

Зайцев В.С.
старший тренер
ГБУ ДО «ФСО «Юность Москвы»
Россия, г. Москва

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЛАВАНИЯ ПОСЛЕ 3 ПРОТОКОЛОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ У ПЛОВЧИХ

***Аннотация:** Данное исследование на участницах Чемпионата России проводилось для сравнения уровня лактата и результатов плавания после максимального заплыва с использованием 3 различных протоколов восстановления: плавание, гребля и пассивный отдых. Значительно низкие средние уровни лактата и меньшие средние различия во времени были для восстановления плаванием по сравнению с пассивным отдыхом. Не было существенной разницы в средних уровнях лактата и средних различиях во времени между восстановлением плаванием и греблей. По-видимому, активное восстановление, включающее упражнения, более эффективно для поддержания производительности в плавании, чем пассивный отдых.*

***Ключевые слова:** восстановление после упражнений, анаэробные упражнения, уровень лактата, поддержание производительности*

***Annotation:** This study on participants of the Russian Championship to compare lactate levels and swimming results following a maximum swim using 3 different recovery protocols: swimming, rowing and passive rest.*

Significantly lower mean lactate levels and smaller mean time differences were reported for swim recovery as compared to passive rest. There was no significant difference in mean lactate levels and mean time differences in time between swimming and rowing recovery. Apparently, recovery involving exercise is more effective for maintaining productivity than passive rest.

Key words: post-exercise recovery, anaerobic exercise, lactate levels, maintaining productivity.

В течение одного соревновательного дня спортсмены часто проплывают разные дистанции, разделенные короткими перерывами. Повторные заплывы приводят к повышению уровня лактата в крови и к другим метаболическим и физиологическим изменениям, которые могут привести к ухудшению результатов в последующих выступлениях [5, 6]. Восстановление же метаболического равновесия или гомеостаза может благоприятно повлиять на результаты.

Восстановление после накопления лактата связано со временем. Исследователи велоспорта и бега продемонстрировали, что активное восстановление ускоряет скорость удаления лактата после максимальной нагрузки [1, 2, 3, 4, 7]: аэробные упражнения во время восстановления после высокоинтенсивных циклов езды на велосипеде и бега влияют на скорость удаления лактата.

Поскольку влиянию различных типов восстановления на последующую скорость плавания уделялось недостаточно внимания, необходимы исследования для определения подходящего протокола восстановления для плавания. В этом исследовании протоколы восстановления путем плавания и гребли сравнивались с пассивным отдыхом. Гребля была выбрана в качестве альтернативного протокола восстановления, поскольку задействует большую мышечную массу и может выполняться у бассейна с использованием гребного эргометра, что может быть важной альтернативной деятельностью, если нет второго бассейна для разминки.

Рабочие гипотезы были следующими: ожидалось, что оба протокола активного восстановления (плавание и гребля) приведут к меньшему снижению скорости в последующем заплыве по сравнению с пассивным восстановлением. Не ожидалось никакой разницы между восстановлением

плаванием и греблей и что концентрация лактата будет ниже при восстановлении плаванием и греблей, чем после пассивного отдыха.

Методология

Для определения различий между протоколами восстановления и влияния каждого на уровень лактата и последующую скорость плавания использовался метод повторных измерений. Испытуемые были протестированы по 3 протоколам восстановления: плавание, гребля и пассивный отдых. Средние уровни лактата в крови сравнивались по 3 протоколам в состоянии покоя и через 2, 7 и 12 минут каждого периода восстановления. Различия во времени между 2 заплывами на время на 200 м, разделенными периодом восстановления, сравнивались по 3 протоколам.

Испытуемые

Испытуемые — 10 участниц Чемпионата России по плаванию с лучшим временем на 200 м вольным стилем от 1:57,48 до 2:11,48. Перед тестированием испытуемым были предоставлены инструкции по процедуре. Испытуемые записывали рацион питания в виде списка до и во время дней тестирования. Каждой испытуемой было поручено попытаться повторить рацион питания за день до и в день каждого сеанса тестирования.

Аппаратура

Все процедуры тестирования проводились в коротком 25-метровом бассейне для соревнований. Эргометр использовался для протокола восстановления после гребли. Автоматический ланцет — для взятия крови путем капиллярной пункции. Мини-грелка для рук — для нагревания пальца перед взятием крови. После тестового плавания требовалось 15–20 секунд, чтобы получить образец крови.

Инструменты измерения

Измеряемой метаболической переменной был лактат крови. Концентрация лактата измерялась с помощью анализатора лактата, который был откалиброван в соответствии со спецификациями производителя перед

тестированием каждой испытуемой. Частота сердечных сокращений контролировалась с помощью портативного пульсометра. Время для каждого пробного заплыва измерялось секундомерами.

Процедура тестирования

Тестирование проводилось в 3 отдельных дня, с одним днем между сеансами тестирования. Каждая испытуемая проплывала 2 заплыва на 200 м вольным стилем с интервалом в 14 минуты. На результаты соревнований такой продолжительности может отрицательно повлиять мышечная усталость, связанная с повышенным уровнем лактата в крови. 14-минутный протокол восстановления был выбран для максимизации возможных эффектов метаболических нарушений на последующее заплывы. Максимальные значения лактата обычно достигаются в течение первых 5 минут после максимальных усилий [3, 7].

Измерения лактата в крови в состоянии покоя проводились до разминки после того, как каждая испытуемая спокойно сидела в течение 5 минут. Пловчихи выполняли типичную разминку для соревнований на 200 м. Разминка была идентичной для каждой испытуемой и для каждого сеанса тестирования. После разминки следовал 10-минутный период отдыха. Испытуемая выполняла первый заплыв на время на 200 м после 10-минутного периода отдыха.

Скорость плавания для восстановления составляла 65% от максимума для каждой испытуемой на 200 м вольным стилем. Было установлено, что эта скорость является оптимальной для выведения лактата [3, 7]. Для проверки скоростей восстановления использовались секундомеры.

Интенсивность на гребном эргометре составляла 60% от прогнозируемой по возрасту максимальной частоты сердечных сокращений испытуемой, которая рассчитывалась путем вычитания возраста испытуемой из 220. Частота сердечных сокращений контролировалась в течение 10-минутного периода восстановления.

Для протокола пассивного восстановления каждая испытуемая сидела в кресле у бассейна.

Сеанс восстановления был разбит на 3 части. Первые 2 минуты позволяли каждой из испытуемых занять соответствующее положение для восстановления. Следующие 10 минут были отведены для протокола восстановления. Оставшиеся 2 минуты позволяли каждой из испытуемых подготовиться ко второму заплыву на 200 м. Второй заплыв на время проводился через 14 минут после завершения первого. Каждый сеанс тестирования был идентичен, за исключением типа восстановления.

Перед каждым сеансом тестирования анализатор лактата крови калибровался. Значения лактата крови получали 4 раза: перед разминкой, через 2 минуты после первого заплыва на время, через 7 минут восстановления и через 12 минут (в конце периода активного восстановления). Испытуемые останавливались примерно на 45 секунд во время активного плавания и 1 минуту на гребном эргометре для забора крови.

Результаты

Все данные представлены в виде средних значений с учетом отклонений. Настоящее исследование было проведено для определения протокола восстановления, который вызвал наименьшую разницу во времени между двумя последовательными выступлениями. Были исследованы уровни лактата в период восстановления и время завершения 2 заплывов на 200 м вольным стилем. Средний возраст испытуемых составил $19,5 \pm 1,8$ лет. Характеристики испытуемых можно найти в Таблице 1.

Таблица 1.

Описательная статистика для испытуемых, N = 10

	Значение	SD	Минимум	Максимум
Возраст, лет	19,50	1,18	18,00	21,00

Рост, см	167,39	5,92	160,02	177,80
Вес, кг	65,09	8,34	59,09	84,09

Однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями использовался для анализа рациона питания за день до каждой сессии тестирования для каждого протокола восстановления. Не было обнаружено существенных ($p \geq 0,05$) различий в каждой из сессий тестирования для общего количества калорий в день, граммов углеводов, жиров и белков и процента калорий из углеводов, жиров и белков.

Измерения лактата

Дисперсионный анализ с повторными измерениями 3x4 использовался для анализа данных из 3 протоколов восстановления и 4 периодов тестирования для уровней лактата в течение 14-минутного периода восстановления. Был рассчитан тест сферичности Мокли. Не было обнаружено существенных ($p \geq 0,05$) различий в уровне лактата в 3 протоколах восстановления и в 4 периодах тестирования.

Значимое взаимодействие между протоколом восстановления и временем тестирования было обнаружено для уровней лактата [$F=5,04$, таблица $F(6,54)=2,29$, $p \leq 0,05$]. Графическое представление средних уровней лактата в течение периода восстановления можно найти на рис. 1. После вычисления простого теста эффектов не было обнаружено существенной ($p \geq 0,05$) разницы для средних уровней лактата для базового уровня и периодов 2-минутного тестирования. Значимая ($p \leq 0,05$) разница была обнаружена в средних концентрациях лактата при 7-минутном и 12-минутном времени тестирования. Не было обнаружено существенной ($p \geq 0,05$) разницы для среднего уровня лактата, протокола восстановления плавания и протокола восстановления гребли при 7-минутном времени тестирования. Значимое ($p \leq 0,05$) снижение средних уровней лактата было обнаружено при сравнении

протокола восстановления гребли и протокола восстановления плавания с пассивным восстановлением отдыха при 7-минутном времени тестирования. Более того, среднее значение лактата для пассивного восстановления отдыха было значительно ($p \leq 0,05$) выше, чем среднее значение обоих протоколов активного восстановления при 7-минутном времени тестирования. За исключением сравнения между восстановлением гребли и отдыхом (в котором не было никакой разницы), соотношение между содержанием лактата на 12-й минуте было похоже на то, что наблюдалось при 7-минутном времени тестирования (рис. 1).

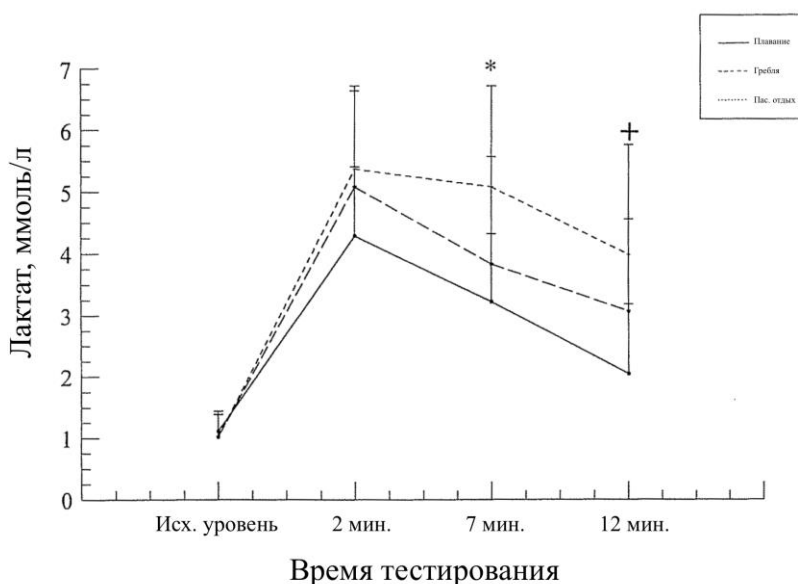


Рисунок 1. Средний уровень лактата в крови по каждому протоколу восстановления, $N=10$.

Время заплыва на 200 м

Среднее время и стандартные отклонения для 1 и 2 испытаний, а также разница во времени между испытаниями для каждого протокола восстановления можно найти в Таблице 2. Для сравнения влияния 3 протоколов восстановления на время заплыва на 200 м был рассчитан ANOVA с повторными измерениями 3×2 . Не было никакого значимого взаимодействия протокола восстановления со временем на 200 м, но был значительный основной эффект для протокола восстановления: время заплыва

на 200 м было медленнее после пассивного восстановления, чем после восстановления плаванием и греблей. Однако не было никакой разницы во времени на 200 м после восстановления плаванием и греблей. Время на вторых 200 м было значительно медленнее, чем первых ($138,02 \pm 7,04$ против $136,89 \pm 7,28$ с) ($p \leq 0,05$) (таб. 2).

Таблица 2

Средние значения и стандартные отклонения для времени испытаний и разницы во времени между испытаниями, N = 10

	Плавание	Гребля	Пассивный отдых
Заплыв 1 (31)			
Значение	137,27	136,10	137,29
SD	7,23	6,84	7,99
Заплыв 2 (32)			
Значение	137,27	137,09	*139,71
SD	7,16	6,78	7,71
Разница во времени (32 – 31)			
Значение	0,00	0,99	*2,42
SD	1,36	1,64	2,54
Лучшее время заплыва в спортивной карьере на 200 м			
Значение	126,72		
SD	4,41		

Все значения указаны в секундах. * указывает на то, что пассивное восстановление медленнее, чем активное восстановление при плавании и гребле ($p \leq 0,05$).

Обсуждение

Самым важным наблюдением исследования было то, что активное восстановление, независимо от выбора упражнений, было более эффективным, чем пассивное восстановление после максимального плавания. Во время восстановления после плавания концентрации лактата были ниже, чем после пассивного отдыха. Кроме того, восстановление после гребли и плавания привело к одинаковому времени на 200 м и схожим уровням лактата после 14-минутного восстановления.

Исследование показало, что снижение уровня лактата в крови во время восстановления усиливается умеренными аэробными упражнениями. Они способствуют постоянному притоку крови к печени и почкам, где лактат преобразуется в глюкозу посредством глюконеогенеза. Кроме того, сердце способно использовать лактат в качестве источника энергии.

Уровень лактата в течение периода восстановления будет в первую очередь зависеть от интенсивности восстановления и количества мышечной массы. Интенсивность активности в течение периода восстановления, оптимальная для снижения концентрации лактата в крови, индивидуальна для каждого человека. Но интенсивность восстановления ниже порога лактата способствует более низкой концентрации лактата в крови во время восстановления по сравнению с интенсивностью выше порога лактата. Можно предположить, что оптимальной для выведения лактата будет скорость плавания 65% от максимальной скорости, т. к. эта скорость значительно ниже порога лактата у тренированных пловцов.

Плавание часто требует от спортсменов участия в различных соревнованиях с ограниченными периодами отдыха. Активное восстановление способствует наименьшему снижению работоспособности.

Исследование показало, что активное восстановление плаванием и греблей оказывает одинаковый эффект. Однако пассивное восстановление привело к значительно более медленному времени восстановления: концентрация лактата после пассивного восстановления была почти в 2 раза выше, чем при восстановлении плаванием.

Восстановление плавания приводит к меньшему снижению последующих результатов плавания по сравнению с пассивным отдыхом, возможно, из-за улучшенного удаления лактата. Восстановление греблей и плаванием предотвращают снижение последующих результатов и способствуют схожим концентрациям лактата после периода восстановления. Восстановление плаванием приводит к более низким концентрациям лактата, чем восстановление пассивным отдыхом.

Основываясь на результатах этого исследования, тренерам рекомендуется донести до своих спортсменов важность активного восстановления. Результаты текущего исследования особенно важны для пловцов, которые участвуют в 2 и более заплывах за сессию. В ситуациях, когда места для плавания во время соревнований нет, возможно использовать гребной тренажер с интенсивностью не менее 60% от прогнозируемой по возрасту максимальной частоты сердечных сокращений.

Список литературы:

1. Хултман Е., А. Йухлин-Даннфелт. Вывод лактата во время и после интенсивных физических нагрузок у людей. Журнал прикладной физиологии, 61: 338-343, 2016.
2. Бонен А., А. Н. Белцастро. Сравнение методов восстановления с точки зрения скорости удаления молочной кислоты. Журнал «Медицина и наука в спорте и физических упражнениях», 8: 176-178, 2017.

3. Дуфорт Ц., Р. Р. Монтпетит. Влияние активного восстановления на снижение уровня лактата в крови после максимального плавания. Биомеханика и медицина в плавании (стр. 244–250), Шампейн, Иллинойс: кинетика человека, 2018.
4. Додд С., Т. Цаллендер, Е. Брукс. Снижение уровня лактата в крови при различных интенсивностях упражнений на восстановление. Журнал прикладной физиологии, 57: 1462-146, 2018.
5. Хенриксон Й., Х. Г. Кнуттген. Влияние предыдущих упражнений для рук, ног на метаболизм и работоспособность при изнурительных тренировках. Журнал прикладной физиологии, 38: 763-767, 2017.
6. Зайцев В.С. Взаимосвязь между 6 анаэробными тестами и скоростью плавания. Журнал «Актуальные исследования», раздел «Физическая культура и спорт», #43 (225), 2024.
7. Стоддард Т., В. Дунцан. Повышение лактата в крови после максимального плавания. Американский журнал спортивной медицины, 17: 472-477, 2019.