

ОСОБЕННОСТИ ГАЗООБМЕНА У ФРИДАЙВЕРА ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПРИ НЫРЯНИИ В ДЛИНУ В ЛАСТАХ

**МОЛЧАНОВА
Наталья Вадимовна**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры ТИМ прикладных видов спорта и экстремальной деятельности
E-mail: freediving2004@list.ru, тел. 8-903-288-53-75

MOLCHANOVA Natalia

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow
Ph.D., Assistant Professor of TIM Applied Sports and Extreme Activities
E-mail: freediving2004@list.ru, tel. 8-903-288-53-75

Ключевые слова: задержка дыхания, гипоксическое состояние, гиперкапническое состояние.

Аннотация. Во время ныряния в длину в организме фридайвера развивается гипоксическое и гиперкапническое состояние, лимитирующее его работоспособность.

РЫБАКОВ Виталий Анатольевич

Национальный исследовательский университет Московский физико-технический институт, старший научный сотрудник лаборатории «Информационные технологии в спорте»

RYBAKOV Vitaly

National Research University Moscow Physical-Technical Institute, the Scientific Laboratory «Information Technology in Sport»

КАЛИНИН Евгений Михайлович

Национальный исследовательский университет Московский физико-технический институт, старший научный сотрудник лаборатории «Информационные технологии в спорте», кандидат педагогических наук

KALININ Eugene

National Research University Moscow Physical-Technical Institute.
PhD, Scientific Laboratory «Information Technology in Sport»

КАМЕНЩИКОВА Анна Викторовна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
Студентка

KAMENSHIKOVA Anna

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow

FEATURES OF GAS EXCHANGE AT FRIDAYVER OF HIGH QUALIFICATION WHEN DIVING IN LENGTH IN FLIPPERS

Keywords: delay of breathing, hypoxic state, hypercapnic state.

Abstract. During a dive in the length of the body divers develop hypoxic and hypercapnic condition that limits its performance.

Актуальность исследования. Энергообеспечение организма спортсмена во время ныряния с задержкой дыхания происходит в условиях быстро нарастающего дефицита кислорода и накопления избытка углекислоты в крови и тканях организма. Воздух, находящийся в легких и дыхательных путях, меняет свой химический состав.

Сведений об изменениях в дыхательной системе квалифицированных спортсменов, наступающих под влиянием ныряния с задержкой дыхания, в настоящее время недостаточно. Единичные исследования проводились с участием подводных охотников и не отражали изменений, характерных для фридайверов [4]. Для понимания

процессов, лимитирующих работоспособность во фридайвинге, нужно исследовать изменения в составе выдыхаемого воздуха у спортсменов после гипоксической нагрузки.

Цель исследования. Определение особенностей легочного газообмена у высококвалифицированного фридайвера после ныряния в длину в ластах, выполняемого непрерывным и интервальными методами.

Методы исследования. Анализ научной методической литературы, газоанализ, математическая статистика.

Организация исследования. Исследование проводилось на базе бассейна РГУФКСМиТ. При проведении исследования с помощью газоанализатора Metamax Cortex 3В выдох после окончания дистанции осуществлялся в маску, из которой он поступал на газоанализатор для определения концентрации находящихся в нем газов. Испытуемый спортсмен – Молчанов Алексей, рекордсмен мира (стаж занятий фридайвингом 9 лет, возраст 26 лет, масса тела 80,5 кг, рост 180 см). Изучаемые показатели измерялись перед и после гипоксической нагрузки: ныряние под водой в длину в ластах с задержкой дыхания на дистанциях 50, 100, 150 и 200 м с интервалом отдыха между попытками от 6 до 26 мин и серии 8х50 м с интервалом отдыха пять вдохов между отрезками.

Обсуждение результатов. Результаты исследования показали, что чем больше дистанция, тем ниже $PetO_2$ и выше $PetCO_2$ в выдыхаемом воздухе после нагрузки. Исключение составляет дистанция 100 м, после которой эта зависимость не отмечается. По-видимому, дистанция 50 м имела эффект разминки и привела к включению приспособительных механизмов к работе с задержкой дыхания (рис. 1).

В 1-м выдохе после окончания каждой дистанции не отмечалось максимальных изменений в газовом составе воздуха. Они проявлялись после 2–3 дыхательных циклов. Это связано с наличием мертвого пространства в дыхательных путях и перемешиванием альвеолярного воздуха с воздухом, не участвующим в газообмене. Кривые, отображающие изменения в составе выдыхаемого воздуха после дистанций 50, 100, 150 м, имеют форму пологого изгиба (см. рис. 1). У высокотренированных фридайверов включение компенсаторных реакций в борьбу организма за кислород происходит не постепенно, по мере нарастания кислородного дефицита, а только с определенного

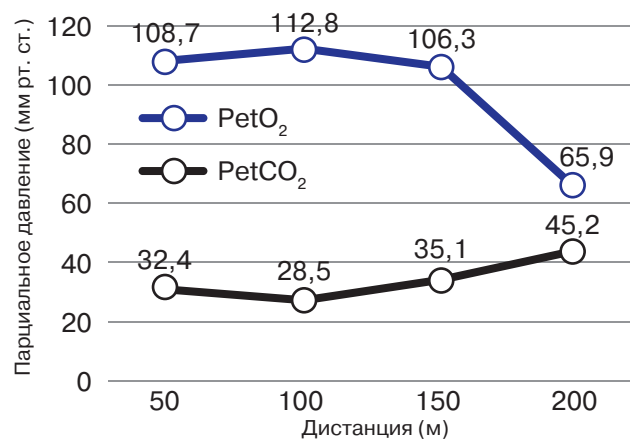


Рис. 1. Зависимость $PetO_2$ и $PetCO_2$ от длины дистанции при нырянии в ластах с задержкой дыхания у высококвалифицированного фридайвера

уровня гипоксемии [3]. На отрезке от 150 до 200 м участок кривых приобретает форму крутого изгиба. Предельная на тот момент дистанция для спортсмена вызвала, по-видимому, сдвиг рН крови в кислую сторону вследствие накопления молочной кислоты и углекислого газа [2]. В результате сродство оксигемоглобина к кислороду уменьшилось, что облегчило отдачу его в ткани [1]. По окончании дистанции во 2-м выдохе отмечалось снижение $PetO_2$ до критической величины 65,9 мм рт. ст. Это указывает на развитие острого гипоксического состояния в организме спортсмена. В то же время показатели $PetCO_2$ возрастали до 48 секунды восстановления – 45,2 мм рт. ст. Вероятно, столь длительное увеличение этого показателя связано со значительным накоплением продуктов обмена в тканях в связи с гипоксическим характером работы и постепенным выходом CO_2 из тканей в кровяное русло и в легкие. Таким образом, воздействие CO_2 на организм сохраняется длительное время в восстановительном периоде.

Данные показателей газообмена в серии 8х50 м, ныряние с задержкой дыхания (время на отрезках 35 ± 2 с) свидетельствуют об умеренном развитии гипоксического состояния. Кривые, отображающие изменения в составе выдыхаемого воздуха в серии имеют тенденцию к постепенному снижению $PetO_2$ и постепенному увеличению $PetCO_2$. Однако в середине серии, после 4-го отрезка, наблюдается резкое снижение $PetO_2$, которое затем вновь увеличивается после 5-го отрезка и постепенно снижается к концу серии. $PetCO_2$ также значительно увеличивается после 4-го отрезка, затем

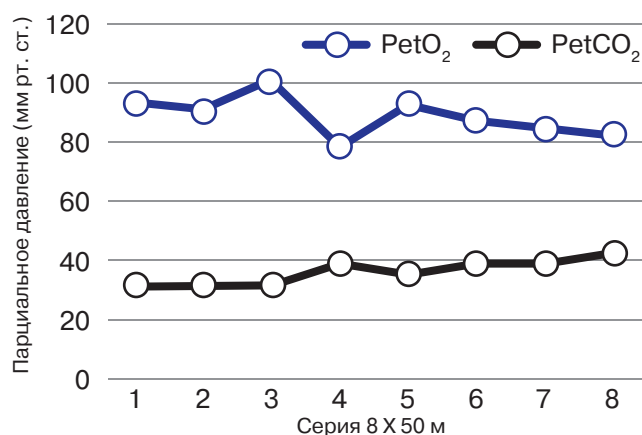


Рис. 2. Изменения парциальных давлений O₂ и CO₂ после каждого отрезка 50 м (в серии 8х50 м) при нырянии в ластах с задержкой дыхания у высококвалифицированного фридайвера

снижается после 5-го отрезка и постепенно снова увеличивается к концу серии. Субъективно 4-й отрезок ощущался спортсменом как самый тяжелый. По-видимому, для приспособления организма к гипоксической и гиперкапнической работе в этот момент произошла мобилизация функциональных резервов, что позволило стабилизировать состояние спортсмена (рис. 2).

Таким образом, отдых между отрезками, равный 5 вдохам (26±1 с) является оптимальным для этого спортсмена. При слишком коротком интервале отдыха между отрезками, недостаточном для вымывания CO₂ из организма, возможно развитие острого гиперкапнического состояния в организме спортсмена, которое проявляется нестерпимым желанием вдохнуть.

Выводы

1. Кислородный гомеостаз сохраняется у спортсмена высокой квалификации при повторном нырянии на дистанциях 50, 100, 150 м (20%, 40%, 60% от лучшего результата на 250 м у этого спортсмена). Ныряние повторным методом (с полным восстановлением) является безопасным и не требует страховки.

2. Кислородный гомеостаз нарушается при нырянии на предельную в тот момент дистанцию

200 м (80% от лучшего результата на 250 м у этого спортсмена), что вызывает развитие острого гипоксического и острого гиперкапнического состояния (PetO₂ – 65,9 мм рт. ст., PetCO₂ – 45,2 мм рт. ст.). Ныряние на дистанцию более 70% от лучшего результата связано с риском потери сознания, поэтому следует нырять только 1 раз после небольшой разминки (не более 20–30% от лучшего результата или без разминки) и обязательно со страховкой.

3. Ныряние интервальным методом на дистанцию 50 м (20% от лучшего результата на 250 м у этого спортсмена) с постоянным интервалом отдыха, равным в среднем 74% от длительности ныряния, приводит к развитию умеренного гипоксического и острого гиперкапнического состояния в организме спортсмена (PetO₂ – 82,8 мм рт. ст., PetCO₂ – 42,2 мм рт. ст.). Упражнения, выполняемые интервальным методом (длина каждого отрезка не более 20–40% от максимально возможной дистанции), позволяют безопасно повысить порог психической переносимости дыхательного дискомфорта, который зависит от толерантности к CO₂. Однако применение только этого метода в тренировочном процессе не позволит существенно увеличить длину дистанции при нырянии.

4. Следует комбинировать различные методы в зависимости от периода подготовки. В подготовительном периоде рекомендуется широко применять интервальный метод, а в соревновательном – непрерывный метод (со страховкой).

Литература

1. Бреслав И.С. Дыхание. Висцеральный и поведенческий аспекты / И.С. Бреслав, А.Д. Ноздрачев. – С.-П., «Наука», 2005. – 308 с.
2. Дмитрук А.И. Медицина глубоководных погружений / А.И. Дмитрук. – С.-П., 2004. – 288 с.
3. Молчанова Н.В. Сравнительный анализ показателей оксигенации крови фридайверов различной квалификации / Н.В. Молчанова // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. Научно-методическое издание. – 2005. – № 2. – Журн. «Фактор риска». – 2005. – № 2 (6). – С.15–16.
4. Эль Ю.Ю. Газообмен у человека при подводном плавании с задержкой дыхания / Ю.Ю. Эль, А.И. Дьяченко, Ю.А. Шулагин. – Л.: Наука, 2010. – С. 1–4.

