

Резервы повышения эффективности процесса подготовки пловцов*

Тимоти Ричмонд¹, Джеки Бьюэлл¹, Шерил Пфайль¹, Майкл В. Кроудер²

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ современных публикаций, посвященных вопросам спортивной физиологии, работоспособности в плавании и питания, целью которого была разработка научно обоснованных рекомендаций для тренировки, позволяющих добиться максимальных результатов в плавании и свести к минимуму риск травм в результате перенапряжения. Представлены также рекомендации для проведения разминки и питания спортсмена в день соревнований. Подробно рассмотрены исследования, посвященные работоспособности, обмену веществ, питанию, технике гребка, сужению тренировочной нагрузки и травматизму. Такой междисциплинарный подход к подготовке в плавании, который оптимизирует каждый этап тренировочного и соревновательного процессов, является очень перспективным для повышения спортивных результатов многих пловцов.

Ключевые слова: работоспособность, техника гребка, обмен веществ, питание, травматизм.

ABSTRACT

This article analyzes the current literature dealing with the issues of sports physiology, swimming performance, and nutrition, in order to provide evidence-based recommendations for training to achieve maximum performance in swimming and to minimize the risk of overuse injuries. Recommendations for day-of-competition exercise and nutrition are also offered. The paper provides a detailed review of the studies done on the topic of performance, metabolism, nutrition, stroke technique, tapering, and injury. This multidisciplinary approach to swimming training that optimizes each stage of training and competition will likely improve the performance of many competitive swimmers.

Keywords: work capacity, stroke technique, metabolism, nutrition, traumatism.

ВВЕДЕНИЕ

Плавание – это вид спорта, в котором сегодня представлены спортсмены со всего мира. Подтверждением этого стали Олимпийские игры 2012 г., где было проведено по 16 видов соревнований в плавании среди мужчин и женщин в бассейне и по одному виду соревнований среди мужчин и женщин – на открытой воде. В одних только США действует более 2 800 клубов, 300 тыс. членов которых входят в состав Федерации плавания США, 2,5 млн пловцов являются членами летней лиги, сотни программ зарегистрированы в Юношеской христианской ассоциации (YMCA), десятки программ осуществляются под руководством Национальной ассоциации студенческого спорта (NCAA), еще больше таких программ связаны с деятельностью средних школ, с Национальной ассоциацией межвузовского спорта (NAIA) и с программой занятий плаванием Masters Swimming [49]. По сравнению с другими видами спорта, отличительной особенностью плавания является прежде всего то, что верхние и нижние конечности спортсменов одновременно находятся в водной среде, обладающей высоким сопротивлением и оказывающей значительное давление на тело, в сочетании с ритмичным дыханием, которое определяется погружением в воду [3]. Во многих программах плавания, в том числе осуществляемых клубами, студенческими и профессиональными организациями, используется тренировочный режим, предполагающий выполнение аэробных упражнений с большим объемом нагрузки.

Такую стратегию подготовки используют, в частности, высококвалифицированные пловцы, которые часто проводят по несколько тренировочных занятий в день с большим объемом нагрузки [27]. Хотя такой подход и укоренился в культуре плавания, некоторые данные ставят под вопрос эффективность тренировок с чрезмерно большими дистанциями для большинства пловцов. Вполне логично предположить, что тренировочные программы, нацеленные на использование длинных дистанций, могут

принести пользу пловцам-стайерам, однако целесообразность дистанционной тренировки при подготовке к соревнованиям на спринтерских дистанциях менее очевидна. Кроме того, нехватка времени и обусловленные тренировкой травмы могут лишить пловцов возможности использования тренировочного режима, применяемого наиболее высококвалифицированными спортсменами. Таким образом, тренировочный режим, который позволяет добиться максимальных результатов при одновременном сокращении временных затрат и снижении риска получения травм, может оказаться полезным для многих пловцов, участвующих в соревнованиях.

Кратко рассмотрим физиологию мышечной ткани, обратив особое внимание на роль мышечного метаболизма в спринтерских и стайерских дисциплинах, а также реакцию мышечной ткани на тренировочную нагрузку. Затем мы обсудим результаты последних исследований распространенности и факторов риска травм перенапряжения у пловцов, участвующих в соревнованиях. В заключении будут предложены рекомендации для разработки стратегии подготовки пловцов, оптимизации питания, планирования периодов сужения тренировки, разминочных упражнений в день соревнований. На основе имеющихся фактических данных и рекомендаций, предложенных другими авторами, мы опишем стратегию подготовки, которая может быть адаптирована с учетом потребностей отдельных пловцов и которая способна помочь добиться максимальных результатов в плавании.

ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ И МЕТАБОЛИЗМА МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН НА СПОРТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Тренировка вызывает изменения в строении и метаболизме мышечных волокон

Мышечная ткань состоит из волокон разных типов, обладающих уникальными свойствами, определяющими характер работы, которую способна выполнять мышца. Мышцы можно охарактеризовать на основании типа

* Перепечатано из: J. Swimming Research. – 2015. – Vol. 23, N 1. – P. 1–14.

составляющих их мышечных волокон, скорости или силы их сокращения, либо биохимических свойств, например, оксидативные или гликолитические волокна [39]. В общем, для упрощения волокна типа I можно рассматривать как небольшие, медленносокращающиеся (МС) волокна, которые способны выполнять аэробную (продолжительную) работу благодаря высокой активности окислительных ферментов. Хорошо тренированные волокна типа I обеспечивают пловцу-стайеру необходимую выносливость при более высокой интенсивности нагрузки вследствие изменений в обмене веществ и сердечно-сосудистой системе, происходящих под влиянием тренировки. Быстросоcontractующиеся (БС), или волокна типа II, намного крупнее и обладают большим потенциалом для выполнения анаэробной работы, однако они быстро подвергаются утомлению, поскольку используют в качестве источника энергии главным образом мышечный гликоген. Волокна типа II позволяют выполнять высокоинтенсивную спринтерскую работу на коротких дистанциях. Остальные волокна промежуточного типа (тип IIA) обладают аэробными и анаэробными свойствами и участвуют в выполнении как спринтерской работы, так и работы на выносливость, но их вклад меньше по сравнению с узкоспециализированными волокнами, описанными выше. Специальная подготовка позволяет изменить относительное количество каждого из этих типов волокон в соответствии с требованиями основного вида состязаний конкретного спортсмена [39, 53]. Например, тренировочная программа, в которой применяются кратковременные нагрузки с максимальными энергозатратами, чередующиеся с продолжительными периодами восстановления, известная как высокоинтенсивная тренировка, позволяет увеличить относительное количество волокон типа IIA и IIX и повысить уровень окислительных ферментов [23]. Исследование, проведенное с участием нетренированных лиц, показало, что после шести занятий по программе высокоинтенсивной тренировки наблюдается значительное улучшение общей физической работоспособности, а также повышение содержания в мышцах цитохрома С, являющегося маркером аэробного метаболизма [25]. Было показано, что высокоинтенсивная тренировка с несколько сниженной интенсивностью и увеличенной продолжительностью нагрузки в сочетании

с более коротким периодом восстановления также вызывает значительные изменения активности митохондриальных окислительных ферментов и повышает физическую работоспособность [31]. Эти данные позволяют предположить, что спортсменам-спринтерам могут потребоваться совершенно иные объем и интенсивность тренировочной нагрузки, чем стайерам.

Вклад анаэробного и аэробного метаболизма в выполнение работы во время физических упражнений

Анаэробная тренировка предполагает выполнение упражнений с интенсивностью выше $\dot{V}O_{2max}$ [23]. Серия исследований с участием легкоатлетов, которые выполняли забеги на различные дистанции, показала, что величина относительного вклада аэробного и анаэробного метаболизма в выполнение работы мышцами может изменяться и в значительной степени зависит от продолжительности нагрузки [15–17]. Было установлено, что энергозатраты мышц во время очень коротких спринтерских забегов обеспечивает преимущественно, хотя и не исключительно, анаэробный метаболизм, и наоборот. Вклад

анаэробного и аэробного метаболизма в энергозатраты у бегунов становится примерно равным после 75 с субмаксимальной нагрузки [20]. Это соответствует количеству времени, необходимому для преодоления примерно 600 м с околосредней скоростью бега [28], или примерно 150 м при плавании вольным стилем при средней скорости $2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, которую способны развивать пловцы мирового класса на такой дистанции [38]. Таким образом, дистанция, преодолеваемая за один и тот же период времени опытными легкоатлетами-бегунами и пловцами мирового класса, соотносится как 4 : 1. Мы считаем, что вполне обоснованно провести сравнение данных оценки метаболизма для этих двух видов спорта при условии выполнения такого преобразования расстояния. Например, данные исследований легкоатлетов в беге на 200 и 400 м позволяют оценить величину вклада анаэробных процессов в заплыве вольным стилем на дистанциях 50 и 100 м приблизительно как 72 и 59 %, соответственно, у мужчин, и 67 и 55 %, соответственно, у женщин (рис. 1).

Изучение энергозатрат пловцов во время тренировок показало, что после плавания

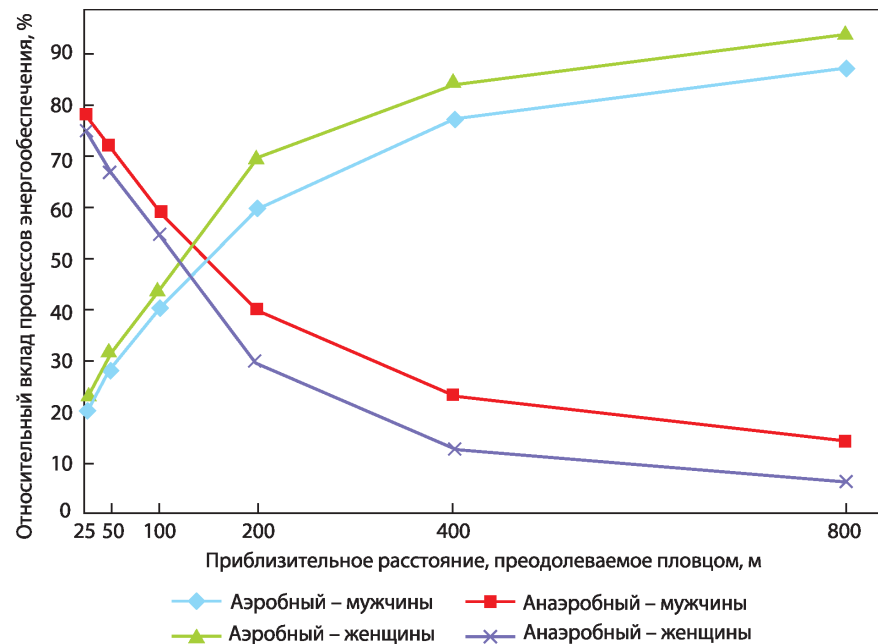


РИСУНОК 1 – Расчитанная величина вклада анаэробного и аэробного метаболизма в обеспечение энергозатрат мышц при заплыве на различные дистанции. Аэробный метаболизм преобладает во время заплывов на 200 м и более; тогда как анаэробный является первичным источником энергии на дистанции 100 м и меньше. Вклад разных систем энергообеспечения примерно равен при заплыве на дистанции около 150 м. Данные рассчитаны по результатам изучения метаболизма у легкоатлетов мужчин и женщин, представленных в работах Duffield et al. [15–17], на основании допущения, что соотношение эквивалентных дистанций в беге и плавании для высококвалифицированных спортсменов составляет 4:1. Графические данные – на основе работы Laursen [28].

на привязи с максимальным напряжением в течение 30 с, вклад аэробных процессов составил $33 \pm 8\%$; а после четырех последовательных заплывов на полупривязи с периодами отдыха 30 с, вклад анаэробных процессов был 25 ± 4 ; 47 ± 9 ; 49 ± 8 и $52 \pm 9\%$ ($p < 0,01$) [40]. Эти данные косвенно показывают взаимосвязь между продолжительностью плавания и вкладом аэробных процессов энергообеспечения, поскольку оценки энергозатрат при различной продолжительности упражнений не проводилось. Несмотря на ограниченность данных, касающихся мышечного метаболизма пловцов, мы делаем вывод, что пловцы, которые специализируются в дисциплинах разной продолжительности, могут индивидуализировать свою подготовку для достижения максимальной работоспособности.

СТРАТЕГИЯ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПЛАВАНИИ

Увеличение аэробной мощности

Аэробный метаболизм обеспечивает половину мышечных энергозатрат во время интенсивных нагрузок продолжительностью до 75 с, а также вносит значительный вклад в энергообеспечение менее продолжительных нагрузок. Это означает, что аэробная мощность является важным фактором, определяющим успех почти во всех соревнованиях [20, 28]. Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее эффективным способом увеличения аэробной мощности является чередование низкоинтенсивных и высокоинтенсивных упражнений [28, 53]. Это согласуется с данными ряда исследований, показывающих сходство в показателях выносливости спортсменов, которые тренируются с использованием высокоинтенсивной тренировки, и тех, кто использует низкоинтенсивные упражнения с большим объемом нагрузки [18, 23, 29, 30]. Поскольку обе формы упражнений синергично увеличивают аэробные возможности мышц, а аэробный метаболизм вносит свой вклад в энергообеспечение даже во время коротких нагрузок, тренировочные программы должны учитывать взаимосвязь между высокоинтенсивной тренировкой с малым объемом нагрузки и низкоинтенсивной тренировкой с большим объемом упражнений для обеспечения максимальной результативности в плавании на дистанциях от 50 до 800 м.

Увеличение анаэробной мощности

Анализ биопсического материала мышц легкоатлетов мужского и женского пола показал, что у спринтеров мышечные БС-волокна (тип IIX) занимают большую часть площади поперечного сечения мышцы по сравнению с бегунами на длинные дистанции, в то время как для МС-волокон (тип I) справедлива обратная закономерность [11]. Исследования с участием элитных спортсменов показали, что у спринтеров анаэробная мощность примерно вдвое больше, чем у бегунов на длинные дистанции, и что между показателями аэробной и анаэробной мощности существует обратная взаимосвязь [12]. Эти данные свидетельствуют о том, что анаэробные способности и сила мышц могут быть увеличены с помощью целевых анаэробных нагрузок, например, высокоинтенсивной тренировки или силовых упражнений. Кроме того, эти исследования подчеркивают важность специфичности тренировочного воздействия, т. е. тренировочная нагрузка спортсменов должна по своему характеру соответствовать соревновательной нагрузке. Тогда как влияние наследственных факторов на соотношение мышечных волокон в мышечной ткани является основой для успеха, тренировочное воздействие позволяет существенно изменить метаболизм и повысить результативность.

Оптимизация техники

Несколько исследований были посвящены изучению возможности использования альтернативных упражнений и стратегий для улучшения результативности и техники пловцов [14, 44]. Существует множество специальных упражнений и приемов, предназначенных для совершенствования техники гребка, улучшения чувства своего тела и гидродинамики у спортсмена, а также развития силы и выносливости. Примеры таких специальных упражнений включают упражнения на суше и силовую тренировку в воде; использование лопаток, досок, бுவ и приспособлений, увеличивающих сопротивление при перемещении в воде; специальную тренировку для ног. Было показано, что из всех этих упражнений результативность пловца увеличивают лишь силовые упражнения (упражнения со свободными весами и приспособлениями, увеличивающими сопротивление в воде) [3]. Тем не менее пловцы и тренеры могут

найти применение многим альтернативным упражнениям, предназначенным для улучшения техники гребка в целом, которые, как отмечается ниже, могут также быть полезными для здоровья пловца в долгосрочной перспективе.

Эффективная техника гребка имеет важное значение для всех видов состязаний наряду с техникой старта, выполнения поворотов и финиша. Исследования эффективности гребка, гидродинамики и других аспектов техники плавания показали, что сопротивление воды в фазе скольжения во время старта и поворотов является минимальным при скольжении в положении лежа [3, 32, 55]. Однако проведенные исследования пока не позволяют дать лучших рекомендаций для выполнения старта в плавании [50, 59], и на практике, чтобы определить наиболее эффективный способ старта, пловцам следует индивидуально заниматься с тренером. Что касается поворотов, некоторые исследования детально охарактеризовали факторы, от которых зависит эффективное выполнение поворота с переворотом (сальто). Одно из них показало, что угол сгибания коленного сустава в диапазоне от 100 до 120 град. обеспечивает максимальную силу толчка с минимальными потерями времени или энергии. Другое исследование установило, что увеличение расстояния между головой и стенкой бассейна, снижение горизонтальной скорости во время приложения максимального усилия и уменьшение длины траектории движения тела в пространстве при выполнении поворота ведут к уменьшению времени поворота [2, 41]. Работ, которые бы исследовали значение завершающего гребка на результат на дистанции, просто не существует. Тем не менее вполне обоснованно можно рекомендовать пловцам во время тренировок имитировать финиш заплыва с целью сохранения скорости во время завершающего гребка.

Имеющиеся к настоящему моменту данные исследований свидетельствуют, что оптимизация фаз старта и поворота способна помочь улучшить результативность пловца на соревнованиях. Совершенствование методики преодоления последнего отрезка дистанции перед финишем и завершающего гребка также может улучшить результативность спортсмена, поскольку позволяет пловцу почувствовать себя более подготовленным во время соревнований.

Уменьшение риска травм в результате перенапряжения

Травмы, связанные с тренировками, могут иметь пагубные последствия для работоспособности любого спортсмена. Перетренированность или перенапряжение стали важным фактором, требующим учета в культуре спортивного плавания, где стратегия тренировки может предполагать по несколько занятий в день и очень большие объемы плавания [33]. У высококвалифицированных пловцов часто встречаются травмы плечевого сустава, и было показано, что риск таких травм хорошо коррелирует со временем пребывания в воде и объемом тренировок в бассейне (расстоянием, проплываемым за неделю). В частности, одно из исследований показало, что спортсмены, проплывающие более 35 км (21,8 миль) или проводящие в бассейне более 15 ч в неделю, подвергаются значительно более высокому риску тендинопатии надостной мышцы плеча [46]. Анализ эпидемиологии травм у пловцов обнаружил, что травма плеча встречается у 40–91 % пловцов Национальной ассоциации студенческого спорта (NCAA), а боли в коленном суставе или в позвоночнике отмечены у 34–86 % и 22,2–50 % спортсменов соответственно [58].

Существующие рекомендации в отношении терапии травм перенапряжения у пловцов включают снижение тренировочной нагрузки, изменение или совершенствование техники гребка в сочетании с обще-развивающими упражнениями, а иногда физиотерапией [46, 58]. Можно ожидать, что тренировочный режим, который предполагает использование высокоинтенсивной тренировки в малых объемах в сочетании с большими объемами упражнений малой интенсивности, сократит общий объем плавания спортсмена за неделю (при условии отсутствия увеличения общей продолжительности тренировок в бассейне) благодаря введению необходимых пауз между упражнениями для отдыха. Следовательно, такой режим способен снизить риск травм, обусловленных чрезмерной нагрузкой во время тренировки, хотя уменьшение тренировочной нагрузки может рассматриваться тренером как ущерб для общего качества подготовки. Однако, как было отмечено выше, выполнение упражнений различной интенсивности и продолжительности должно максимально увеличивать окислительный потенциал мышц и способствовать росту результативности в дисциплинах,

предполагающих интенсивную нагрузку. Использование такого построения тренировочного процесса, действительно, может увеличить работоспособность спортсмена и ослабить риск травм перенапряжения, обусловленный спецификой тренировочного режима элитных пловцов. Поскольку было показано, что общее время, затраченное на занятия плаванием, является фактором риска для травм перенапряжения у высококвалифицированных пловцов, отказ от чрезмерной продолжительности тренировок в бассейне может дополнительно уменьшить риск травм [46]. Кроме того, увеличение времени, затрачиваемого на улучшение техники гребка во время тренировочных занятий, может предотвратить и даже снизить риск травм перенапряжения по ряду причин. Во-первых, увеличение времени, отведенного на совершенствование техники, вероятнее всего приведет к сокращению общего проплываемого расстояния, поскольку тренировка, направленная на совершенствование гребка, требует более продолжительного перерыва между упражнениями, который необходим, чтобы пловец мог получить указания от наблюдающего за ним тренера. Во-вторых, как отмечалось выше, улучшение техники плавания рекомендуется в качестве первичного средства терапии травм перенапряжения, и включение в программу таких упражнений может быть полезно пловцам, которые уже перенесли травму.

Некоторые данные указывают, что причины травмы перенапряжения во время тренировки могут выходить за рамки ортопедии и включать ослабленную иммунную функцию [57]. Исследования спортсменов в состоянии перетренировки обнаружили у них снижение эффективности и продолжительности сна, снижение уровня маркеров иммунной функции и увеличение заболеваемости инфекциями верхних дыхательных путей [22, 52]. Рекомендации по профилактике заболеваний у спортсменов предполагают отказ от чрезмерной тренировочной нагрузки, увеличение разнообразия тренировок с целью устранения однообразия и стресса, использование достаточных по продолжительности периодов восстановления, а также тщательный контроль за ухудшением индивидуальных показателей спортсмена или стрессом [56]. Конкретные рекомендации включают увеличение нагрузки с шагом 5–10 % в неделю, использование сочетания высокоинтенсивной и низкоин-

тенсивной тренировки, а также активного восстановления после особенно интенсивных тренировок [56].

Оптимизация питания во время тренировок

Оптимальная спортивная работоспособность в значительной мере зависит от адекватного и сбалансированного питания [5, 19, 47], а обеспечение организма углеводами, жирами и белками в правильном соотношении с целью достижения желаемого тренировочного воздействия является предметом официальных заключений ряда организаций [1, 43]. Тем не менее несколько исследований показали, что пловцы часто не придерживаются рекомендаций по питанию. Было установлено, что в США пловцы подросткового возраста потребляют в недостаточном количестве кальция, витамин D, фрукты, овощи, зерновые и молочные продукты наряду с чрезмерным потреблением насыщенных жиров и общего жира; подобная картина наблюдается и для детей подросткового возраста страны в целом [10].

Восьмимесячное исследование девяти пловцов национальной и олимпийской сборных Греции показало, что потребление калорий у них остается постоянным и не зависит от тренировочной нагрузки, они потребляют большое количество жира и малое количество углеводов. Потребление железа и витамина E с добавками у них чрезмерно велико, а йода и магния – недостаточно [27].

Рекомендации в отношении потребления большинства макронутриентов для спортсменов основаны на их массе тела, а не на процентном соотношении в общем вкладе в энергообеспечение. В частности, для поддержания и восстановления запасов гликогена большинству спортсменов необходимо 6–10 г • кг⁻¹ массы тела углеводов; необходимое количество белка составляет от 1,2 до 1,7 г • кг⁻¹ в день – эту потребность можно обычно восполнить без использования пищевых добавок; потребность в жирах не зависит от массы тела и в идеале составляет 20–35 % общего потребления энергии [43, 48]. Частота приемов пищи и ее состав важны для оптимальной работоспособности и восстановления после нагрузки. В дни проведения тренировки рекомендуется минимум пять приемов пищи и перекусов, энергетическая ценность которых не должна превышать энергозатрат [8, 9]. Кроме того, известно о большом значении полноценного завтрака для работоспособности и когнитив-

ной деятельности. Поэтому пловцы должны стараться завтракать каждый день [48, 54]. Было также показано, что потребление углеводов перед напряженной тренировкой снижает уровень гормона стресса, который вырабатывается при истощении запасов углеводов, и способствует поддержанию функции иммунной системы [21].

Рекомендации по потреблению питательных микроэлементов для спортсменов отсутствуют. Поэтому пловцам предлагается руководствоваться общими указаниями в отношении норм их потребления [27]. Роль диетических добавок для удовлетворения потребностей организма в питательных микроэлементах является несколько спорной. В настоящий момент данные исследований не подтверждают необходимости применения глутамина, витаминов С и Е, аминокислот с разветвленной цепью и растительных добавок в соответствии с общепринятыми указаниями, поскольку они либо не оказывают положительного влияния на работоспособность, либо организм может получить их в составе сбалансированного питания. В общем, спортсмены должны совместно со своим спортивным диетологом разработать индивидуальный план питания, который соответствует их диетическим потребностям во время тренировочного процесса и предусматривает правильный режим питания. При разработке такого плана следует придерживаться существующих диетических рекомендаций для спортсменов, учитывать этап подготовки, а также личные предпочтения спортсмена. Нельзя недооценивать значения правильного питания для обеспечения результативности элитных спортсменов.

Эффективное сужение тренировочной нагрузки

Сужение тренировочной нагрузки представляет собой уменьшение ее объема и интенсивности в подводящий период перед выступлением на крупных спортивных соревнованиях, цель которого заключается в максимальном увеличении спортивной работоспособности благодаря уменьшению физиологического и психологического стресса тренировочного процесса [36]. В общем, сужение тренировочного процесса предполагает использование физиологических адаптаций, развивающихся во время тренировки, но с меньшим утомлением [42].

Исследование на крысах, которых подвергали тренировке, построенной по принци-

пу линейной периодизации, показало, что при сужении тренировочной нагрузки происходит снижение уровня маркеров стресса (кортикостерона и креатинкиназы) и увеличение запасов гликогена в печени и мышцах [13].

У футболистов после пятидневной интенсивной тренировочной программы в выездном лагере наблюдается снижение показателей иммунной функции, которые частично восстанавливаются после двух недель сужения тренировочной нагрузки [52]. Существует несколько типов сужения тренировочного процесса, в том числе ступенчатое, линейное и экспоненциальное – эти названия отражают характер снижения тренировочной нагрузки [42]. Кроме того, продолжительность и интенсивность упражнений в подводящий период может изменяться. Был проведен мета-анализ, направленный на определение характеристик подводящей программы, которые оказывают наибольшее влияние на спортивную работоспособность в нескольких видах спорта [7]. Результаты этого исследования показали, что применение режима сужения тренировочного процесса, предполагающего уменьшение объема тренировочной нагрузки на 41–60 % без снижения интенсивности тренировок и без уменьшения кратности занятий, и значительное сокращение объема нагрузки при общей продолжительности подводящего периода 15–21 дней приводят к статистически достоверному общему улучшению спортивных результатов [7].

Не так давно в одной из работ была описана двухфазная схема построения подводящего периода, когда за постепенным уменьшением тренировочной нагрузки следовало краткое трехдневное постепенное ее повышение [51]. Авторы этого исследования предположили, что такое увеличение нагрузки способно стимулировать у спортсменов максимальный рост работоспособности, не вызывая при этом усталости.

Для оптимизации двухфазных программ сужения тренировочного процесса требуются дальнейшие исследования, поэтому на данный момент их нельзя рекомендовать для большинства пловцов. Независимо от сроков, оптимальная спортивная работоспособность сильно зависит от характера тренировочной нагрузки до и во время подводящего периода. Важно отметить, что несмотря на снижение объема тренировочной нагрузки, высокоинтенсивная тренировка, очевидно, играет ключевую роль в поддержании и стимуляции физиологических адаптаций в подводящий

период [34]. Следует отметить, что пловцы могут по-разному реагировать на сокращение тренировочной нагрузки в подводящий период в зависимости от своих индивидуальных особенностей, специфики соревновательной дистанции и характера тренировки. Каждую из обсуждавшихся выше характеристик сужения тренировочного процесса можно и необходимо видоизменять с учетом индивидуальных особенностей с целью обеспечения достижения максимальных результатов для каждого спортсмена.

С учетом всего вышеизложенного, общие рекомендации для эффективного сужения тренировочного процесса должны включать: 1) постепенное уменьшение тренировочной нагрузки до 41–60 % максимальной; 2) отсутствие изменений в кратности тренировочных занятий; 3) продолжительность примерно 2–3 нед.; 4) высокоинтенсивную тренировку. Эта информация должна послужить отправным пунктом для тренеров при планировании сужения тренировочного процесса. Наряду с этим она требует доработки с учетом потребностей каждого конкретного пловца.

Подготовка в день соревнований

Для обеспечения оптимальной работоспособности во время соревнований по плаванию требуется не только надлежащая предварительная подготовка, но также и стратегия действий в день соревнований, сосредоточенная на эффективных программе разминки и плане питания. Проведенный недавно анализ программ разминки в спортивном плавании показал, что разминка в воде должна составлять около 1000–1500 м в целом при средней интенсивности нагрузки и включать упражнения на технику гребка и короткие заплывы, которые приближаются или достигают соревновательного темпа [37]. Кроме того, период восстановления между разминкой и соревновательным заплывом должен составлять 8–20 мин. Во время соревнований, на которых бассейн нельзя использовать для разминки, может оказаться полезной программа разминки на суше, состоящая из гимнастических упражнений и упражнений для всего тела [37]. Важно отметить, что данные об эффективности разминки в плавании противоречивы и эффект разминки может отличаться в зависимости от особенностей предстоящего состязания [37]. Вместе с тем поразительно, что наибольшей эффективностью, по-видимому,

обладает разминка с объемом плавания, меньшим по сравнению с традиционными программами разминки, свидетельствуя о том, что чрезмерная тренировочная нагрузка во время разминки может снизить работоспособность. Этот факт согласуется с результатами исследования гребцов, у которых после 30-минутной разминки наблюдалось большее увеличение мощности, чем после традиционной 60-минутной разминки [35]. Выполнение коротких заплывов с соревновательной скоростью также представляется важным, однако такое упражнение грозит риском возникновения ранней усталости, поэтому его следует использовать с осторожностью, исходя из опыта конкретного пловца. Поскольку однозначных рекомендаций для проведения разминки в плавании нет, то логично, что пловцам совместно с тренерами необходимо работать над определением программы разминки, которая обеспечит достижение лучших результатов в соревнованиях, и разработкой стратегий проведения разминки между отдельными видами состязаний во время многодневных продолжительных соревнований.

Поскольку для некоторых пловцов практически невозможно организовать питание в день соревнований [27, 48], вероятно проще запомнить, что для высокоинтенсивной физической работы в качестве основного источника энергии требуются углеводы [1, 43]. Некоторые спортсмены и тренеры имеют недостаточно обоснованную убежденность в том, что употребление углеводов перед состязаниями приводит к ответной гипогликемии; как известно, избыток адреналина помогает поддерживать уровень глюкозы в крови перед состязаниями у большинства спортсменов [26]. В соответствии с существующими рекомендациями, питание спортсмена, занимающегося высокоинтенсивной двигательной активностью, за несколько дней и часов до соревнований должно содержать достаточное количество углеводов [1, 43]. В день, когда спортсмену предстоит несколько заплывов или состязаний, запасы гликогена в мышцах

и печени должны быть наибольшими в соответствии с количеством энергозатрат, необходимых для участия в состязании, особенно с учетом того, что длинные дистанции требуют больше энергии [47]. Что касается восстановления мышц после соревнований, адекватное потребление углеводов с небольшим количеством легкоусвояемого белка сразу после интенсивной физической нагрузки ускорит возобновление запасов гликогена и формирование должного анаболического гормонального фона, обеспечивающего рост мышечной ткани [4, 6, 24]. Если у спортсмена нет 24 ч для восстановления после заплыва, легкий перекус сразу же после состязаний поможет ему подготовить мышцы для следующего заплыва. Должная гидратация также является ключевым элементом обеспечения оптимальной работоспособности, в частности, большое значение имеет достижение нормального водно-электролитного баланса перед соревнованиями [45].

План организации питания и восполнения потерь жидкости следует индивидуализировать для обеспечения работоспособности и комфорта конкретного пловца. Эти задачи должны быть приоритетными в течение дня соревнований, поскольку рациональное питание способно повысить работоспособность спортсмена и уменьшить стрессовое воздействие двигательной активности на мышцы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анаэробный и аэробный метаболизм вносят свой вклад в энергоснабжение работающей мышцы: во время непродолжительной высокоинтенсивной нагрузки преобладает вклад анаэробного метаболизма и наоборот. Однако ситуаций с исключительным преобладанием какой-либо одной из систем энергообеспечения не бывает. Поэтому в интересах большинства пловцов – достичь максимальных аэробных возможностей, используя сочетание высокоинтенсивных упражнений и тренировки на выносливость. Первостепенное

значение имеет профилактика травм в результате перетренированности. Существующая в плавании традиция проводить несколько тренировочных занятий в день приводит к тому, что опорно-двигательный аппарат и метаболические системы организма подвергаются значительному стрессу. Тренеры и инструкторы должны представлять себе общий объем тренировочной нагрузки и выработать стратегию, в соответствии с которой объем нагрузки для каждого спортсмена будет таким, чтобы она обеспечивала достижение целевой максимальной работоспособности без перенапряжения. Кроме того, с целью снижения риска травм, связанных с плаванием, и увеличения общей эффективности и результативности в плавании, необходимо выделить время для поддержания и совершенствования техники гребка у пловцов всех уровней.

Правильное питание имеет важнейшее значение для достижения максимальной работоспособности пловца, и тренеры совместно со спортивными диетологами должны стимулировать пловцов придерживаться диеты, содержащей достаточное количество питательных веществ для обеспечения их тренировочного процесса. И наконец, стратегия действий в день соревнований может стать ключевым аспектом для достижения максимальной работоспособности пловца, поэтому тренеры должны совместно с пловцами заниматься разработкой индивидуального плана, лучше всего соответствующего их потребностям.

Это обобщение рекомендаций спортивной науки и диетологии призвано помочь тренерам и пловцам разработать и воплотить в жизнь эффективную стратегию тренировочного процесса, которая позволит добиться максимальной результативности в плавании. Новые научные исследования в области плавания позволят усовершенствовать эти рекомендации. Данный обзор показывает потребность в научно обоснованных рекомендациях для разработки и осуществления эффективных программ подготовки пловцов.

Литература

- IOC consensus statement on sports nutrition 2010. *J Sports Sci.* 2011;29 Suppl 1:53-4.
- Araujo L, Pereira S, Gatti R et al. Analysis of the lateral push-off in the freestyle flip turn. *J Sports Sci.* 2010;28(11):1175-81.
- Aspenes ST, Karlsen T. Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Med.* 2012;42(6):527-43.
- Berardi JM, Price TB, Noreen EE, Lemon PW. Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(6):1106-13.
- Berning JR, Troup JP, VanHandel PJ, Daniels J, Daniels N. The nutritional habits of young adolescent swimmers. *Int J Sport Nutr.* 1991;1(3):240-8.
- Bolster DR, Picosky MA, Gaine PC et al. Dietary protein intake impacts human skeletal muscle protein fractional synthetic rates after endurance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005;289(4):E678-83.
- Bosquet L, Montpetit J, Arvisais D, Mujika I. Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1358-65.
- Burke LM, Cox GR, Culmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Sports Med.* 2001;31(4):267-99.

9. Burke LM, Kiens B, Ivy JL. Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.* 2004;22(1):15-30.
10. Collins AC, Ward KD, Mirza B, Slawson DL, McClanahan BS, Vukadinovich C. Comparison of nutritional intake in US adolescent swimmers and non-athletes. In: *Health2012*, pp. 873-80.
11. Costill DL, Daniels J, Evans W, Fink W, Krahenbuhl G, Saltin B. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol.* 1976;40(2):149-54.
12. Crielaard JM, Pirnay F. Anaerobic and aerobic power of top athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1981;47(3):295-300.
13. de Araujo GG, Papoti M, Dos Reis IG, de Mello MA, Gobatto CA. Physiological responses during linear periodized training in rats. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(3):839-52.
14. Dragunas AJ, Dickey JP, Nolte VW. The effect of drag suit training on 50-m freestyle performance. *J Strength Cond Res.* 2012;26(4):989-94.
15. Duffield R, Dawson B, Goodman C. Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *J Sci Med Sport.* 2004;7(3):302-13.
16. Duffield R, Dawson B, Goodman C. Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *J Sports Sci.* 2005;23(3):299-307.
17. Duffield R, Dawson B, Goodman C. Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. *J Sports Sci.* 2005;23(10):993-1002.
18. Esfarjani F, Laursen PB. Manipulating high-intensity interval training: effects on $\dot{V}O_{2\max}$, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport.* 2007;10(1):27-35.
19. Farajian P, Kavouras SA, Yannakoulia M, Sidossis LS. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14(5):574-85.
20. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001;31(10):725-41.
21. Gleeson M, Lancaster GI, Bishop NC. Nutritional strategies to minimise exercise-induced immunosuppression in athletes. *Can J Appl Physiol.* 2001;26 Suppl:523-35.
22. Hausswirth C, Louis J, Aubry A, Bonnet G, Duffield R, Le Meur Y. Evidence of Disturbed Sleep and Increased Illness in Overreached Endurance Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2013.
23. Iain FM, Bangsbo J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20 Suppl 2:11-23.
24. Ivy JL, Goforth HW, Damon BM, McCauley TR, Parsons EC, Price TB. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate- protein supplement. *J Appl Physiol* (1985). 2002;93(4):1337-44.
25. Jacobs RA, Fluck D, Bonne TC et al. Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *J Appl Physiol* (1985). 2013;115(6):785-93.
26. Jeukendrup AE, Killer SC. The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. *Ann Nutr Metab.* 2010;57 Suppl 2:18-25.
27. Kabasakalis A, Kalitsis K, Tsalis G, Mougiou V. Imbalanced nutrition of top-level swimmers. *Int J Sports Med.* 2007;28(9):780-6.
28. Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20 Suppl 2:1-10.
29. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(11):1801-7.
30. Laursen PB, Shing CM, Peake JM, Coombes JS, Jenkins DG. Influence of high-intensity interval training on adaptations in well-trained cyclists. *J Strength Cond Res.* 2005;19(3):527-33.
31. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol.* 2010;588(Pt 6):1011-22.
32. Marinho DA, Barbosa TM, Rouboa AI, Silva AJ. The Hydrodynamic Study of the Swimming Gliding: a Two-Dimensional Computational Fluid Dynamics (CFD) Analysis. *J Hum Kinet.* 2011;29:49-57.
33. Meeusen R, Duclos M, Foster C et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(1):186-205.
34. Mujika I. Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20 Suppl 2:24-31.
35. Mujika I, de Txabarri RG, Maldonado-Martin S, Pyne DB. Warm-up intensity and duration's effect on traditional rowing time-trial performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012;7(2):186-8.
36. Mujika I, Padilla S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(7):1182-7.
37. Neiva HP, Marques MC, Barbosa TM, Izquierdo M, Marinho DA. Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. *Sports Med.* 2013.
38. Nevill AM, Whyte GP, Holder RL, Peyrebrune M. Are there limits to swimming world records? *Int J Sports Med.* 2007;28(12):1012-7.
39. Pette D, Staron RS. Transitions of muscle fiber phenotypic profiles. *Histochem Cell Biol.* 2001;115(5):359-72.
40. Peyrebrune MC, Toubekis AG, Lakomy HK, Nevill ME. Estimating the energy contribution during single and repeated sprint swimming. *Scand J Med Sci Sports.* 2012.
41. Puel F, Morlier J, Avalos M, Mesnard M, Cid M, Hellard P. 3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers. *J Biomech.* 2012;45(3):510-5.
42. Pyne DB, Mujika I, Reilly T. Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *J Sports Sci.* 2009;27(3):195-202.
43. Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S, Association AD, Canada Do, Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):709-31.
44. Sadowski J, Mastalerz A, Gromisz W, NiYnikowski T. Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *J Hum Kinet.* 2012;32:77-86.
45. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-90.
46. Sein ML, Walton J, Linklater J et al. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44(2):105-13.
47. Shaw G, Boyd KT, Burke LM, Koivisto A. Nutrition for swimming. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2014;24(4):360-72.
48. Shriver LH, Betts NM, Wollenberg G. Dietary intakes and eating habits of college athletes: are female college athletes following the current sports nutrition standards? *J Am Coll Health.* 2013;61(1):10-6.
49. Swimming U [Internet]. Available from: http://www.usaswimming.org/_Rainbow/Documents/2153a918-55db-4d76-a57e-3a7d40803645/USAS%20General%20Membership%20info.pdf.
50. Thanopoulos V, Rози G, Okicic T et al. Differences in the efficiency between the grab and track starts for both genders in greek young swimmers. *J Hum Kin.* 2012;32:43-51.
51. Thomas L, Mujika I, Busso T. Computer simulations assessing the potential performance benefit of a final increase in training during pre-event taper. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1729-36.
52. Ueno Y, Umeda T, Takahashi I et al. Changes in immune functions during a peaking period in male university soccer players. *Luminescence.* 2013;28(4):574-81.
53. van Wessel T, de Haan A, van der Laarse WJ, Jaspers RT. The muscle fiber type-fiber size paradox: hypertrophy or oxidative metabolism? *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(4):665-94.
54. Veasey RC, Gonzalez JT, Kennedy DO, Haskell CF, Stevenson EJ. Breakfast consumption and exercise interact to affect cognitive performance and mood later in the day. A randomized controlled trial. *Appetite.* 2013;68:38-44.
55. Vilas-Boas JP, Costa L, Fernandes RJ et al. Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *J Appl Biomech.* 2010;26(3):324-31.
56. Walsh NP, Gleeson M, Pyne DB et al. Position statement. Part two: Maintaining immune health. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:64-103.
57. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:6-63.
58. Wanivenhaus F, Fox AJ, Chaudhury S, Rodeo SA. Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health.* 2012;4(3):246-51.
59. Welcher RL, Hinrichs RN, George TR. Front- or rear-weighted track start or grab start: which is the best for female swimmers? *Sports Biomech.* 2008;7(1):10.

¹Университет штата Огайо, Колумбус, США

²Университет Майами, Оксфорд, США