отслеживании тенденций изменения тех или иных параметров, а также их интерпретации (Zeng, 2021).

### ***Применение электронных устройств***

Исследователи Worsey et al. (2021) изучали возможность применения инерциального датчика для оценки параметров движения тела во время плавания. Следует отметить, что, по мнению ученых, применение инерциальных датчиков кажется более предпочтительным для оценки технических параметров при плавании в сравнении с методом видеосъемки. Авторы указывают, что алгоритмы технологии использования камер в плавании сталкиваются с проблемой затрудненного оптического обзора тела из-за пузырьков воздуха, а также отражения и преломления от возмущенной поверхности воздуха/воды. Тогда как прикрепленный к телу датчик способен с более высокой точностью записывать изменения в скорости движения, а также фиксировать углы вращения тела. Для проведения эксперимента был использован датчик IMU Blue Trident – 100Hz/500Hz (ImeasureU™, Новая Зеландия). Датчик был надежно закреплен в непосредственной близости от 3-го сегмента поясничного отдела позвоночника (рис. 6) при помощи водонепроницаемой медицинской клейкой ленты.



**Рис. 6.** Схематичное изображение места крепления датчика IMU (100Hz/500Hz)

*Источник:* (Worsey et al., 2021).

Инерциальный датчик измерял такие параметры, как отклонение (yaw – ось z) – описывает угол поворота вокруг вертикальной оси датчиков, наклон (pitch – ось x) – описывает угол поворота вокруг медиолатеральной оси датчиков и крен (roll – ось y) – описывает угол поворота вокруг продольной оси датчиков. В эксперименте приняли участие 26 элитных пловцов. Пловцы участвовали в заплывах с предпочтительной для себя скоростью, используя различные стили плавания.

По окончании эксперимента авторы смогли сформировать модельные характеристики гребковых движений пловцов по всем четырем стилям плавания (баттерфляй, на спине, брасс и кроль на груди). Как указывают авторы, в следующих исследованиях внимание будет сосредоточено на разработке алгоритмов, учитывающих количество гребков, частоту гребков и их длину, а также профили ускорения гребка и внутрицикловую скорость. Применение данного устройства, по мнению ученых, может лечь в основу для автоматического мониторинга нагрузки при плавании, потенциально снижая распространенность травм и повышая уровень производительности (Worsey et al., 2021).

Группа ученых (Shell et al., 2021) поставила своей целью провести независимую проверку портативного инерционного датчика, предназначенного для мониторинга показателей тренировок и результатов пловцов. В эксперименте приняли участие 10 плов-

цов национального и международного уровней. Пловцы были оснащены носимым устройством TritonWear, 9-осевым инерциальным измерительным блоком с трехосным акселерометром, гироскопом и магнитометром, помещенным под шапочкой для плавания на вершине затылочного бугра (рис. 7).



**Рис. 7. Переносной инерциальный датчик TritonWear**

*Источник:* фото взято с официального сайта производителя.

Для сравнения точности инерциального датчика велась видеосъемка заплывов с подсчетом таких показателей, как общее расстояние плавания, общее количество гребков, среднее количество гребков и средняя скорость. Результаты исследования показали, что инерциальный датчик занижал общее количество проплываемых метров. Абсолютная ошибка была постоянно выше для общего и среднего количества гребков, а также средней скорости по сравнению с видеоанализом. По проведению контрольных заплывов устройство показало ошибку во времени плавания способами на спине, брассе, баттерфляе и вольном стиле. В связи с полученными данными авторы заключили, что портативное устройство, применяемое в данном исследовании, весьма неточно определяет расстояние, количество гребков и скорость плавания. Таким образом, его использование в качестве инструмента мониторинга тренировок по плаванию ограничено (Shell et al., 2021).

Reynolds et al. (2021) исследовали возможности оптического мониторинга сердечного ритма при плавании с различной интен-

сивностью. Известно, что мониторинг сердечной деятельности в воде осложнен ввиду нахождения спортсмена в водной среде, которая ограничивает точность считывания параметра частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время плавания. На данный момент широко применяется технология считывания ЧСС во время плавания посредством оптического нагрудного датчика (рис. 8).



**Рис. 8. Нагрудный оптический датчик, считывающий показания ЧСС**

*Источник:* фото взято с официального сайта Garmin.

Группа ученых поставила своей целью выяснить, будет ли оптический датчик («оптика») измерения ЧСС таким же точным, как и традиционный нагрудный ремень, измеряющий сердечные сокращения посредством закрепленных в ремне электродов («электрод»). Для проведения эксперимента были подобраны 19 пловцов-студентов, которые выполнили 9 заплывов на дистанцию 75 м с различной интенсивностью и затем два заплыва на дистанцию 100 м предпочитаемым стилем плавания с умеренной и высокой интенсивностью. Результаты показали наличие общей средней значимой разницы в показанных результатах («оптика»:  $150,7 \pm 17,0$  против «электрод»:  $155,9 \pm 19,0$  ударов в минуту, при  $p = 0,02$ ). Значимое различие также было найдено во время отдыха между отрезками («оптика»:  $126,1 \pm 17,8$  против «электрод»:  $122,3 \pm 18,0$  ударов в минуту, при  $p = 0,007$ ) и после первого заплыва на 100 м («оптика»:  $148,3 \pm 21,3$  против «электрод»:  $159,1 \pm 20,1$  уд/мин, при  $p = 0,002$ ). Однако авторы отметили, что оптический монитор за время проведения тестирования зафиксировал около  $99,9 \pm 0,1$  % данных ЧСС, тогда как нагрудный ремень с электродами только  $58,98 \pm 31,3$  % данных ЧСС

участников. На основании данных ученые пришли к выводу, что, вероятно, заниженное количество ЧСС, показанное оптическим монитором, объясняется более медленной адаптацией прибора к быстрым изменениям ЧСС. Вместе с тем измерение ЧСС оптическим датчиком было более стабильным (иначе говоря, «без пропусков данных») в сравнении с традиционным электродным устройством, что, по мнению авторов, делает данное измерительное устройство перспективным для мониторинга ЧСС во время плавания (Reynolds et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Reynolds, H. W., Conger, S. A., & Rider, B. C. (2021). Examining The Feasibility Of Optical Heart Rate Monitoring During Swimming Of Different Intensities And Styles: 201. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(8S), 62. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000759816.75238.81>

Shell, S., Clark, B., Broatch, J., Slattery, K., Halson, S., & Coutts, A. (2021). Is a Head-Worn Inertial Sensor a Valid Tool to Monitor Swimming? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16, 1–4. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0887>

Worsey, M. T. O., Pahl, R., Espinosa, H. G., Shepherd, J. B., & Thiel, D. V. (2021). Is machine learning and automatic classification of swimming data what unlocks the power of inertial measurement units in swimming? *Journal of Sports Sciences*, 39(18), 2095–2114. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1918432>

Xu, W., & Xu, L. (2023). Characteristics of different swimming styles of swimming events based on artificial neural network data acquisition system. *Neural Comput & Applic.*, 35, 4337–4352. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07130-7>

Zeng, Q. (2021). Research on the Application of Big Data Analysis Auxiliary System in Swimming Training. In M. A. Jan, F. Khan (Eds), *Application of Big Data, Blockchain, and Internet of Things for Education Informatization. BigIoT-EDU 2021. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 392. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-87903-7\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-030-87903-7_36)

## **2.12. Психолого-педагогические аспекты подготовки пловцов**

Спортивная тренировка – специализированный педагогический процесс физического воспитания, направленный на достижение спортсменом высоких спортивных результатов. Специалисты подчеркивают, что совершенствование компонентов педагогического процесса совершенно необходимо в настоящий момент, характеризующийся стремительно изменяющимися условиями, например, такими, как рост конкуренции, увеличение тренировочной нагрузки, развитие технологий и т. д.

Исследование Teixeira et al. (2020) было посвящено изучению мотивации элитных спортсменов-пловцов к продолжению занятий спортом. Учеными был разработан опросник, с помощью которого изучались параметры мотивации, удовлетворения основных психологических потребностей и получения удовольствия спортсменами в ходе тренировочной деятельности. Опрос проводился среди 799 элитных пловцов (450 мужчин, 349 женщин; возраст 12–22 года), разделенных на группы по возрасту, полу и стажу спортивной деятельности. Анализ результатов показал, что параметр получения удовольствия от спортивной деятельности является наиболее значимым предиктором намерения спортсмена проявлять упорство на пути к достижению целей вне зависимости от возраста спортсмена, а также обеспечивает вовлеченность спортсмена в совместное с тренером планирование задач. При этом авторы приходят к заключению о том, что атмосфера, предполагающая выполнение задач, созданная тренерами, по-видимому, запускает последовательность действий, в которой удовлетворение основных потребностей и самомотивация приводят к большему удовольствию и повышению настойчивости среди молодых спортсменов (Teixeira et al., 2020).

Solstad et al. (2022) посвятили свои силы исследованию особенностей отношений между тренером и его спортсменами. Ученые изучали проблемы взаимоотношений наставника с учениками через призму теории общей реальности. Говоря о теории реальности, авторы придерживались определения, данного Ech-

terhoff et al., которые считали, что общая реальность возникает тогда, когда человек испытывает общность с внутренними состояниями других людей относительно целевого референта в мире (Echterhoff et al., 2009). Было проведено лонгитюдное исследование, включающее проведение трех собеседований со спортсменами и их тренерами в течение 9-месячного периода. В частности, нарративное исследование использовалось как средство понимания, интерпретации и исследования опыта участников отношений тренер-спортсмен посредством изучения историй участников (Casey et al., 2018). Результаты проведения эксперимента показывают, что спортсмены, которые живут в общей реальности со своим тренером, более мотивированы и сообщают о более высоком чувстве психологического благополучия. Авторы указывают, что, чтобы создать опыт совместной реальности, необходимо взаимное и честное общение, мотивированное доверием к другому. Также считается важным, чтобы тренеры оказывали поддержку и заслуживали доверие у спортсменов, поощряли спортсменов общаться с ними с целью более продуктивной совместной деятельности (Solstad et al., 2022).

Представляет большой интерес исследование, проведенное группой ученых (Cook et al., 2021), которая преследовала цель выяснить, различаются ли представления спортсменов о своих тренерах между ведущими тренерами мира (т. е. обладателями олимпийской золотой медали) и тренерами мирового класса (т. е. не завоевавшими олимпийских золотых медалей). В анкетировании приняли участие 38 пловцов, завоевавших в сумме 59 олимпийских медалей. Анкеты оценивали восприятие 12 переменных черт личности «Большой пятерки» (нейротизм, экстраверсия, открытость опыту, согласие, сознательность), темной триады (макиавеллизм, нарциссизм, психопатия) и эмоционального интеллекта. Результаты групповых сравнений показали, что ведущие мировые тренеры воспринимались своими спортсменами значительно выше по параметрам добросовестности, открытости опыту, восприятию эмоций и управлению эмоциями других и ниже по нарциссизму, чем тренеры мирового класса. Авторы приходят к заключению, что психологические характеристики тренеров влияют на олимпийские результаты, и будущим исследователям

следует стремиться углубить наше понимание факторов, которые способствуют олимпийскому успеху (Cook et al., 2021).

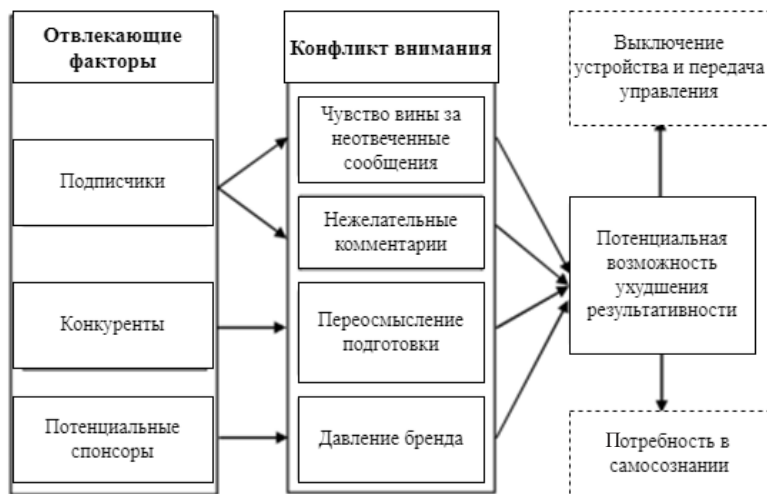
Португальскими учеными (Rodrigues et al., 2020) изучалось влияние мотивационного климата в спортивной среде (среди пловцов) на мотивацию спортсменов и удовлетворенность спортивной деятельностью. В спортивном контексте мотивационный климат, воспринимаемый спортсменами, относится к среде, которую тренеры создают тем, что они говорят или делают как на тренировках, так и на соревнованиях. Выборка участников этого исследования состояла из молодых португальских пловцов женского ( $n = 114$ ) и мужского пола ( $n = 324$ ). Результаты показали, что женщины давали более высокую оценку удовлетворенности процессом и мотивации, когда находились в условиях спортивного климата, связанного преимущественно с выполнением поставленных тренером прикладных задач, нежели в условиях преобладания установки на превосходство над другими (эго-ориентация). Тогда как эти же параметры у мужчин были на высоком уровне как в условиях спортивного климата «ориентация на задачи», так и ориентацией на себя, или эго-ориентацией. Вероятно, это связано с тем, что мужчины в большей мере склонны к конкурентной борьбе, с настойчивостью к достижению поставленных целей (Rodrigues et al., 2020).

Изучению важности процессов размышления и оценки ежедневных тренировок, выполняемых юными пловцами, посвятили свое исследование Post et al. (2022). Авторы исследовали эффективность практики саморегулируемого поведения (SRL – Self-regulated learning) пловцами для достижения большей эффективности во время тренировок. В ходе эксперимента были собраны данные о подпроцессах SRL (оценка, планирование, размышление, высказывание, усилия и самооффективность) у 157 юных пловцов (возраст 12–21 год). Полученные результаты показали, что пловцы, демонстрировавшие большой прогресс в спорте в течение сезона, набрали значительно более высокие баллы в процессах оценки после тренировки по сравнению с теми, у кого было меньшее улучшение в течение сезона ( $p < 0,05$ ). Выяснилось, что юные пловцы, находящиеся на пути к тому, чтобы стать элитными пловцами, характеризуются более частым

использованием процессов размышления во время тренировки и процессов оценки после тренировки, что позволяет предположить, что процессы обучения и тренировки этих пловцов более эффективны и действенны. Авторы рекомендуют тренерам обучать своих спортсменов навыкам SRL и далее поощрять пловцов чаще размышлять о своих сильных и слабых сторонах во время тренировок и оценивать результаты тренировок с точки зрения достижения своих целей после тренировки (Post et al., 2022).

Petiot et al. (2019) рассматривали проблему, связанную с вовлеченностью младших школьников к учебной деятельности по предмету физическая культура, а именно к урокам по плаванию. В частности, авторы обратили внимание, что применение метафор в процессе преподавания могло бы, во-первых, повысить эмоциональный отклик учеников во время обучения и, во-вторых, способствовать лучшему усвоению учебного материала. Метафоры структурируют наши когнитивные процессы, предоставляя нам доступ к пониманию мира. Saban (2010) исследовал функции метафор в обучении и научном исследовании. Он решительно выступал за включение метафор в преподавание из-за их функциональных преимуществ. Так, например, метафоры повышают удовольствие учащихся от их участия в деятельности, а также удовольствие учителя и создают общую культуру в классе. Результаты исследования показали, что применение метафор в процессе обучения плаванию положительно сказывается на отношении обучающихся к учебному предмету – благодаря метафорам ученики лучше понимали, как именно необходимо выполнить требуемое двигательное действие, а учитель отмечал большую заинтересованность учеников (Petiot & Saury, 2019).

Влияние социальных сетей на психологическое состояние и соревновательную результативность элитных спортсменов изучала группа австралийских ученых (Hayes et al., 2020). Проведя интервью с 15 элитными австралийскими пловцами, авторы выяснили, что, помимо очевидных положительных сторон использования социальных сетей, есть и ряд негативных (рис. 9), например, отвлечение внимания, обязанность реагировать, восприимчивость к нежелательным комментариям, давление с целью создания и поддержки бренда и контент конкурентов.



**Рис. 9. Концептуальная модель теории отвлечения внимания (DCT – distraction-conflict theory)**

*Источник:* (Hayes et al., 2020).

Спортсмены сообщили о двух ключевых методах, которые помогли преодолеть отвлекающие факторы, включая отключение электронных устройств и передачу контроля над своими учетными записями в социальных сетях. По словам авторов, полученные результаты дают возможность практикующим врачам, психологам, тренерам, менеджерам помочь спортсменам в дальнейшем развитии соответствующих навыков совладания с собой и ментальных способностей, позволяющих справляться с любыми негативными чувствами, связанными с использованием социальных сетей и за их пределами (Hayes et al., 2020).

Braun et al. (2022) изучали индивидуальные особенности пловцов колледжей США с целью выяснить, правда ли, что более слабые участники эстафеты демонстрируют значительно больший прирост усилий, чем более сильные пловцы. Был выполнен статистический анализ выступлений в эстафетном плавании на соревнованиях элитного класса (международные старты) и студенческих соревнованиях в США. Полученные результаты позволили прийти к заключению, что более слабые участники эстафеты,

которые стоят на втором этапе эстафеты, демонстрируют значительно больший прирост усилий, чем более сильные пловцы по команде. Авторы рекомендуют тренерам, вопреки общепринятой практике, не ставить сильнейших пловцов первыми в последовательном порядке эстафетной команды для достижения лучшего командного времени (Braun et al., 2022). Группы ученых (Hüffmeier et al., 2020; Hwang et al., 2023), также интересуясь вопросом большего прироста усилий у более слабых участников эстафетных заплывов, провели ряд независимых исследований. Так, было определено, что больший прирост усилий у более слабых пловцов в эстафетном заплыве, по-видимому, обусловлен мотивационным воздействием (а не улучшенными условиями выполнения старта) командной работы по сравнению с участием в индивидуальном заплыве (Hüffmeier et al., 2020; Hwang et al., 2023).

## ЛИТЕРАТУРА

Braun, C., Fischer, S., & Hüffmeier, J. (2022). Larger effort gains in weaker relay swimmers independent of their starting order. *Psychology of Sport and Exercise*, 62. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102235>

Casey, A., Fletcher, T., Schaefer, L., & Gledie, D. (2018). *Conducting Practitioner Research in Physical Education and Youth Sport: Reflecting on Practice*. Routledge. New York, NY 10017.

Cook, G., Fletcher, D., & Peyrebrune, M. (2021). Olympic coaching excellence: A quantitative study of Olympic swimmers' perceptions of their coaches. *Journal of Sports Sciences*, 40, 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1976486>

Echterhoff, G., Higgins, E. T., & Levine, J. M. (2009). Shared Reality: Experiencing Commonality with others' Inner States about the World. *Perspectives on Psychological Science*, 4(5), 496–521. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01161.x>

Hayes, M., Filo, K., Geurin, A., & Riot, C. (2020). An exploration of the distractions inherent to social media use among athletes. *Sport Management Review*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2019.12.006>

Hüffmeier, J., Schleu, J. E., & Nohe, C. (2020). The Strength of the Situation: Disentangling the Situational Explanation for Effort Gains in Swimming Relays From Person-Related Accounts. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 42. <https://doi.org/10.1123/jsep.2020-0036>

Hwang, S., Sedabres, K., Dithurbide, L., & Feltz, D. (2023). Efficacy beliefs and motivational dynamics in early-season collegiate swimming relays. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(2). <https://doi.org/10.1177/17479541231165133>

Monteiro, D., Borrego, C., Silva, C., Moutao, J., Marinho, D., & Cid, L. (2018). Motivational climate sport youth scale: Measurement invariance across gender and five different sports. *Journal of Human Kinetics*, 61, 249–261. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0124>

Petiot, O., & Saury, J. (2019). ‘Swim like a knife slipping on fresh cream’ The role of metaphors in struggling students’ engagement with learning activities in physical education. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(5), 478–490. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1628933>

Post, A., Koning, R., Visscher, C., & Elferink-Gemser, M. (2022). The importance of reflection and evaluation processes in daily training sessions for progression toward elite level swimming performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 61, 102219. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102219>

Rodrigues, F., Macedo, R., Cid, L., Teixeira, D. S., Marinho, D. A., & Monteiro, D. (2020). Sex Differences in Relationships Between Perceived Coach-Induced Motivational Climates, Basic Psychological Needs, and Behavior Regulation Among Young Swimmers. *Perceptual and Motor Skills*, 003151252092680. <https://doi.org/10.1177/0031512520926805>

Saban, A. (2010). Prospective teachers’ metaphorical conceptualizations of learner. *Teaching and Teacher Education*, 26(2), 290–305. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.03.017>

Solstad, B. E., Granerud, M., Haraldsen, H. M., Gustafsson, H., & Knight, C. J. (2022). An exploration of reciprocity between female athletes and their coach in elite junior swimming: a shared reality theory perspective. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 14(4), 545–563. <https://doi.org/10.1080/2159676x.2021.1941211>

Teixeira, D., Pelletier, L., Monteiro, D., Rodrigues, F., Moutão, J. M., Marinho, D., & Cid, L. (2020). Motivational Patterns in Persistent Swimmers: A Serial Mediation Analysis. *European Journal of Sport Science*, 20(5), 660–669. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1675768>

### 2.13. Силовые тренировки в плавании

Известно, что силовая подготовка является одним из ключевых компонентов тренировочного процесса в подавляющем количестве видов спорта. Не является исключением и такой циклический вид спорта, как плавание. Особенности влияния силовой тренировки на результативность в плавании был посвящен ряд исследований, включающий систематические литературные обзоры (González et al., 2022; Amaro et al., 2018; Barbosa et al., 2019; Muniz-Pardos et al., 2019; Lum et al., 2019, Fone et al., 2022) и экспериментальные исследования, в частности, изучающие связь прыгучести и максимальной силы с длиной прыжка в воду (Calderbank et al., 2020), влияние взрывных тренировок на циклическую мышечную силу (Tanghe et al., 2020), периодизацию силовых тренировок у юных пловцов (Schumann et al., 2019); взаимосвязь силовых способностей и спринтерского плавания (Diogo et al., 2023; Born et al., 2020; Keiner et al., 2021; Kruse et al., 2021), эффективность средств, создающих дополнительное сопротивление при плавании (Gourgoulis et al., 2019; Hachechian et al., 2019; Muniz-Pardos et al., 2019, 2022; Barbosa et al., 2019).

По заявлению González et al. (2022), в настоящее время в плавании наибольшее внимание уделяется развитию такого качества, как выносливость, зачастую в ущерб другим сторонам подготовки. Ученые, опираясь на предыдущий опыт своих коллег (представленный в ряде теоретических исследований и результатах экспериментов), поставили своей целью выполнить систематический обзор актуальной научной литературы на тему влияния силовых тренировок на результативность в плавании. Выполнив анализ литературы в базе данных Web of Science (WoS) с 2017 по 2022 г., авторы обнаружили 387 научных публикаций, из которых критериям поиска соответствовало 19 работ. Краткий анализ статей представлен в табл. 5.

Таблица 5. Краткое описание репрезентативных данных

| № | Авторы                | Цель                                                                                                                                                                                                  | Исследуемые переменные                                                                                                                        | Результаты                                                                                          |
|---|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Lopes et al., 2021    | Оценить влияние 8 недель силовых тренировок в сочетании с тренировками в бассейне на силу верхней и нижней частей тела, способность к прыжкам и плаванию                                              | Шаг, частота гребков, индекс шага. Результаты: 50 и 100 м кролем на груди                                                                     | ↑ Частота, темп, скорость в ЭГ по сравнению в КГ                                                    |
| 2 | Sammoud et al., 2021  | Изучить влияние 8-недельной программы плиометрических тренировок (PJT) на эффективность прыжков в воду и результативность в плавании                                                                  | Сила мышц. Результаты: 25 и 50 м кролем на груди, 25 м с места, 25 м кролем на ногах                                                          | ↑ Результативность по всем тестам ЭГ в сравнении с КГ                                               |
| 3 | Batalha et al., 2018  | Оценить и сравнить эффекты двух 10-недельных программ тренировки силы, баланса и мышечной выносливости                                                                                                | Уровень силы, равновесия и мышечной выносливости во внутренних и внешних ротаторах                                                            | ↑ Программа на суше оказалась более эффективной в снижении мышечного дисбаланса и усталости пловцов |
| 4 | Marques et al., 2020  | Проанализировать комбинированное долгосрочное влияние программ силовых и плиометрических тренировок на уровень силы, мощности и результатов в плавании в течение соревновательного сезона (20 недель) | Величина 1 повторного максимума (ПМ) в приседе, жиме лежа, высоте прыжка. Подтягивания на кол-во повторений. Результаты: 50 м кролем на груди | ↑ Экспериментальная программа привела к значимому увеличению исследуемых параметров                 |
| 5 | Sadowski et al., 2020 | Сравнить эффекты программы силовых тренировок на эргометре с традиционной программой. Изучить перенос силы на плавание                                                                                | Изометрическая сила, длина и частота гребков. Сила при плавании на привязи. Результаты: 25 м кролем на груди на руках                         | ↑ Более эффективный перенос силы в ЭГ                                                               |

Продолжение таблицы 5

| № | Авторы                        | Цель                                                                                                                        | Изучаемые переменные                                                                                                                                                                                    | Результаты                                                                                                                       |
|---|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Morais et al., 2018           | Проанализировать взаимосвязь между силовыми тренировками и биомеханикой плавания                                            | Скорость броска медбола, частота и длина гребка. Результаты: 100 м кролем на груди                                                                                                                      | ↑ Значимое увеличение изучаемых параметров                                                                                       |
| 7 | Amaro et al., 2017            | Изучить влияние двух программ силовых тренировок (одна ориентирована на силу, а другая на взрывную силу) в течение 6 недель | Средняя сила и механический импульс во время плавания на привязи, дальность броска (медбол), высота вертикального прыжка (СМЖ) и производительность кролем на 50 м                                      | ↑ Программа тренировки на взрывную силу оказала значимое воздействие на изучаемые параметры                                      |
| 8 | Naczek et al., 2017           | Оценить влияние сухой инерционной тренировки на мышечную силу и мощность, а также результаты плавания в течение 4 недель    | Мышечная сила и мощность (измеряется на инерционном устройстве), мышечная масса. Результат: 100 м баттерфляем и 50 м кролем на груди                                                                    | ↑ Результаты в ЭГ в сравнении с КГ                                                                                               |
| 9 | Cuenca-Fernández et al., 2020 | Сравнить эффект от выполнения упражнения пуловер (pull-over) и разминки по плаванию на плавание на привязи                  | Кинетические переменные (скорость, сила, ускорение, импульс, скорость развития силы и изменение скорости внутри цикла) и кинематические переменные (расстояние, время, частота и длина гребка) плавания | ↔ В ЭГ рост темпов развития силы и частота гребков, но снижение скорости, силы, ускорения, импульса и мощности по сравнению с КГ |

Продолжение таблицы 5

| №  | Авторы                 | Цель                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Изучаемые переменные                                                                                                                                                | Результаты                                                                      |
|----|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Ji et al., 2020        | Изучить влияние программы тренировок на мышцы кора на физическую форму и результаты плавания в течение 12 недель по сравнению с традиционной программой силовых тренировок                                                                                                                    | Максимальная мышечная сила, анаэробная мощность (тест Вингейта), стабильность и мощность корпуса, мышечная выносливость и результативность плавания                 | ↑ Значимый рост показателей группы, занимавшейся по экспериментальной программе |
| 11 | Karpinski et al., 2020 | Оценить влияние программы тренировок на мышцы кора на результаты плавания в течение 6 недель                                                                                                                                                                                                  | Результаты: 50 м кролем на груди (параметры – скорость плавания, длина и частота гребков, общее время и др.)                                                        | ↑ Результативность по всем тестам ЭГ в сравнении с КГ                           |
| 12 | Amara et al., 2021     | Изучить влияние 9-недельной программы одновременных тренировок (тренировка силы в сухом состоянии и силовой выносливости в воде) на мышечную силу, производительность кроля на дистанциях 25 и 50 м и кинематические переменные по сравнению с традиционной программой тренировок по плаванию | 1 ПМ в жиме лежа, время на 25 и 50 метров обычном кроле и кроле только на руках, скорость плавания до 10 метров, частота гребков, длина и темп гребков до 10 метров | ↑ Результаты группы, занимавшейся по программе параллельных тренировок          |

Продолжение таблицы 5

| №  | Авторы                  | Цель                                                                                                                                                                        | Изучаемые переменные                                                                                                                        | Результаты                                               |
|----|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 13 | Amara et al., 2021      | Сравнить эффективность трех программ тренировок максимальной силы (высокого, среднего и малого объемов) на мышечную силу и результаты плавания в течение 9 недель           | Результаты: 25 и 50 м кролем на груди. Скорость, время стартовой реакции, время повтора. Жим лежа 1 ПМ, разгибание ног 1 ПМ                 | ↔ Отсутствие значимых различий по какой-либо из программ |
| 14 | Arsoniadis et al., 2019 | Изучить острое влияние силовой тренировки на суше на физиологические и биомеханические параметры на последующей тренировке по плаванию в ходе 2,5-недельного вмешательства  | O <sub>2</sub> потребление, концентрация La <sup>+</sup> , ЧСС, субъективное восприятие нагрузки, частота и длина гребков, их эффективность | ↑ Тенденции к увеличению всех показателей в ЭГ           |
| 15 | Born et al., 2020       | Проанализировать результаты спринтерского плавания после программы максимальной силовой тренировки по сравнению с 6-недельной программой тренировок по вертикальному прыжку | Результат: 5, 10, 15, 25 м кролем на груди. Биомеханические показатели движений рук и ног                                                   | ↔ Отсутствие значимых различий                           |
| 16 | Thng et al., 2021       | Оценить эффект от двух силовых тренировок (более 8 недель): горизонтальной и тренировочной; вертикальная сила, эффективность на ранних этапах плавания                      | Высота прыжка, мощность, сила. Результат: 5 и 15 м                                                                                          | ↔ Отсутствие значимых различий                           |

## Продолжение таблицы 5

| №  | Авторы                  | Цель                                                                                                                                                                                 | Изучаемые переменные                                                                                                          | Результаты                                                                                     |
|----|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Sammoud et al., 2019    | Изучить влияние 8-недельной программы плиометрических тренировок на мышечную силу и результаты плавания                                                                              | Результат: 15 и 50 м кролем на груди.<br>Тест СМЖ                                                                             | ↑ Изучаемые параметры в тестах, но снижение результативности на 15 и 50 м                      |
| 18 | Schumann et al., 2020   | Проанализировать влияние двух программ силовых тренировок (одна ориентирована на гипертрофию, а другая – на максимальную и взрывную силу) на результаты плавания в течение 16 недель | Результативность в кроле 4 × 400 м, 1 ПМ в жиме лежа и частичном приседе, концентрация лактата в крови и величина в тесте СМЖ | ↔ Отсутствие значимых различий по тестам на суше<br>↑ Результативность ЭГ в плавательном тесте |
| 19 | Eskiyecsek et al., 2020 | Изучить влияние программы тренировок на мышцы кора на бег на 50 м кролем, плаванием на спине, брассом и баттерфляем в течение 8 недель                                               | Результат: 50 метров кролем, на спине, брассом и баттерфляем                                                                  | ↑ Результативность ЭГ в плавательных тестах                                                    |

*Примечание:* ↑ – рост исследуемых показателей, ↔ отсутствие значимых различий.

*Источник:* (González et al., 2022).

Проанализировав статьи, авторы пришли к заключению, что реализация программы тренировок, направленной на повышение силы пловцов, позволяет повысить результативность плавания, тренированность, эффективность биомеханики плавания и сократить соревновательное время. В качестве рекомендации тренерам следует программировать тренировки, отделяя силовые занятия от занятий плаванием внутри микроциклов, подбирая упражнения, прорабатывающие все группы мышц, не применяя при этом большого объема тренировки во избежание травмирования (González et al., 2022).

Группа испанских ученых (Muniz-Pardos et al., 2019) опубликовала статью в журнале *Journal of Strength and Conditioning Research* (США), где изложила результаты систематического обзора литературы с целью выяснения, какой тип силовых тренировок (со свободными весами, с отягощением, силовая тренировка в воде, плиометрика и т. д.) в большей степени подходит для улучшения результатов в плавании. После изучения базы данных PubMed, SPORTDiscus и Cochrane Plus были обнаружены и отсеяны 25 публикаций, основанных на проведении продольных, рандомизированных или нерандомизированных контролируемых исследований. Согласно результатам анализа, наибольший положительный эффект на результативность в плавании оказывают силовые тренировки, выполняемые в воде с использованием дополнительных средств. К таковым средствам относят применение удерживающих эластичных тросов, тормозящих парашютов, лопаток. При этом силовые тренировки на суше также могут быть эффективными, и в частности, большую эффективность можно получить при использовании инерционных тренажеров, нежели при работе с собственным весом или дополнительным отягощением. Отдельно авторы изучили связь показателей силы на суше с результативностью и выяснили, что наиболее точной предсказательной силой обладает тестирование с использованием плавания на привязи (Muniz-Pardos et al., 2019).

Обзорное исследование провела та же группа ученых (Muniz-Pardos et al.) в 2019 г. Учеными исследовалось применение неспецифических силовых тренировок в плавании, а именно была поставлена цель выяснить, какой тип неспецифической силовой тренировки в большей степени подходит для улучшения результатов в плавании. После проведения отсева неподходящих под критерии поиска статей всего было проанализировано 33 публикации. По результатам исследования был сделан вывод, что силовые тренировки, развивающие параметр «мощность мышц» (плиометрика), в особенности нижней части тела, лучше остальных методов влияют на выполнение старта в воду и скорость прохождения первых 5–15 м дистанции, что, в свою очередь, имеет колоссальное значение в спринтерском плавании. Авторы также

дают такую рекомендацию тренерам: идеальным моментом для внедрения неспецифических силовых тренировок и получения пользы от его результатов может быть внесоревновательная фаза сезона. В дополнение ко всему ученые пришли к выводу, что такое неспецифическое для плавания двигательное действие, как прыжок в длину с места толчком двумя ногами имеет наибольшую связь с результативностью в спринтерском плавании и может служить предиктором успеха соревновательной результативности (Muniz-Pardos et al., 2022).

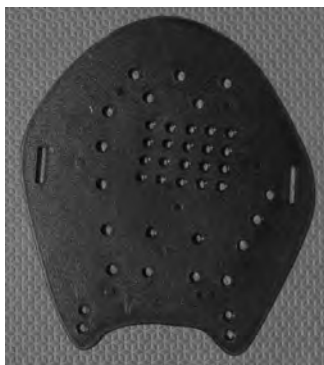
Schumann et al. (2019) исследовали влияние периодизированных и непериодизированных силовых тренировок на суше на показатели результативности плавания у хорошо подготовленных пловцов-подростков.

В исследовании приняли участие 16 квалифицированных пловцов, разделенных на две группы (возраст  $14,9 \pm 1,1$  года). Дизайн эксперимента: эксперимент длился 16 недель, в течение первых 7 недель группы выполняли идентичную силовую (гипертрофическую) тренировку для всего тела на суше с отягощением (2–3 раза в неделю). С 8-й недели в плане ЭГ появились тренировки, направленные на максимальную силу (прим.  $3 \times 3\text{--}4$  повторения при 85–90 % от 1 ПМ) и взрывные тренировки (броски и прыжки), тогда как КГ тренировались по тому же плану. Результаты в конце исследования показали, что дополнительный положительный эффект от периодизации тренировки в ЭГ отсутствовал. Время прохождения контрольного отрезка 400 м, время выполнения старта результаты в полуприседе, прыжке в высоту с контрдвижением (countermovement jump – CMJ) стали лучше в обеих группах, однако статистически значимо не различались между собой. Это исследование продемонстрировало, что периодизированная силовая тренировка, включающая гипертрофические, максимальные и взрывные силовые нагрузки, не оказывала превосходного влияния на аэробные показатели и результаты на старте в плавании по сравнению с непериодизированной гипертрофической силовой тренировкой (Schumann et al., 2019).

Проводились исследования (Barbosa et al., 2019), направленные на изучение применения лопаток для увеличения результативности в плавании. В эксперименте приняли участие 20 плов-

цов (по 10 человек обоих полов, возраст КГ  $22,4 \pm 2,3$  года, ЭГ –  $21,8 \pm 1,9$  года). В течение 4-недельного периода в тренировку ЭГ пловцов были внедрены тренировочные серии: 3 раза в неделю,  $10 \times 10$  гребков с максимальной мощностью через минуту отдыха.

Исследовали такие параметры, как скорость плавания, частота гребков, длина гребка (шага) и мощность плавания на привязи. Результаты проведенных исследований показали, что ни по одному из изучаемых параметров не было обнаружено статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ). Авторы пришли к заключению, что в течение 4-недельного периода применение лопаток (рис. 10) нецелесообразно для улучшения результатов в спринтерском плавании. Вероятно, результаты будут иными при увеличении объема плавания в лопатках и роста количества тренировок за период (Barbosa et al., 2019).



**Рис. 10. Дизайн лопаток, примененных в исследовании, площадь поверхности 320 см<sup>2</sup>**

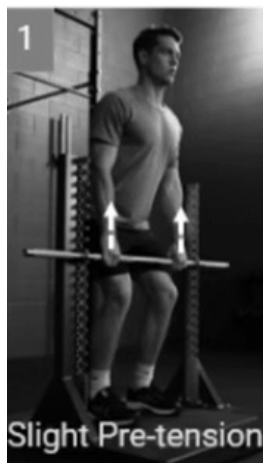
*Источник:* (Barbosa et al., 2019).

Команда ученых (Kruse et al., 2021) провела экспериментальное исследование с целью выявить взаимосвязь упражнения сгибание-разгибание рук в висе на перекладине и результатов спринтерского плавания у юных пловцов. Участниками выступили 17 девочек-пловчих (возраст  $15,7 \pm 1,6$  года), которые были разделены на три группы. Первые две группы в течение 4 недель выполняли подтягивания с использованием двух видов

хвата перекладины (1-я группа – прониروванный хват, 2-я группа – супинированный), а третья не выполняла данное упражнение. Результаты исследования в конце эксперимента показали, что тренировка подтягиваний на перекладине вне зависимости от хвата положительно влияет на результативность в спринтерском плавании (50 м). Также ученые обнаружили умеренную корреляцию между подтягиваниями и временем спринта (по Пирсону  $r = -0,56$ ;  $p = 0,01$ ), таким образом, данное упражнение может служить надежным предиктором соревновательного результата в спринтерском плавании (Kruse et al., 2021).

Изучению взаимосвязи длины прыжка после старта с рядом тестов, измеряющих показатели силы мышц нижних конечностей, было посвящено исследование ученых из Великобритании (Calderbank et al., 2020). Среди тестов на суше были представлены прыжок в высоту с контрдвижением (countermovement jump – CMJ), прыжок в длину с места толчком двумя ногами (countermovement broad jump – CMBJ), расстояние от тумбочки до места входа рук пловца в воду, изометрическая пиковая сила тяги на средней высоте и относительная пиковая сила. В эксперименте приняли участие 27 пловцов (11 женщин и 16 мужчин) регионального, национального и международного уровней (возраст  $19,5 \pm 5,5$  года). Результаты исследования показали высокую надежность и низкую вариабельность данных. Средний результат длины прыжка со старта составил у мужчин  $3,08 \pm 0,35$  м, у женщин  $2,49 \pm 0,34$  м. Наибольший показатель корреляции (по Пирсону) с длиной стартового прыжка был продемонстрирован мужчинами в тесте вертикальный прыжок ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,001$ ), по остальным тестам наблюдалась умеренная и низкая корреляция. У женщин самая сильная взаимосвязь была обнаружена в тесте «изометрическая тяга штанги в средней высоте», которая была умеренной, но не значимой ( $r = 0,37$ ;  $p < 0,12$ ) (пример упражнения – на рис. 11).

По словам авторов, тренеры по силовым упражнениям и физической подготовке должны рассмотреть возможность внедрения упражнения прыжок в длину с места с размахом рук в тренировочные программы для достижения наилучших результатов в выполнении старта. Авторы работы также рекомендуют трени-



**Рис. 11. Изометрическая тяга штанги в средней высоте**

*Источник:* взято из открытых источников сети Интернет.

рам использовать тесты, описанные в данном исследовании, для выявления уровня физической и технической (старт) подготовленности спортсменов (Calderbank et al., 2020).

## ЛИТЕРАТУРА

Amaro, N., Morouço, P., Marques, M., Batalha, N., Neiva, H., & Marinho, D. A. (2018). A systematic review on dry-land strength and conditioning training on swimming performance. *Science & Sports*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.07.003>

Barbosa, A., Ferreira, T., Leis, L., Gourgoulis, V., & Barroso, R. (2019). Does a 4-week training period with hand paddles affect front-crawl swimming performance? *Journal of Sports Sciences*, 38. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1710382>

Born, D. P., Stöggel, T., Petrov, A., Burkhardt, D., Lüthy, F., & Romann, M. (2020). Analysis of Freestyle Swimming Sprint Start Performance After Maximal Strength or Vertical Jump Training in Competitive Female and Male Junior Swimmers. *J Strength Cond Res.*, 34(2), 323–331. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003390>

Calderbank, J., Comfort, P., & McMahon, J. (2020). Association of Jumping Ability and Maximum Strength With Dive Distance in Swimmers. *In-*

*ternational Journal of Sports Physiology and Performance*, 16. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0773>

Carvalho, D. D., Monteiro, A. S., Fonseca, P., Silva, A. J., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2023). Swimming sprint performance depends on upper/lower limbs strength and swimmers level. *Journal of Sports Sciences*, 41(8), 747–757. <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2239610>

Fone, L., & van den Tillaar, R. (2022). Effect of Different Types of Strength Training on Swimming Performance in Competitive Swimmers: A Systematic Review. *Sports Med.*, 8, 19. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00410-5>

González, L., Melguizo, E., Martín Moya, R., & González Valero, G. (2022). Study of strength training on swimming performance. A systematic review. *Science & Sports*, 38(3), 217–231. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2022.09.002>

Gourgoulis, V., Valkoumas, I., Boli, A., Aggeloussis, N., & Antoniou, P. (2019). Effect of an 11-Week In-Water Training Program With Increased Resistance on the Swimming Performance and the Basic Kinematic Characteristics of the Front Crawl Stroke. *J Strength Cond Res.*, 33(1), 95–103. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001879>

Habechian, F. A. P., Lozana, A. L., Cools, A. M., & Camargo, P. R. (2018). Swimming Practice and Scapular Kinematics, Scapulothoracic Muscle Activity, and the Pressure-Pain Threshold in Young Swimmers. *J Athl Train.*, 53(11), 1056–1062. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-100-17>

Keiner, M., Wirth, K., Fuhrmann, S., Kunz, M., Hartmann, H., & Haff, G. (2021). The Influence of Upper-and Lower-Body Maximum Strength on Swim Block Start, Turn, and Overall Swim Performance in Sprint Swimming. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35, 2839–2845. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003229>

Kruse, J., Shim, A., Morgan, V., & Ryan, K. (2021). Does pull up grip performance influence sprint times in high school female swimmers? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, 52–53. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.09.134>

Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Effects of Strength Training on Olympic Time-Based Sport Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Sports Physiol Perform.*, 14(10), 1318–1330. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0329>

Muniz-Pardos, B., Gomez-Bruton, A., Matute-Llorente, A., Gonzalez-Aguero, A., Gomez-Cabello, A., Gonzalo-Skok, O., Casajus, J. A., & Vicente-Rodriguez, G. (2019). Swim-Specific Resistance Training: A Systematic

Review. *J Strength Cond Res.*, 33(10), 2875–2881. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003256>

Muniz-Pardos, B., Gomez-Bruton, A., Matute-Llorente, A., Gonzalez-Aguero, A., Gomez-Cabello, A., Gonzalo-Skok, O., Casajus, J. A., & Vicente-Rodriguez, G. (2022). Nonspecific Resistance Training and Swimming Performance: Strength or Power? A Systematic Review. *J Strength Cond Res.*, 36(4), 1162–1170. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003572>

Schumann, M., Notbohm, H., Bäcker, S., Klocke, J., Fuhrmann, S., & Clephas, C. (2019). Strength-Training Periodization: No Effect on Swimming Performance in Well-Trained Adolescent Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15, 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0715>

Tanghe, K., & Martin, J. (2020). Heavy and Explosive Training Differentially Affect Modeled Cyclic Muscle Power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(5), 1068–1075. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002237>

## 2.14. Специализированные травмы пловцов

Известно, что плавание в рекреативной форме имеет множество преимуществ для здоровья при относительно минимальном стрессе (нагрузке) на кости и суставы, что делает его популярным занятием для всех возрастов. Однако в спортивном плавании ситуация складывается совсем иначе. Высокие объемы и интенсивность нагрузки, присущие спортивному плаванию, делают его достаточно травмоопасным видом спорта.

По данным Национальной студенческой спортивной ассоциации (NSAA – National Collegiate Athletic Association), за период наблюдения с 2014 по 2019 г. следует, что по общему уровню травматизма на долю пловцов приходится 1,56 и 1,78 травмы на 1000 случаев (среди мужчин и женщин соответственно). Травмы плеча составляли наибольшую долю всех травм, связанных с плаванием (27 % у мужчин и 33 % у женщин). На втором месте – травмы туловища (16,2 % у мужчин и 15,5 % у женщин). Чуть реже у мужчин встречались травмы головы/лица (6,7 %), руки/локтя (6,4 %), бедра/паха (6,4 %) и у женщин – травмы головы/лица (9,6 %), колена (7,6 %). Относительно специализации пловцов чаще всего травмы встречались у кролистов (34,1 % мужчин и 47,2 % у женщин), реже у брассистов (10,8 % мужчин и 9,6 %

у женщин). По мнению авторов, распространенность травм, связанных с плаванием способом кролем на груди, неувидительна ввиду частого использования данного стиля на тренировках и соревнованиях. Отмечается, что основной причиной возникновения травмы являлось перенапряжение функции опорно-двигательного аппарата, при этом показатели травматизма на тренировках и соревнованиях существенно не различались (Boltz et al., 2021; Chandran et al., 2021).

В другом исследовании (Greig et al., 2022) изучались травмы и заболевания пловцов-студентов первого дивизиона NCAA (США) с 2016 по 2020 г. Изучив историю болезни 641 пловца (всего 1030 случаев), авторы пришли к ряду выводов, среди которых указывается, что женщины подвергались значительно более высокому риску получения травм опорно-двигательного аппарата, чем мужчины (61,7 % у женщин и 38,3 % у мужчин). Также женщины подвергались значительно более высокому риску возникновения травм/заболеваний, не связанных с опорно-двигательным аппаратом, чем мужчины. Наиболее распространенными из скелетно-мышечных травм среди обоих полов были травмы плеча (23,3 %), позвоночника (17,6 %), стопы/лодыжки/голена (15,0 %), колена/бедра (12,4 %) и кисти/запястья/предплечья (9,6 %). Наиболее частыми из нарушений здоровья, не связанных с опорно-двигательным аппаратом, были инфекции дыхательных путей (24,3 %), неуточненные соматические заболевания (19,0 %), сотрясения мозга (11,8 %), ушные инфекции (5,1 %) и желудочно-кишечные инфекции (4,9 %). Как считают ученые, осведомленность о частоте и последствиях травм и заболеваний, от которых страдают соревнующиеся пловцы, может позволить провести более целенаправленный анализ и разработать стратегии предотвращения травм (Greig et al., 2022).

В обзоре McKenzie (2023), посвященном травмам среди соревнующихся пловцов, показано, что частота травм всего тела составляет 2,6–3,0 травмы на 1000 часов плавания, а распространенность травм плеча среди занимающихся пловцов составляет 23–51 % и 33–41 % у мужчин и женщин соответственно. По мнению автора, эти стабильно высокие показатели травм требуют

дальнейшего изучения для выявления факторов риска их возникновения (McKenzie et al., 2023).

Авторы сходятся во мнении, что наиболее распространенной травмой среди пловцов-спортсменов является травма плеча (Jigami et al., 2019; Porter et al., 2020; Yoma, 2023; Yoma et al., 2021). Боль в плече широко распространена на всех возрастных уровнях и может иметь разрушительные последствия для здоровья, в том числе потенциально положить конец карьере многих спортсменов (Brushøj et al., 2007; Feijen et al., 2020). Группы ученых пришли к выводам, что на возникновение боли в плече могут влиять как объем тренировок по плаванию (Feijen et al., 2020), так и интенсивность выполнения плавательных упражнений (Yoma et al., 2021). Авторы рекомендуют избегать резкого и значительного увеличения общего объема плавания и количества интенсивных упражнений, и в особенности при подготовке юных пловцов. Ряд исследований позволили выявить факторы, которые могут способствовать возникновению боли в плече, включая такие, как отсутствие стабильности лопатки, дисбаланс мышечной силы, изменения в подвижности плечевого сустава, объем плавания, плохая механика гребков, квалификация и хронические травмы (Hill et al., 2015; Struyf et al., 2017). В систематическом обзоре литературы McKenzie et al. (2023), посвященном факторам риска возникновения боли в плече и травмах среди пловцов, показано, что такие факторы, как квалификация спортсмена, повышенная активность мышц-стабилизаторов плеча во время плавания, показатели силы и выносливости заднего пучка дельтовидной мышцы, могут являться надежными предикторами возникновения травм плеча (McKenzie et al., 2023).

Feijen et al. (2021) изучали факторы, вызывающие боль в плече у юных пловцов. Авторы предположили, что знание предикторов боли в плече у пловцов может помочь специалистам, работающим со спортсменами, в разработке оптимальных стратегий профилактики. Для участия в эксперименте были отобраны юные пловцы в количестве 201 человека (возраст  $13,9 \pm 2,2$  года). Были исследованы антропометрические параметры тела (рост, вес, размах рук), сила и выносливость мышц плеч, подвижность в плечевых суставах. С помощью видеоанализа проводилась оценка

техники плавания кролем на груди на наличие ошибок. На основании полученных данных авторы разработали и валидизировали модель прогнозирования боли в плече у пловцов. Было выяснено, что такие факторы, как вариативность тренировочного объема плавания, квалификация спортсмена, выносливость мышц заднего пучка дельтовидной мышцы плеча и ошибка при входе руки в воду, являются ключевыми при прогнозировании возникновения боли в плече (Feijen et al., 2021).

Исследование Solana-Tramunt et al. (2021) было посвящено проблеме снижения риска возникновения боли и травм в плечевом суставе. Авторы пришли к выводу, что проведение пассивного растяжения задней дельтовидной мышцы в течение 90 с. после высокоинтенсивного плавания достоверно увеличивает подвижность плечевого сустава, что, по их словам, способствует снижению потенциального риска получения травмы (Solana-Tramunt et al., 2021).

Группа ученых (Naderi et al., 2022) провела рандомизированное контролируемое исследование с целью определить, приводит ли краткосрочное и долгосрочное лечение физическими упражнениями в сочетании с кинезиотейпированием (КТ) к лучшим результатам в отношении статической и динамической осанки, а также облегчению боли у пловцов. Эксперимент проводился в течение 10 недель с участием 52 пловцов в возрасте от 11 до 25 лет. Результаты эксперимента показали, что применение упражнений в сочетании с КТ улучшало статическую и динамическую осанку и сразу же уменьшало боль в плечах у пловцов по сравнению с одними только упражнениями (Naderi et al., 2022).

По данным ряда авторов, чаще всего в своей подготовке пловцы используют способ плавания кроль на груди (до 80 % от общего объема плавания) (Wanivenhaus et al., 2012; Struyf et al., 2017). Это справедливо также и в отношении тех пловцов, которые не специализируются в плавании данным стилем на соревнованиях. Плавание кролем на груди включает в себя асимметричные движения. Техника выполнения вдоха при плавании кролем на груди осуществляется посредством выполнения следующих движений: вращение туловища в сторону, небольшое боковое сгибание туловища и боковое вращение головы. Как считают Gonçalves et

al., повторяющиеся действия в сочетании с тренировочными перегрузками, а также неправильным выполнением техники гребка и односторонним вращением для дыхания являются факторами, которые способствуют неравномерному развитию грудных мышц, инициируя тем самым неравномерную адаптацию, которая может способствовать возникновению сколиоза (Gonçalves et al., 1989). Meliscki & Monteiro провели исследование с участием 60 пловцов (от 13 до 28 лет), в ходе которого была обнаружена статистически значимая взаимосвязь между изменениями осанки и типом дыхания. Ученые отметили, что у пловцов, которые при плавании кролем на груди дышали только в правую сторону, наблюдалось поднятие левого плеча и выпуклый сколиоз слева (Meliscki & Monteiro, 2011). Позже другие исследователи в своих работах показали, что плавание было связано с повышенным риском асимметрии туловища (Zaina et al., 2015; Canan et al., 2020; Zwierzchowska et al., 2023). Zaina et al. отмечают, что самый высокий риск возникновения сколиоза среди пловцов был обнаружен у представительниц женского пола (Zaina et al., 2015). Исследователи Wojtys et al. справедливо указывают, что изменения позы в долгосрочной перспективе могут перерасти в хронические процессы, которые, во-первых, могут ограничивать возможности человека к выполнению эффективных двигательных действий и, во-вторых, приводить к повышенному риску возникновения травм (Wojtys et al., 2000). Следует отметить, что среди факторов, влияющих на осанку пловцов, ученые выделяют такой фактор, как чрезмерная тренировочная нагрузка. Авторы указывают, что в настоящий момент практика спортивной деятельности начинается со все более раннего возраста – тогда, когда организм ребенка все еще находится в процессе активного развития и более восприимчив к внешним перегрузкам. Таким образом, в результате раннего начала занятий спортом повышается риск возникновения осложнений с осанкой (Gonçalves et al., 1989). Neto et al., Zwierzchowska et al. рекомендуют спортсменам, стремящимся повысить свои спортивные результаты, рассмотреть профилактические стратегии, например, силовые тренировки, чтобы свести к минимуму мышечный дисбаланс и нарушения в диапазоне движений (Neto et al., 2004; Zwierzchowska et al., 2023). Однако сле-

дует отметить, что в настоящее время в литературе не было обнаружено данных, позволяющих проводить научно обоснованную процедуру коррекции сколиоза у пловцов-спортсменов с учетом их возраста и специфики вида спорта плавание.

## ЛИТЕРАТУРА

Boltz, A. J., Robison, H. J., Morris, S. N., D'Alonzo, B. A., Collins, C. L., & Chandran, A. (2021). Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Men's Swimming and Diving: 2014–2015 Through 2018–2019. *J Athl Train*, 56(7), 719–726. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-703-20>

Botha, C. M., Rossouw, F., Meyer P., & Camacho, T. (2021). Comparative upper-quarter posture analysis of female adolescent freestyle swimmers and non-swimmers. *European Journal of Sport Science*, 23(1), 36–43. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2014572>

Brushøj, C., Bak, K., Johannsen, H. V., & Faunø, P. (2007). Swimmers' painful shoulder arthroscopic findings and return rate to sports. *Scand J Med Sci Sports*, 17(4), 373.

Canan, G. A., Ali, Ö., Hanife, H., Aynur, A., Dilek, Ö., & Yunus Emre, A. (2020). The Prevalence of Scoliosis in Adolescent Swimmers and the Effect of Swimming on Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Turk J Sports Med.*, 55(3), 200–206. <https://doi.org/10.5152/tjsm.2020.176>

Chandran, A., Morris, S. N., D'Alonzo, B. A., Boltz, A. J., Robison, H. J., & Collins, Ch. L. (2021). Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Women's Swimming and Diving: 2014–2015 Through 2018–2019. *J Athl Train*, 56(7), 711–718. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-724-20>

Feijen, S., Struyf, T., Kuppens, K., Tate, A., & Struyf, F. (2021). Prediction of Shoulder Pain in Youth Competitive Swimmers: The Development and Internal Validation of a Prognostic Prediction Model. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(1), 154–161. <https://doi.org/10.1177/0363546520969913>

Feijen, S., Tate, A., Kuppens, K., Claes, A., & Struyf, F. (2020). Swim-Training Volume and Shoulder Pain Across the Life Span of the Competitive Swimmer: A Systematic Review. *J Athl Train*, 55(1), 32–41. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-439-18>

Gonçalves, D. V., Santos, A. R. B., Duarte, C. R., & Matsudo, V. K. R. (1989). Avaliação postural em praticantes de natação: uma análise crítica. *Rev Bras Ciênci Mov.*, 3, 16–23.

Greig, D., Schroeder, G., Kremen, T., & Trikha, R. (2022). Poster 122: Characterizing Health Events and Return to Sport in Elite Collegiate Swimmers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(7\_suppl5). <https://doi.org/10.1177/2325967121s00683>

Hill, L., Collins, M., & Posthumus, M. (2015). Risk factors for shoulder pain and injury in swimmers: a critical systematic review. *Phys Sportsmed.*, 43(4), 412–420.

Jigami, H., Wada, M., Tanaka, K., Doi, H., & Wada, T. (2019). Relationship between shoulder functional evaluation and muscle strength of collegiate swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, 88. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.08.102>

McKenzie, A., Larequi, S-A., Ham,s A., Headrick, J., Whiteley, R., & Duhig, S. (2023). Shoulder pain and injury risk factors in competitive swimmers: A systematic review. *Scand J Med Sci Sports*, 33(12), 2396–2412. <https://doi.org/10.1111/sms.14454>

Meliski, G., & Monteiro, L. (2011). Postural evaluation of swimmers and its relation to type of breathing. *Fisioterapia em Movimento*, 24(4), 721–728. <https://doi.org/10.1590/s0103-51502011000400017>

Naderi, A., Mousavi, S. H., Katzman, W., Rostami, K., Goli, S., Rezvani, M. H., & Degens, H. (2022). Kinesiotaping as an adjunct to exercise therapy for symptomatic and asymptomatic swimmers: A randomized controlled trial. *Science & Sports*, 37(5–6), 492.e1–492.e11. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.06.013>

Neto, J. Jr, Pastre, C. M., & Monteiro, H. L. (2004). Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potência muscular em competições internacionais. *Rev Bras Med Esporte*, 10(3), 195–198.

Porter, K. N., Blanch, P. D., Walker, H. M., & Shield, A. J. (2020). The effect of previous shoulder pain on supraspinatus tendon thickness changes following swimming practice. *Scand J Med Sci Sports*, 30, 1442–1448. <https://doi.org/10.1111/sms.13678>

Solana-Tramunt, M., Morales, J., Lopez-Vidriero, R., Lopez-Vidriero, E., & Villafañe, J. (2020). The effectiveness of static passive stretching on glenohumeral rotation range of movement in elite swimmers after competition: A quasi-experimental clinical trial. *Science & Sports*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.02.004>

Stephen, J. T., Blubello, A., Peterson, A., Blum, B., Sarver, J. J., Cobb, J., & Tate, A. R. (2021). Altered Functional and Structural Measures in Masters

Swimmers With Shoulder Pain and Disability. *J Athl Train*, 56(12), 1313–1320. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0067.21>

Struyf, F., Tate, A., Kuppens, K., Feijen, S., & Michener, L. A. (2017). Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. *Br J Sports Med.*, 51(10), 775. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-09684>

Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health*, 4(3), 246. <https://doi.org/10.1177/1941738112442132>

Wojtys, E. M., Aashton-Miller, J. A., Huston, L. J., & Moga, P. J. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *Am J Sports Med.*, 28(4), 490–498.

Yoma, M. (2023). Impact of swim training loads on shoulder musculoskeletal physical qualities (PhD Academy Award). *Br J Sports Med.*, 57(7), 435–436. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-105057>

Yoma, M., Herrington, L., Mackenzie, T. A., & Almond, T. A. (2021). Training Intensity and Shoulder Musculoskeletal Physical Quality Responses in Competitive Swimmers. *J Athl Train*, 56(1), 54–63. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0357.19>

Zaina, F., Donzelli, S., Lusini, M., Minnella, S., & Negrini, S. (2015). Swimming and spinal deformities: a cross-sectional study. *J Pediatr.*, 166(1), 163–167. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.09.024>

Zwierzchowska, A., Gawel, E., Karpinski, J., Maszczyk, A., & Zebrowska, A. (2023). The effect of swimming on the body posture, range of motion and musculoskeletal pain in elite para and able-bodied swimmers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00734-z>

## **2.15. Контроль тренировочной нагрузки и оценка подготовленности пловцов**

Контроль состояния спортсмена во время тренировки и в процессе восстановления является необходимым условием процесса оптимального становления спортивной формы. Информация, полученная в ходе осуществления мероприятий, посвященных оценке состояния спортсмена, позволяет тренеру оперативно реагировать на изменения, возникающие в ходе адаптации спортсмена к тренировочным нагрузкам. Анализ публикаций зарубежных специалистов показал, что средства и методы оценки состояния

и подготовленности пловцов, применяемые тренерами в настоящий момент, не являются совершенными. В связи с чем деятельность по разработке новых и совершенствованию существующих методов оценки и контроля состояния организма спортсменов все еще остается актуальным направлением для осуществления научной деятельности в данной области.

### ***Мониторинг тренировочной нагрузки***

Feijen et al. (2020) выполнили описательный обзор, в рамках которого были обобщены различные стратегии мониторинга тренировочной нагрузки пловца. По мнению авторов, высокая частота травм во время тренировок по плаванию и растущие требования в спорте делают мониторинг тренировочной нагрузки пловца ключевой концепцией, требующей дальнейшего изучения. Ученые поставили своей целью найти и изучить имеющиеся стратегии мониторинга тренировочной нагрузки, поиск проводился в электронных базах данных PubMed, Web of Science и SPORTDiscus. Были отобраны 28 статей, в которых изучались те или иные подходы к контролю внешней и внутренней тренировочной нагрузки. Так, авторы указывают, что в 19 из 28 работ проводилась оценка внешних параметров нагрузки, например, таких как средний объем плавания в км за год или неделю, а также объем упражнений на суше в часах в неделю. Для оценки внутренней нагрузки изучались физиологические маркеры, такие как уровень лактата в крови, частота сердечных сокращений (ЧСС). Физиологические маркеры использовались либо для получения среднего показателя тренировки с течением времени (позапное тестирование), либо для мониторинга хода тренировочной сессии. Также был исследован метод применения субъективной оценки прилагаемых усилий (например, оценка воспринимаемой нагрузки – rating of perceived exertion, или RPE) (табл. 6). Шкала для оценки воспринимаемой нагрузки является таким маркером, который позволяет спортсмену оценить свое собственное восприятие перенесенного стресса и усилий во время тренировки.

**Таблица 6. Субъективная шкала оценки воспринимаемой нагрузки  
(rating of perceived exertion – RPE)**

| Уровень RPE | Описание степени нагрузки                            |
|-------------|------------------------------------------------------|
| 0           | Нагрузка отсутствует                                 |
| 0,5         | Чрезвычайно малая                                    |
| 1           | Очень малая                                          |
| 2           | Малая (легкая)                                       |
| 3           | Средняя                                              |
| 4           | Достаточно большая                                   |
| 5           | Большая (тяжелая)                                    |
| 6           | Очень большая<br>Необычайно большая (крайне тяжелая) |
| 7           |                                                      |
| 8           |                                                      |
| 9           |                                                      |
| 10          |                                                      |
| *           | Максимальная                                         |

*Источник:* (Feijen et al., 2020).

В ряде исследований изучались психологические маркеры тренировочной нагрузки, которые подвергаются оценке с использованием ряда анкет. К ним относятся профиль состояний настроения (разработана ученым McNair), которая фокусируется на нарушении настроения как индикаторе тренировочной нагрузки и описывает шесть измерений конструкта «настроение»: гнев, замешательство, депрессия, усталость, напряжение и бодрость. Также применялась «шкала бедствия» (TDS – training distress scale), в рамках которой исследуются различные параметры, такие как эмоциональность, общая усталость, трудности с концентрацией внимания, физический дискомфорт, нарушение сна и изменения аппетита. Авторы пришли к заключению, что на данный момент контроль таких параметров, как уровень лактата в крови и ЧСС, являются наиболее объективными для оценки тренировочной нагрузки, вместе с тем, по их мнению, следует обратить внима-

ние и на более подробное изучение психологических маркеров. Мониторинг психологических маркеров может способствовать выявлению признаков наступления дистресса, эмоционального выгорания, что особенно важно в предсоревновательный и соревновательный периоды (Feijen et al., 2020).

Соревновательные спортивные сезоны часто, как правило, делятся на циклы, в ходе которых наблюдается значительное варьирование интенсивности и объема тренировок. В периоды высоких тренировочных нагрузок организм переживает значительный стресс, величина которого будет определять характер адаптации организма. Если нагрузочный стресс слишком велик по сравнению с уровнем восстановления, усталость будет накапливаться, вследствие чего процессы восстановления могут затянуться на недели и даже месяцы. Как указывают Dobson et al. (2020), меры, отражающие баланс между усталостью, вызванной тренировками, и восстановлением, могут дать ценную обратную связь, которая поможет тренеру произвести коррекцию тренировочного плана в случае необходимости. Группа авторов провела эксперимент с участием 13 квалифицированных пловчих, в ходе которого проводилась оценка показателей вагусного контроля частоты сердечных сокращений (ЧСС), психологического стресса и эмоционального выгорания для изучения влияния значительных по нагрузке тренировок на состояние организма спортсменок. Дисперсионный анализ с повторными измерениями показал, что потеря интереса к спорту, снижение успеваемости, общий стресс и эмоциональное истощение значимо увеличивались в течение сезона (все  $p < 0,05$ ). В ходе тренировочного сезона было обнаружено увеличение показателя ЧСС в покое в периоды самых напряженных тренировок ( $p < 0,05$ ), который пришел в начальное состояние после снижения нагрузки. Результаты также показывают, что периоды высокой тренировочной нагрузки сопровождались нарушением стимуляции сердечного блуждающего нерва, что свидетельствовало о высоком уровне утомленности спортсменок. Авторы указывают, что показатели вариабельности сердечного ритма и ЧСС являются особенно чувствительными к изменениям рабочей нагрузки в течение сезона, и поэтому эти меры могут быть особенно полезны для предотвращения чрез-

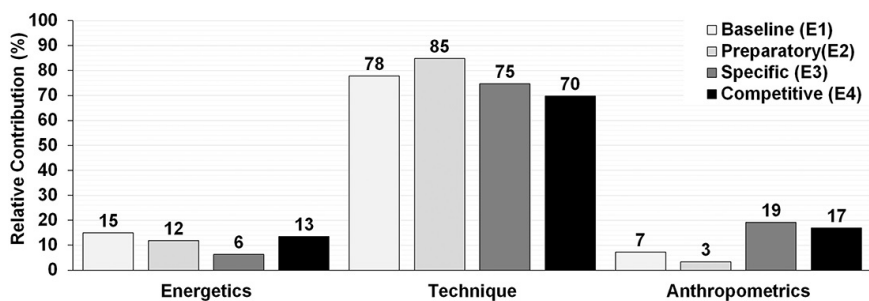
мерного накопления усталости, вызванной тренировками (Dobson et al., 2020).

Goss et al. (2020) указывают, что присущая пловцам индивидуальная вариабельность ЧСС во время тренировки предполагает тщательный учет общепринятой практики назначения интенсивности тренировки с использованием жестких зон ЧСС. Результаты исследования показали, что при проплывании тестовой нагрузки (60 по 100 ярдов в субмаксимальном режиме работы) среднее стандартное отклонение между субъектами (95 % доверительный интервал) для ЧСС составляло 12,6 удара в минуту (ДИ: 8,4–19,3 удара в минуту). Это, в свою очередь, является весьма высоким показателем индивидуальных различий в реакции организма на предоставляемую нагрузку. Авторы рекомендуют тренерам, во-первых, проверять максимальную ЧСС пловцов в различные моменты сезона, во-вторых, при назначении заданного режима работы основываться на индивидуальных показателях ЧСС и, в-третьих, по возможности использовать водонепроницаемые мониторы ЧСС во время тренировок различной интенсивности, чтобы лучше понять профиль ЧСС пловцов (Goss et al., 2020).

Zacca et al. (2020) провели исследование, направленное на количественное определение изменений в энергетике, технике и антропометрическом профиле у юных пловцов в течение тренировочного сезона. Ученые предположили, что сравнение вышеописанных параметров в их количественном отношении и степени вклада каждого в плавательную результативность будет способствовать объективной оценке и позволит оптимизировать тренировочные программы. Тестирование проводилось в каждом из тренировочных периодов (базовый, подготовительный, специфический и соревновательный). В исследовании приняли участие 24 квалифицированных пловца (10 юношей, возраст  $14,9 \pm 1,0$  и 14 девушек, возраст  $14,2 \pm 0,8$  года). Исследовались антропометрический профиль (масса тела, рост, размах рук и индекс массы тела), энергетика мышечной деятельности (легочный газообмен, ЧСС, лактат), технические параметры (скорость плавания, частота гребков, длина гребка), тестирование проводилось на дистанции 400 м вольным стилем.

Результаты эксперимента показали, что наибольшее влияние на прирост результативности в тесте оказала техника плавания

(прим. величина в процентах – величина вклада в улучшение времени): подготовительный период – 85 %; специфический период – 75 %; соревновательный период – 70 % (рис. 12). Также существенное влияние антропометрические показатели оказали на специфическом (19 %) и соревновательном периодах подготовки (17 %). Авторы указывают, что, несмотря на большой вклад техники плавания в прогресс результатов на каждом из периодов подготовки, нельзя при этом игнорировать фактор функциональной работоспособности организма, поскольку техническое совершенствование, в свою очередь, также тесно связано с ростом эффективности энергообеспечения. Ученые также приходят к выводу о том, что периодизация тренировок – это динамический процесс с переменным характером изменений ключевых технических, энергетических и антропометрических характеристик. Таким образом, тренировка на каждом из периодов подготовки должна учитывать изменяющийся характер ключевых параметров организма спортсмена (Zacca et al., 2020).



**Рис. 12. Процентный вклад энергетики, техники и антропометрических показателей в результаты плавания на 400 м на исходном уровне**

*Примечание:* относительные изменения ( $\Delta$ ) в течение определенных периодов 16-недельного тренировочного цикла у пловцов возрастной группы; Relative contribution – относительный вклад, energetics – энергетика, technique – техника, anthropometrics – антропометрия, baseline (E1) – базовая нагрузка, preparatory (E2) – общеподготовительный этап, specific – специально-подготовительный этап, competitive – соревновательная нагрузка.

*Источник:* (Zacca et al., 2020)

Piras et al. (2019) исследовали вопрос, связанный с профилем времени восстановления вегетативной нервной системы после плавания на короткие, средние и длинные дистанции. Как считают авторы данной работы, для того чтобы добиться наилучших результатов в спорте, при планировании тренировочных нагрузок следует учитывать взаимосвязь между тренировочной нагрузкой и восстановлением (Piras et al., 2019). Имеющийся дисбаланс между тренировкой и восстановлением может перерасти в состояние перетренированности, при котором прогресс спортивных результатов будет замедлен (Lehmann et al., 1993). В своей работе ученые исследовали вегетативные реакции сердца и параметры гемодинамики в зависимости от времени восстановления после заплывов на короткую (100 м), среднюю (200 м) и длинную (400 м) дистанции. В исследовании приняли участие 10 квалифицированных пловцов (возраст  $21,60 \pm 1,58$  года). Протокол эксперимента состоял из 3 случайно назначенных тренировок (100, 200 и 400 м), выполняемых в одно и то же время дня (09:00–12:00) в разные моменты времени с интервалом в 1 неделю друг от друга. Пловцы находились в периоде соревновательной подготовки, и во избежание остаточной усталости накануне сессионных испытаний была проведена тренировка выходного дня. Показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) значительно изменились после прохождения тестовых дистанций, однако наибольшее изменение показателей и наибольшее время восстановления ВСР до исходных значений наблюдалось после прохождения короткой дистанции 100 м. Авторы связывают это с анаэробно-аэробным режимом работы на короткой дистанции, что, в свою очередь, сопряжено со значительными сдвигами во внутренней среде организма. Частота сердечных сокращений восстанавливалась до исходных показателей через 90 минут после заплыва вне зависимости от пройденной дистанции. Показатель минутного объема крови (МОК) восстановился до исходного значения через 50 минут после дистанции 100 и 200 м, в то время как после 400 м спортсмены восстанавливались до 30 минут. При этом показатель ударного объема (УО) имел противоположную тенденцию по сравнению с МОК, который оставался на низком уровне в течение 50 минут по сравнению со значением до тренировки после

заплыва на 400 м. При этом после заплывов на 100 и 200 м параметр УО не отличался от исходных ( $p = 0,684$  и  $p = 0,176$  соответственно) значений. Наблюдалось значительное снижение артериального давления (АД) в течение 50 минут после дистанций 200 и 400 м, тогда как после дистанции 100 м время восстановления АД составило 70 минут. Полученные результаты позволили авторам сделать вывод о том, что на время вегетативного восстановления после трех различных упражнений по плаванию влияют интенсивность и продолжительность упражнений: быстрое восстановление после 400 м, промежуточное восстановление после 200 м и значительно замедленное восстановление после более строго анаэробных упражнений, таких как 100 м кролем на груди. Эти результаты могут побудить тренеров задуматься о том, что на спортсмена может влиять конкретное время восстановления после предыдущего выполненного упражнения, и это позволяет предположить, что соответствующий мониторинг вегетативных параметров сердечно-сосудистой системы может быть полезен для определения физического состояния спортсмена (Piras et al., 2019).

Zacca et al. (2016) сравнивали проявление физиологических и биомеханических характеристик при проплывании пошагового теста ( $7 \times 200$  м вольным стилем) и теста  $T_{400}$  (400 м вольным стилем). Авторы предположили, что физиологические и биомеханические переменные, демонстрируемые пловцами к моменту выхода на максимальный уровень потребления кислорода, в обоих протоколах сопоставимы. Однако тест  $T_{400}$  представляется более удобным средством оценки подготовленности пловцов ввиду относительной простоты проведения. Следует отметить, что протокол постепенного пошагового плавания  $7 \times 200$  м в основном используется для оценки аэробного компонента. Этот протокол, ставший стандартным для диагностики тренировок по плаванию, включает в себя поэтапное преодоление двухсотметровых отрезков, в ходе которого происходит измерение кардиореспираторных и метаболических реакций на увеличение скорости плавания (Fernandes et al., 2003; Ryne et al., 2001). С другой стороны, в последнее время стал широко использоваться тест для оценки аэробных способностей организма, включающий прохождение

фиксированной дистанции. Одним из примеров является тест на дистанции 400 м или  $T_{400}$  (Zacca et al., 2016). В эксперименте участвовали 11 пловцов национального уровня (6 мужчин и 5 женщин, возраст  $15,3 \pm 0,6$  года). Авторы исследовали ряд физиологических (абсолютное и относительное МПК, дыхательный коэффициент, ЧСС, концентрация лактата) и биомеханических (скорость плавания, частота гребков, длина гребков) переменных. Результаты исследования показали отсутствие статистически значимых различий по физиологическим и биомеханическим переменным, полученным между седьмым отрезком прерывистого теста и тестом  $T_{400}$  ( $p > 0,05$ ). Высокий уровень корреляции был показан по физиологическим показателям: абсолютному МПК ( $r = 0,98$ ), относительному МПК ( $r = 0,94$ ), ЧСС ( $r = 0,92$ ), концентрация лактата ( $r = 0,69$ ), но низким для дыхательного коэффициента ( $r = 0,31$ ). Был обнаружен высокий уровень корреляции для биомеханических параметров: длина гребка ( $r = 0,90$ ), частота гребков ( $r = 0,89$ ), гребковый индекс ( $r = 0,92$ ) и скорость плавания ( $r = 0,78$ ). Авторы делают вывод о том, что тест  $T_{400}$  является не только надежным, но и более простым вариантом для оценки аэробной мощности у пловцов возрастной группы, поскольку он показал аналогичные физиологические и биомеханические реакции на седьмом этапе 200 м (в тесте  $7 \times 200$  м вольным стилем). Таким образом, результаты подтверждают перспективность использования теста  $T_{400}$  в мониторинге физической формы, производительности и технических характеристик пловцов (Zacca et al., 2016).

Piatrikova et al. (2020) занимались вопросом, связанным с разграничением интенсивности упражнений в плавании. По словам ученых, традиционный подход к разграничению областей интенсивности упражнений в плавании включает выполнение достаточно трудоемкого и затратного по времени пошагового теста. В связи с этим тренеры, занимающиеся с большими группами пловцов, не могут регулярно проводить данный тест. Вместо этого широко распространена практика обобщенного назначения тренировочных зон на основе количества ударов ниже максимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС) (табл. 7). Однако это не позволяет точно дифференцировать нагрузку среди занимающихся, что может сказаться на процессе становления спортивного результата.

**Таблица 7. Описание и измерение интенсивности тренировок, используемые тренерами по плаванию, национальными учебными центрами и проводимые в рамках учебной программы тренеров по плаванию в Соединенном Королевстве Великобритании**

| Тренировочные зоны | Название                                 | Описание                                                                                                                                                                                                                         | Кол-во ударов ниже макс. значений ЧСС | Значение $La$ (мМоль/л) | Величина воспринимаемого напряжения, баллы |
|--------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|
| Зона 1             | A1                                       | Аэробика низкой интенсивности: базовая физическая подготовка и техническая подготовка; разминка и заминка; преимущественно жи-<br>ровой обмен; и в основном рекрутирование медленных волокон                                     | >50                                   | <2                      | <9                                         |
|                    | A2                                       | Аэробное обслуживание/развитие: базовая аэробная тренировка; улучшает кардиореспираторную систему и усиливает удаление лактата                                                                                                   | 40–50                                 | 2–4                     | 10–12                                      |
| Зона 2             | B                                        | Анаэробный порог: максимальное равновесное состояние лактата, где выработка лактата = удаление лактата; оптимальная интенсивность для развития аэробных возможностей                                                             | 20–30                                 | 3–6                     | 14–15                                      |
| Зона 3             | МПК (максимальное потребление кислорода) | Высокоинтенсивная работа примерно с $VO_{2max}$ ; данный вид тренировки включает наборы ЧСС и $V_{крнт}$ ; улучшает $VO_{2max}$ и аэробную мощность                                                                              | 5–20                                  | 6–12                    | 17–19                                      |
| Зона 4             | Производство $La$                        | Интенсивность тренировок приводит к максимальной скорости накопления лактата; этот тип тренировок включает в себя тренировку в гоночном темпе и увеличивает скорость производства гликолитической энергии                        | 5–15                                  | 8–15                    | 17–19                                      |
|                    | Толерантность к $La$                     | Высокоинтенсивная работа со средним отдыхом для улучшения буферизации и развитие способности переносить лактат/кислотность в мышцах                                                                                              | 0–10                                  | 12–20                   | 19–20                                      |
| Зона 5             | Скорость                                 | АТР-РС: повторы высокой интенсивности, короткой продолжительности и длительного отдыха; разработан для улучшения производства алактатной энергии (АТФ-ПК), нервно-мышечной координации и рекрутирования быстрых мышечных волокон | Нет данных                            | Нет данных              | Нет данных                                 |

*Примечание:* ЧСС – частота сердечных сокращений,  $La$  – лактат.

*Источник:* (Piatrikova et al., 2020).

Авторы поставили своей целью оценить, можно ли использовать критическую скорость (CV – critical velocity), полученную на основе 3-минутного теста «вовсю» ЗМТ (3-minute all-out test), для оценки параметров, разграничивающих области интенсивности упражнений (тренировочные зоны), по сравнению с параметрами, установленными в традиционном ступенчатом тесте. Ступенчатый тест представляет собой последовательное преодоление нескольких двухсотметровых отрезков в равномерном темпе. Первый отрезок дистанции начинался со скорости, соответствующей соревновательной скорости минус  $0,35 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , и увеличивался на последующих отрезках на  $0,05 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  до тех пор, пока не наступило утомление. Во время теста ЗМТ испытуемых просили плыть на максимальной скорости с самого начала дистанции, по ходу которой измерялись расстояния, пройденные за 150 и 180 с. после начала работы. Считается, что выполнения упражнения с максимальным усилием в течение 150 с. достаточно, чтобы полностью истощить анаэробную емкость организма. Измерение расстояния, пройденного в течение последних 30 с. теста, позволит определить скорость плавания спортсмена, которая и будет считаться критической скоростью плавания, или скоростью на уровне порога анаэробного обмена (ПАНО) (табл. 8) (Courtright et al., 2016).

**Таблица 8. Формулы для расчета критической скорости плавания и анаэробной дистанционной емкости**

| № | Формула                                                                 | Пояснение                                                                |
|---|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $CV(\text{м} \cdot \text{с}^{-1}) = (D_{180} - D_{150}) / 30 \text{ с}$ | CV (critical velocity) – критическая скорость плавания, D – дистанция, м |
| 2 | $D'(\text{м}) = (150 \text{ с} \times (D_{150} / 150 \text{ с}) - CV)$  | D' (anaerobic distance capacity) – анаэробная дистанционная емкость      |

*Источник:* (Courtright et al., 2016).

В эксперименте приняли участие 13 квалифицированных пловцов (6 мужчин и 7 женщин, возраст  $16 \pm 1$  лет). На первом этапе исследования был проведен пошаговый тест, в ходе которого были определены: 1) порог анаэробного обмена (ПАНО), 2)

«поворотная точка лактата» (LTP – lactate turnpoint), или точка, при которой наблюдается экспоненциальное накопление лактата, 3) максимальная скорость плавания, 4) разница между скоростью при ПАНО и максимальной скоростью плавания. На втором этапе эксперимента был проведен трехминутный тест, после чего сравнивались полученные результаты. Полученные результаты позволили авторам прийти к выводу, что показатель критической скорости, полученный на основе проведения трехминутного теста, может использоваться для оценки границ областей интенсивности упражнений, которые сопоставимы с границами, полученными на основе пошагового теста у соревнующихся пловцов. Авторы указывают на отсутствие существенных различий между пороговыми скоростями, полученными в пошаговом тесте и ЗМТ ( $p > 0,05$ ), на высокий показатель корреляции результатов скорости плавания на уровне ПАНО ( $r = 0,92$ ), поворотной точки лактата ( $r = 0,9$ ), максимальной скорости ( $r = 0,88$ ), полученных в пошаговом и трехминутном тестах. Таким образом, по словам авторов данной работы, тест ЗМТ можно использовать в качестве альтернативы пошаговому тесту для оценки границ интенсивности упражнений в практических условиях, когда ресурсы или время могут быть ограничены (Piatrikova et al., 2020).

Machado et al. (2018) исследовали взаимосвязь между критической скоростью (в иностр. лит-ре CV – critical velocity) и максимальным равновесным состоянием лактата (в иностр. лит-ре MLSS – maximal lactate steady state) у спортсменов-пловцов юношеских разрядов. Показатель критической скорости определяли по наклону линейной регрессии  $b$  между расстоянием и временем, полученным при проплывании четырех максимальных отрезков по 50, 100, 200 и 400 м вольным стилем. Интенсивность максимального устойчивого состояния лактата в крови определялась как самая высокая рабочая нагрузка, которую спортсмен может поддерживать в течение длительного периода времени, при которой концентрация лактата не увеличивалась более чем на  $1 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . В исследовании приняли участие 20 хорошо тренированных пловцов (12 мальчиков и 8 девочек, возраст  $13,84 \pm 0,89$  года). Результаты проведения показали наличие высокой корреляции ( $r = 0,89$ , при  $p < 0,0001$ ) между показателями критической

скорости плавания и максимальным устойчивым состоянием лактата в крови. Авторы сделали вывод о том, что применение метода расчета критической скорости плавания позволяет надежно оценивать уровень аэробной подготовленности юных пловцов (Machado et al., 2018).

По словам ученых, тестирование на беговой дорожке и велоэргометрия являются наиболее распространенными методами тестирования с физической нагрузкой для оценки максимальной аэробной способности. Однако опыт практических исследований показывает, что описанные выше тесты могут не давать действительные показатели ввиду специфичности теста для конкретной группы спортсменов. Monarrez et al. (2020) провели исследование, целью которого было выяснить, имеют ли тренированные пловцы более высокие значения максимального потребления кислорода ( $VO_{2\max}$ ) при плавании в сравнении с бегом. В исследовании приняли участие 8 тренированных пловцов, которые выполнили тестовые упражнения при плавании в воде и на беговой дорожке. Результаты эксперимента показали, что у испытуемых были более высокие значения  $VO_{2\max}$  на беговой дорожке, чем при плавании ( $56,2 \pm 7,8$  против  $50,6 \pm 11,5$  мл  $\text{кг}^{-1}$   $\text{мин}^{-1}$ , при  $p = 0,034$ ). При  $VO_{2\max}$  минутная вентиляция, дыхательный объем и частота дыхания были выше на беговой дорожке, чем при плавании в гидроканале. Коэффициент дыхательного обмена и ЧСС были значительно выше после теста на беговой дорожке, а уровень лактата после выполнения упражнения имел тенденцию быть выше в тесте на беговой дорожке ( $p = 0,055$ ). Однако кислородный пульс ( $VO_2/\text{ЧСС}$ ), показатель ударного объема сердца, не различался между тестами, поскольку и  $VO_2$ , и ЧСС были ниже во время плавания. Результаты исследования показывают, что бег вызывает большую нагрузку на сердечно-сосудистую систему, чем плавание, даже у тренированных пловцов. Это может быть связано с большей вовлеченностью крупных мышц ног при беге, чем при плавании. По словам авторов, данные различия следует учитывать при назначении тестов для определения максимального потребления кислорода у пловцов (Monarrez et al., 2020).

В исследовании Zera et al. с участием 29 квалифицированных пловцов было показано, что 30-секундный плавательный тест –

30с МТ (выполняемый с максимальным усилием) на привязи является надежным предиктором результативности в спринтерском плавании, умеренно связанным с результатами плавания и вызывающим аналогичные физиологические реакции по сравнению со свободным плаванием. Авторы рекомендуют 30с МТ тест в качестве регулярного инструмента оценки в рамках программы соревновательной подготовки по плаванию для отслеживания адаптации и информирования о тренировочных решениях (Zera et al., 2018). В свою очередь, Ruiz-Navarro et al. (2020), наоборот, пришли к выводу, что 30с МТ тест на привязи не является надежным показателем физической работоспособности спортсменов ввиду отсутствия надежных взаимосвязей. Результаты проведенных экспериментов показали, что измерение силы в гидроканале при более высоких скоростях потока воды является лучшим показателем эффективности, чем стационарное плавание на привязи, поскольку позволяет достовернее оценить способность пловца эффективно применять силу в воде (Ruiz-Navarro et al., 2020).

## ЛИТЕРАТУРА

Courtright, S., Williams, J., Clark, I., Pettitt, R., & Dicks, N. (2016). Monitoring interval-training responses for swimming using the 3-min all-out exercise test. *International Journal of Exercise Science*.

Dobson, J., Harris, B., Claytor, A., Stroud, L., Berg, L., & Chrysosferidis, P. (2020). Selected Cardiovascular and Psychological Changes Throughout a Competitive Season in Collegiate Female Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(11), 3062–3069. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003767>

Feijen, S., Tate, A., Kuppens, K., Barry, L., & Struyf, F. (2020). Monitoring the swimmer's training load: A narrative review of monitoring strategies applied in research. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30. <https://doi.org/10.1111/sms.13798>

Fernandes, R. J., Cardoso, C. S., Soares, S. M., Ascensão, A., Colaço, P. J., & Vilas-Boas, J. P. (2003). Time limit and VO<sub>2</sub> slow component at intensities corresponding to VO<sub>2</sub>max in swimmers. *Int J Sports Med.*, 24(8), 576–581. <https://doi.org/10.1055/s-2003-43274>

Goss, C., Greenshields, J., Brammer, C., Kojima, K., Wright, B., Chapman, R., & Stager, J. (2020). Variation in Heart-Rate Profile During a Pro-

longed, Submaximal Swim Bout. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16, 1–4. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0895>

Kirwan, J. P., Costill, D. L., Flynn, M. G., Mitchell, J. B., Fink, W. J., Neuffer, P. D., & Houmard, J. A. (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc.*, 20, 255–259.

Lehmann, M., Foster, C., & Keul, J. (1993). Overtraining in endurance athletes: A brief review. *Med Sci Sport Exerc.*, 25, 854–862.

Machado, M., Borges, J. P., Galdino, I. S., Cunha, L., Filho, A., Soares, D. C., & Junior, O. (2018). Does critical velocity represent the maximal lactate steady state in youth swimmers? *Science & Sports*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.09.010>

Monarrez, D. J., Dominguez, L. D., Bestard, M. A., Pinedo, V. L., Simmons, C. A., & Crocker, G. H. (2020). Swim Or Run? Comparison Of Flume And Treadmill Maximal Aerobic Capacities In Trained Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(7S), 53. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000670584.27840.5b>

Morais, J. E., Sanders, R. H., Papic, C., Barbosa, T. M., & Marinho, D. A. (2020). The Influence of the Frontal Surface Area and Swim Velocity Variation in Front Crawl Active Drag. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(11), 2357–2364. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002400>.

Piatrikova, E., Sousa, A. C., Willsmer, N. J., Gonzalez, J. T., Williams, S. (2020). Demarcating Exercise Intensity Domains in Freestyle Swimming: Is There an Alternative to Incremental Step Test and Beats Below HR-max Method? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2575–2584. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002884>

Pind, R., Mäestu, E., Purge, P., Jürgenson, J., Arend, M., & Mäestu, J. (2021). Internal Load From Hard Training Sessions Is Related to Changes in Performance After a 10-Week Training Period in Adolescent Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(10), 2846–2852. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003237>

Piras, A., Cortesi, M., Campa, F., Perazzolo, M., & Gatta, G. (2019). Recovery Time Profiling After Short-, Middle- and Long-Distance Swimming Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(5), 1408–1415. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002066>

Pyne, D. B., Lee, H., & Swanwick, K. M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(2), 291–297. <https://doi.org/10.1097/00005768-200102000-00019>

Ruiz-Navarro, J., Morouço, P., & Arellano, R. (2020). Relationship Between Tethered Swimming in a Flume and Swimming Performance. *Inter-*

*national Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1087–1094. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0466>

Tsai, M.-C., & Thomas, S. (2016). 3-Min All-Out Test in Swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0479>

Zacca, R., Azevedo, R., Chainok, P., Vilas-Boas, J. P., Castro, F. A. S., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2020). Monitoring Age-Group Swimmers Over a Training Macrocycle: Energetics, Technique, and Anthropometrics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 818–827. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002762>

Zacca, R., Azevedo, R., Silveira, R., Vilas-Boas, J. P., Pyne, D., de Souza Castro, F., & Fernandes, R. (2019). Comparison of Incremental Intermittent and Time Trial Testing in Age-Group Swimmers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(3), 801–810. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002087>

Zacca, R., Fernandes, R. J., Pyne, D. B., & Castro, F. A. (2016). Swimming Training Assessment: The Critical Velocity and the 400-m Test for Age-Group Swimmers. *J Strength Cond Res.*, 30(5), 1365–1372. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001239>

Zera, J., Nagle, E., Nagai, T., Lovalekar, M., Abt, J., & Lephart, S. (2018). Tethered Swimming Test: Reliability and the Association With Swimming Performance and Land-Based Anaerobic Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(1). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002501>

## 2.16. Тактика прохождения соревновательных дистанций

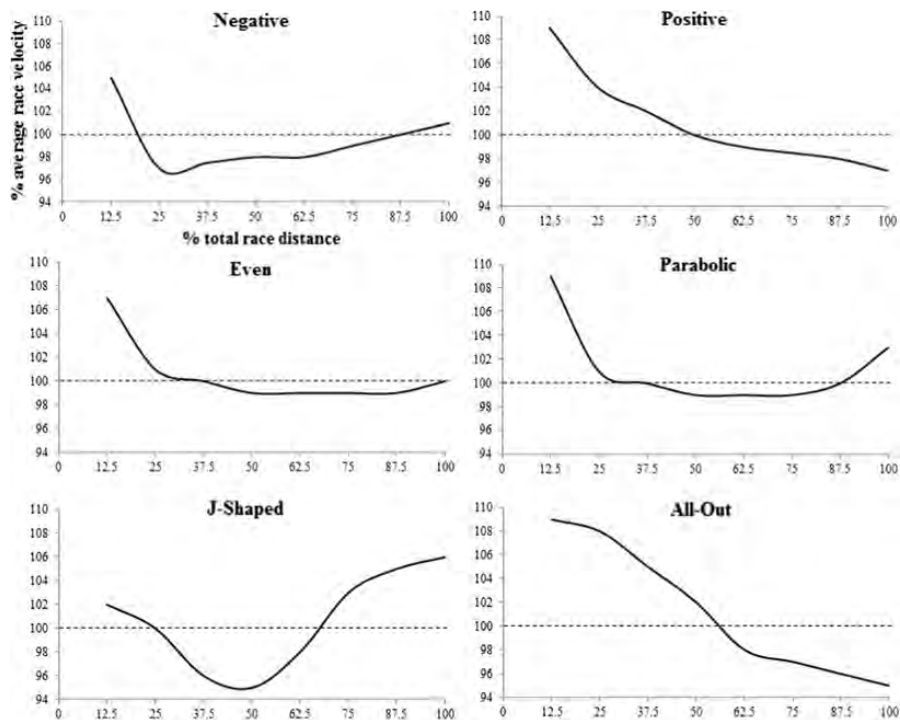
Вопрос выбора оптимальной тактики прохождения дистанции является ключевым аспектом успешного выступления на соревнованиях. Оптимальная стратегия поддержания темпа в ходе прохождения дистанции позволяет спортсмену эффективно использовать энергетические резервы для достижения наивысшего результата, избегая при этом наступления преждевременной усталости.

Ученые McGibbon et al. провели систематический обзор литературы по вопросу выбора стратегий темпа, используемые пловцами на соревнованиях, а также их воспроизводимость в условиях соревнований. Изучалось также влияние различных стратегий

темпа на кинематические, метаболические и функциональные переменные организма спортсменов. Поиск научных источников проводился в базах данных Web of Science, Scopus, SPORTDiscus и PubMed. К итоговому анализу было отобрано 23 публикации, посвященные соревнованиям по плаванию в бассейне или экспериментальным испытаниям, опубликованные в англоязычных и рецензируемых журналах. Известно, что механическая эффективность плавания варьируется в зависимости от способа плавания, и только 6–18 % вырабатываемой энергии фактически преобразуется в механическую работу, что является весьма низким показателем по сравнению с ездой на велосипеде, где данный показатель составляет 18–24 % McGibbon et al. (2018). В плавании профиль темпа, принятый в конкретном соревновании, зависит как от дистанции соревнования, так и от способа плавания. На соревнованиях по плаванию наблюдался широкий диапазон профилей стимуляции, включая отрицательную, полную, положительную, равномерную, параболическую и J-образную стимуляцию (рис. 13).

На всех дистанциях быстрое ускорение, полученное при старте с тумбы, приводит к более быстрому первому кругу по сравнению с последующими кругами. Однако данная тенденция менее выражена при плавании способом на спине, где пловцы выполняют старт, находясь при этом в воде, в связи с чем время полета сокращается по сравнению с прыжком со стартовой тумбы.

*Спринтерское плавание (50–100 м).* Авторы отмечают, что в литературе имеется мало данных, описывающих стратегию поддержания темпа на коротких дистанциях. В краткосрочных спортивных соревнованиях продолжительностью менее 30 с. обычно используется стратегия тотального темпа, или, как его еще называют, «вовсю» (all-out). В таких коротких соревнованиях пловцы должны выступать с оптимальной комбинацией темпа и длины гребка, чтобы обеспечить максимальную скорость, а затем стараться поддерживать ее на всей дистанции (Maglischo, 2009). На дистанции 100 м вольным стилем чаще всего пловцы демонстрируют положительный темп прохождения дистанции, при котором среднее время круга на 50 м увеличивалось на 12 % от первого ко второму отрезку. Причем это справедливо для всех



**Рис. 13. Схематические диаграммы, иллюстрирующие примеры различных профилей темпа, обычно наблюдаемые при плавании на различных дистанциях**

*Примечание:* Negative – негативный сплит, Positive – позитивный сплит, Even – равномерный, Parabolic – параболический, J-Shaped – J-образный, All-Out – «вовсю».

*Источник:* (McGibbon et al., 2019).

категорий спортсменов – от юных до элитных пловцов. Положительный профиль темпа также обычно отображается на дистанциях 100 м на спине, баттерфляем и брассом с лишь небольшими различиями в величине падения скорости между двумя кругами. Однако скорость прохождения финишного отрезка является критически важным аспектом для достижения успеха в соревновании. Так, например, в ранних исследованиях Thompson et al., (2000, 2004) была обнаружена тесная взаимосвязь между време-

нем финиша (последние 5 м) и общим временем выступления на дистанции 100 м брассом (Thompson et al., 2000). Так, корреляция была очень высокой у мужчин и женщин ( $r = 0,76-0,82$ ), что подчеркивает важность этого навыка в спринтерских соревнованиях.

*Средние дистанции (200–400 м).* Подобно спринтерам, наиболее успешные пловцы на средние дистанции плывут с более высокой скоростью на каждом круге и сохраняют скорость на протяжении всей дистанции. Скорость свободного плавания обычно снижается примерно на 6–8 % от первого до последнего круга на дистанции 200 м, при этом данное снижение скорости происходит значительно при плавании способом брасс. Математическое моделирование показывает, что почти равномерный темп оптимален для плавания на 200 м во всех стилях (De Koning et al., 2011). По данным Robertson et al. (2009), среди всех способов плавания на 200 м третий круг показал самую сильную корреляцию с итоговым временем, что указывает на важность этого круга для общей результативности. Mauger et al. указывают, что наиболее часто используемые стратегии темпа в плавании на средней дистанции на спине и вольным стилем на различных уровнях соревнований являются параболическими: быстрый старт, за которым следует равномерный средний темп и быстрый финишный спурт (Mauger et al., 2012). Подобно заплывам на 200 м вольным стилем, профили темпа на дистанции 400 м вольным стилем обычно имеют либо быстрый старт и положительный профиль темпа, либо параболический профиль. Гораздо реже встречаются альтернативные стратегии поддержания темпа, включая положительные, отрицательные, равномерные и переменные профили (Mauger et al., 2012). Учитывая, что большинство пловцов на дистанции 400 м вольным стилем имеют схожий профиль темпа, важно определить, какие факторы различают медалистов и немедалистов в этом виде спорта. Так, по данным Mytton et al., наиболее важным фактором успешности пловцов средних дистанций является способность увеличить скорость плавания на последнем 100-метровом круге, чтобы произвести существенный конечный рывок (Mytton et al., 2015). Таким образом, более быстрые пловцы способны к относительно контролируемому старту, что позволяет им экономить энергию в начале заплыва, а затем суще-

ственно увеличить скорость плавания на последнем круге. Автор отмечает, что два средних круга по 100 м в заплыве на 400 м вольным стилем наиболее тесно связаны с общими результатами гонки. Как утверждают авторы исследования, данная взаимосвязь кажется логичной, учитывая влияние, которое темп на средних кругах окажет на способность совершить финальный рывок на последнем круге.

*Длинные дистанции (800 м и выше).* При плавании на длинных дистанциях спортсмены преимущественно придерживаются параболического профиля темпа, где скорость плавания максимальна в начале и конце заплыва, тогда как в середине несколько ниже (Lipinska et al., 2016a; 2016b). Согласно данным, самые быстрые пловцы-стайеры при плавании демонстрируют меньшую вариабельность времени отрезков и, как правило, большую длину гребка (Craig et al., 1985).

*Комплексное плавание – КП (200 и 400 м).* Мужчины, как правило, применяют стратегию положительного темпа в комплексном плавании, проплывая быстрее первую половину дистанции, тогда как женщины начинают плыть медленнее, применяя стратегию отрицательного темпа. По данным Saavedra et al. (2012), результативность плавания отрезка на спине в комплексе показала самую высокую корреляцию со временем выступления у медалистов-мужчин как на дистанции 200 м ( $r = 0,82$ ), так и на 400 м ( $r = 0,81$ ). Тогда как у женщин на дистанции 400 КП тесная связь итогового результата была обнаружена с проплыванием отрезка вольным стилем, а на 200 м КП – с отрезком плавания на спине (Saavedra et al., 2012). По мнению авторов исследования, хотя темп в комплексном плавании в некоторой степени зависит от сильных и слабых сторон каждого пловца, похоже, что сохранение сил во время проплывания первого отрезка баттерфляем является оптимальной стратегией для улучшения результатов на последующих отрезках (McGibbon et al., 2018).

Авторы приходят к выводу, что профили темпа являются последовательными и воспроизводимыми от квалификационных заплывов до финалов в рамках одного и того же соревнования, а также от соревнования к соревнованию (рис. 14). Однако изменчивость темпа может увеличиться на последних этапах заплыва



смены, выступающие на 400 м вольным стилем, как правило, регулярно выступают и на дистанции вдвое меньше – 200 м. При этом в мировой практике устоялось мнение, что первые 200 из 400 м должны проходить на 4–5 с. медленнее, чем их показатели на дистанции 200 м, что составляет приблизительно 3–5 %. Однако, по мнению авторов исследования, данное руководство не учитывает индивидуальные особенности каждого конкретного спортсмена и не может быть применено к каждому. Вместо этого авторы предлагают рассчитывать оптимальный темп прохождения на основе выявления критической скорости плавания (КСП), или *critical velocity* (CV), и анаэробной емкости (АЕ), или  $D'$ . КСП является показателем аэробной подготовленности спортсмена, тогда как  $D'$  показывает анаэробную подготовленность. Анализировались результаты 21 пловца, каждый из которых участвовал в заплывах на 200 и 400 м вольным стилем в рамках одного соревнования. Анализ показал, что большинство спортсменов придерживались параболической схемы прохождения дистанции: быстрое начало – медленная середина – ускорение на финише. Было показано, что на дистанции 400 м первые 200 м оказались в среднем на 4,5 с. (1,7 %) медленнее, чем средний результат, полученный при индивидуальном заплыве на 200 м. При этом вторая половина дистанции 400 м оказалась на  $1,2 \pm 1,4$  % медленнее, чем первая половина дистанции. Авторы выявили, что пловцы с более высоким КСП (аэробной подготовленностью) смогли во время заплыва 400 м проплыть ближе к своему темпу на индивидуальных 200 м, в отличие от пловцов с большим показателем  $D'$  (анаэробной подготовленностью), которые были дальше от темпа на 200 м. В связи с обнаруженной корреляцией между выступлениями на дистанциях 400 и 200 м ( $r = 0,42$  при  $p < 0,05$ ) это открытие позволяет предположить, что спортсменам, которые соревнуются на дистанции 400 м, следует также рассмотреть возможность подготовки к выступлению на 200 м, поскольку это может обеспечить некоторые потенциальные физиологические преимущества для улучшения результатов. По мнению авторов, рекомендации о том, чтобы первая половина дистанции 400 м была на 4–5 секунд медленнее, чем их заплыв на 200 м, по-видимому, подходят не всем пловцам и зависят от

их индивидуальных физиологических способностей. Таким образом, пловец «спринтерского типа» с большим  $D'$  будет иметь более выраженный гиперболический рисунок прохождения дистанции во время прохождения дистанции, в то время как пловец «выносливого типа» с более высоким показателем КСП будет иметь преимущественно ровный темп прохождения дистанции (Barroso et al., 2020).

Профили темпа и соревновательные показатели среди элитных пловчих на дистанции 400 м изучали Lipinska et al. (2020). Анализировались результаты 20 пловчих (всего 381 результат), показанные в период с 2004 по 2016 г. При анализе лучших заплывов каждого пловца все профили со второго по седьмой круг представляли собой линейное снижение темпа с отрицательной квадратичной кривизной, а пятый круг был в среднем самым медленным (85 % из 381 заплыва). Анализ параметров темпа лучших заплывов показал, что вариативность от круга к кругу была наименьшей у пловчих, показавших рекордное время, которые, в свою очередь, показывали более медленные первые круги и более быстрые последние. Ученые отмечают, что между каждым временем прохождения круга и окончательным временем в лучшем случае была лишь слабая связь. Визуальная проверка диаграмм рассеяния конечного времени по каждому параметру профиля темпа для каждого пловца выявила некоторые U-образные формы (параболический профиль темпа) или линейные тенденции (равномерный профиль темпа), что позволило предварительно определить оптимальные значения параметров темпа прохождения дистанции (Lipinska et al., 2020).

Menting et al. (2022) предположили, что формирование типичного профиля темпа на спринтерских (100 м вольным стилем) и средних (200 м вольным стилем) дистанциях происходит в подростковом возрасте и зависит от квалификации пловца. Для подтверждения гипотезы были проанализированы более пяти тысяч результатов среди мужчин и женщин в возрасте от 12 до 24 лет. Пловцы были распределены на три уровня результативности (элитный, субэлитный, высококонкурентный) согласно результатам, показанным во взрослом возрасте. Полученные результаты позволили выявить, что на дистанции 100 метров пловцы-муж-

чины с возрастом проплывают первые 50 м быстрее (профили темпа: позитивный и «вовсю»). При этом, как отмечают авторы, данная тенденция свойственна элитным пловцам, тогда как у высококонкурентных пловцов данная тенденция практически отсутствует. Примечательно, что у женщин-пловцов подобного эффекта обнаружено не было. С возрастом пловцы развивают более равномерное распределение скорости на дистанции 200 метров. Пловцы-подростки, достигающие элитного уровня, проплывают 200 м более равномерно по сравнению с высококонкурентными пловцами. Эта дифференциация происходит в более раннем возрасте у женщин ( $> 13$  лет) по сравнению с мужчинами ( $> 16$  лет). Примечательно, что пловцы-подростки, которые во взрослом возрасте достигли элитного уровня (100 м: мужчины, 200 м: мужчины и женщины), демонстрировали тип прохождения дистанции, больше напоминающий тип плавания взрослых пловцов по сравнению с пловцами из группы с высокой конкуренцией. Авторы исследования рекомендуют тренерам обращать внимание на процесс складывания типичного темпа при прохождении дистанций у своих спортсменов. Вероятно, это поможет выявить наиболее талантливых спортсменов из группы. Кроме того, тренеры могли бы использовать данные, представленные в настоящем исследовании, в качестве отправной точки для индивидуального подхода к оптимизации темпового поведения своих пловцов для достижения наивысших спортивных результатов (Menting et al., 2022).

Neuloh et al. (2020) провели анализ финишного спурта у пловцов на дистанциях 800 и 1500 м вольным стилем. Анализировались результаты, показанные на 8 чемпионатах мира по плаванию и 5 Олимпийских играх. Было обнаружено 1433 заплыва среди 528 пловцов. На дистанции 800 м оценивались результаты 283 мужчин (средний возраст  $21,6 \pm 3,1$  года) и 448 женщин (средний возраст  $21,0 \pm 3,7$  года), на 1500 м оценивались результаты мужчин в количестве 497 (средний возраст  $21,9 \pm 3,2$  года) и женщин – 205 (средний возраст  $21,1 \pm 4,0$  года). Для оценки конечного рывка авторами был разработан «Индикатор конечного рывка» (далее – ИКР). ИКР был основан на средней скорости плавания

(м/с) и соответствующем стандартном отклонении (SD) каждого отдельного пловца (формула 1).

$$ESI = \frac{SVLL - \text{meanSVMP}}{\text{meanSVMP SD}}, \quad (1)$$

где *ESI* – индикатор конечного рывка, *SVLL* – скорость на последнем круге, *meanSVMP* – скорость средней части дистанции, *meanSVMP SD* – индивидуальная скорость средней части дистанции.

Результаты анализа показали, что общее время в финальных заплывах было значительно меньше на обеих дистанциях по сравнению с квалификационными заплывами ( $p < 0,001$ ). На дистанции 800 м финалы были в среднем на 15,53 с. быстрее заплывов ( $p < 0,001$ ); на дистанции 1500 м результат улучшился на 24,87 с. от заплыва до финала ( $p < 0,001$ ). Что касается темпа, то пловцы использовали параболическую форму на обеих дистанциях, преодолев первый отрезок значительно быстрее, чем все последующие с выполнением ускорения в конце дистанции ( $p < 0,001$ ). Среднее изменение скорости заплыва между серединой дистанции и последним кругом составило  $0,06 \pm 0,02$  м/с ( $1,2 \pm 0,2$  с.) на дистанции 800 м и  $0,07 \pm 0,02$  м/с ( $1,5 \pm 0,2$  с.) на дистанции 1500 м. Общая финишная позиция значительно повлияла на ИКР – пловцы с лучшим рейтингом показали большие значения ИКР. В частности, ИКР был значительно выше у медалистов по сравнению с немедалистами. Иными словами, у медалистов более выраженный конечный рывок по сравнению с немедалистами. При этом не было обнаружено никакого влияния на ИКР по показателю гендера. По словам авторов, тренеры и спортивные ученые должны принимать во внимание, что увеличение скорости используется большинством пловцов, особенно медалистами, даже несмотря на то, что любые колебания скорости могут привести к более высоким относительным затратам энергии (Neuloh et al., 2020).

McGibbon et al. (2019) изучали выбор стратегии темпа у пловцов при участии в эстафетном плавании. Были проанализированы данные эстафетных заплывов ( $4 \times 200$  м вольным стилем) на 14 международных соревнованиях в период с 2010 по 2018

год. Для сравнения использовалось лучшее время каждого пловца в сезоне на дистанции 200 м вольным стилем за один и тот же год. Заплывы каждого из участников эстафеты были классифицированы как стратегии быстрого, среднего и медленного старта (измерялось по 1-му кругу) и стратегии равномерного, отрицательного и положительного общего темпа прохождения дистанции (измерялось по 2–4-м кругам). Результаты показали, что стратегия быстрого старта была связана с более медленным проплыванием 200 м (диапазон 0,5–0,9 с.,  $p \leq 0,04$ ) независимо от пола, а положительный темп прохождения дистанции приводил к более медленному бегу на 200 м (0,4–0,5 с.,  $p \leq 0,03$ ). Стратегия быстрого старта была ассоциирована с выбором положительного темпа прохождения дистанции у 715 пловцов. Половина пловцов изменили стратегию темпа по сравнению с личным заплывом, при этом на 13 и 7 % больше пловцов женского и мужского пола соответственно продемонстрировали положительный темп в эстафетах по сравнению с отдельными соревнованиями. В эстафетах быстрый старт и положительный темп чаще использовались пловцами, занимающими второй-четвертый этапы эстафеты (+13 %), по сравнению с пловцами, занимавшими начальный этап (+3 %). Авторы заключили, что для максимизации результата пловцам следует проплывать первый круг медленнее (придерживаться медленного старта) и избегать несвойственных для них изменений в стратегии прохождения дистанции во время участия в эстафетах (McGibbon et al., 2019).

## ЛИТЕРАТУРА

- Barroso, R., Crivoi, E., Foster, C., & Barbosa, A. C. (2020). How do swimmers pace the 400 m freestyle and what affects the pacing pattern? *Research in Sports Medicine*, 29(6), 598–604. <https://doi.org/10.1080/15438627.2020.1860051>
- Craig, A. B. Jr, Skehan, P. L., Pawelczyk, J. A., & Boomer, W. L. (1985). Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Med Sci Sports Exerc.*, 17(6), 625–634. <https://doi.org/10.1249/00005768-198512000-00001>
- De Koning, J. J., Foster, C., Lucia, A., Bobbert, M. F., Hettinga, F. J., & Porcari, J. P. (2011). Using modeling to understand how athletes in different

disciplines solve the same problem: swimming versus running versus speed skating. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(2), 276–280. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.2.276>

Fischer, S., Braun, C., & Kibele, A. (2019). Jason Lezak again and again – linear mixed modelling analysis of change–over times in relay swimming races, *Journal of Sports Sciences*, 37(14), 1609–1616. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1578448>

Leahy, M. G., Summers, M. N., Peters, C. M., Molgat-Seon, Y., Geary, C. M., & Sheel, A. W. (2019). The mechanics of breathing during swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(7), 1467–1476. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001902>

Lipinska, P., Allen, S. V., & Hopkins, W. G. (2016a). Relationships Between Pacing Parameters and Performance of Elite Male 1500-m Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 159–163. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0117>

Lipińska, P., Allen, S. V., & Hopkins, W. G. (2016b). Modeling parameters that characterize pacing of elite female 800-m freestyle swimmers. *Eur J Sport Sci.*, 16(3), 287–292. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1013996>

Lipinska, P., & Hopkins, W. G. (2020). Pacing profiles and competitive performance of elite female 400-m freestyle swimmers. *J Strength Cond Res.*, 34(1), 218–224.

Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Leeds: Human Kinetics.

Mauger, A. R., Neuloh, J., & Castle, P. C. (2012). Analysis of pacing strategy selection in elite 400-m freestyle swimming. *Med Sci Sports Exerc.*, 44(11), 2205–2212. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182604b84>

McGibbon, K., Pyne, D., Shephard, M., & Thompson, K. (2018). Pacing in Swimming: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48, 1621–1633. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0901-9>

McGibbon, K., Shephard, M., Osborne, M., Thompson, K., & Pyne, D. (2019). Pacing and Performance in Swimming: Differences Between Individual and Relay Events. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1059–1066. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0381>

Menting, S., Post, A., Nijenhuis, S., Koning, R., Visscher, C., Hettinga, F., & Elferink-Gemser, M. (2022). Pacing Behavior Development in Adolescent Swimmers: A Large-Scale Longitudinal Data Analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 55(4), 700–709. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003086>

Mytton, G. J., Archer, D. T., Turner, L., Skorski, S., Renfree, A., Thompson, K. G., & Gibson, A. S. C. (2015). Increased Variability of Lap Speeds:

Differentiating Medalists and Nonmedalists in Middle-Distance Running and Swimming Events. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(3), 369–373. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0207>

Neuloh, J. E., Skorski, S., Mauger, L., Hecksteden, A., & Meyer, T. (2020). Analysis of end-spurt behaviour in elite 800-m and 1500-m freestyle swimming. *European Journal of Sport Science*, 21(12), 1628–1636. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1851772>

Saavedra, J. M., Escalante, Y., Garcia-Hermoso, A., Arellano, R., & Navarro, F. (2012). A 12-year analysis of pacing strategies in 200- and 400-m individual medley in international swimming competitions. *J Strength Cond Res.*, 26(12), 3289–3296. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318248aed5>

Thompson, K. G., Haljand, R., & MacLaren, D. P. (2000). An analysis of selected kinematic variables in national and elite male and female 100-m and 200-m breaststroke swimmers. *J Sports Sci.*, 18(6), 421–431.

Thompson, K. G., MacLaren, D. P. M., Lees, A., & Atkinson, G. (2004). The effects of changing pace on metabolism and stroke characteristics during high-speed breaststroke swimming. *J Sports Sci.*, 22(2), 149–157.

Thompson, K. G. (2015). *Pacing—individual strategies for optimal performance*. Champaign: Human Kinetics.

## 2.17. Техническая подготовка пловцов

Высокая конкуренция в плавании в настоящий момент предъявляет значительные требования к технической подготовленности спортсменов. Наиболее техничные атлеты способны преодолевать дистанцию с большей скоростью, тратя при этом меньше усилий, что, в свою очередь, позволяет им экономить силы для решающего финишного ускорения. Минимальное преимущество спортсмена, обусловленное техникой выполнения какого-либо элемента (старт, поворот, гребок и т. д.), может помочь атлету обойти соперников и оказаться на верхней строчке рейтинга (Sanders et al., 2019; Seifert et al., 2021; Simbaña-Escobar et al., 2020). В связи с этим исследования, направленные на поиск наиболее оптимальных параметров выполнения двигательных действий в плавании, будут актуальны еще продолжительное время (Andersen et al., 2020; Kudo et al., 2021; Mezêncio et al., 2020).

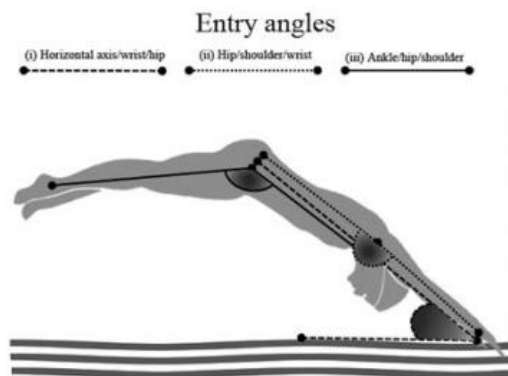
### *Старт*

Wądrzyk et al. (2021) исследовали кинематические параметры фаз старта и подводной части при выполнении прыжка с тумбы и отталкивания из воды у юных пловцов. В исследовании приняли участие 20 спортсменов (средний возраст  $16,8 \pm 0,80$  года). В зависимости от времени прохождения отрезка 15 м (среднее значение группы  $7,38 \pm 0,34$  с.) спортсмены были разделены на две группы: 1-я группа – «быстрые» ( $n = 6$ ;  $t < 7,04$  с.), 2-я группа – «медленные» ( $n = 5$ ;  $t > 7,72$  с.). При сравнении групп с точки зрения различий в соматическом телосложении и спортивном уровне было обнаружено, что спортсмены в группе «быстрые» были тяжелее, чем в группе «медленные» ( $79,48$  и  $62,34$  кг соответственно, при  $p < 0,05$ ), а также показали лучшие результаты на дистанции 100 м вольным стилем (баллы FINA:  $628$  и  $489$  соответственно, при  $p < 0,05$ ). Из всех переменных, описывающих фазу на стартовом блоке в группах «быстрых» и «медленных», только 4 отличались существенно: 1 – время старта ( $p < 0,01$ ); 2 – средняя разница в высоте постановки бедра на стартовом блоке (средняя разница составила  $0,11$  м, при  $p < 0,05$ ), 3 – угол отталкивания или угол между горизонтальной линией и биомеханической осью передней конечности в момент потери контакта с блоком ( $p < 0,05$ ), 4 – угол в тазобедренном суставе задней конечности в момент завершения отталкивания ( $p < 0,05$ ). В фазе полета переменные во всех группах значимо не различались. Единственной переменной, по которой были выявлены значительные диспропорции между группой «быстрых» и группой «медленных», была скорость горизонтального полета (средняя разница около  $0,5$  м/с). Средняя горизонтальная скорость во время фаз погружения ( $p < 0,01$ ) и скольжения ( $p < 0,05$ ) были единственными показателями, характеризующими подводную фазу, по которым были продемонстрированы существенные различия между группами. По словам авторов, описанные диспропорции были отмечены в отношении исходного положения на блоке, способа отталкивания, а также скорости полета, погружения в воду и обтекания потоком. Было выяснено, что исходное положение на стартовой тумбе существенно повлияло на способ выполнения отталкивания и, следовательно, на ход движения во время даль-

нейших этапов заплыва (по размеру  $d$  – эффекта Коэна). Высокое положение бедер и правильная фиксация коленного сустава на начальной фазе старта позволяют выполнять отталкивание в желаемом горизонтальном направлении. В свою очередь, показано, что низкое положение не способствует достижению высокой горизонтальной скорости полета. Кроме того, направление отталкивания вверх увеличивает время полета, что облегчает спортсменам с более низким спортивным уровнем принятие правильного угла погружения и обтекаемого положения. Пловцы с более коротким временем старта, в основном выполняющие отталкивание в горизонтальном положении, достигают более короткого времени полета, но это не оказывает негативного влияния на способ погружения – угол входа в воду и качество обтекаемой позы. Таким образом, авторы рекомендуют юным спортсменам перед выполнением старта стремиться к приподнятому положению бедер, позволяющему максимизировать горизонтальную скорость во время фаз полета, погружения и скольжения (Wądrzyk et al., 2021).

Анализ взаимосвязи между кинематическими показателями стартового прыжка и подводной частью дистанции (Hermosilla et al., 2021) показал, что такие факторы, как расстояние полета, скорость от 5 до 10 м, угол между горизонтальной осью, запястьем и бедром при входе бедра в воду и фактор максимальной глубины погружения бедра при входе в воду, являются основными, которые влияют на эффективность подводной части. Эксперимент проводился с участием 16 квалифицированных пловцов (средний возраст:  $21,4 \pm 0,96$  года). Авторы заключили, что высокая средняя скорость от 5 до 10 м и максимальная глубина погружения (более 125 см) были связаны с выполнением более длительного скольжения под водой. Отмечается также, что вход в воду будет наиболее эффективным при условии соблюдения оптимального размера угла для горизонтальной оси, равного  $10\text{--}35^\circ$  (образованного посредством соединения точек «запястье – бедро») (рис. 15).

По словам авторов, дальность полета также была хорошим показателем длины скольжения, хотя следует учесть, что эту переменную необходимо рассматривать в сочетании с некоторыми другими взаимосвязанными факторами, которые могут повлиять



**Рис. 15. Схематичное изображение исследуемых угловых параметров входа в воду**

*Примечание:* Entry angles – углы входа, horizontal axis/wrist/hip – горизонтальная ось/запястье/бедро, hip/shoulder/wrist – бедро/плечо/запястье, ankle/hip/shoulder – лодыжка/бедро/плечо.

*Источник:* (Hermosilla et al., 2021).

на эффективность совершения стартового прыжка (Hermosilla et al., 2021).

### ***Подводная часть дистанции***

Учеными Ikeda et al. (2021) была изучена взаимосвязь между различными кинематическими параметрами движений ногами баттерфляем и скоростью плавания. Девять пловцов-мужчин, участвовавших в тестовых заплывах, выполнили отрезки  $3\text{--}5 \times 15$  м с максимальным усилием. Настоящее исследование показало, что угловое смещение нижней части туловища (тазовая область) в фазах ускорения и замедления коррелирует со средней горизонтальной скоростью. Таким образом, ученые пришли к выводу о том, что угловое смещение нижней части туловища, по-видимому, является важным фактором для улучшения выполнения ударов дельфином с последующим увеличением скорости движения (Ikeda et al., 2021).

Известно, что гибкость голеностопного сустава имеет решающее значение для достижения высокой скорости плавания при выполнении подводной части дистанции способом баттерфляй. Shimojo et al. (2019) поставили своей целью выяснить, как имен-

но ограничение подвижности голеностопного сустава повлияет на эффективность выполнения ударов ногами баттерфляем. Для проведения эксперимента были привлечены 17 квалифицированных пловцов-студентов (средний возраст – 19 лет). Ограничение подвижности голеностопного сустава проводилось с использованием тейпа. Тейпирование голеностопного сустава ограничивало подошвенное сгибание стопы и скорость и силу вращения передней части стопы. Результаты показали, что ограничение подвижности значительно снизило скорость движения. Однако подводная съемка показала, что при плавании применение тейпа никак не повлияло на изменение угла подошвенного сгибания стопы. Тогда как на суше данное различие было значимым. Авторы пришли к выводу, что именно скорость и сила вращения передней части стопы, а не подошвенная гибкость лодыжки связаны с увеличением скорости движения баттерфляем под водой (Shimojo et al., 2019).

### *Передача этапа в эстафетном плавании*

Высокий уровень конкуренции в современном плавании предъявляет высокие требования к технике выполнения двигательных действий на протяжении всей дистанции. Не является исключением и эстафетное плавание, где присутствует такой сложный технический элемент, как передача этапа следующему участнику команды. Стремление спортсменов к минимизации времени передачи этапа эстафеты может привести к раннему уходу со стартовой тумбы, что будет рассматриваться судьями соревнований как фальстарт с последующей дисквалификацией команды. В исследовании Ribeiro et al. (2019) изучался аспект восприятия пловцами оптимального времени передачи этапа в эстафетном плавании. Анализировались перцептивные способности пловцов, а именно их способность оценивать время до контакта со стенкой бассейна приближающимся партнером по команде. В эксперименте приняли участие 32 высококвалифицированных пловца, для которых авторы смоделировали специальные условия. Участники были помещены в комнату, в которой им предлагалось сесть перед экраном телевизора и надеть наушники, по которым транслировался аудиосигнал, имитирующий среду спортивных соревнований (гул трибун, поддержка товарищей по

команде и т. д.). В ходе эксперимента транслировались заплывы эстафетного плавания. В ходе просмотра видеозаписи эстафет участникам эксперимента предлагалось нажать на специальный переключатель в моменты, соответствующие передаче этапа эстафеты, что расценивалось ими как начало выполнения старта. Каждый пловец выполнил по две попытки, и лучшая из них была использована для последующего анализа. Результаты показали, что все участники исследования «стартовали раньше», чем предыдущий пловец закончил свой этап. Это, в свою очередь, указывает на недооценку временного прогнозирования испытуемыми. При этом отмечается, что женщины демонстрировали большие вариации во временном прогнозировании, чем мужчины. Результаты настоящего исследования показывают, что визуальная обратная связь является критически важной информацией для точности передачи этапа в эстафетном плавании и что в данном случае следует тщательно исследовать процесс опережающего двигательного действия, поскольку он становится первостепенным для эффективного времени начала этапа эстафеты (Ribeiro et al., 2019).

### ***Способ плавания брасс***

Брасс – единственный соревновательный стиль плавания, в котором после старта и каждого поворота спортсмену разрешается выполнить один полный цикл движений под водой. Три других способа плавания в первую очередь характеризуются ударами ногами баттерфляем под водой до момента выхода спортсмена на поверхность. В связи с этим представляется важным координировать движения рук и ног под водой вместе с фазами скольжения таким образом, чтобы минимизировать сопротивление и максимизировать скорость. Olstad et al. (2021) провели серию заплывов на дистанции 50, 100 и 200 м брассом с целью изучить координацию рук и ног с разных точек зрения управления движением и время удара ногами баттерфляем с вытягиванием рук вперед во время выполнения подводного цикла движений. Как полагали ученые, плавание на более высоких скоростях (т. е. 50 против 100 или 200 м) увеличит временной дефицит для выполнения этих движений и сделает их организацию и контроль более сложными, что, в свою очередь, необходимо изучить для оптимизации эффективности подводной последовательности.

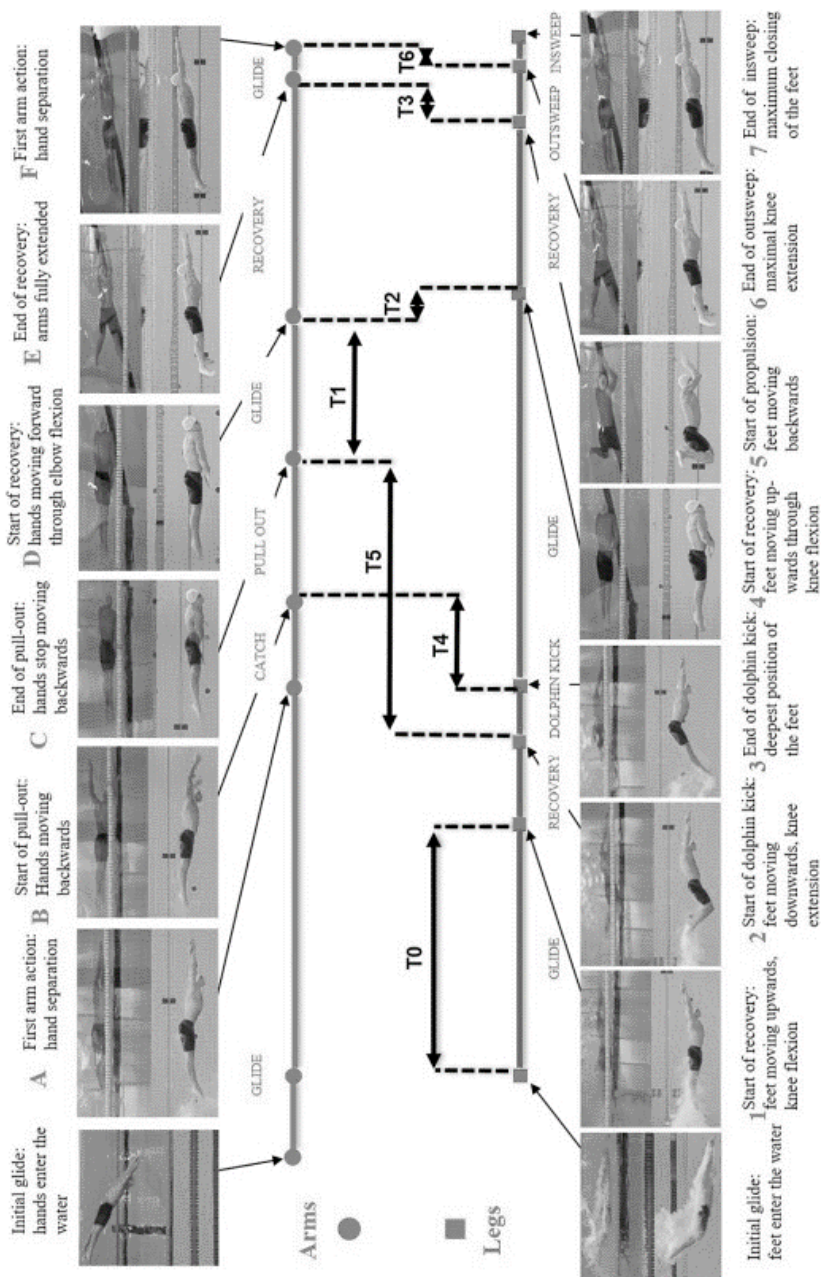


Рис. 16. Ключевые моменты, фазы и временные интервалы последовательности подводного старта рук и ног

Источник: (Olstad et al., 2021).

В рамках эксперимента был проанализирован 41 заплыв (50 м –  $n = 14$ ; 100 м –  $n = 14$ ; 200 м –  $n = 13$ ) с участием высококвалифицированных пловцов-бассистов. Были определены ключевые фазы (рис. 16) движения:  $T_0$  – фаза скольжения после входа в воду,  $T_1$  – фаза скольжения после гребка руками,  $T_2$  – период выноса рук вперед вместе с ударом ногами,  $T_3$  – время синхронизации между окончанием выноса рук вперед и выпрямлением ног после удара,  $T_4$  – промежуток между окончанием удара ногами баттерфляем и началом движения руками,  $T_5$  – период между началом удара ногами баттерфляем и гребком руками,  $T_6$  – начало второго гребка руками. Как показали результаты исследования, координация рук и ног и время удара дельфином не показали значимых различий между дистанциями, но общая продолжительность подводного скольжения была больше как на дистанции 100, так и 200 метров по сравнению со стартом на 50 метров. Скорость перехода от активной подводной последовательности к первому циклу плавания также была ниже на дистанции 200 метров по сравнению с дистанцией 50 и 100 метров. Таким образом, пловцы при выполнении подводного цикла предпочитают регулировать фазы движения, связанные со скольжением, а не менять координацию движений рук или ног (Olstad et al., 2021).

Nicol et al. (2022) исследовали физический профиль и проводили оценку взаимосвязи между силой-мощностью на суше и кинематическими переменными гребка у элитных пловцов-бассистов. В эксперименте приняли участие 11 высококвалифицированных пловцов (средний балл очков FINA на дистанции брассом – 882). Сила взаимосвязей между параметрами частоты и длины гребков и показателями силы и мощности на суше варьировалась в зависимости от пола спортсмена и темпа плавания. Наиболее часто наблюдались сильные взаимосвязи между силовыми и кинетическими параметрами на дистанции 100 м и максимальной длиной шага, тогда как на дистанции 200 м эта связь была меньше. Результаты показали наличие тесных взаимосвязей между упражнением сгибание-разгибание рук в висе на перекладине и максимальной скоростью у бассистов-мужчин, специализирующихся на дистанции 100 м ( $r = 0,77$ ), длиной шага и прыжком в высоту со встречным движением (CMJ – countermovement

jump) на дистанции 100 м (0,72), 200 м ( $r = 0,54$ ). У женщин была обнаружена сильная взаимосвязь между упражнением сгибание-разгибание рук в висе на перекладине на скорость и частотой гребков как на дистанции 100 м ( $r = 0,69$ ), так и на 200 м брассом ( $r = 0,74$ ). Также среди женщин частота гребков коррелировала с упражнением прыжок в высоту со встречным движением (CMJ), на 100 м ( $r = 0,88$ ) и 200 м брассом ( $r = 0,82$ ). Авторы рекомендуют тренерам по силовым упражнениям и физической подготовке при назначении тренировок на суше для пловцов-брассистов учитывать часто встречающуюся сильную взаимосвязь ряда силовых параметров и кинематики гребка на дистанции 100 и 200 м. Тренерам следует рассмотреть возможность включения взрывных движений, таких как силовые упражнения, описанные в настоящем исследовании, в программы тренировок на суше, разработанные для пловцов-брассистов (Nicol et al., 2022).

### ***Способ плавания «кроль на груди»***

Andersen et al. (2020) посвятили свое исследование количественной оценке диапазона и скорости вращения бедер, плеч и поворота туловища (вызванных различиями в относительном угле между перекатами плеч и бедрами) в кроле на груди при разных скоростях плавания. В результате исследования квалифицированных пловцов было выяснено, что вращение туловища, плеч и бедер происходит наиболее интенсивно при плавании на коротких дистанциях в сравнении со средними дистанциями. Так, например, диапазон (спринт:  $78,1^\circ$ ; 400 м:  $61,3^\circ$ ) и скорость поворота туловища (спринт:  $166,3^\circ/\text{с}$ ; 400 м:  $96,9^\circ/\text{с}$ ) были больше в темпе спринта, чем на 400 м. Эти различия были связаны с уменьшением вращения бедер (спринт:  $36,8^\circ$ ; 400 м:  $49,9^\circ$ ) без соответствующего уменьшения перекачивания плеч (спринт:  $97,7^\circ$ ; 400 м:  $101,6^\circ$ ), когда участники плыли быстрее. Скорость вращения плеч (спринт:  $190,9^\circ/\text{с}$ ; 400 м:  $139,2^\circ/\text{с}$ ) и скорость вращения бедрами (спринт:  $75,5^\circ/\text{с}$ ; 400 м:  $69,1^\circ/\text{с}$ ) были выше в темпе спринта, чем на 400 м, из-за более высокой частоты гребков в спринтерском темпе (спринт: 0,95 гребков/с; 400 м: 0,70 гребков/с). Основываясь на полученных данных, авторы рекомендуют тренерам учитывать данные различия в силовой подготовке

спортсменов на суше для увеличения результативности при плавании (Andersen et al., 2020).

Mezêncio et al. (2020) исследовали способность к синхронизации движений руками и ногами при плавании способом «кроль на груди», демонстрируемые пловцами-любителями и профессионалами. Авторами был предложен новый метод оценки синхронизации движений (формула 1).

$$IdS = \frac{[(KR + 0,5SR) \bmod SR]}{SR} - 0,5, \quad (1)$$

где  $IdS$  – индекс синхронизации,  $KR$  – частота ударов ногами,  $SR$  – частота гребков руками.

Результаты проведения эксперимента с участием 40 пловцов-мужчин (средний возраст  $24,8 \pm 6,2$  года) показал, что предложенная формула достоверно показывает различия в проявлении синхронизации между пловцами различной квалификации. Более опытные пловцы продемонстрировали точную синхронность действий рук и ног, сохраняя координацию между конечностями между каждым последовательным циклом гребка руками. С другой стороны, показатель синхронности движений среди пловцов-любителей был значимо ниже. Авторы указывают, что применение данного метода расчета индекса синхронизации движений будет полезным при оценке техники плавания в процессе обучения плаванию как пловцов-любителей, так и юных спортсменов.

Shigetada et al. (2021) изучали технику плавания «кроль на груди» с точки зрения вклада вращения верхней части туловища в скорость движения рук. Результаты эксперимента показали, что в фазе подтягивания вращение верхней части туловища было вторым основным фактором, влияющим на скорость движения рук назад (28 %), в то время как вращение плеч было основным фактором. Таким образом, вместе с вращением плеч верхняя часть туловища увеличивала скорость движения руки назад во время фазы подтягивания. В фазе отталкивания вращение верхней части туловища в некоторой степени способствовало скорости движения руки назад (19 %), в то время как основной вклад вносили вращения плеч и локтей. На этапе проноса вращение верхней

части туловища способствовало увеличению скорости движения руки вперед (на 19 %) аналогично вращению локтя. Вращение туловища было единственным фактором, влияющим на скорость движения руки назад в фазе входа руки в воду, и вторым по значимости фактором, влияющим на скорость движения руки вперед в фазе проноса над водой. Авторы отметили, что скорость движения руки во время гребка и проноса над водой, вызванная вращением верхней части туловища, положительно коррелировала с частотой взмахов. Таким образом, чем быстрее была скорость движения руки во время гребка и при проносе (создаваемая вращением верхней части туловища), тем выше была частота ударов. Авторы заключили, что вклад вращения верхней части туловища в скорость движения руки во время гребка и проноса над водой следует рассматривать как фактор, повышающий частоту выполнения гребков и, как следствие, производительности при плавании кролем на груди (Shigetada et al., 2021).

Установлено, что водная среда создает значительные трудности для способности пловца поддерживать адекватную альвеолярную вентиляцию, например, такие, как частые задержки дыхания, погружение грудной клетки в воду и горизонтальное положение тела. Среди дополнительных трудностей отмечают такие, как повышение плавучести при увеличении объема легких и влияние эффективности гребка на метаболические изменения в организме. Учитывая данные особенности, Leahy et al. (2019) предположили, что показатель работы дыхания (Work of breathing – WOB) будет выше во время плавания по сравнению с упражнениями на суше, что также ведет к увеличению механической нагрузки на ткани и метаболическую потребность работающих дыхательных мышц. Цель эксперимента состояла в том, чтобы охарактеризовать различия в кардиореспираторных реакциях на плавание по сравнению с ездой на велосипеде у одних и тех же людей. В исследовании приняли участие 8 пловцов-студентов (четверо мужчин и четыре женщины, возраст =  $22 \pm 2$  года). Результаты исследований показали, что плавание и езда на велосипеде вызвали статистически схожие уровни пикового потребления кислорода ( $3,87 \pm 0,92$  против  $4,20 \pm 0,83$  л/мин<sup>-1</sup>, при  $p = 0,143$ ). Однако пиковая минутная вентиляция

( $\dot{V}E$ ) ( $118 \pm 3$  л/мин<sup>-1</sup> и  $154 \pm 25$  л/мин<sup>-1</sup>) и частота сердечных сокращений ( $164 \pm 19$  уд/мин<sup>-1</sup> против  $183 \pm 8$  уд/мин<sup>-1</sup>) были значительно ниже во время плавания по сравнению с ездой на велосипеде (оба  $p < 0,05$ ). Отмечается, что при плавании наблюдались периоды апноэ между циклами дыхания. При этом работа дыхания на вдохе была выше во время плавания по сравнению с ездой на велосипеде ( $p < 0,05$ ). Ученые интерпретируют данную особенность как результат гидростатического давления, оказываемого на грудную стенку во время погружения в воду (Shigetada et al., 2021).

## ЛИТЕРАТУРА

Andersen, J., Sinclair, P., McCabe, C., & Sanders, R. (2020). Kinematic Differences in Shoulder Roll and Hip Roll at Different Front Crawl Speeds. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34, 20–25. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003281>

Hermosilla, F., Yustres, I., Psycharakis, S., Santos del Cerro, J., González-Mohino, F., & González-Rave, J. M. (2021). Which variables may affect underwater glide performance after a swimming start? *European Journal of Sport Science*, 22(8), 1141–1148. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1944322>

Ikeda, Y., Ichikawa, H., Shimojo, H., Nara, R., Baba, Y., & Shimoyama, Y. (2021). Relationship between dolphin kick movement in humans and velocity during undulatory underwater swimming. *Journal of Sports Sciences*, 39(13), 1497–1503. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1881313>

Kudo, S., Mastuda, Y., Yanai, T., & Sakurai, Y. (2021). Forwards-backwards hand velocity induced by the upper trunk rotation in front crawl strokes and its association with the stroke frequency. *Journal of Sports Sciences*, 39(15). <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1892266>

Mezêncio, B., Pinho, J. P., Huebner, R., Vilas-Boas, J. P., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2020). Overall indexes of coordination in front crawl swimming. *Journal of Sports Sciences*, 38(8), 910–917. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1737349>

Nicol, E., Pearson, S., Saxby, D., Minahan, C., & Tor, E. (2022). The Association of Range of Motion, Dryland Strength – Power, Anthropometry, and Velocity in Elite Breaststroke Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17, 1–9. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0544>

Olstad, B., Gonjo, T., Conceição, A., Šťastný, J., & Seifert, L. (2021). Arm – leg coordination during the underwater pull-out sequence in the 50, 100 and 200 m breaststroke start. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.08.006>

Ribeiro, L., Costa, A. M., Louro, H., Sobreiro, P., Esteves, P., & Conceição, A. (2019). Estimating time-to-contact with temporal occlusion in relay swimming: a pilot study. *European Journal of Sport Science*, 20(5), 592–598. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1658809>

Sanders, R. H., Button, C., & McCabe, C. B. (2019). Variability of upper body kinematics in a highly constrained task – sprint swimming. *European Journal of Sport Science*, 20(5), 624–632. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1658808>

Seifert, L., Gonjo, A. C. T., Stastny, J., & Olstad, B. H. (2021). Arm – Leg coordination profiling during the dolphin kick and the arm pull-out in elite breaststrokers. *Journal of Sports Sciences*, 39(23), 2665–2673. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1950446>

Shimojo, H., Nara, R., Baba, Y., Ichikawa, H., Ikeda, Y., & Shimoyama, Y. (2019). Does ankle joint flexibility affect underwater kicking efficiency and three-dimensional kinematics? *Journal of Sports Sciences*, 37(20), 2339–2346. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1633157>

Simbaña-Escobar, D., Hellard, P., & Seifert, L. (2020). Influence of stroke rate on coordination and sprint performance in elite male and female swimmers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(11), 2078–2091. <https://doi.org/10.1111/sms.13786>

Wądrzyk, Ł., Staszkiwicz R., Kryst Ł., & Żegleń M. (2021). Kinematic analysis of above- and underwater swim start phases of male swimmers aged 16–18 years. *Human Movement*, 23. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.105573>

## 2.18. Эргогенные средства и методы повышения физической работоспособности пловцов

Конкуренция на самом высоком уровне на сегодняшний день наблюдается в плавании. Не десятки, а сотые доли секунды зачастую отделяют победителей и призеров дистанций от их ближайших преследователей. В этой связи даже незначительное преимущество над соперниками способно с большой долей вероятности улучшить место спортсмена в итоговом протоколе соревнований.

### ***Постактивационное потенцирование***

Анализ литературы показал, что за последние годы значительное количество исследований было направлено на изучение эффекта постактивационного потенцирования на результативность в плавании. Постактивационное потенцирование (в иностр. литературе как *post-activation potentiation* – PAP) определяется как явление, при котором рабочие характеристики мышц резко повышаются в результате их предварительного сокращения (Tillin & Bishop, 2009).

Исследование постактивационного потенцирования на скорость плавания пловцов-спринтеров проводили Haddad et al. (2021). Основная цель исследования заключалась в том, чтобы понять, влияет ли на скорость плавания выполнение упражнения плавание на привязи в объеме  $3 \times 10$  с. за 8 минут до старта. В эксперименте приняли участие 28 квалифицированных пловцов (мужчины,  $N = 16$ ; женщины,  $N = 12$ ). Результаты показали, что статистически значимого улучшения результатов в ЭГ в сравнении с КГ не обнаруживается ( $p = 0,075$ ), однако было показано, что 61 % пловцов в ЭГ смогли хоть и незначительно, но улучшить свой результат. Авторы заключили, что рекомендуются дальнейшие исследования, направленные на определение наиболее эффективных протоколов выполнения данных упражнений (Haddad et al., 2021).

Ruiz-Navarro et al. (2022) поставил своей целью выяснить, влияют ли преактивационные упражнения (прыжки на месте) на скорость выполнения подводной части способом баттерфляй. В исследовании приняли участие 92 высококвалифицированных пловца, которые были разделены на контрольную (17 мужчин и 18 женщин) и экспериментальную (27 мужчин и 30 женщин) группы. ЭГ выполняла 4 прыжка на месте с группировкой, перед тем как выполнить контрольный тест. Результаты показали, что пловцы ЭГ, хоть и показали некоторую тенденцию к увеличению скорости отталкивания, но вместе с тем не смогли статистически значимо улучшить свои показатели в скорости выполнения подводной части. По мнению авторов, четырех прыжков может быть недостаточно для резкого повышения скорости выполнения подводной части (Ruiz-Navarro et al., 2022).

Группы ученых Abbes et al. и Cuenca-Fernández et al. также изучали эффективность применения протоколов постактивационного потенцирования на физиологические, психофизиологические показатели организма спортсменов и их результативность в плавании (Abbes et al., 2020; Cuenca-Fernández et al., 2020). В экспериментах были использованы протоколы упражнений, например, плавание на привязи и имитация гребков, выпады и раскручивание эксцентрического маховика. Однако результаты обоих экспериментов, по словам авторов, не показали дополнительного прироста от применения упражнений постактивационного потенцирования ни в результативности, ни в оценке воспринимаемой нагрузки, ни в концентрации молочной кислоты после выполнения тестовых заплывов.

Эффективность различных протоколов упражнений постактивационной потенциации изучали Waddingham et al. (2021). Авторы разработали 4 протокола упражнений различной направленности (1 – традиционная разминка, 2 – приседания с резинкой, 3 – прыжки с отягощением, 4 – прыжки с высоты), после которой следовал контрольный тест 15 м со старта. В исследовании приняли участие 11 элитных пловцов. Результаты исследования показали, что протокол, включавший в себя выполнение упражнения приседание с резиной, оказал значимый эффект на проплывание тестового отрезка в сравнении с традиционной разминкой ( $p = 0,04$ ). Авторы пришли к выводу, что протоколы потенциации способны улучшить стартовые характеристики плавания на дистанции 15 м в сочетании с разминкой, специфичной для плавания (Waddingham et al., 2021).

### ***Ишемическое прекондиционирование и ограничение кровотока***

К обнаружению отсутствия значимых результатов при применении постактивационного потенцирования и ишемического прекондиционирования пришла группа ученых Sirieiro et al. (2021). Ишемическое прекондиционирование определяется как дистанционное ишемическое прекондиционирование (ДИПК) – новый метод, при котором краткий эпизод нелетальной ишемии и реперфузии в отдаленных тканях защищает критически

важные органы или ткани-мишени от последующей длительной летальной ишемии-реперфузии (Sirieiro et al., 2021). В эксперименте приняли участие 21 квалифицированный пловец (возраст  $16,3 \pm 2,6$  года). Результаты трех групп (КГ – обычная разминка, ЭГ1 – разминка + упражнения в зале, ЭГ2 – разминка + ишемическое прекондиционирование) статистически значимо не различались между собой ( $p > 0,05$ ). Авторы заключили, что мероприятия, предпринятые в ЭГ, не оказывают влияния на производительность пловцов (Sirieiro et al., 2021).

Held et al. (2023) изучали влияние ограничения кровотока (в иностр. литературе – blood flow restriction) во время плавания с низкой интенсивностью на максимальное потребление кислорода ( $VO_{2max}$ ) и лактатные пороги (лактатный порог 1 и 2). В исследовании приняли участие 18 высококвалифицированных пловцов (возраст  $22,7 \pm 3$  года). Ограничение кровотока верхних конечностей в ЭГ вызывалось при помощи специальных пневматических манжет. Тренировка с ограничением кровотока проводилась в течение 5 недель (объем плавания не менее 60 минут в неделю). Результаты итогового тестирования показали заметные улучшения в величине потребления  $VO_{2max}$  в ЭГ по сравнению с КГ, при этом скорость плавания при лактатных порогах 1 и 2 значимо не изменилась. Авторы считают, что применение данной методики следует рассматривать как многообещающее средство для улучшения соответствующих показателей у подготовленных пловцов (Held et al., 2023).

### *Гипоксическая тренировка*

Группа испанских ученых Ramos-Campo et al. (2020) посвятила свое исследование изучению влияния активной и пассивной гипоксии во время повторной разминки на результативность в плавании. Известно, что процедура разминки способствует возникновению ряда физиологических и биохимических сдвигов в организме, позволяющих в конечном итоге повысить работоспособность организма ко времени основной деятельности. Разминка приводит к увеличению кровотока за счет расширения сосудов (Neiva et al., 2014) для оптимизации метаболических реакций, тем самым повышая эффективность мышечного гликолиза

и расщепления фосфатов во время тренировки (Febbraio et al., 2017), а также вызывают более быстрое выделение кислорода из гемоглобина (Bishop, 2003). Известно также, что процедуры разминки позволяют увеличить скорость нервной проводимости и снизить сопротивление суставов и мышц (Bishop, 2003). Дизайн эксперимента выглядел следующим образом (рис. 17): спортсмены выполняли стандартную для всех участников разминку, после чего следовала 30-минутная пауза перед контрольным заплывом на 100 м. Авторами исследования была поставлена цель оценить и сравнить эффекты четырех различных стратегий повторной разминки перед заплывом (1-я стратегия – отдых в условиях нормоксии; 2-я – отдых в условиях гипоксии (при содержании  $O_2$  около 15 %), 3-я – активные 5-минутные упражнения на суше при нормоксии и 4-я – активные 5-минутные упражнения в условиях гипоксии). Условия гипоксии были созданы посредством применения гипоксической палатки. В исследовании приняли участие 15 квалифицированных пловцов (возраст  $15,1 \pm 2,1$  года).



Рис. 17. Дизайн эксперимента

Источник: (Ramos-Campo et al., 2020).

Результаты эксперимента выявили, что пловцы, которые выполняли активные 5-минутные упражнения в условиях гипоксии, показали статистически значимые улучшения в результативности на дистанции 100 м и тесте прыжок в высоту с контрдвижением (CMJ – countermovement jump) по сравнению с теми, кто отдыхал в условиях гипоксии, и теми, кто находился в условиях нормок-

сии, причем независимо от того, отдыхали они или делали активные повторные упражнения (Ramos-Campo et al., 2020).

Другая группа ученых, Robertson et al. (2020), также поставила своей целью выяснить эффект от внедрения упражнений апноэ на результативность проплывания 400 м у более возрастных пловцов (возраст 16–22 года). Авторами было разработано четыре стратегии: 1-я – прохождение теста без разминки и апноэ, 2-я – только разминка, 3-я – только апноэ и 4-я – разминка в сочетании с апноэ. Вмешательство при апноэ состояло из трех максимальных задержек дыхания сидя до отказа. Между каждым периодом задержки дыхания был 2-минутный период пассивного отдыха. В конце эксперимента было обнаружено статистически значимое различие во времени проплывания контрольного отрезка в группах «разминка + апноэ» и группы «без разминки» ( $p = 0,03$ ), а также группы «апноэ без разминки» ( $p = 0,01$ ). При сравнении условий «разминка + апноэ» и «разминка» не было выявлено существенных различий ( $p = 0,99$ ), при этом вмешательство «разминка + апноэ» считалось неясным. Изучение физиологических показателей реакции организма на предложенные стратегии разминки показало, что в группе «разминка + апноэ» объем селезенки после третьего апноэ был значительно ниже, чем в группе «апноэ» ( $p = 0,02$ ) и группе без разминки ( $p = 0,005$ ). Следует отметить, что сокращение объема селезенки свидетельствует о наступлении состояния гипоксемии (понижение содержания кислорода в крови) (Baković et al., 2005; Ostrowski et al., 2012). Это, в свою очередь, позволяет увеличить концентрацию эритроцитов в крови. Таким образом, способность организма переносить кислород улучшается из-за увеличения количества циркулирующих эритроцитов в результате сокращения селезенки, что в свою очередь может способствовать повышению работоспособности. Авторы рекомендуют при включении апноэ в тренировки соблюдать осторожность, поскольку упражнения с задержкой дыхания могут приводить к критическим ситуациям, таким как головокружение, потеря сознания (Robertson et al., 2020).

### ***Воздействие на дыхательную функцию организма***

Группа исследователей Lomax et al. (2019) изучала эффект от внедрения упражнений на развитие дыхательных мышц среди юных пловцов. В исследовании приняли участие 33 пловца, которые были разделены на две группы с высоким ( $> 41 \text{ км} \cdot \text{нед.}^{-1}$ ) и низким ( $< 31 \text{ км} \cdot \text{нед.}^{-1}$ ) тренировочным объемом плавания. После внедрения методики увеличения силы вдоха (в течение шести недель) было обнаружено статистически значимое улучшение производительности в тестовых заплывах только у тех, кто тренировался в объеме до  $31 \text{ км} \cdot \text{нед.}^{-1}$ , что указывает на то, что на эргогенность силы мышц вдоха влияет еженедельный тренировочный объем. Авторы заключили, что тренировочный объем является важным фактором среди прочего при принятии решения о том, следует ли дополнять тренировки по плаванию упражнениями на развитие дыхательных мышц [13].

Исследователи из Японии Ando et al. (2020) изучали изменения в функции диафрагмы и вспомогательных мышц вдоха после внедрения 6-недельной программы тренировок. Авторы высказали предположение о том, что соревновательная результативность пловцов может быть выше при соблюдении ряда условий: 1 – это сокращение количества совершаемых вдохов во время прохождения дистанции и 2 – увеличение силы вдоха для увеличения объема вдыхаемого воздуха. Авторы провели эксперимент с участием 19 элитных пловцов мужского пола (возраст  $19,3 \pm 0,1$  года), изучая такой параметр, как сила вдоха и электромиографические (ЭМГ) показатели грудино-ключично-сосцевидной и межреберных мышц. Тренировка мышц вдоха в ЭГ проводилась с использованием тренажера POWERbreathe Plus Respiratory Trainer, HaB International Ltd., Warwickshire, UK (рис. 18). Испытуемые выполняли максимальные вдохи при сопротивлении нагрузке в 50 % от их индивидуального значения максимальной силы вдоха. Каждый тренировочный сеанс включал в себя выполнение 30 максимальных вдохов, которые проводились дважды в день шесть дней в неделю.

Результаты тестирования в конце эксперимента выявили значительное увеличение показателей силы мышц вдоха и расчет-



**Рис. 18. Пример дыхательного тренажера POWERbreathe Plus Respiratory Trainer**

*Источник: фото взято из открытых источников.*

ного модуля сдвига диафрагмы во время максимального вдоха в ЭГ по сравнению с КГ. Среднеквадратические ЭМГ показатели грудино-ключично-сосцевидной мышцы значительно увеличились в ЭГ по сравнению с КГ, тогда как значения ЭМГ межреберных мышц в обеих группах значимо не различались. Авторы делают выводы о том, что предложенный протокол тренировки силы мышц вдоха показал свою эффективность и может быть использован в тренировке высококвалифицированных пловцов (Ando et al., 2020).

Эффект тренировки силы мышц вдоха, но уже с участием спринтеров изучала группа ученых Ohya et al. (2021). Дизайн эксперимента: две группы (всего 30 квалифицированных пловцов) в течение шести недель выполняли упражнения (с интенсивностью 50 и 75 % от максимальной силы вдоха – МСВ) на развитие силы мышц вдоха. Были обнаружены значимые увеличения силы вдоха и скорости плавания в обеих группах по сравнению с началом эксперимента. Однако значимых различий между группами

не наблюдалось. Авторы пришли к выводу о том, что выполнение упражнений на увеличение силы мышц вдоха с интенсивностью 50 % от МСВ может быть достаточной для улучшения плавательных результатов (Ohya et al., 2021).

В свою очередь ученые Gómez Albareda et al. (2023) анализировали влияние тренировки мышц вдоха на максимальную силу вдоха и производительность у элитных пловцов на длинных дистанциях. В эксперименте участвовало 8 пловцов (возраст  $19,6 \pm 2,4$  года). Длительность эксперимента составила шесть недель, в течение которых две группы выполняли упражнения, тренирующие силу мышц вдоха. Первая группа выполняла упражнения дважды в день, а вторая – только один раз. В конце эксперимента был проведен тестовый заплыв на дистанцию 3000 м и измерялась сила мышц вдоха. В конце эксперимента было показано значимое увеличение силы мышц вдоха в обеих группах (в сравнении с началом эксперимента), однако группы не различались между собой по данному тесту ( $p = 0,85$ ). Заплыв на 3 км также не выявил значимых улучшений между группами ( $p = 0,23$ ). Вместе с тем авторы рекомендуют продолжать изучение данного вопроса, поскольку имеется потенциальный эргогенический эффект от применения данных упражнений (Gómez Albareda et al., 2023).

Lomax et al. (2019) изучали влияние предварительно вызванного утомления мышц вдоха (УМВ) на результативность в плавании на средней дистанции (400 м вольным стилем). Исследование с участием 21 квалифицированного пловца показало, что выполнение упражнений, вызывающих УМВ, перед выполнением теста статистически значимо ( $p < 0,05$ ) снижало результативность. Также отмечается, что показатель закисления после прохождения теста был значимо выше после выполнения упражнений УМВ ( $p < 0,01$ ). Авторы указывают, что предварительно индуцированное УМВ вызывало респираторный алкалоз, привело к снижению буферной емкости крови и замедлению скорости плавания. Таким образом, нецелесообразно применение упражнений, приводящих к утомлению мышц вдоха, в период выступления на соревнованиях (Lomax et al., 2017).

### ***Массаж и вибрации тела***

На соревнованиях по плаванию высококвалифицированные спортсмены зачастую принимают участие в нескольких заплывах с коротким периодом отдыха между ними. Утомление, вызванное прохождением дистанции, может оказывать влияние на результат проплыwania следующей дистанции. В связи с этим в настоящий момент продолжается поиск наиболее эффективных стратегий снижения утомляемости и ускорения восстановления. К одной из таких стратегий относят и применение различных видов массажа.

Mullin et al. (2020) изучали эффективность влияния различных видов массажа на восстановление и результативность повторных заплывов на спринтерской дистанции. Целью данного исследования было оценить влияние отсутствия массажа, пенного роликового массажа и ударного массажа на результативность повторных заплывов на дистанцию 100 ярдов с интервалом восстановления в 30 минут. В исследовании приняли участие 20 пловцов-студентов обоих полов (возраст  $20,9 \pm 2,8$  года). Измеряли результат прохождения дистанции и уровень лактата крови за 2 минуты до заплыва и через 3 минуты после. Массаж с помощью ролика и ударного массажного устройства проводился в течение 16 минут (по 2 минуты на группы мышц – икры, подколенные сухожилия, квадрицепсы и плечи). Результаты показали, что статистически значимых различий во времени прохождения первого и второго спринтерского заплыва при сравнении всех обследуемых групп обнаружено не было ( $p > 0,05$ ). Также отмечается, что показатели молочной кислоты также не различались между тестируемыми группами ( $p > 0,05$ ). На основании полученных данных авторы сделали вывод о том, что разработанные протоколы восстановления с использованием роликового и ударного массажа не повлияли на восстановление пловцов во время спринтерских заплывов на 100 ярдов (Mullin et al., 2020).

Эффективность применения вибрационного тренажера в развитии силы и мощности нижних конечностей и результаты в плавании у пловцов-подростков изучала группа ученых Muñiz-Pardos et al. (2019). В качестве испытуемых выступили 37 пловцов (23 юноши и 14 девушек; возраст  $14,8 \pm 1,3$  года). Эксперимент

длился 6 месяцев, в течение которого пловцы ЭГ использовали тренажер, задающий вибрацию для всего тела (whole-body vibration – WBV) (рис. 19).



**Рис. 19. Пример выполнения упражнения на вибрационном тренажере**

*Источник:* взято из открытых источников.

Результат в конце исследования показал наличие благоприятного умеренного эффекта применения WBV в ЭГ на результаты выполнения тестов изометрическое разгибание колена, спринтерский тест 30 м и производительность на 100 м, при этом в КГ наблюдались сопоставимые эффекты. Авторы заключили, что настоящее исследование не подтверждает эффективности использования тренировок вибрации всего тела для роста показателей силы и мощности нижних конечностей или результатов в плавании (Muñiz-Pardos et al., 2019).

### ***Изучение применения фотобиомодуляции***

Teixeira et al. (2022) изучали эффективность применения процедуры фотобиомодуляции на максимальную скорость выработки лактата у пловцов. Фотобиомодуляционная терапия (далее – ФБМТ) – это метод светотерапии, основанный на принципах фотобиомодуляции. ФБМТ включает в себя использование неионизирующих форм источников света, включая лазеры, све-

тодиоды и широкополосный свет в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах (Anders et al., 2015). В рандомизированном, перекрестном, двойном слепом исследовании приняли участие 15 пловцов мужского пола ( $20,9 \pm 2,4$  года). Участники поочередно выполняли три тестовых заплыва на дистанции 100, 200 и 400 м кролем на груди. Результаты эксперимента показали, что процедура фотобиомодуляции перед испытаниями не оказала существенного влияния на скорость накопления молочной кислоты. Авторы сделали вывод, что на основе данного эксперимента не было обнаружено убедительных доказательств в пользу использования ФБМТ в качестве эргогенного ресурса с целью улучшения спортивных результатов (Teixeira et al., 2022).

В исследовании Garcez et al. (2021) была показана эффективность применения фотобиомодуляционной терапии в тренировке паравловцов. Сеансы ФБМТ перед тренировкой позволили увеличить кардиореспираторную функцию и мышечную активность пловцов. Выросла работоспособность пловцов в плавательном тесте 50 м вольным стилем ( $p < 0,05$ ). По словам авторов, сеансы ФБМТ следует оценивать для улучшения мышечной работы как у спортсменов, так и у обычных людей в начале тренировки, что позволяет лучше адаптироваться к физическим нагрузкам и улучшить спортивные результаты (Garcez et al., 2021).

### *Сауна*

Skorski et al. (2019) исследовали эффект от посещения сауны на производительность пловцов-спринтеров. В эксперименте приняли участие 20 высококвалифицированных пловцов (средний возраст  $17,3 \pm 2,1$  года), которые были разделены на две группы. Результаты показали, что посещение сауны накануне теста статистически значимо ухудшило результаты выполнения тестирования ( $4 \times 50$  м вольным стилем) в сравнении с теми, кто не посещал сауну. Вместе с тем результаты субъективного ощущения спортсменов показали, что посещение сауны положительно сказалось на общем состоянии спортсменов. Таким образом, тренерам следует учесть результаты данного исследования при назначении посещения сауны спортсменам накануне выполнения высокоинтенсивной тренировочной нагрузки (Skorski et al., 2019).

## ЛИТЕРАТУРА

Abbes, Z., Haddad, M., Mujika, I., Martin, C., & Chamari, K. (2020). Effect of Tethered Swimming as Postactivation Potentiation on Swimming Performance and Technical, Hemophysiological, and Psychophysiological Variables in Adolescent Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0669>

Anders, J. J., Lanzafame, R. J., & Arany, P. R. (2015). Low-level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy. *Photomed Laser Surg.*, 33(4), 183–184.

Ando, R., Ohya, T., Kusanagi, K., Koizumi, J., Ohnuma, H., Katayama, K., & Suzuki, Y. (2020). Effect of inspiratory resistive training on diaphragm shear modulus and accessory inspiratory muscle activation. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 45. <https://doi.org/10.1139/apnm-2019-0906>

Baković, D., Eterović, D., Saratlija-Novaković, X., Palada, I., Valic, Z., Bilopavlović, N., et al. (2005). Effect of human splenic contraction on variation in circulating blood cell counts. *Clin Exp Pharmacol Physiol.*, 32, 944–951.

Bishop, D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med.*, 33, 483–498.

Cuenca-Fernández, F., Ruiz-Teba, A., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2020). Effects of 2 Types of Activation Protocols Based on Postactivation Potentiation on 50-m Freestyle Performance. *J Strength Cond Res.*, 34(11), 3284–3292. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002698>

Febbraio, M. A., Carey, M. F., Snow, R. J., Stathis, C. G., & Hargreaves, M. (2017). Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise. *Am J Physiol Integr Comp Physiol.*, 271(5), 1251–1255.

Garcez, A., Nunez, S. C., Garcez, A. S., Garcez, E. M., & Baptista, A. (2021). Effects of photobiomodulation on sport performance in swimming para-athletes – a case series. *Research in Sports Medicine*, 30(1), 108–113. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1888101>

Gómez Albareda, E., Viscor, G., & García Alday, I. (2023). Inspiratory Muscle Training Improves Maximal Inspiratory Pressure Without Increasing Performance in Elite Swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18, 1–6. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0238>

Haddad, M., Abbes, Z., Tabben, M., Bibi, K., Martin, C., & Chamari, K. (2021). Individual Effect Of Post-Activation Performance Enhancement After A Re-Warm-Up: Statistically Not Significant But Clinically Meaningful. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(8S), 3. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000759044.63656.3b>

Held, S., Rappelt, L., Deutsch, J-P., Rein, R., Wiedenmann, T., Schiffer, A., Bieder, A., Staub, I., & Donath, L. (2023). Low-intensity swimming with blood flow restriction over 5 weeks increases  $\text{VO}_{2\text{peak}}$ : A randomized controlled trial using Bayesian informative prior distribution. *European Journal of Sport Science*, 23(8), 1622–1628. <https://doi.org/10.1080/17461391.2023.2180671>

Lomax, M., Jernej, K., Brown, P., & Faghy, M. (2017). Impact of Weekly Swimming Training Distance on The Ergogenicity of Inspiratory Muscle Training in Well Trained Youth Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002375>

Lomax, M., Webb, J. K. S., & Ušaj, A. (2019). The effect of inspiratory muscle fatigue on acid-base status and performance during race-paced middle-distance swimming. *Journal of Sports Sciences*, 37(13), 1499–1505. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574250>

Mullin, R., Spor, C., Diaz, J., Byrne, P., Virginia, J., Otto, R., Aquino, M., Petrizzo, J., & Wygand, J. (2020). The Effect Of Percussive Massage Versus Foam Rolling On Recovery Between Two 91 Meter Swims. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52, 33–34. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000670356.93171.9f>

Muñiz-Pardos, B., Gómez, B. A., Matute-Llorente, Á., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., Casajus, J., & Vicente-Rodríguez, G. (2019). Long-Term Effects of Whole-Body Vibration in Trained Adolescent Swimmers: Does It Increase Strength, Power, and Swimming Performance? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15, 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0282>

Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Med.*, 44, 319–330.

Ohya, T., Kusanagi, K., Koizumi, J., Ando, R., Katayama, K., & Suzuki, Y. (2022). Effect of Moderate- or High-Intensity Inspiratory Muscle Strength Training on Maximal Inspiratory Mouth Pressure and Swimming Performance in Highly Trained Competitive Swimmers. *Int J Sports Physiol Perform.*, 17(3), 343–349. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0119>

Ostrowski, A., Strzała, M., Stanula, A., Juskiewicz, M., Pilch, W., & Maszczyk, A. (2012). The role of training in the development of adaptive mechanisms in freedivers. *J Hum Kinet.*, 32, 197–210.

Ramos-Campo, D., Batalha, N., Olcina, G., Sousa, J. P., Parraca, J., & Tomas-Carus, P. (2020). Effects on performance of active and passive hypoxia as a re-warm-up routine before a 100-metre swimming time trial: A randomized

crossover study. *Biology of Sport*, 2, 113–119. <https://doi.org/10.5114/biol-sport.2020.93035>

Robertson, C., Lodin-Sundström, A., O'Hara, J., King, R., Wainwright, B., & Barlow, M. (2020). Effects of Pre-race Apneas on 400-m Freestyle Swimming Performance. *J Strength Cond Res.*, 34(3), 828–837. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002711>

Ruiz-Navarro, J., Cuenca-Fernández, F., Papic, C., Párraga, A., Ortiz, E., Contreras, G., & Arellano, R. (2022). Does jumping conducted before the swimming start elicit underwater enhancement? *International Journal of Sports Science & Coaching*. <https://doi.org/10.1177/17479541221078279>

Sirheiro, P., Rego, F., Terzi, J., Willardson, J., & Miranda, H. (2021). Effect of postactivation potentiation and ischemic preconditioning in swimmers performance. *Science & Sports*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.04.011>

Skorski, S., Schimpchen, J., Pfeiffer, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., & Meyer, T. (2019). Effects of Postexercise Sauna Bathing on Recovery of Swim Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15, 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0333>

Teixeira, C., Mezzaroba, P., Peserico, C., & Machado, F. (2022). Effect of photobiomodulation on maximal lactate production rate on swimmers: a randomized, crossover, double-blind and placebo-controlled study. *Motriz: Revista de Educação Física*, 28. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574202200017121>

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>

Waddingham, D. P., Millyard, A., Patterson, S. D., & Hill, J. (2021). Effect of Ballistic Potentiation Protocols on Elite Sprint Swimming: Optimizing Performance. *J Strength Cond Res.*, 35(10), 2833–2838. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003219>

Zheng, L., Han, R., Tao, L., Yu, Q., Li, J., Gao, C., & Sun, X. (2020). Effects of remote ischemic preconditioning on prognosis in patients with lung injury: A meta-analysis. *J Clin Anesth.*, 63, 109795. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2020.109795>

---

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                  |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Введение .....                                                                                                                                                   | 3        |
| <b>1. ПОИСК НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>                                                                                                                       | <b>4</b> |
| 1.1. Фактор влияния журналов .....                                                                                                                               | 4        |
| 1.2. Методика поиска научной информации .....                                                                                                                    | 6        |
| <b>2. НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА ПЕРИОД<br/>2019–2023 годы .....</b>                                                                                    | <b>8</b> |
| 2.1. Взаимосвязь морфофункциональных и антропометрических<br>показателей пловцов с физической работоспособностью и соревно-<br>вательной результативностью ..... | 9        |
| 2.2. Влияние пандемии, вызванной SARS-CoV-2, на процесс<br>спортивной подготовки пловцов и соревновательную результатив-<br>ность .....                          | 15       |
| 2.3. Влияние ряда лекарственных препаратов и биологически ак-<br>тивных добавок на физическую работоспособность пловцов .....                                    | 17       |
| 2.4. Обучение плаванию .....                                                                                                                                     | 29       |
| 2.5. Особенности адаптации организма пловцов к тренировкам<br>в водной среде .....                                                                               | 36       |
| 2.6. Отбор и специализация в плавании .....                                                                                                                      | 40       |
| 2.7. Плавание на открытой воде .....                                                                                                                             | 52       |
| 2.8. Плавание среди спортсменов-паралимпийцев .....                                                                                                              | 56       |
| 2.9. Планирование и периодизация спортивной тренировки<br>пловцов .....                                                                                          | 62       |
| 2.10. Применение интервального метода тренировки в плавании ..                                                                                                   | 70       |
| 2.11. Применение компьютерных программ и электронных уст-<br>ройств для сбора данных и их оценки .....                                                           | 76       |
| 2.12. Психолого-педагогические аспекты подготовки пловцов ...                                                                                                    | 82       |
| 2.13. Силовые тренировки в плавании .....                                                                                                                        | 89       |
| 2.14. Специализированные травмы пловцов .....                                                                                                                    | 101      |
| 2.15. Контроль тренировочной нагрузки и оценка подготовлен-<br>ности пловцов .....                                                                               | 108      |
| 2.16. Тактика прохождения соревновательных дистанций .....                                                                                                       | 123      |
| 2.17. Техническая подготовка пловцов .....                                                                                                                       | 135      |
| 2.18. Эргогенные средства и методы повышения физической<br>работоспособности пловцов .....                                                                       | 147      |

Научное издание

**Копылов Константин Васильевич  
Золотова Елена Анатольевна  
Гибадуллин Марат Рустамович**

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ОБУЧЕНИИ И СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ ПЛОВЦОВ:  
ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ УЧЕНЫХ  
(2019–2023 годы)**

*Монография*

Фото на обложке: *Павел Железняк*

Печатное издание в электронной форме подписано 05.06.2025.  
Гарнитура «Times New Roman». Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Усл.-печ. л. 9,47.

Издательство Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Поволжский государственный университет  
физической культуры, спорта и туризма»

420010, РТ, г. Казань, тер. Деревня Универсиады, зд. 35

ISBN 978-5-6053555-3-3



9 785605 355533 >

