

И. Е. Зеленкова

# РАЗУЧИТЬСЯ ДЫШАТЬ



12+

Ирина Зеленкова

**Разучиться дышать**

«Автор»

2015

**Зеленкова И.**

Разучиться дышать / И. Зеленкова — «Автор», 2015

Несмотря на то, что ныряние на задержке дыхания используется человеком достаточно давно, фридайвинг (от англ. free — свободное, diving — погружение) — новый, очень динамично развивающийся вид подводной деятельности. За последнее время планка мировых рекордов была поднята на высокий уровень, который раньше казался невероятным. Книга дает полное представление о фридайвинге, затрагивая различные аспекты: историю, физиологию, снаряжение, соревновательные дисциплины и подход к тренировочному процессу. Книга будет особенно интересна людям, не знакомым с фридайвингом, но также может быть полезна как фридайверам начального уровня, так и инструкторам по фридайвингу.

© Зеленкова И., 2015

© Автор, 2015

# Содержание

Введение	5
Глава 1. Немного из истории фридайвинга	6
Глава 2. Что происходит в организме, когда мы задерживаем дыхание?	10
Глава 3. Как человек погружается так глубоко?	14
Конец ознакомительного фрагмента.	16

# Ирина Зеленкова

## Разучиться дышать

*Моим родителям, моей подводной семье, моим любимым и дорогим друзьям. Желаю наполнить жизнь глубиной.*

### Введение

*Там время познает  
Пространства глубину.  
И, влившись в бесконечность бытия,  
Мы замираем  
От предощущенья смысла,  
Который в данный миг —  
Лишь вдох.  
А далее – любовь,  
Что наполняет  
На глубине сердца  
Ко всем живущим.*

***Наталья Молчанова, 22-кратная чемпионка мира, поставившая 41 мировой рекорд***

Некоторые люди могут задерживать дыхание более чем на 10 минут, проплывать на задержке дыхания более 250 метров в длину и нырять на глубину более 200 метров. И все это на одном-единственном вдохе. «Как такое возможно?» – спросите вы. Фридайвинг – один из самых загадочных и увлекательных видов активного отдыха, не потерявший свою актуальность, несмотря на изобретение акваланга Ж.-И. Кусто.

Как приобщиться к этому удивительному занятию? С чего начать? Книга расскажет о том, как выйти за пределы ограничений человеческого организма, как преодолеть жизненно необходимую потребность дышать, и о том, что же чувствуют люди на глубине свыше 100 метров.

Книга является исключительно информационным пособием, не является руководством к тренировкам и не заменяет профессионального инструктора. Всегда соблюдайте правила техники безопасности и никогда не ныряйте в одиночку или с недостаточно опытным напарником.

До встречи на глубине!

## Глава 1. Немного из истории фридайвинга

Ныряние на задержке дыхания используется человеком достаточно давно, но как вид соревновательной деятельности фри-дайвинг возник совсем недавно. Как же все начиналось? Точку отсчета в соревновательном фридайвинге поставил в 1949 году итальянский пилот и подводный охотник Раймонд Буше (Raimondo Bucher). Интересно отметить, что именно спор Буше на пятьдесят тысяч лир положил начало фридайвингу как спорту. Буше удалось достичь 30-метровой глубины на задержке дыхания, где его ждал поспоривший с ним дайвер, и тем самым вписать себя в историю фридайвинга, а точнее начать ее. Двумя годами позже итальянец Эннио Фалько (Ennio Falco) побил рекорд Буше. Таким образом Италия стала местом зарождения соревновательного фридайвинга. В период с 1950 по 1960 гг. итальянцем Альберто Новелли (Alberto Novelli) и бразильцем Америко Сантарелли (Americo Santarelli) были побиты рекорды Буше и Фалько. Летом 1956 года Энцо Майорка (Enzo Maiorca), оказавшись под влиянием Буше, Фалько и Новелли, принял решение вступить в гонку за звание самого «глубокого» человека. В 1960 году он добился своего, достигнув отметки в 45 метров, однако в сентябре того же года Америко Сантарелли нырнул на 46 метров. Но этому рекорду не суждено было продержаться долго, и уже в ноябре Майорка ныряет на 49 метров. На протяжении целых 16 лет, вплоть до 1976 года, Майорка не сходил с фридайверовской арены. Благодаря ему глубинный фридайвинг начал интенсивно развиваться. Майорка был первым фридайвером, который преодолел 50-метровую глубину на задержке дыхания в 1962 году, несмотря на предостережение врачей.

Соперниками Майорки были такие фридайверы, как Америко Сантарелли, Тетеке Уильямс (Teteke Williams), Роберт Крофт (Robert Croft) и Жак Майоль (Jacques Mayol). Именно их с Майолем соперничество стало одним из самых ярких противостояний за всю историю фридайвинга и дало невероятное развитие фридайвингу как динамичному, соревновательному спорту. В силу того, что Жак Майоль был рожден в Китае, он впервые использовал в нырянии различные восточные техники, среди них – йога, пранаяма, медитации. На тот момент это стало своего рода революцией во фридайвинге, а современные спортсмены продолжают использовать эти техники в своих тренировках и при подготовке к соревнованиям. Жак Майоль в общей сложности поставил около 11 рекордов и был первым, кто достиг 100-метровой отметки на «следе» (специальном устройстве, состоящем из свободного груза, которое идет вдоль троса). Фильм-легенда Люка Бессона «Голубая бездна» 1988 года рассказывает 20-летнюю историю их соперничества. В основу фильма были положены эпизоды из биографии фридайверов, а сами Майорка и Майоль были консультантами. Своим фильмом Люк Бессон хотел показать всю красоту фридайвинга, и ему удалось полностью передать глубинную суть этого вида спорта.

В 1960 году была основана первая Всемирная конфедерация подводной деятельности (CMAS – Confédération Mondiale pour les Activités Subaquatiques), которая взяла на себя обязательства по регистрации мировых рекордов, но из-за ряда инцидентов, связанных с обеспечением безопасности, CMAS с 1970 года приостановила свою деятельность в этой области. В конце 60-х начинает оформляться теоретическая и научная база фридайвинга благодаря Роберту Крофту, который 22 года работал на ВМФ США. Он ввел во фридайвинг такие термины, как «нырательный рефлекс» и «кровяной сдвиг». Также Боб Крофт был первым, кто начал использовать метод «упаковки» (когда к полному вдоху спортсмен додыхает дополнительно 1–2 литра воздуха) перед нырком. За три года тренировок он смог достичь глубин более 70 метров.

Период с середины 60-х до 80-х годов вошел в историю фри-дайвинга еще и тем, что в борьбу за покорение морских глубин вступили женщины. Уже в середине 1960 года Джи-

лиана Трелеани (Giliana Treleani) и Эвелин Паттерсон (Evelyn Patterson) достигли 30-метровой отметки. В 1970 году мировые рекорды принадлежали дочерям Энцо Майорки: Патриции и Розане Майорка (Patrizia Maiorca, Rossana Maiorca). Позднее итальянские спортсменки Анжела Бандини (Angela Bandini) и Дэбора Андрольо (Deborah Andollo) перенесли соревнования в женском фри-дайвинге на куда более значительные глубины. В 1989 году Бандини произвела сенсацию, достигнув 107-метровой глубины при погружении на «следе», она улучшила рекорд Майоля на 2 метра и стала на тот момент самым «глубоким» человеком в истории фридайвинга. Появляются все новые желающие ставить глубинные рекорды по фридайвингу, некоторые из этих попыток выливались в серьезные несчастные случаи, и так продолжалось вплоть до 90-х годов: к тому времени уже каждый пришел к пониманию, что фридайвинг должен быть четко регламентирован.

Период с 1980–1990 гг. ознаменовался новым соперничеством между итальянцем Умберто Пелиццари (Umberto Pelizzari) и кубинцем Франциско Феррерасом (Francisco Ferreras). Умберто Пелиццари преимущественно нырял в дисциплине «Ныряние с постоянным весом», но основная дуэль развернулась в дисциплине, которая называется «Без ограничений» или «No-Limits». Отметка достигнутой глубины перешла за 150 метров. Это была красивая дуэль двух ярких, сильных личностей. Их соперничество, наполненное спортивным духом, Боб Талбот (Bob Talbot) отразил в фильме «Человек океана – Экстремальное Погружение» («Ocean Men: Extreme Dive»). Популярность фридайвинга как спорта продолжала расти, вместе с ней росло и понимание того, что нужны четкие стандарты и правила, чтобы в дальнейшем избежать несчастных случаев. Это привело к тому, что 2 ноября 1992 года французскими фридайверами Роландом Спекером (Roland Specker) и Клодом Чапюи (Claude Chapuis) была основана международная ассоциация по развитию апноэ (задержки дыхания) (AIDA – Association Internationale pour le Développement de l'Apnée). С этого момента AIDA взяла на себя все функции по установлению правил проведения соревнований, чемпионатов мира (в том числе и глубинных), регистрации мировых и национальных рекордов, а также методик обучения фридайвингу. Первым президентом ассоциации стал Роланд Спекер, а в октябре 1996 года в Ницце был проведен первый чемпионат мира под эгидой AIDA. В него вошли такие дисциплины, как «статическая задержка дыхания» и «ныряние с постоянным весом». Сейчас AIDA является самой авторитетной международной организацией по развитию фридайвинга во всем мире.

С каждым годом фридайвинг становится все более и более популярным. Увеличивается число спортсменов, национальных представительств AIDA, регистрируемых рекордов, проводится все больше и больше соревнований. Растет и число спортсменов, выступающих под эгидой AIDA. В апреле 1999 года ассоциация CMAS возобновила соревнования по фридайвингу в рамках федерации. В 2000 году AIDA проводит эксперимент с новым форматом чемпионата мира – командный. Сохраняя формат командных чемпионатов мира, позднее AIDA снова станет проводить индивидуальный формат, чередуя их.

В 2001 году Спаньярд Оливер Эррера (Spaniard Olivier Herrera) организывает 3-й Командный чемпионат мира AIDA на Ибике. У мужчин первыми стали итальянцы, вторыми французы, третьими шведы. У женщин победила канадская команда, второе место завоевала американская, третье – представительницы Италии. На этом чемпионате мира Герберт Нитш (Herbert Nitsch), представитель Австрии, установил новый мировой рекорд в дисциплине «Ныряние с постоянным весом» – 86 метров.

В 2002 году Гленноном Гинго (Glennon Gingo) были организованы соревнования Пасифик Кап (Pacific Cup) – соревнования памяти Жака Майоля, на Гавайях (Hawaii). В этих соревнованиях приняли участие 27 национальных команд, а сами соревнования объединили мировых звезд фридайвинга.

В 2003 году AIDA вводит в соревновательную программу дисциплину «Ныряние с постоянным весом без ласт». В 2004 году проходит 4-й Командный чемпионат мира AIDA который

состоялся в Ванкувере, Канада (Vancouver, Canada). В этом году победила мужская немецкая команда, следом за ними команда Великобритании и Канады. У женщин первой была канадская команда, за ними следом – Великобритания. Еще одно значимое событие этого года в мире фридайвинга: на соревнованиях BIOS Open competition Карлос Косте (Carlos Coste) в дисциплине «Ныряние с постоянным весом» прошел 100-метровую отметку.

Все больше и больше клубов стали проводить индивидуальные соревнования в бассейне, и в 2005 году Себастьян Нажел (Sébastien Nagel) организовал 1-й Индивидуальный чемпионат в городе Ренан, Швейцария (Renens, Switzerland). Чемпионат включал в себя такие дисциплины, как «статическое апноэ», «динамическое апноэ без ласт» и «динамическое апноэ в ластах». На этих соревнованиях Наталья Молчанова установила свои первые три мировых рекорда. В этом же году на 2-м Индивидуальном чемпионате мира на открытой воде в Ницце Наталья Молчанова также взяла золото в дисциплине «Ныряние с постоянным весом».

В 2005 году Себастьян Нажел (Sébastien Nagel) ушел с поста президента AIDA International, и его место занял опытный фри-дайвер Бил Стромберг (Bill Strömberg) из Швеции. Фридайверовское сообщество постепенно росло. Был запущен новый интернет-сайт AIDA. Том Ситас (Tom Sietas) установил рекорды во всех дисциплинах, проводимых в бассейне, и стал обладателем наибольшего количества мировых рекордов по версии AIDA – девятнадцати. Он был первым фридайвером, использовавшим шейный груз в дисциплине «динамическое апноэ».

В декабре 2006 года 5-й Командный чемпионат AIDA прошел в Хургаде, Египет. У мужчин первой стала команда из Дании, а женское золото взяла команда из России. Герберт Нитш (Herbert Nitsch) установил сенсационный рекорд в дисциплине «Без ограничений» – 214 метров. 3-й Индивидуальный чемпионат мира AIDA на закрытой воде прошел в городе Марибор (Словения), где Стиг Северинсен (Stig Severinsen) взял все золото у мужчин, а Наталья Молчанова – у женщин. 4-й Индивидуальный чемпионат мира AIDA на открытой воде прошел в Шарм-эль-Шейхе, Египет. На этом чемпионате британка Сара Кэмпбелл (Sara Campbell) побила три глубинных мировых рекорда в течение 48 часов, а Герберт Нитш (Herbert Nitsch) взял все возможные золотые медали у мужчин.

AIDA регулярно проводит чемпионаты мира. К 2012 году в AIDA было официально зарегистрировано более 200 мировых рекордов и вручено более 150 медалей на мероприятиях мирового масштаба. В 2012 году AIDA отпраздновала свой юбилей – 20 лет. Во Франции, на родине AIDA, прошел Командный чемпионат мира, который был проведен с большим размахом в честь круглой даты. Чемпионами среди мужчин стала команда Хорватии, а среди женщин победила команда из Японии. В 2013 году Индивидуальный глубинный чемпионат AIDA прошел в городе Каламата, Греция. В первый день соревнований Наталья Молчанова устанавливает мировой рекорд – 69 метров в глубину без ласт. У мужчин в этой дисциплине победил Морган Буршис (Morgan Bourchis), представитель Франции. В дисциплине «Ныряние с постоянным весом в ластах» новый мировой рекорд 128 метров установил Алексей Молчанов, а у женщин победила Наталья Молчанова. В дисциплине «Переменный вес» первое место занял Уильям Трубридж (William Trubridge).

В 2013 году наметилась тенденция к сближению двух ассоциаций – CMAS и AIDA. Возможно объединение некоторых дисциплин, но эти вопросы пока только рассматриваются. На Командном чемпионате мира 2014 года, который прошел в итальянском городе Кальяри на острове Сардинья, впервые в истории мужская сборная России одержала победу в командном зачете в составе Алексея Молчанова, Александра Костышена и Андрея Матвеевко. Женская сборная команда также завоевала награду высшей пробы. В состав команды вошли Наталья Молчанова, Марина Казанкова и Марианна Крупницкая. Также на этом же чемпионате мира Натальей Молчановой был установлен новый мировой рекорд в дисциплине «Динамика в



ластах». на сегодняшний день она является самой титулованной спортсменкой как среди женщин, так и среди мужчин.

Рекорды продолжают удивлять, а точка в покорении глубины на одном вдохе еще не поставлена. Как фридайвинг будет развиваться дальше, покажет только время. Давайте вместе продолжим следить за развитием этого удивительного вида спорта.

## Глава 2. Что происходит в организме, когда мы задерживаем дыхание?

Газообмен между вдыхаемым воздухом и циркулирующей кровью осуществляется посредством дыхательной системы, которая состоит из совокупности органов. Сначала воздух попадает в систему верхних дыхательных путей, которая состоит из полости носа, носоглотки, ротоглотки, а также ротовой полости. Далее воздух переходит в систему нижних дыхательных путей, которая состоит из гортани, трахеи и бронхов. Бронхи делятся на бронхиолы, далее на альвеолярные ходы и заканчиваются альвеолами. Вокруг альвеол легочные капилляры образуют плотную сеть. Именно здесь, через альвеолярно-капиллярную мембрану, осуществляется газообмен путем простой диффузии из области с высоким парциальным давлением газа в область с низким парциальным давлением.

Воздух, которым мы дышим, представляет собой смесь газов. Он состоит на 78 % из азота ( $N_2$ ), на 20,93 % – из кислорода ( $O_2$ ) и на 0,03 % – из диоксида углерода ( $CO_2$ ). В зависимости от величины атмосферного давления их процентное соотношение может меняться на 1–2 %. Каждый из вышеперечисленных газов оказывает давление, пропорциональное его концентрации в общей смеси. Давление каждого газа в смеси называется парциальным давлением. Согласно закону Дальтона, **общее давление смеси газов равно сумме парциальных давлений каждого газа в этой смеси**. Если общее атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст., то парциальное давление азота  $P(N_2)$  в воздухе будет 600,7 мм рт. ст., парциальное давление кислорода  $P(O_2)$  – 159,0 мм рт. ст., а диоксида углерода  $P(CO_2)$  – 0,3 мм рт. ст.

Газы в нашем теле растворены в жидкостях, например, в плазме крови. Согласно закону Генри, **газы растворяются в жидкостях пропорционально своему парциальному давлению, а также в зависимости от способности растворяться в определенных жидкостях и от температуры**. Способность газа растворяться в крови – величина постоянная, температура крови также относительно постоянна. Следовательно, наиболее критический фактор газообмена между альвеолами и кровью – градиент парциального давления газов в них. Все эти принципы играют очень важную роль при погружении на глубину, когда на организм фридайвера начинает воздействовать гидростатическое давление. Интенсивность обмена и кислорода и диоксида углерода зависит от градиента давления.

Нервные центры, регулирующие работу дыхательной системы, находятся в продолговатом мозге, который посылает сигналы на увеличение или уменьшение вентиляции, что в свою очередь зависит от газового состава крови. Важная для организма функция дыхания обеспечивается благодаря кровоснабжению и иннервации органов дыхания (бронхиальные артерии и нервы). Емкость сосудистого русла легких может увеличиваться или уменьшаться, что играет огромную роль при кровяном сдвиге во время погружений. Благодаря тому, что емкость легочных сосудов непостоянна, кровенаполнение легких может составлять до 25 % от общего количества крови в организме.

В норме число дыхательных движений равно 15–20 в минуту. Таким образом, кислород поступает в организм, а углекислый газ выводится из организма. Вдох осуществляется посредством изменения давления в грудной клетке за счет сокращения наружных межреберных мышц и диафрагмы. В условиях выполнения значительной физической нагрузки вдох осуществляется за счет лестничных (передней, средней и задней), грудино-ключично-сосцевидных и грудных мышц. Когда давление в грудной клетке падает – происходит вдох, когда давление повышается – выдох. В состоянии покоя выдох, как правило, представляет собой пассивный процесс, который запускает расслабление дыхательных мышц и эластическую тягу легочной ткани. При дыхании с усилием выдох становится активным процессом. Внутренние

межреберные мышцы, широчайшая мышца спины, поясничная квадратная мышца, мышцы живота и диафрагма активнее участвуют в процессе. На этом принципе основаны дыхательные упражнения, которые фридайверы используют для разминки.

Объем воздуха, который поступает в легкие во время спокойного дыхания, соответствует дыхательному объему и равен приблизительно 500 мл, но эта величина варьируется в зависимости от индивидуальных антропометрических параметров. Ее называют дыхательным объемом (ДО). После полного вдоха в легких находится около 2000 мл воздуха. Этот параметр называется резервным объемом вдоха (РОВд), а воздух, который можно выдохнуть после спокойного выдоха, называется резервным объемом выдоха (РОВвд). Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – это сумма полного вдоха и полного выдоха. При максимальном выдохе в легких остается около 1000–1500 мл воздуха, этот параметр называется остаточным объемом (ОО), а функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) – это объем воздуха, остающийся в легких после пассивного выдоха. Этот параметр составляет приблизительно 20 % от общей емкости легких. Общая емкость легких – это общее количество воздуха, которое находится в легких после максимального вдоха. Данный параметр измеряется путем суммирования жизненной емкости легких и остаточного объема.

Перенос кислорода происходит при помощи эритроцитов – форменных элементов крови. Эритроциты переносят кислород благодаря содержащемуся в них гемоглобину. Каждая молекула гемоглобина может связывать 4 молекулы кислорода. Чем выше содержание гемоглобина, тем выше кислородная емкость крови. Кислородтранспортная способность крови – максимальное количество кислорода, которое может транспортировать кровь. У мужчин в 100 мл крови содержится в среднем 14–18 г гемоглобина, а у женщин – 12–16 г. Каждый грамм гемоглобина может связываться с 1,34 мл кислорода, соответственно, 100 мл крови способны перенести 16–24 мл кислорода. Регулярные тренировки приводят к увеличению объема циркулирующей крови и увеличению числа эритроцитов.

Сердечно-сосудистая система обеспечивает циркуляцию крови в организме человека, доставляя к органам и тканям кислород и питательные вещества и забирая углекислый газ и другие продукты клеточного метаболизма. В состав сердечно-сосудистой системы входит сердце и кровеносные сосуды. Сердце – полый мышечный орган, который за счет последовательного сокращения перекачивает кровь по сосудам. У человека четырехкамерное сердце, в котором разделяют правое предсердие, правый желудочек, левое предсердие и левый желудочек. Нервные центры, регулирующие работу сердца, находятся в продолговатом мозге, который посылает сигналы на усиление или ослабление сердечной деятельности. Нюансы регуляции сердца рассматриваться не будут.

По кровеносным сосудам осуществляется движение крови по организму. Среди сосудов различают артерии, артериолы, капилляры, вены, вены и артериоло-венозные анастомозы. Процесс обмена между кровью и тканями осуществляется в микроциркуляторном русле, в которое входят мелкие сосуды. Замкнутая система кровообращения образует круги кровообращения. У человека различают два круга кровообращения: большой и малый. Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии. Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке и оканчивается в левом предсердии. Большой круг кровообращения обеспечивает доставку крови ко всем органам и тканям, а малый круг кровообращения циркулирует через легкие, где происходит обогащение крови кислородом. Адаптация сердечно-сосудистой системы к регулярным физическим нагрузкам происходит в течение длительного времени. Под воздействием регулярных тренировок низкой интенсивности объем сердца может быть увеличен на 30–40 %.

После начала задержки дыхания происходит постепенное повышение парциального давления углекислого газа и снижение парциального давления кислорода в артериальной крови. Повышение парциального давления углекислого газа приводит к возникновению позыва на

вдох. Он вызван раздражением «дыхательного центра», который находится в продолговатом мозге, и чем длиннее задержка дыхания, тем сильнее позыв на вдох. Говоря простым языком, головной мозг посылает команды на вдох к дыхательным мышцам, но вдоха не происходит, поэтому они продолжают повторяться до тех пор, пока человек не прекратит задержку дыхания. Позывы на вдох абсолютно безопасны и безвредны, наоборот, увеличение концентрации углекислого газа в артериальной крови приводит к усилению кровотока в головном мозге.

По данным литературы, после максимального вдоха в легких находится около 1000 мл кислорода, в крови – не более 1000 мл, в тканевых пространствах – 250–300 мл. В скелетных мышцах содержится 200–300 мл кислорода в связанном состоянии. Таким образом, запас кислорода несколько превышает 2500 мл. Наибольшую долю в кислородные запасы организма вносит жизненная ёмкость лёгких. Регулярные тренировки приводят к выраженным адаптационным процессам для увеличения кислородных запасов. Жизненная емкость легких у фридайверов превышает среднестатистическую норму. На протяжении всей задержки дыхания происходит снижение парциального давления кислорода в артериальной крови, но человек не чувствует в связи с этим никакого дискомфорта. Лишь в конце человек может почувствовать симптомы снижения парциального давления кислорода, но при правильно выполненной задержке дыхания такого не должно происходить. При регулярных тренировках организм адаптируется к снижению напряжения кислорода и становится способен потреблять его более экономично и эффективно, что позволяет увеличить длительность задержки дыхания.

Одним из механизмов, заложенных в наш организм и помогающих снижать утилизацию кислорода, является так называемый «нырятельный ответ» или dive response. До 2009 года во всех учебных материалах он назывался «рефлексом ныряльщика» или diving reflex, но постепенно, по мере изучения физиологии фри-дайвинга, стало сомнительно рефлекторное происхождение данной физиологической реакции организма на задержку дыхания, и термин пришлось пересмотреть. «Нырятельный ответ» состоит из целого ряда физиологических реакций:

– **Периферическая вазоконстрикция.** Сужение периферических сосудов приводит к централизации кровообращения, что способствует более экономичному расходованию кислорода. Кровь перераспределяется от конечностей к жизненно важным органам. В то же время уменьшение кровообращения в периферических тканях (в мышцах рук и ног) способствует накоплению лактата (молочной кислоты). Регулярные тренировки на задержке дыхания, а также специальные тренировки помогают увеличить толерантность мышц к лактату. С периферической вазоконстрикцией также связано повышение артериального давления во время задержки дыхания. Так, в исследованиях на высококвалифицированных спортсменах-фридайверах было показано увеличение общего периферического сосудистого сопротивления в 4–5 раз, а систолическое давление достигало 220–240 мм рт. ст. во время максимальной задержки дыхания. Также было показано, что повышение артериального давления приводит к замедлению частоты сердечных сокращений, что является следствием барорефлекса (рефлекса, возникающего в ответ на раздражение рецепторов растяжения и посылающего сигнал в центры регуляции).

– **Брадикардия.** Брадикардия – это снижение частоты сердечных сокращений при задержке дыхания. Величина снижения может достигать 60–70 % от исходного уровня. У высокотренированных фридайверов пульс во время задержки дыхания может снижаться до 30–35 ударов в минуту. Снижение частоты сердечных сокращений уменьшает потребность сердца в кислороде, что в свою очередь позволяет увеличить длительность задержки дыхания. Замедление частоты сердечных сокращений связано со снижением сердечного выброса, которое вызвано увеличением влияния блуждающего нерва на сердце. При охлаждении лица и/или гипоксии этот эффект усиливается. Существенным для развития реакции организма является возраст, а также наличие или отсутствие опыта погружения. Брадикардия в ответ на погружение хорошо выражена у детей 4–12-месячного возраста, что, по-видимому, может иметь зна-

чение для выживаемости во время эпизодов гипоксии при рождении. С возрастом ответная реакция на погружение ослабевает. Эта реакция является более выраженной у людей, постоянно занимающихся фридайвингом.

– **Кровяной сдвиг.** Эта физиологическая реакция имеет особое значение при погружениях на глубину. Связанна она с тем, что давление окружающей среды сжимает легкие, а в связи с увеличением периферического сопротивления сосудов кровь перераспределяется, и внутрилегочные капилляры заполняются кровью. Этот механизм позволяет защитить легкие от коллапса (схлопывания) и баротравмы на больших глубинах.

– **Сокращение селезенки.** Исследования показывают, что сокращение селезенки также является частью «нырятельного ответа». В результате этого механизма из селезенки в кровь поступают дополнительные эритроциты, которые позволяют запасти еще больше кислорода и увеличить длительность задержки дыхания. Подтверждением этому является тот факт, что у здоровых людей, которым была выполнена спленэктомия (удаление селезенки), не отмечается повышения концентрации гемоглобина в ответ на задержку дыхания.

Таким образом «нырятельный ответ» обладает кислородосберегающим эффектом. Он запускается после начала задержки дыхания. Выраженность нырятельного рефлекса зависит от тренировочного стажа. Чем дольше человек занимается фридайвингом, тем более выраженным становится «нырятельный ответ». Это позволяет опытным фридайверам значительно дольше находиться на задержке дыхания, при этом медленнее расходуя кислород. Поскольку фридайверы способны на очень длительные задержки дыхания без потери сознания, было выдвинуто предположение, что у них развивается более совершенный защитный механизм против гипоксии, чем у нетренированных людей. Этот механизм может быть результатом усиления адаптационных возможностей организма, а также результатом так называемого предварительного гипоксического эффекта или гипоксической готовности. В определенной степени подобного рода механизмы у фридайверов со «стажем» сходны с таковыми у ныряющих млекопитающих. Это сходство проявляется и в более выраженной периферической вазоконстрикции, которая проявляется у них, несмотря на повышенное потребление кислорода, вызванное движением при задержке дыхания в движении.

### Глава 3. Как человек погружается так глубоко?

Если разобрать погружение с точки зрения физики, то на человека под водой будет действовать повышенное гидростатическое давление. Каждые 10 м давление увеличивается на одну атмосферу. Основной закон физики, который следует здесь упомянуть, – это **закон Бойля-Мариотта: «При постоянной температуре произведение объёма  $V$  газа и его давления  $P$  является постоянной»**. С практической точки зрения это значит, что чем глубже человек погружается, тем меньше становится объем воздуха в его легких и полостях тела, и тем больше его легкие сжимаются, но совсем сжаться они не могут, и максимальный объем сжатия будет соответствовать остаточному объему легких.

Во время глубинных погружений различают несколько фаз: погружение, свободное падение, всплытие и заключительная часть всплытия. Сразу после начала погружения фридайвер активно работает ластами до достижения точки нейтральной плавучести. Точка нейтральной плавучести – это такая глубина, на которой ваша плавучесть равна нулю. Фридайвер может находиться на одном уровне, не осуществляя никаких движений, не всплывая и не погружаясь. Глубину нейтральной плавучести фридайверы вымеряют на разминке, она зависит от глубины планируемых погружений и опыта напарника, который контролирует погружение и обеспечивает безопасность. Нейтральная плавучесть человека, ныряющего на 50 м, должна быть глубже, чем у ныряльщика на 20 м.

Глубина нейтральной плавучести выставляется таким образом, чтобы во время погружения фридайвер затрачивал минимум усилий. Нейтральная плавучесть на глубине менее 10 м обозначает, что подъем будет затруднен и потребует больших усилий. Нейтральная плавучесть на глубине более 20 м затруднит начало нырка и потребует больше сил при погружении.

После точки нейтральной плавучести начинается зона отрицательной плавучести. Во время глубоких нырков фридайвер может использовать отрицательную плавучесть, чтобы экономить свою энергию и кислород. Когда пройдена точка нейтральной плавучести, можно прекратить работать ластами и начать просто «падать» вниз. На всплытии фридайвер активно работает ластами, после точки нейтральной плавучести грести становится легче, и наступает заключительная часть всплытия, когда фридайвера выталкивает на поверхность, и ему не нужно работать ластами.

Ключевым фактором, который играет одну из главных ролей при погружении на глубину, является компенсация давления в полостях. Основная полость, давление в которой человек должен компенсировать при погружении на глубину, это полость среднего уха. Ухо состоит из 3-х отделов: наружное ухо – внешняя часть; состоит из ушной раковины и слухового канала. Барабанная перепонка – граница между наружным и средним ухом. Среднее ухо – воздухоносная полость, передающая звуковые волны. Оно сообщается с носоглоткой через слуховую (евстахиеву) трубу. Внутреннее ухо – непосредственно звуковоспринимающий орган.

Также в черепе есть пазухи, давление в которых компенсируется автоматически при компенсации давления в среднем ухе, но при блокировке каналов этого может не произойти. Череп содержит 4 группы полостей: лобные, гайморовы, сфеноидальные и этмоидальные. Пазухи и воздухоносные полости носа помогают резонировать звуки и уменьшают удельный вес головы. Возможные причины блокировки каналов: простуда, аллергия, постоянные раздражения слизистой в результате курения или воздействия сухим воздухом. При блокировке пазух во время погружения человек испытывает неприятные ощущения в проекции пазух, нарастающее давление. При появлении первых дискомфортных ощущений необходимо замедлить скорость погружения, остановиться, попробовать скомпенсировать давление. Если сделать это не удалось, то необходимо прервать погружение во избежание баротравмы пазух.

## Компенсация давления в полости среднего уха

Во время погружения возрастающее внешнее давление приводит к сжатию воздуха в области среднего уха, барабанная перепонка прогибается вовнутрь. Для компенсации фридайверу необходимо повысить внутреннее давление, поддувая воздух в среднее ухо через евстахиеву трубу. При появлении дискомфортных ощущений следует немедленно прервать погружение. Не скомпенсированное вовремя давление может привести к баротравме среднего уха или к разрыву/перфорации барабанной перепонки. Существуют два основных метода компенсации давления в полости среднего уха: маневр «Вальсальва» и маневр «Френзель».

**Маневр «Вальсальва».** Держа рот закрытым, зажмите нос и сделайте резкий выдох в нос, держа его закрытым. «Вальсальва» – это самый простой метод компенсации давления, но у него есть ряд недостатков, поэтому основная техника компенсации давления, которой пользуются фридайверы, – маневр «Френзель».

**Маневр «Френзель».** Этот маневр делает продувку более легкой и эффективной, позволяет быть более расслабленным во время нырка и нырять глубже. В противоположность маневру «Вальсальва», где используется воздух из легких, «Френзель» использует воздух из ротовой полости, что гораздо эффективнее и безопаснее.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.