

# ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЕ ДЫХАНИЕ У ФРИДАЙВЕРА ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРЕД НЫРЯНИЕМ В ДЛИНУ



**МОЛЧАНОВА  
Наталья Вадимовна**  
Российский государственный  
университет физической культуры,  
спорта, молодежи и туризма,  
Россия, 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 V**

Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and  
Tourism, Moscow, Russia  
Ph.D., Assistant Professor of T&M Applied Sports and Extreme  
Activity  
E-mail: freediving2004@list.ru, tel. 8-903-288-53-75

## **КУЗЬМИЧЕВ Василий Александрович**

ФГБУ ВПО «Центр спортивной подготовки сборных команд»  
Ведущий специалист  
**KUZMICHEV Vasiliy**  
FGBI Institution «Center for Sports Training Teams»  
Leading Specialist

## **КАЛИНИН Евгений Михайлович**

Национальный исследовательский университет Московский  
физико-технический институт. Научная лаборатория  
«Информационные технологии в спорте»  
Кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник  
**KALININ Eugene**  
National Research University Moscow Physical-Technical  
Institute.  
Research Laboratory «Information Technology in Sport»  
Ph.D., Senior Researcher

## **РЫБАКОВ Виталий Анатольевич**

Национальный исследовательский университет Московский  
физико-технический институт.  
Научная лаборатория «Информационные технологии в  
спорте»  
**RYBAKOV Vitaliy**  
National Research University Moscow Physical-Technical  
Institute.  
Research Laboratory «Information Technology in Sport»

## **ИВЛЕВА Ксения Александровна**

Российский государственный университет физической  
культуры, спорта, молодежи и туризма, Россия, Москва  
**IVLEVA Xenia**  
Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and  
Tourism, Moscow, Russia

## **PREPARATORY BREATH OF FREEDIVERS OF HIGH QUALIFICATION BEFORE DIVING IN LENGTH**

*Keywords: preparatory breath, hyperventilation,  
hypocapnic condition.*

**Abstract.** Different ways preparatory breath.

**Актуальность исследования.** В литературе  
есть противоречивые рекомендации, предлага-  
ющие и гипер- и гиповентиляцию легких перед  
нырянием с задержкой дыхания. Исследования  
в этой области не проводились. Фридайверы  
интуитивно подбирают глубину и частоту ды-  
хания. Было выдвинуто предположение, что  
определение газового состава выдыхаемого

*Ключевые слова: подготовительное дыхание, ги-  
первентиляция, гипокapническое состояние.*

**Аннотация.** Различные способы подготовительно-  
го дыхания перед нырянием в длину с задержкой ды-  
хания влияют на степень гипоксического состояния,  
развивающегося во время ныряния.

воздуха при различных способах дыхания по-  
может выявить оптимальную технику дыхания  
для фридайверов, которая сможет положитель-  
но влиять на результат ныряния.

**Цель исследования.** Определение наиболее  
оптимального способа подготовительного ды-  
хания у высококвалифицированного фридай-  
вера перед нырянием.

Таблица 1

Влияние последствий ошибочных действий на структуру деятельности экипажа

Показатели газообмена	Способы подготовительного дыхания			
	1	2	3	4
ЧД (кол-во/мин)	13,1	10,3	4,8	16,5
VT (л)	0,55	1,81	4,90	4,60
V'E (л/мин)	7,3	17,5	20,1	75,2
PetO <sub>2</sub> (мм. рт. ст.)	101,6	119,8	119,1	136,5
PetCO <sub>2</sub> (мм. рт. ст.)	34,4	27,5	33,3	21,2
V' CO <sub>2</sub> (л/мин)	0,186	0,476	0,506	1,383
V' O <sub>2</sub> (л/мин)	0,26	0,46	0,38	0,52
V'O <sub>2</sub> /кг (мл/кг/мин)	3,4	5,3	4,7	6,1
V'E/V' O <sub>2</sub>	22,4	39,7	50,9	148,1
F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> (Об %)	20,94	20,94	20,95	20,94
F <sub>E</sub> O <sub>2</sub> (Об %)	14,38	16,69	16,85	19,32
F <sub>I</sub> O <sub>2</sub> – F <sub>E</sub> O <sub>2</sub> (Об %)	6,56	4,25	4,1	1,62
RER	0,68	0,98	1,33	2,62

**Методы исследования.** Анализ научно-методической литературы, газоанализ, математическая статистика.

**Организация исследования.** Исследования проводились на базе бассейна РГУФКСМиТ. Исследование проводилось с помощью прибора газоанализатора Metalyzer 3B\_R2, фирмы Cortex (Германия). При проведении исследований вдох и выдох осуществлялись в маску, из которой поступали на газоанализатор для определения концентраций находящихся в них газов.

После прогрева прибора проводилась его калибровка с помощью специальной газовой смеси. Перед каждым последующим измерением проводилась калибровка по измерению окружающего воздуха.

Испытуемый спортсмен Молчанов Алексей – чемпион и рекордсмен мира (стаж занятий фридайвингом 10 лет, возраст 27 лет, масса тела 80 кг, рост 180 см). Изучаемые показатели измерялись во время дыхания различными способами 4 раза по 2 минуты каждое. Способы подготовительного дыхания: 1 – спокойное, 2 – углубленное, 3 – глубокое медленное, 4 – глубокое частое.

**Обсуждение результатов.** При анализе полученных данных (табл.1) было выявлено увеличение легочной вентиляции более, чем в 10 раз при глубоком частом дыхании (75,2 л/мин.) по сравнению со спокойным дыханием (7,3 л/мин.).

Значения парциального давления O<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе самыми низкими были при спокойном дыхании, а самыми высокими при глубоком частом дыхании. Разница в значениях парциального давления O<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе составила 13,44% при глубоком частом дыхании и спокойном дыхании. Различий в этих показателях углубленного дыхания и медленного глубокого дыхания не обнаружено. Значения парциального давления CO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе наибольшими были при спокойном и медленном глубоком дыхании, а наименьшими при глубоком частом дыхании. Разница между этими способами дыхания составила 38,37% (рис. 1).

Потребление O<sub>2</sub> наибольшее было при глубоком частом дыхании, а при спокойном дыхании показатель был в 2 раза меньше. CO<sub>2</sub> образуется всегда примерно в том же количестве, в каком расходуется O<sub>2</sub>. Поэтому выделение CO<sub>2</sub> также было значительно большим, в 3,85 раза при глубоком частом дыхании по сравнению со спокойным дыханием. Показатели выделения CO<sub>2</sub> при углубленном дыхании и медленном глубоком дыхании занимают промежуточное положение и значительных различий между ними не обнаружено. Оба эти показателя подтверждают, что

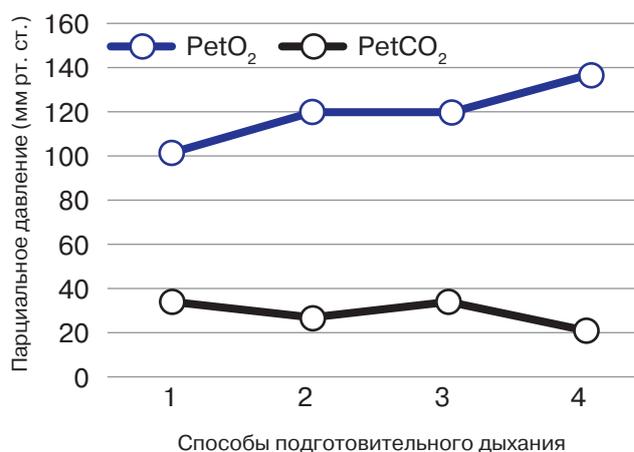
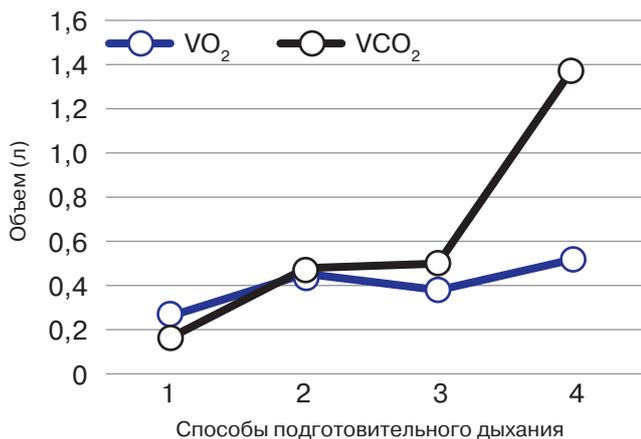


Рис. 1. Значения парциального давления O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> при различных способах подготовительного дыхания фридайвера перед нырянием с задержкой дыхания



**Рис. 2.** Потребление O<sub>2</sub> и выделение CO<sub>2</sub> при различных способах подготовительного дыхания фридайвера перед нырянием с задержкой дыхания

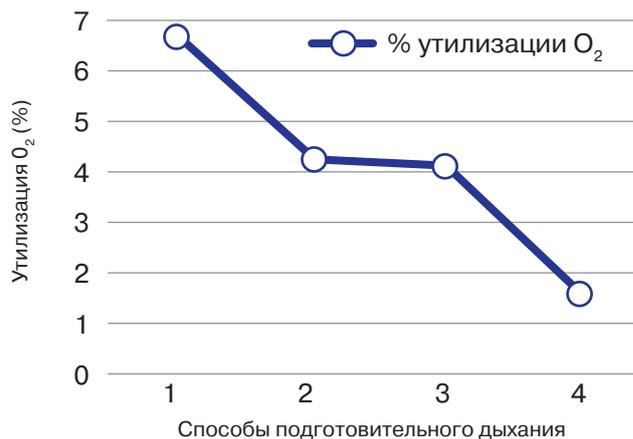
чем больше выделение CO<sub>2</sub>, тем больше потребление O<sub>2</sub> (рис. 2).

Вентиляционный эквивалент (соотношение между минутным объемом дыхания и величиной потребления O<sub>2</sub>) возрастал с увеличением глубины дыхания и особенно резко, в 7,44 раз, при глубоком частом дыхании в сравнении со спокойным дыханием. Это отражает огромную физиологическую стоимость дополнительной работы дыхательных мышц при гипервентиляции. Обратная картина наблюдается при анализе показателей процента утилизации O<sub>2</sub>: при спокойном дыхании этот показатель в 4,3 раза больше, чем при глубоком частом дыхании (рис. 3).

Коэффициент дыхательного газообмена соответствовал нормальным значениям человека в покое только при спокойном дыхании и постепенно возрастал при увеличении глубины дыхания.

Отличия между показателями газообмена при различных способах подготовительного дыхания статистически достоверны ( $P < 0,05$ ). Исключение составляют показатели: объема вдоха между 3-м и 4-м способами; парциального давления O<sub>2</sub> между 2-м и 3-м способами; парциального давления CO<sub>2</sub> между 1-м и 3-м способами; выдыхаемая концентрация O<sub>2</sub> между 2-м и 3-м способами; процент утилизации O<sub>2</sub> между 2-м и 3-м способами – в этих случаях отличия между показателями статистически недостоверны ( $P > 0,05$ ).

Известно, что CO<sub>2</sub> оказывает прямое возбуждающее действие на дыхательный центр. Вымывание CO<sub>2</sub> из организма, наблюдаемое при



**Рис. 3.** Изменение показателя утилизации кислорода при различных способах подготовительного дыхания фридайвера перед нырянием с задержкой дыхания

глубоком частом дыхании, способствует тому, что возбуждение дыхательного центра наступает позже, и при падении парциального давления O<sub>2</sub> в крови ниже критического уровня не возникает желания сделать вдох [1]. Кроме того, выявлено, что содержание CO<sub>2</sub> в крови влияет на связь гемоглобина с O<sub>2</sub> и, тем самым, на обмен O<sub>2</sub> в тканях и в легких. При гипоксии затрудняется диссоциация оксигемоглобина; при гиперкапнии, обычно сочетающейся с гипоксией, диссоциация оксигемоглобина облегчается, но затрудняется оксигенация крови в легких [3]. Следовательно, если ныряние начинается в гипоксическом состоянии, то фридайвер может внезапно потерять сознание под водой, и глубокое частое дыхание абсолютно недопустимо перед нырянием с задержкой дыхания.

## Выводы

1. Выявлены средние значения глубины и частоты дыхания при различных способах подготовительного дыхания у исследуемого спортсмена: спокойное дыхание – средняя частота дыхания 13,1 раз в минуту, средняя глубина дыхания 0,55 л; углубленное дыхание – средняя частота дыхания 10,3 раза в минуту, средняя глубина дыхания 1,81 л; глубокое медленное дыхание – средняя частота дыхания 4,8 раз в минуту, средняя глубина дыхания 4,90 л; глубокое частое дыхание – средняя частота дыхания 16,5 раз в минуту, средняя глубина дыхания 4,60 л.

2. Вентиляционный эквивалент возрастает с увеличением глубины дыхания и особенно резко (в 7,4 раза) при глубоком частом

дыхании по сравнению со спокойным дыханием, что отражает огромную физиологическую стоимость дополнительной работы дыхательных мышц при гипервентиляции. Процент утилизации  $O_2$  при спокойном дыхании был в 4,3 раза больше, чем при глубоком частом дыхании. Глубокое частое дыхание приводит к развитию гипокapнического состояния ( $PetCO_2$  – 21,2 мм.рт.ст.) в организме исследуемого спортсмена.

3. Эффективное дыхание перед нырянием, с точки зрения функции дыхания, – спокойное: наблюдается самый большой коэффициент использования  $O_2$  и самый большой процент утилизации  $O_2$ . Глубокое медленное дыхание – на 2-ом месте по эффективности. Углубленное дыхание – на 3-ем месте. Опасный и недопустимый способ подготовительного дыхания перед нырянием с задержкой дыхания – глубокое частое дыхание.

### Практические рекомендации

Перед нырянием в длину в течение 2-3-х минут следует дышать спокойно. Однако, для повышения парциального давления  $O_2$ , а также для небольшого снижения реактивности дыхательного центра на  $CO_2$  и повышения буферной емкости крови, за 20-30 секунд до ныряния можно применить углубленное дыхание. Чтобы не нарушать настройки дыхательного центра количество дыхательных циклов с углубленным дыханием должно быть не более 2-3-х.

### Литература

1. Бреслав И.С., Ноздрачев А.Д. Дыхание. Висцеральный и поведенческий аспекты / И.С. Бреслав, А.Д. Ноздрачев. – СПб. : «Наука», 2005. – 308 с.
2. Дмитрук А.И. Медицина глубоководных погружений. – СПб., 2004. – 288 с.
3. Физиология человека / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. В 2 т. Т. 2. – М. : Мир, 1996. – 198 с.

