

# Водолазная медицина.

Специфические заболевания и травмы  
водолазов.

Часть 1

# *Избыточное растворение азота*

При повышении окружающего давления воздуха, в легких возрастает парциальное давление азота ( $P_{N_2}$ ) и других газов входящих в состав вдыхаемого воздуха, что ведет к дополнительному насыщению жидких сред и тканей организма.

Вдыхаемый азот, парциальное давление которого превышает его напряжение в тканях, поступает в легкие, проникает через стенки альвеол, растворяется в артериальной крови, транспортируется кровью к тканям и через капиллярную стенку проникает в ткани и клетки организма. Освобожденная от избыточно растворенного азота кровь по венозной системе возвращается в легкие, где вновь насыщается азотом.

Весь процесс насыщения идет путем диффузии азота из зоны более высокого парциального давления (из легких), в зону более низкого парциального давления (в ткани).

С каждым новым кругооборотом крови ткани сильнее насыщаются азотом, и постепенно их насыщение становится равным парциальному давлению азота во вдыхаемом воздухе.

Процесс насыщения продолжается до тех пор пока парциальное давление азота во вдыхаемой газовой смеси не сравняется с парциальным давлением азота во всех тканях и клетках организма. Растворимость газа в тканях организма зависит от типа ткани, кровоснабжения ткани, скорости кровоснабжения, температуры тела, температуры окружающей среды. Скорость насыщения так же зависит от этих параметров а так же от времени пребывания на глубине и величины давления.

# Атмосферное давление

Азот во вдыхаемом  
воздухе



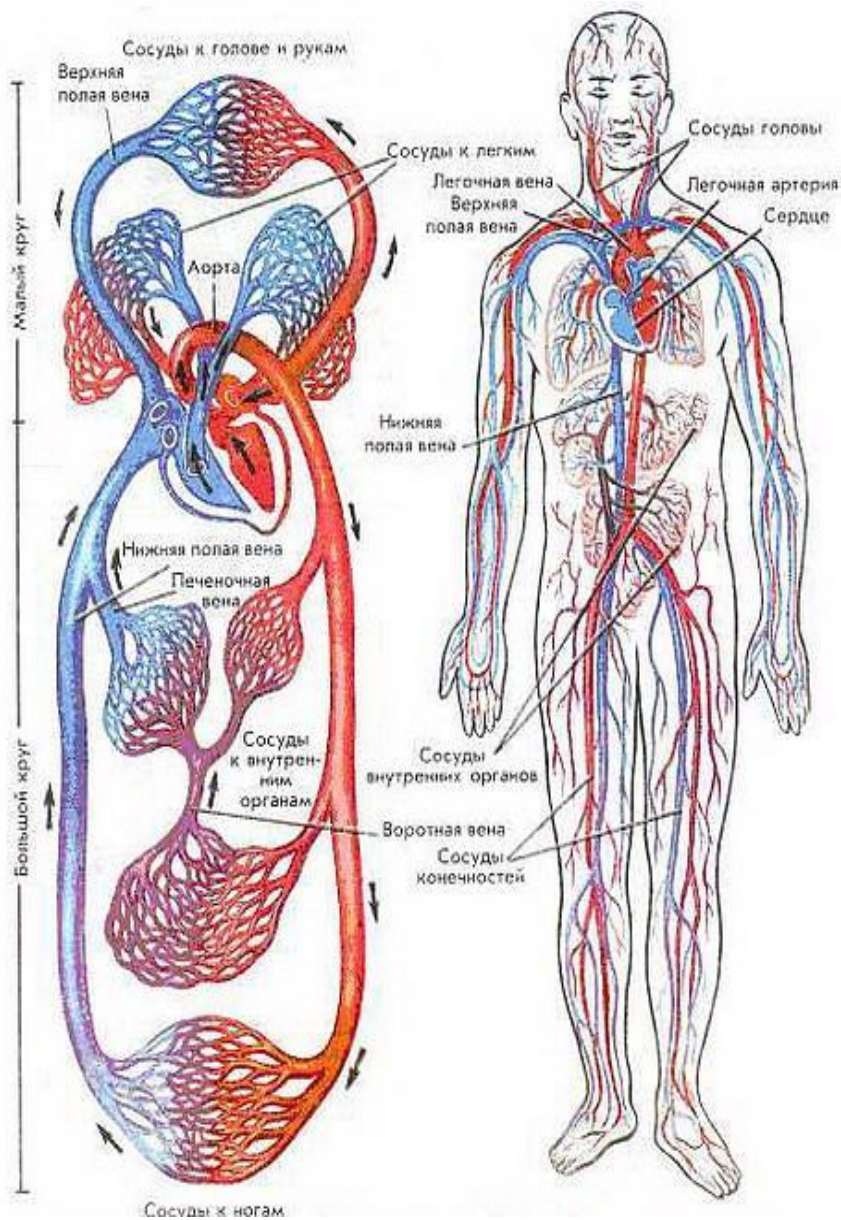
Азот в жидкостях и тканях  
организма

## Повышенное давление окружающей среды

Азот во вдыхаемом  
воздухе



Азот в жидкостях и тканях  
организма



Насыщение организма азотом в условиях повышенного давления воздуха, в основном происходит по средствам дыхательной и сердечнососудистой систем организма.

$P_{N_2}$  во вдыхаемой газовой смеси =

$P_{N_2}$  в альвеолах =

$P_{N_2}$  в легочных капиллярах =

$P_{N_2}$  в органах и тканях

## Насыщение

• Альвеолы легких

• Кровь и кровеносные  
сосуды (артерии)

• Органы и ткани организма

• Клетки и межклеточное  
пространство

• Альвеолы легких

• Кровь и кровеносные  
сосуды (вены)

• Органы и ткани организма

• Клетки и межклеточное  
пространство

## Рассыщение

# Декомпрессионная болезнь (кессонная болезнь)

Это профессиональное заболевание водолазов и лиц работающих в условиях измененного давления газовой и водной среды, которое проявляется комплексом патологических явлений, связанных с образованием свободных газовых пузырьков в крови и других тканях организма, пересыщенных индифферентным газом, в результате неадекватной декомпрессии

# Этиология

1. Повышенное давление окружающей среды.
2. Повышенное парциальное давление азота (P N<sub>2</sub>) во вдыхаемой газовой смеси (ДГС).
3. Неправильный режим погружения или невыполнение выбранного режима погружения.
4. Неправильный выбор режима декомпрессии или невыполнение выбранного режима декомпрессии (условия спуска, индивидуальные особенности дайвера, глубина остановок, время выдержки на остановке).
5. Аварийное всплытие дайвера.
6. Аварийная разгерметизация барокамеры.

# Погружение



Увеличение давления окружающей среды



Увеличение ( $P_{N_2}$ ) во вдыхаемой газовой смеси (ДГС)



Увеличение ( $P_{N_2}$ ) в крови и тканях организма



Избыточное растворение и накопление азота в тканях и клетках организма



# Всплытие



Снижение давления окружающей среды



Уменьшение ( $P_{N_2}$ ) во вдыхаемой газовой смеси (ДГС)



Выведение избыточно растворенного азота из организма



Уменьшение ( $P_{N_2}$ ) в крови и тканях организма до нормального уровня, и полное выведение избыточного азота из организма.

Соблюдение режима и правил декомпрессии

Нарушение режима и правил декомпрессии

Образование устойчивых газовых пузырьков, объединение их в аэротромбы, закупорка сосудов, нарушение кровоснабжения органов.



Клинические проявления в зависимости от степени тяжести (количество пузырьков, их размеры, место расположения)

Согласно закону Генри




Химические свойства газа, тип и свойства ткани, степень кровоснабжения ткани, величина избыточного давления, время пребывания под избыточным давлением, факторы окружающей среды.


Химические свойства газа, тип и свойства ткани, степень кровоснабжения ткани, величина избыточного давления, время пребывания под избыточным давлением, факторы окружающей среды.

Согласно закону Генри






- 
- Если декомпрессия производится достаточно медленно, то растворенный азот покидает организм преимущественно в виде молекул, т.е. в том же физическом состоянии, в каком он проник в ткани в условиях повышенного давления.

- 
- При не адекватном снижении давления этот процесс нарушается, в результате чего в крови и тканях где образуются участки с большим содержанием растворенного азота, начинается процесс образования газовых пузырьков.

- 
- При соблюдении условий образования газовых пузырьков, и перехода их в устойчивую форму начинается процесс образования аэротромбов.

- 
- Появившиеся в тканях организма устойчивые газовые пузырьки и аэротромбы вызывают расстройство кровообращения, оказывают травмирующее воздействие на окружающие клетки, нервные образования и являются – ОСНОВНОЙ ПРИЧИНОЙ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ!!!

Величина пересыщения – это разность между напряжением азота в тканях организма и величиной окружающего давления. Положительное значение данной величины, является неременным условием для образования газовых пузырьков в тканях организма.

$$\underline{AP = P_t - P}$$

Газовые пузырьки – функциональная единица, величина, количество и локализация которой обуславливает клинические проявления ДБ, а также степень тяжести, и исход ДБ.

Устойчивые ГП –  $P_t > P_p > P$

Большое значение имеет радиус пузырька.

# *Факторы способствующие развитию ДБ*

1. Недостаточная тренированность дайвера.
2. Неоднократно перенесенные ДБ (особенно плохо вылеченные)
3. Азотный наркоз.
4. Неоднократные погружения в течение суток, особенно при увеличении глубины погружения.
5. Пищевое и водное голодание в течение нескольких суток перед погружением.
6. Избыточное потребление жидкости непосредственно перед спуском.
7. Прием алкоголя, наркотиков, контрацептивов, средств возбуждающих сердечнососудистую систему и систему дыхания.
8. Перегревание до и после погружения.
9. Низкая температура тела и окружающей среды во время погружения и декомпрессии.
10. Избыточное содержание жировой ткани в организме (при длительном пребывании на глубине).
11. Преклонный возраст.
12. Наличие ряда острых и хронических заболеваний (неполное заращение межпредсердного овального отверстия), последствия серьезных травм (особенно костей и суставов).
13. Первая фаза менструации.
14. Нарушение режимов труда и отдыха после погружения, а так же нарушение режима питания.
15. Тяжелая физическая работа под водой, переутомление.
16. Эмоциональное возбуждение.
17. Большое содержание во вдыхаемой смеси углекислого газа.

# Классификация

## Острая форма

### Легкая степень.

1. Небольшая усталость и общее недомогание.
2. Кожный зуд различной степени выраженности, от легкого до мучительного, приводящего к сильным расчесам на теле. Обычно ограничен определенной областью, и редко распространяется на все тело. Наиболее частая локализация: ягодицы, задняя поверхность бедра, верхняя часть голеней, немного реже на плечевом поясе и спине, редко на груди, животе и других местах.
3. Боли в суставах, костях и мышцах. Предвестником суставных болей может быть неловкость в суставе, онемение участков конечностей, «мурашки». Боль имеет летучий характер, и различную интенсивность. Наиболее часто поражается коленный сустав, затем в порядке убывания частоты – плечевой и локтевой суставы, лучезапястный и голеностопный, суставы пальцев кисти, редко поражается тазобедренный сустав.
4. Мраморная окраска кожи, сыпь, пятна различной окраски (светло-серая, светло-красная, фиолетовая, темно-синяя), чаще всего наблюдаются отдельные линии и пятна перекрещивающиеся между собой, поверхность над пятнами может быть слегка приподнята и покрыта сыпью. Так же могут образовываться гематомы по ходу крупных подкожных вен, болезненные при пальпации.
6. Невралгии, чаще верхних конечностей, онемение кожи, нарушение кожной чувствительности.

## **Средняя степень.**

*Симптомы развиваются гораздо быстрее и сопровождаются более острыми проявлениями.*

1. Выраженная усталость, гиподинамия, головокружение, одышка, неприятные ощущения в области сердца, боли в груди, тахикардия и аритмия.
2. Боли в суставах, костях и мышцах более выражены чаще всего начинаются внезапно, и усиливаются при движении. Наблюдается снижение мышечной силы.
3. Выраженный цианоз кожных покровов и слизистых оболочек.
4. Кашель с выделением мокроты, нередко с прожилками крови.
5. Боли в животе, правом подреберье, тошнота, рвота, метеоризм, жидкий стул.
6. Временное нарушение зрения, двоение в глазах, рябь или сетка перед глазами, шум или звон в ушах, снижение слуха, асимметрия лица.

## **Тяжелая степень.**

1. Весьма выраженные нарушения деятельности сердечнососудистой системы и системы дыхания: пульс частый, слабый и аритмичный, дыхание частое, поверхностное. Кашель с кровохарканьем. Боль и стеснение в груди с приступами удушья. Резкое падение артериального давления.
2. Поражения центральной нервной системы: резкая обездвиженность, бледность кожных покровов, холодный и липкий пот, возможно помрачнение сознания, полные или частичные параличи ног, реже рук с потерей на них чувствительности и двигательных функций, расстройствами мочеиспускания и стула. Сильные головокружения, резкая головная боль, шум и звон в ушах, ослабление или полная потеря слуха, невозможность удержать равновесие тела.
3. Может наблюдаться цианотичный цвет лица, может быть так же бледный или пепельно-

# Хроническая форма

1. Первично – хроническая: осложнение ДБ через определенный срок (светлый промежуток) после заболевания и проведенного лечения, даже успешного. Сюда же относятся случаи, когда в анамнезе отсутствуют декомпрессионные заболевания, а немые газовые пузырьки клинически не проявляются. (Артрозы различных суставов, асептический некроз костей, миодегенерации сердца).
2. Вторично – хроническая: представляет собой остаточные явления ДБ, которые могут продолжаться в течение многих лет при отсутствии лечения, при поздно начатой лечебной рекомпрессии или после недостаточно эффективного лечения случая ДБ, не закончившегося полным выздоровлением. (миелоз, перманентный Меньероподобный синдром,



# Лечение

**Наиболее эффективным методом лечения и первоочередным мероприятием при любой степени тяжести заболевания является лечебная рекомпрессия (повторное повышение давления).**

При этом размеры пузырьков постепенно уменьшаются, после чего они распадаются на отдельные молекулы, и тем самым ликвидируется основная причина заболевания.

**Важнейшим условием эффективного лечения декомпрессионной болезни является как можно более раннее применение лечебной рекомпрессии.**

При выборе режима руководствуются состоянием пострадавшего и степенью тяжести ДБ, а также учитывают условия, при которых возникло заболевание: глубину спуска, длительность пребывания на глубине, индивидуальные особенности пострадавшего, а также характер допущенных нарушений правил спуска, которые могли привести к заболеванию.

**После завершения лечебной рекомпрессии противопоказаны: горячий душ, общая горячая ванна, а также физическая нагрузка в**

# Профилактика

Основное профилактическое мероприятие, направленное на предупреждение возникновения ДБ, правильный выбор режима декомпрессии с учетом особенностей погружения и проведение декомпрессии в строгом соответствии с выбранным режимом.

Профилактика ДБ включает в себя также такие мероприятия, как тщательный медицинский осмотр дайверов, динамическое наблюдение за состоянием их здоровья и физической тренированностью, социальная защита, соблюдение элементарных режимов труда, отдыха и питания, качественный медицинский осмотр перед спуском, строгое соблюдение правил техники безопасности при



Глубина, м	Экспозиция на грунте (мин)	
	<u>Воздух</u>	КГС
15	<u>105</u>	168
18	<u>45</u>	105
21	<u>35</u>	69
24	<u>25</u>	50
27	<u>20</u>	41
30	<u>15</u>	35
33	<u>15</u>	30
36	<u>10</u>	24
39	<u>10</u>	19
42	<u>10</u>	16

# *Азотный наркоз*

Азотный наркоз - это изменения высшей нервной деятельности, связанные с действием повышенного парциального давления азота во вдыхаемом воздухе.

## *Этиология*

Азот при нормальном атмосферном давлении является нейтральным газом для организма, а при повышенном парциальном давлении он вызывает ряд биологических ответных реакций организма, которые могут быть компенсаторными (приспособительными) и патологическими, а по своему характеру они сходны с действием на организм алкоголя.

## *Теории действия азота*

- 1.** Нарушение проницаемости мембран нервных клеток, за счет нахождения большого количества молекул азота на их поверхности, что приводит к снижению интенсивности обмена веществ в нервных клетках.
- 2.** Азот под большим давлением оказывает тормозящее действие на передачу импульсов по всем синапсам нервной системы.

# Признаки

Наркотическое действие азота проявляется в двух фазах: вначале наступает возбуждение ЦНС, которое затем сменяется угнетением функций центральной нервной системы.

При давлении **2 атм.**, незначительно уменьшается реакция на световой и звуковой раздражители, изменения на электроэнцефалограмме не регистрируются.

Первые клинические проявления азотного наркоза обнаруживаются при давлении окружающей среды около **4 – 5 атм.**, (на глубине спуска около 40 м) и выражаются в появлении у человека состояния, сходного с легким алкогольным опьянением (приподнятое настроение, беспричинная веселость, излишняя болтливость, неуверенность в движениях и т.д.).

При окружающем давлении около **6 атм.**, эти явления становятся более отчетливыми, но большинство водолазов еще продолжают сохранять общее хорошее самочувствие и почти нормальную работоспособность.

При окружающем давлении порядка **7 – 9 атм.**, чувство опьянения становится весьма сильным: появляется отчетливое нарушение координации движений (движения становятся неточными, неуверенными). Нарушается общая ориентировка, снижается сообразительность и сознательный контроль за своими действиями.

Некоторые дайверы и водолазы при этом давлении воздуха под водой становятся практически неработоспособными – неточно выполняют задания, а иногда и вовсе не осознают, что они делают. **В ряде случаев человек перестает правильно выполнять действия по использованию водолазного снаряжения, в результате чего с ним может произойти авария (запутывание, выбрасывание на поверхность и т.п.).**

При давлении воздуха **10 атм.**, наркотическое действие азота становится настолько сильным, что большинство водолазов не в состоянии выполнять целенаправленную работу под водой. Как правило, у нетренированных к воздействию повышенного давления азота людей на глубине 100 м развивается глубокое расстройство координации движений, полностью нарушается ориентировка по месту и времени, утрачивается сообразительность, появляются зрительные и слуховые галлюцинации.

При давлении воздуха более 10 кгс/см<sup>2</sup> азотный наркоз проявляется в потере сознания и глубоком сне.

**При декомпрессии явления наркотического действия азота быстро уменьшаются и полностью проходят без остаточных явлений при отсутствии каких-либо лечебных мероприятий.**

## ***Оказание помощи***

Наркотическое действие азота, как правило, не требует специального лечения, так как при спусках на глубины до 60-80 м оно не представляет опасности для здоровья человека ни в период его проявления, ни в более отдаленные сроки.

**Опасность для водолаза представляют аварийные действия, которые он может совершать, находясь в наркотическом состоянии.**

Поэтому при появлении у водолаза признаков наркотического действия азота (неадекватное поведение, беспричинный смех, нарушение правил использования снаряжения, необоснованный отказ от выполнения указаний руководителя спуска и др.)

**необходимо прекратить дальнейшее пребывание дайвера под водой и начать подъем его на поверхность с соблюдением режима декомпрессии.**

# *Предупреждение*

Предупреждение азотного наркоза в водолазной практике достигается путем ограничения максимальной глубины спуска, которая для большинства водолазов при использовании для дыхания сжатого воздуха составляет 60 м, а для наиболее опытных водолазов при необходимости проведения спусков в аварийной ситуации - 80 м.

При допуске к спускам водолазный врач должен также учитывать индивидуальную чувствительность каждого водолаза к наркотическому действию азота.

Водолазы, имеющие повышенную чувствительность, могут допускаться к спускам под воду при дыхании сжатым воздухом на глубины не более 45 м. Поскольку у водолазов при проведении систематических спусков под воду с использованием для дыхания сжатого воздуха наступает адаптация к наркотическому действию азота, водолазы в межспусковой период должны проходить тренировочные спуски в барокамере под давлением до 80 м вод.ст.

При работе водолазов под водой в вентилируемом снаряжении особое внимание должно обращать на расход воздуха для вентиляции скафандра (не менее 80-120 л/мин сжатого газа), поскольку при недостаточной вентиляции в скафандре может накапливаться высокая концентрация диоксида углерода, которая усиливает наркотическое действие азота.

# *Кислородное голодание*

## *Причины*

Кислородное голодание может возникнуть при переключении дайвера на дыхание дыхательной смесью с низким содержанием кислорода.

## *Признаки*

При постепенном уменьшении содержания кислорода у дайвера учащаются дыхание и пульс, появляются головокружение, стук в висках, понижение сообразительности, а также чувство жара во всем теле.

При резком снижении парциального давления кислорода кислородное голодание характеризуется внезапной потерей сознания, которая наступает без предварительных признаков.

## ***Оказание помощи***

Первая помощь при кислородном голодании состоит в максимально быстром обеспечении пострадавшему доступа воздуха или дыхания кислородом.

При отсутствии у него дыхания необходимо проведение искусственной вентиляции легких с помощью ручного аппарата ИВЛ (мешок Амбу), при отсутствии такого аппарата — проведение искусственного дыхания, по возможности через воздуховод, вставленный в гортань.

После восстановления дыхания пострадавшему создают покой, согревают его тело, дают горячий, сладкий чай. Объем оказания дальнейшей помощи определяется водолазным врачом в зависимости от общего состояния, сердечной деятельности и дыхания.

## ***Предупреждение***

Для предупреждения кислородного голодания необходимо:

- проверить давление кислорода в баллонах дыхательных аппаратов (давление должно быть не менее 9 МПа(90 кгс/см<sup>2</sup>));
- проверить исправность кислородоподающих механизмов и дыхательных автоматов;
- правильно включиться в аппарат (с трехкратной промывкой);
- применять для дыхания водолазов только медицинский кислород.



# *Насыщение организма кислородом*

Кислород при повышенном давлении оказывает не только рефлекторное, но и прямое угнетающее влияние на дыхательный центр. При этом изменяются показатели внешнего дыхания (дыхание становится более редким и глубоким, снижается легочная вентиляция), кровообращения (урежается пульс, сужаются сосуды, повышается их периферическое сопротивление, уменьшается скорость кровотока).

Эту реакцию следует рассматривать как приспособительную, компенсаторную, направленную на то, чтобы уменьшить избыточное растворение в организме кислорода.

При спусках с использованием для дыхания воздуха патологическая реакция организма при действии повышенного парциального давления кислорода, как правило, не наступает.

# Отравление кислородом

Отравление кислородом представляет собой патологическое состояние организма, развивающееся результате воздействия на него повышенного парциального давления кислорода и проявляющееся в нарушении функций центральной нервной системы, эндокринной, дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Отравление кислородом может проявляться в судорожной, легочной или сосудистой форме.

## Причины

В водолазной практике отравление кислородом может наступить при продолжительных спусках под вод любом водолазном снаряжении или в барокамере при дыхании сжатым воздухом, искусственной дыхательной газовой смесью или кислородом, когда парциальное давление кислорода будет превышать 0,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Однако наиболее часто отравление кислородом в водолазной практике встречается при использовании для спусков под воду кислородного снаряжения (ребризеры, аппараты с замкнутой схемой дыхания).

Дыхание чистым кислородом или газовыми смесями с повышенным парциальным давлением кислорода приводит к увеличению его напряжения в артериальной крови за счет

# Судорожная форма отравления кислородом

Протекает в трех последовательных стадиях:

1. Стадия предвестников (предсудорожная);
2. Стадия судорог;
3. Стадия терминального состояния.

Характерным для предсудорожной стадии является понижение чувствительности и онемение кончиков пальцев рук и ног, а иногда верхней губы и других участков тела. Отмечается подергивание мышц губ, век и шеи.

По мере усиления токсического действия кислорода появляются звон в ушах, тяжесть в голове. Определяются сужение полей зрения («туннельное зрение»), учащение пульса и дыхания, повышение артериального давления. Непосредственно перед судорожным приступом можно заметить бледность лица, наличие холодного пота и непроизвольных сокращений отдельных мышц мимической мускулатуры.

Стадия предвестников продолжается от нескольких минут до получаса и более. Длительность этого периода зависит от величины давления кислорода, индивидуальной чувствительности человека к гипероксии и его функционального состояния. Чем больше давление кислорода, тем короче эта стадия.

Судорожная стадия характеризуется потерей сознания и внезапным наступлением судорог по типу классической эпилепсии.

Первый приступ судорог носит клонический характер (судорожные подергивания) и продолжается 1-2 мин. Затем наступает пауза, после которой появляется новый приступ судорог. При продолжающемся действии кислорода приступы судорог становятся более продолжительными, а промежутки более короткими.

Клонические судороги переходят в тонические (резко повышается тонус мышц), и наступает опистотонус (запрокидывается голова, туловище изгибается). Прекращение очередного судорожного припадка происходит так же внезапно, как и его начало.

Для третьей (терминальной) стадии судорожной формы кислородного отравления характерно ослабление судорожной реакция и появление расстройств дыхания. Если в стадии кислородных судорог пострадавшего водолаза переключить на дыхание вместо кислорода воздухом или газовой смесью с низким парциальным давлением кислорода, то у него может быть еще 1-2 приступа судорог, после чего он погружается в глубокий сон, который продолжается от 40 до 90 мин.

Иногда поднятый на поверхность после отравления кислородом водолаз находится в состоянии обморока или сильного нервного возбуждения. Он не может спокойно лежать или сидеть, стремится вырваться из рук людей, оказывающих ему помощь, вступает с ними в драку, а затем постепенно успокаивается и засыпает.

**При легочной форме** отравления кислородом начальные признаки характеризуются ощущением загрудинных болей, усиливающихся при глубоком дыхании, и появлением сухого кашля. Наряду с этим отмечаются спазм сосудов конечностей и онемение кончиков пальцев рук и ног, носа. В дальнейшем постепенно развивается воспалительный процесс в легких. Он сопровождается явлениями гипоксии, которые возникают в результате отека легких и выключения их в той или иной степени из участия в нормальном цикле газообмена.

При выраженном отеке легких переход пострадавшего в среду с нормальным парциальным давлением кислорода может привести к развитию острого кислородного голодания.

**Для сосудистой формы** отравления кислородом характерно то, что при парциальном давлении кислорода 1,0-2,5 кгс/см<sup>2</sup> симптомы развиваются постепенно и проявляются в основном понижением кожной чувствительности и онемением кончиков пальцев.

При давлении более 2,5 кгс/см<sup>2</sup> могут появиться мелькание в глазах, снижение остроты зрения и сужение полей зрения, головная боль, головокружение, звон в ушах, мелькание в глазах, затрудненное дыхание, общая слабость и резкое падение артериального давления, в результате чего может наступить потеря сознания. При объективном обследовании можно отметить побледнение или, напротив, покраснение кожных покровов, кровоизлияния в кожу и слизистые. Возможны кровоизлияния во внутренние органы.

При указанных величинах парциального давления кислорода и экспозиции 2,5-3 ч возможно также сочетание легочной и сосудистой форм отравления, проявляющихся в разной степени.

При парциальном давлении 5 кгс/см<sup>2</sup> и более развивается

# Оказание помощи

При появлении первых признаков отравления кислородом в период нахождения под водой, дайверу дается команда немедленно прекратить работу и приступить к подъему на поверхность. Если дайвер не может самостоятельно подняться на поверхность (потеря сознания), то его следует немедленно поднимать за сигнальный конец или с помощью партнера, переключить на дыхание атмосферным воздухом и освободить от снаряжения. Дальнейшие лечебные мероприятия проводятся в зависимости от состояния пострадавшего.

При наличии у пострадавшего судорог его необходимо удерживать, оберегая от ударов голову, и принимать меры по предупреждению прикуса языка. Во время судорог у пострадавшего декомпрессию проводить запрещается, так как снижение окружающего давления при произвольной задержке дыхания может привести к появлению баротравмы легких. Декомпрессия возобновляется при появлении у водолаза ритмичного дыхания, которое возникает после прекращения клонических судорог.

Пострадавшего следует поместить в теплое затемненное место с хорошей звукоизоляцией. В течение суток после отравления он должен находиться под наблюдением врача, который проводит симптоматическое лечение.

## ***Предупреждение***

Для профилактики отравления кислородом необходимо исключить возможность перепутывания баллонов и подачи дайверу вместо воздуха чистого кислорода.

При дыхании кислородом в снаряжении с замкнутой схемой дыхания для предупреждения отравления кислородом необходимо исключить случаи спусков дайверов под воду на глубины более 20 м. Недопустимо проведение спусков под воду в неисправном водолазном снаряжении (особенно при неисправности клапана вдоха и кислородоподающего механизма).



# *Отравление диоксидом углерода*

Отравление диоксидом углерода представляет собой патологическое состояние, возникающее вследствие нарушения его выведения из организма и увеличения напряжения этого газа в тканях.

## ***Причины***

Отравление диоксидом углерода у дайверов возникает, как правило, в результате накопления его по разным причинам в дыхательной газовой смеси при использовании водолазного снаряжения или при нахождении в барокамере.

Отравление CO<sub>2</sub> при использовании дыхательных аппаратов с открытой схемой дыхания может наступить только в том случае, когда баллоны аппарата заполнены воздухом с большим содержанием CO<sub>2</sub>.

# Признаки

В водолазной практике отравление  $\text{CO}_2$  чаще встречается в острой форме, для которой характерно быстрое развитие компенсаторных реакций, а при более высоких концентрациях - патологических.

При отравлении  $\text{CO}_2$  водолазы предъявляют жалобы на чувство жара, появляются одышка, сердцебиение, шум в ушах, потливость, слюнотечение, тошнота и рвота.

Если нарастание  $\text{CO}_2$  во вдыхаемой газовой смеси происходит сравнительно медленно, то условно можно определить **4 последовательные стадии острого отравления: предвестников, одышки, судорог и наркоза.**

**1 -я стадия** - стадия предвестников (начальных проявлений) - наступает при содержании  $\text{CO}_2$  во вдыхаемой газовой смеси в пределах 1-3 %, приведенных к условиям нормального давления.

Для этой стадии характерны чувство жара, умеренная эйфория, снижение внимания, легкое головокружение, головная боль, более глубокое дыхание, снижение физической работоспособности, потливость, усиление слюноотделения, секреции бронхов и желудка.

**2-я стадия** - стадия одышки - возникает при дыхании воздухом, содержащим 3-6 % CO<sub>2</sub> и экспозиции 20-100 мин.

Типичными симптомами для указанной стадии отравления CO<sub>2</sub> являются выраженное чувство жара, сильная одышка, головокружение, пульсирующая головная боль, сонливость.

При осмотре определяются вначале бледность, а затем гиперемия кожных покровов, набухание подкожных вен. Отмечаются небольшая эйфория, повышенная потливость, усиление слюноотделения. Учащается пульс, как правило, повышается артериальное давление, в большей степени минимальное. Тоны сердца приглушены.

**3-я стадия** - стадия судорог - наступает при содержании CO<sub>2</sub> во вдыхаемой газовой смеси 6-10 % и экспозиции 5-25 мин.

Ведущим симптомом являются судороги клонического характера (подергивания мышц) всего тела, сопровождающиеся затрудненным продолжительным выдохом. Кожные покровы цианотичны, зрачки сужены, артериальное давление снижено, частота сердечных сокращений уменьшена. Возможна потеря сознания.

**4-я стадия** - стадия наркоза - появляется при дыхании в течение нескольких минут газовой смесью с содержанием CO<sub>2</sub> более 10 %.

Быстро развивается общая заторможенность. Судороги ослабевают из-за истощения нервной системы. Отмечаются редкое дыхание, редкий пульс, расширение зрачков.

Наступает сон, переходящий в наркоз после кратковременного возбуждения. Возможно наступление смерти от паралича дыхательного и сосудодвигательного центров.

При резком переходе на дыхание атмосферным воздухом (выведении пострадавшего из углекислотного наркоза) могут быть судороги как проявление «обратного действия» CO<sub>2</sub>.

# *Оказание помощи*

Первая помощь при отравлении диоксидом углерода должна оказываться пострадавшему дайверу еще под водой.

Если дайвер потерял сознание, то ему оказывает первую помощь напарник, главной задачей которой является немедленное всплытие с пострадавшим на поверхность без соблюдения режима декомпрессии.

На поверхности пострадавшему необходимо предоставить немедленный доступ воздуха путем снятия маски или полумаски с загубником. После этого быстро снимают снаряжение. Если глубина спусков превышала 12 метров и время пребывания водолаза на грунте требовало проведения рабочей декомпрессии, тогда пострадавшего немедленно помещают в барокамеру вместе с водолазным врачом (фельдшером) и создают давление воздуха, равное давлению воды на глубине спуска.

В барокамере пострадавший выдерживается до улучшения общего самочувствия, после чего проводится декомпрессия по режиму, выбранному врачом.

## ***Предупреждение***

Профилактика отравления CO<sub>2</sub> достигается тщательной подготовкой и рабочей проверкой водолазного снаряжения и барокамер, соблюдением правил их эксплуатации и устранением причин, способствующих накоплению CO<sub>2</sub> в газовой смеси.

При спусках в условиях отрицательных температур воздуха необходимо принимать меры предупреждения образования ледяных пробок в шланговых соединениях или примерзания клапанов дыхательных аппаратов.

Для исключения случаев отравления CO<sub>2</sub> у дайверов в период пребывания их в барокамерах необходимо проводить периодическую вентиляцию воздухом, а также в случае предъявления водолазами жалоб, свидетельствующих о признаках отравления CO<sub>2</sub>.

При использовании системы регенерации барокамеры необходимо своевременно перезаряжать кассеты свежим ХП-И, контролировать содержание CO<sub>2</sub> в барокамере.

Концентрация CO<sub>2</sub> в барокамере не должна превышать 1%, приведенного к нормальному барометрическому давлению.