

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт медицины и психологии

Зеркальная кафедра анестезиологии и реаниматологии
проф. В. Л. Зельмана

С. Е. Науменко

ГОРНАЯ БОЛЕЗНЬ

Учебное пособие

Новосибирск
2018

УДК 611.127
ББК Р110.13я73-1
Н 34

Рекомендовано к печати Зеркальной кафедрой
анестезиологии и реаниматологии проф. В. Л. Зельмана
ИМП НГУ, протокол № 2 от 3 октября 2017 г.

Науменко С. Е.

Н 34 Горная болезнь : учебное пособие / С. Е. Науменко; Новосиб.
гос. ун-т. — Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018. — 72 с.

ISBN 978-5-4437-0715-3

Пособие посвящено описанию медицинских проблем при воздействии гипоксической гипоксии, наиболее часто наблюдающейся при пребывании в горной местности. Приводятся данные по физиологии газообмена, патофизиологии высотной гипоксии и обусловленным ею заболеваниям, таким как горная болезнь, высотный отек мозга и легких. Обращается особое внимание на оказание доврачебной помощи при этих состояниях. Понятие горной болезни автором толкуется расширительно, и часть пособия посвящена медицинским проблемам, которые могут возникнуть в горной местности, но не являются непосредственным следствием гипоксической гипоксии.

Предназначено для студентов института медицины и психологии и ФЕН НГУ, а также для всех любителей горного отдыха.

УДК 611.127
ББК Р110.13я73-1

© Новосибирский государственный
университет, 2018

© С. Е. Науменко

ISBN 978-5-4437-0715-3

Оглавление

Введение	5
1 Физиология и патофизиология газообмена	7
2 Высотная гипоксия	13
3 Реакция организма человека на высотную гипоксию и акклиматизация	17
3.1 Реакция дыхательной системы	18
3.2 Реакция сердечно-сосудистой системы	18
3.3 Реакция системы крови	20
3.4 Реакция системы биологического окисления	20
3.5 Долговременная адаптация	20
4 Патофизиология горной болезни	23
4.1 Мозговые синдромы: острая горная болезнь / высотный отек мозга . .	23
4.2 Легочный синдром: высотный отек легких	24
4.3 Эпидемиология горной болезни	24
4.4 Частота возникновения горной болезни	25
4.5 Горная болезнь в анамнезе	25
4.6 Предварительная акклиматизация	26
4.7 Пол и возраст	26
4.8 Физическая подготовка и физическая нагрузка	26
4.9 Фармакологические средства	27
4.10 Сопутствующая патология	27
4.11 Холод	27
5 Заболевания, обусловленные высотной гипоксией	29
5.1 Острая горная болезнь	29
5.2 Высотный отек мозга	34
5.3 Высотный отек легких	36
5.4 Высотные периферические отеки	42
5.5 Высотные кровоизлияния в сетчатку глаза	42

5.6	Тромбоэмболические осложнения	43
5.7	Подострая горная болезнь	44
5.8	Заживление ран	44
5.9	Психологические эффекты гипоксии	44
6	Другие медицинские проблемы в горах	47
6.1	Отравление угарным газом	47
6.2	Холодовое повреждение	51
6.3	Повреждения, вызванные солнечной радиацией	53
6.4	Поражение молнией	54
6.5	Фарингит и бронхит на высоте	55
6.6	Инфекционные заболевания	55
7	Медикаментозное обеспечение в горном походе	57
	Заключение	61
	Литература	63

Введение

*Все несчастье людей происходит только от того,
что они не умеют спокойно сидеть в своей комнате*
Б. Паскаль, «Мысли»

На протяжении всей своей истории, до того как он стал отдыхать в горах, занимаясь туризмом-альпинизмом, человек периодически попадал в горную местность в основном по необходимости — торговля, завоевания, бегство от неприятеля... И уже в первых, дошедших до нас записках, путешественники описывали одну характерную, присущую только горной местности, проблему со здоровьем. Состояние это возникало в горах с пугающей неизбежностью, и степень страданий описывалась в зависимости от величины таланта автора и нередко с изрядными преувеличениями. Однако даже не склонные к искажению действительности путешественники отмечали головную боль, бессонницу, потерю аппетита, возникающие при подъеме на высокие перевалы. Отмечалось, что и у выючных животных работоспособность снижалась. Причины этого явления долгое время оставались неизвестными.

«Следует, однако, заметить, что вновь приезжие нередко страдают нервными припадками — головной болью, чувством одышки и беспредметной душевной тоской, что отчасти объясняется высотой места», — писал доктор Н. Зеланд в своей книге «Кашгария и перевалы Тянь-Шаня» в конце XIX в. Интересно, что, точно описывая симптомы и связывая их возникновение с высотой над уровнем моря, причиной он считает «нервы».

Описанное состояние получило название «горная болезнь» и стало рассматриваться учеными как один из наиболее частых вариантов гипоксической гипоксии. Синонимами этого термина являются гипобарическая гипоксия и гипоксемическая гипоксия.

Странно на первый взгляд звучащий термин «гипоксическая гипоксия» означает гипоксию, развивающуюся вследствие недостатка кислорода, поступающего из окружающей среды. Используется также понятия «гипоксидоз» (Н. Н. Сиротинин), «гипоксический гипоэргоз» (С. Н. Ефуни и В. А. Шпектор) и «гипоксическая дизоксия» (E. D. Robin). Чаще всего это состояние возникает при попадании человека в горы, поскольку с увеличением высоты над уровнем моря снижается атмосферное давление, а с ним и парциальное давление кислорода.

Патологическое действие гипоксии на организм весьма разнообразно, и нет ни одного органа, функция которого бы не ухудшалась в таких условиях. Степень на-

рушения функций зависит от тяжести гипоксии — ее интенсивности и продолжительности.

Под действием гипоксии меняется активность центральной нервной системы, увеличивается проницаемость клеточных мембран мозга, развивается его отек. В миокарде падает сократительная способность, нарушается проводимость и возбудимость. В легких возникает вазоконстрикция, интерстициальный отек, уменьшается растяжимость. Повышение давления в малом круге кровообращения приводит к правожелудочковой недостаточности. В печени развиваются центральные некрозы, падает порталный кровоток. В почках все функции нарушаются по типу ишемического некронефроза. Список патологических изменений вследствие гипоксии можно продолжать до бесконечности.

Вместе с тем люди живут и работают в горных условиях и даже с удовольствием проводят там свободное время. Поэтому знания о том, как воздействует гипоксическая гипоксия на человека, как обеспечить профилактику и терапию этих патологических воздействий, что делать при возникновении осложнений, являются весьма актуальными для широкого круга лиц.

Глава 1

Физиология и патофизиология газообмена

Транспорт O_2 из атмосферы до периферических тканей организма представляет собой многоступенчатый процесс.

После того как воздух попадает в альвеолы легких, следующим этапом газообмена является диффузия кислорода из альвеол в кровь легочных капилляров и диффузия CO_2 из крови легочных капилляров в альвеолы. Диффузия представляет собой простое движение молекул через респираторную мембрану из области более высокого давления в область более низкого.

Таким образом, парциальное давление O_2 (PO_2) является одним из основных факторов, определяющих его транспорт в организме, причем не только в легких, но и во всем теле вплоть до периферических тканей.

Помимо градиента давления скорость диффузии определяется 1) растворимостью газа в жидкости; 2) площадью поверхности, через которую протекает диффузия; 3) расстоянием, которое газ должен пройти при диффузии; 4) молекулярным весом газа; 5) температурой жидкости. Поскольку в живом организме температура постоянна, она обычно не учитывается.

Применительно к альвеолокапиллярной мембране скорость диффузии газа будет зависеть от:

- 1) толщины мембраны;
- 2) площади поверхности мембраны;
- 3) диффузионного коэффициента газа в мембране;
- 4) градиента давления газа по обе стороны мембраны.

По мере транспорта O_2 от легких к периферическим тканям его парциальное давление снижается. Если в атмосферном воздухе при нормальном атмосферном давлении парциальное давление O_2 составляет 159 мм рт. ст., то в периферических

тканях, в зависимости от уровня их обмена, — 35–85 мм рт. ст. Венозная кровь, поступающая в легкие, имеет PO_2 около 40 мм рт. ст.

Уже в альвеолярном воздухе содержание O_2 и его парциальное давление отличаются от атмосферного воздуха (13,6 % и 104 мм рт. ст. соответственно). Это происходит вследствие нескольких причин:

- 1) альвеолярный воздух лишь частично замещается атмосферным во время каждого вдоха;
- 2) O_2 постоянно абсорбируется из альвеолярного воздуха;
- 3) CO_2 постоянно диффундирует из крови легочных капилляров в альвеолы;
- 4) сухой атмосферный воздух, который поступает в дыхательные пути, увлажняется, насыщаясь водными парами, прежде чем достигает альвеол.

В артериальной крови, покидающей легкие, PO_2 уменьшается уже до 95 мм рт. ст. вследствие так называемого венозного примешивания. Дело в том, что определенное количество венозной крови (1–2 %) не аэрируется в легких, поступая напрямую в артериальное русло, что и приводит к некоторому снижению PO_2 . Увеличение объема шунтированной крови, которое происходит при гипоксии может приводить к существенному понижению артериального PO_2 .

Увеличение толщины альвеолокапиллярной мембраны, затрудняющее диффузию газов, часто является следствием отека — увеличения количества жидкости в межклеточном пространстве мембраны. Состояние характеризуется как интерстициальный отек легких. Кроме того, жидкость может накапливаться и в альвеолах, так что газам приходится проходить не только через мембрану, но и через жидкость, что характерно уже для альвеолярного отека легких. В большинстве случаев имеет место сочетание этих состояний той или иной степени выраженности. Имеет значение и исходное состояние легких. При ряде заболеваний, может возникнуть фиброз какого либо участка легких с утолщением альвеолокапиллярной мембраны. Поскольку скорость диффузии газов через мембрану обратно пропорциональна ее толщине, любой фактор, увеличивающий ее толщину более чем в два – три раза, может существенно нарушать нормальный газообмен.

Из капилляров кровеносного русла O_2 диффундирует в периферические ткани, поскольку парциальное давление O_2 в капиллярах выше, чем в тканях. PO_2 в интерстициальной жидкости вне капилляров составляет в среднем 40 мм рт. ст., тогда как в артериальной крови — 95 мм рт. ст. В венозной крови, покидающей капилляр, PO_2 также составляет около 40 мм рт. ст. Если скорость тканевого кровотока увеличивается, большие количества O_2 доставляются тканям и тканевое PO_2 увеличивается. Увеличение тканевого метаболизма приводит к снижению PO_2 как в периферических тканях, так и в венозной крови.

Поскольку O_2 постоянно используется тканями, внутриклеточное PO_2 всегда остается ниже интерстициального. Со снижением интерстициального PO_2 снижается

и PO_2 внутри клеток, повышение интерстициального PO_2 ведет к повышению внутриклеточного PO_2 . Важным общим свойством живых организмов является большой запас функциональной прочности систем поддержания жизнедеятельности. Такая особенность характерна и для процессов газообмена. Для полного обеспечения процессов метаболизма достаточно PO_2 1–5 мм рт. ст., в то время как внутриклеточное PO_2 может варьировать от 5 до 60 мм рт. ст. (в зависимости от протяженности капиллярного русла). Поэтому организм человека и может функционировать при весьма существенном снижении PO_2 в атмосферном воздухе.

В нормальных условиях около 97 % кислорода от легких к тканям переносится в химически связанном виде гемоглобином. Лишь 3 % составляет O_2 растворенный в плазме крови. Следует учитывать, что способность гемоглобина связывать O_2 является ограниченной. Каждый грамм гемоглобина может максимально связать 1,34 мл O_2 . Эта так называемая константа Гюффнера. Соответственно кислородная емкость крови (т. е. максимальное общее количество кислорода, которое может быть перенесено кровью) будет находиться в прямой зависимости от содержания гемоглобина:

$$\text{Кислородная емкость крови} = [\text{Hb}] \times 1,34 \text{ мл } O_2 / 100 \text{ мл крови}$$

У здоровых людей с содержанием гемоглобина 150 г/л кислородная емкость крови составляет 201 мл O_2 /л крови. Реально переносимое количество мл O_2 обычно меньше.

Ключевым фактором, характеризующим количество кислорода, связанного с гемоглобином, является насыщение артериальной крови кислородом (сатурация, $СаO_2$). Оно выражает отношение между количеством кислорода, связанного с гемоглобином и кислородной емкостью крови:

$$СаO_2 = (\text{Hb}O_2 / \text{кислородная емкость крови}) \times 100 \%$$

Содержание кислорода в крови (контент, CaO_2) — это сумма связанного с гемоглобином и растворенного в плазме O_2 :

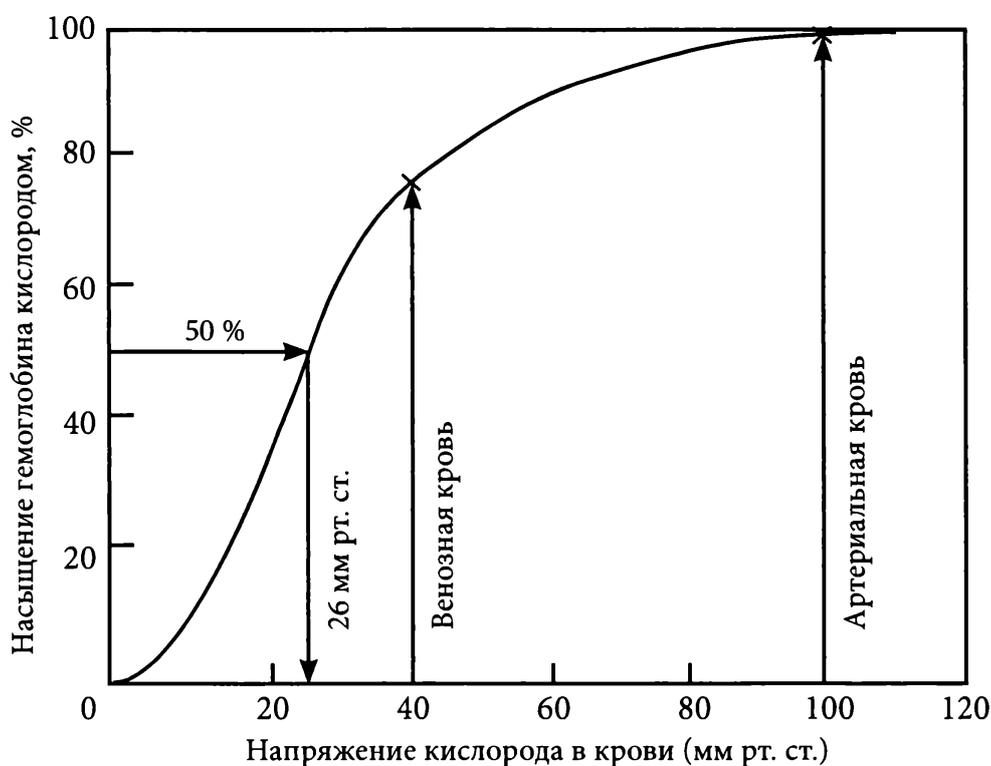
$$CaO_2 = [(1,34) \times [\text{Hb}] \times (СаO_2)] + [(PaO_2) \times 0,0031]$$

Очевидно, что CaO_2 зависит главным образом от фракции O_2 , связанной с гемоглобином.

Кровь содержит незначительное количество кислорода, не связанного с гемоглобином, а растворенного в плазме. Согласно закону Генри, количество растворенного кислорода пропорционально парциальному давлению O_2 и коэффициенту его растворимости, а растворимость O_2 в крови очень низка: только 0,0031 мл O_2 растворяется в 0,1 л крови при увеличении давления на 1 мм рт. ст. Таким образом, при PaO_2 равным 100 мм рт. ст., в 100 мл артериальной крови содержится только 0,31 мл растворенного O_2 . Со снижением PaO_2 количество растворенного в плазме O_2 станет еще меньше.

Содержание O_2 в связи с изменениями PaO_2 колеблется незначительно до тех пор, пока устойчиво поддерживается SaO_2 . Изменения содержания гемоглобина приводят к более заметным сдвигам CaO_2 . Нормальное CaO_2 равно 198 мл O_2 /л крови при условии, что $PaO_2 = 100$ мм рт. ст., содержание гемоглобина 150 г/л, а $SaO_2 = 97\%$. Умеренная анемия (например гемоглобин 120 г/л) при поддержании нормального PaO_2 проявляется снижением CaO_2 до 160 мл O_2 /л крови.

Сродство гемоглобина к кислороду возрастает по мере последовательного связывания молекул O_2 , что придает кривой диссоциации оксигемоглобина сигмовидную или S-образную форму. Эта кривая, соотносящая изменения SaO_2 в зависимости от PaO_2 , важна для анализа процессов транспорта кислорода к периферическим тканям:



Кривая диссоциации оксигемоглобина

Верхняя часть кривой (при $PaO_2 > 60$ мм рт. ст.) — относительно плоская. Это приводит к тому, что SaO_2 , а следовательно, и CaO_2 остаются достаточно постоянными, несмотря на значительные колебания PaO_2 . Повышение CaO_2 или транспорта кислорода в этой области кривой может быть достигнуто только за счет увеличения содержания гемоглобина (например, при переливании крови) или растворения в плазме крови кислорода (например при гипербарической оксигенации).

Крутые средняя и нижняя часть кривой иллюстрируют то положение, что, хотя SaO_2 падает (когда PaO_2 оказывается ниже 60 мм рт. ст.), процесс насыщения гемоглобина кислородом продолжается, поскольку градиент PaO_2 между альвеолами

и капиллярами сохраняется. Периферические ткани в этих условиях могут продолжать извлекать достаточное количество O_2 , несмотря на снижение капиллярного PO_2 .

PaO_2 , при котором гемоглобин насыщен кислородом на 50 % (при 37 °С и рН 7,4) известно как P_{50} . Это общепринятая мера сродства гемоглобина к кислороду. P_{50} в крови человека в норме составляет 26,6 мм. рт. ст. Однако оно может изменяться при различных метаболических и физиологических условиях, воздействующих на процесс связывания кислорода гемоглобином.

Когда сродство гемоглобина к кислороду падает, O_2 с большой легкостью переходит в ткани, и наоборот. Повышение P_{50} определяет сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо. Сродство гемоглобина к кислороду снижается, указывая, что теперь требуется более высокое PaO_2 для поддержания SaO_2 на прежнем уровне. Более низкое сродство гемоглобина к кислороду означает повышенное высвобождение кислорода в тканях, но ухудшение связывания гемоглобина с O_2 в легких.

Сдвиг кривой диссоциации влево и соответствующее снижение P_{50} указывает на повышенное сродство гемоглобина к кислороду — улучшение связывания в легких и ухудшение высвобождения O_2 в периферических тканях. На P_{50} и положение кривой диссоциации гемоглобина влияет несколько факторов, в частности, рН и температура.

Для обеспечения обмена веществ в периферических тканях важное значение имеет не только общее содержание O_2 — ключевой физиологической переменной является его доставка. Доставка кислорода — это количество кислорода, транспортируемое к тканям в единицу времени. Чтобы поддержать аэробный метаболизм и предотвратить накопление лактата, периферические ткани должны постоянно снабжаться кислородом. Обстоятельства, которые определяют адекватность кислородного снабжения, разнообразны и включают состояние покоя, физическую нагрузку, гиперкатаболические состояния и инфекцию.

Доставка кислорода к периферическим тканям зависит от количества кислорода в определенном объеме крови и уровня кровотока. Хотя объем кровотока к отдельным органам различен, в периферических тканях он в целом равен сердечному выбросу (СВ). Системная доставка O_2 (DO_2) рассчитывается как $DO_2 = СВ (л/мин) \times CaO_2 (мл/л)$.

Нередко DO_2 рассчитывают с учетом площади тела. То есть на самом деле рассчитывают индекс DO_2 . Нормальными величинами индекса DO_2 считают 520–720 $мл \cdot мин^{-1} \cdot м^{-2}$.

Доставка кислорода падает при уменьшении сердечного выброса или снижении объемного содержания кислорода в артериальной крови. Это характерно для многих критических и терминальных состояний и чаще всего наблюдается при выраженных проявлениях сердечной недостаточности, повышении внутрилегочного шунтирования крови, централизации кровообращения, при различных пороках сердца, кардиохирургических и других длительных и травматичных вмешательствах. С практической точки зрения следует иметь в виду, что любое нарушение кровообращения будет ухудшать доставку O_2 .

Потребление кислорода является заключительным этапом транспорта кислорода тканям и представляет собой кислородное обеспечение тканевого метаболизма. В условиях основного обмена взрослый человек потребляет около 250 мл O_2 в 1 мин. Однако скорость утилизации O_2 различными тканями значительно отличается.

Потребление кислорода тканями (VO_2) — интегральный показатель, учитывающий как циркуляторный компонент транспорта кислорода (сердечный выброс), так и его гемический компонент (артериовенозное различие по кислороду, $CaO_2 - CvO_2$). Его можно определить по формуле: $VO_2 = CB \times (CaO_2 - CvO_2) \times 10$. Так же как и DO_2 , VO_2 часто выражают в виде индекса, то есть в перерасчете на площадь тела. Нормальными величинами индекса потребления кислорода являются 110–160 мл·мин⁻¹·м⁻².

В зависимости от состояния организма (покой, нагрузка или заболевание) меняется фракционное распределение СВ к органам. Более того, и экстракция кислорода тканями различных органов неодинакова. Например, миокард получает лишь малую фракцию СВ, но извлекает почти весь доставляемый кислород.

Нормальный компенсаторный ответ на снижение кровотока проявляется в виде увеличения поглощения кислорода, достаточного для поддержания VO_2 на нормальном уровне. Падение сердечного выброса компенсируется увеличением артериовенозного различия по кислороду, и VO_2 остается неизменным. Снижение насыщения венозной крови кислородом отражает увеличение экстракции кислорода.

Способность компенсировать снижение кровотока повышением поглощения кислорода является характерной особенностью микроциркуляторного русла практически всех органов и тканей за исключением сердца и диафрагмы. В них высокая экстракция кислорода из капиллярного ложа происходит уже в норме. Поэтому уровень кислорода в тканях сердца и диафрагмы весьма чувствителен даже к незначительным изменениям кровотока.

Таким образом, основными факторами, определяющими доставку O_2 , являются:

- парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе;
- нормальное состояние альвеолокапиллярной мембраны;
- эффективность дыхательной системы;
- достаточное количество гемоглобина крови;
- эффективность системы кровообращения.

Глава 2

Высотная гипоксия

Высотная гипоксия является прямым следствием экспоненциального снижения барометрического давления при наборе высоты от уровня моря. Считается, что атмосферное давление понижается в среднем на 1 мм рт. ст. на 10,5 м набора высоты.

С увеличением высоты и снижением барометрического давления снижается парциальное давление O_2 атмосферного воздуха, вдыхаемого воздуха, альвеолярного воздуха, артериальной крови и сатурация гемоглобина O_2 .

Поскольку концентрация O_2 в тропосфере (нижнем слое атмосферы) постоянна и составляет 20,93 %, парциальное давление O_2 в окружающем воздухе можно вычислить умножив 0,2093 на соответствующее барометрическое давление. На уровне моря PO_2 составляет 159,1 мм рт. ст. ($0,2093 \times 760$ мм рт. ст.), а на высоте г. Эверест — 52,9 мм рт. ст.

Снижение поступления O_2 из атмосферного воздуха приводит к гипоксемии — уменьшению содержания O_2 в артериальной крови. Насыщение гемоглобина кислородом уменьшается. Несмотря на то что весь кислородный каскад организма функционирует в силу перепадов давления O_2 , которое уменьшается по мере продвижения кислорода к периферии организма, снижение парциального давления O_2 атмосферного воздуха воздействует только на первый этап этого каскада — поступление кислорода из атмосферы. Организм, оказавшийся в условиях гипоксемии, реагирует различными компенсаторными реакциями (табл. 1).

Вышеприведенная классификация в целом соответствует динамике содержания O_2 в артериальной крови и сопутствующим ей физиологическим изменениям. На высотах до 1500 м над уровнем моря, которые считаются низкогорьем, насыщение гемоглобина кислородом у здорового человека выше 96 % и какие либо физиологические проявления возникают только при существенной физической нагрузке. На умеренных высотах — до 2500 м над уровнем моря насыщение гемоглобина кислородом остается выше 92 %, поэтому проявления действия высоту умеренны и быстро проходят. На большой высоте — до 4300 м над уровнем моря насыщение гемоглобина O_2 находится на нисходящей, но пока еще пологой части кривой диссоциации оксигемоглобина со снижением его величины до 75–80 %. От 4300 до 5500 м над уровнем моря насыщение гемоглобина O_2 находится на нисходящей крутой части

Таблица 1

<i>Высота над уровнем моря</i>	<i>Сопутствующие физиологические изменения</i>
Промежуточная (1500–2500 м)	Начинают наблюдаться физиологические изменения. Насыщение гемоглобина кислородом более 96–92 %. Горная болезнь возможна, но развивается редко.
Большая (2500–3500 м)	Горная болезнь развивается при быстром наборе высоты. Насыщение гемоглобина кислородом менее 90 %.
Очень большая (3500–5500 м)	Горная болезнь обычное явление. Насыщение гемоглобина кислородом 80–65 %. Выраженная гипоксемия при физической нагрузке.
Экстремальная (> 5500 м)	Выраженная гипоксемия в покое. Прогрессивное ухудшение состояния, несмотря на акклиматизацию. Долговременное выживание невозможно.

кривой диссоциации оксигемоглобина, когда любое незначительное снижение парциального давления O_2 будет приводить к выраженному уменьшению насыщения гемоглобина кислородом. Это соответствует очень большим высотам, на которых наличие горной болезни скорее правило, чем исключение.

Однако и экстремальная высота неоднородна. Если на высоте в пределах 7500 м при правильной акклиматизации человек может находиться в течение нескольких дней, то возможность пребывания выше 8000 м — в т. н. «зоне смерти» ограничивается часами.

Термин «зона смерти» впервые был применен швейцарским врачом Э. Висс-Дюнантом (Edouard Wyss-Dunant) в 1952 году в книге «The mountain world» для обозначения высоты, где содержание кислорода недостаточно для человеческой жизнедеятельности. Обычно таковыми признаются высоты более 8000 м (на высоте г. Эверест PO_2 в артериальной крови 28–30 мм рт. ст.), где человек может находиться лишь непродолжительное время.

Множество случаев гибели восходителей было вызвано эффектами зоны смерти, либо прямо (утрата жизненных функций), либо опосредованно (принятие неправильных решений в условиях стресса, физическая слабость, приведшая к несчастным случаям).

В зоне смерти человеческий организм акклиматизироваться не может, и даже кратковременное существование без вспомогательного кислорода невозможно. Однако некоторые ученые существование зоны смерти оспаривают, на основании того факта, что у некоторых пациентов с хронической горной болезнью показатели PO_2 в артериальной крови сходны с таковыми у восходителей на вершине Эвереста.

Факторы, усугубляющие действие высотной гипоксии:

- снижение температуры окружающей среды. С увеличением высоты над уровнем моря температура снижается ($0,6^\circ/100$ м набора высоты). Организм реагирует на охлаждение разнообразными защитными реакциями (спазм периферических сосудов, дрожь и т. д.), что в конечном итоге ведет к увеличению потребности в кислороде и усугублению гипоксии в условиях недостатка кислорода в окружающей атмосфере. Повреждающее действие низких температур усугубляется сильными ветрами, практически постоянно присутствующими на высоте, и атмосферными осадками;
- снижение влажности с набором высоты. Сухость воздуха приводит к увеличению потери жидкости организмом при дыхании, а также вследствие увеличения испарения, что приводит к уменьшению объема циркулирующей крови и ухудшению кровообращения (т. е. страдает гемодинамический компонент доставки кислорода);
- интенсивная физическая нагрузка. Интенсивная физическая работа требует увеличения доставки кислорода, что проблематично в условиях гипоксии. Кроме того, она увеличивает потери жидкости организмом за счет потоотделения и потерь с дыханием. Результирующие гемодинамические изменения усугубляют гипоксию;
- снижение поступления воды. В условиях высокогорья, особенно в зоне снега питьевой режим участников восхождения вынужденно изменяется. Поступление воды существенно уменьшается (трудности получения, экономия горючего), что усугубляет гиповолемию;
- влияние широты местности. Широко распространено мнение, что в чем ближе горный район расположен к экватору, тем легче переносится подъем на высоту. Источник этого мнения обнаружить не удалось. Объяснить такую реакцию с позиций изменений атмосферного давления не представляется возможным. Вдоль экватора расположен пояс низкого давления, на $30\text{--}40^\circ$ широты обоих полушарий — пояса высокого давления, на $60\text{--}70^\circ$ — зоны низкого давления, в приполярных областях — области высокого давления. Таким образом, наиболее популярные у восходителей горные регионы находятся в зоне $30\text{--}40^\circ$ северной широты. Эверест — $27^\circ 59' 17''$, Эльбрус — $43^\circ 20' 45''$, пик Исмоила Сомони (бывш. п. Сталина, бывш. п. Коммунизма — $38^\circ 55'$). Вероятно, впечатление о лучшей переносимости высотной гипоксии в южных районах возникло во время первых экспедициях в Гималаях, когда длительный подъем до базовых лагерей способствовал развитию акклиматизации. Даже сейчас на то, чтобы достичь базовый лагерь под Эверестом требуется около 4–5 дней, тогда как в Альпах на высоте 4500 м над уровнем моря можно оказаться в течение нескольких часов. Известны также данные о частоте возникновения горной болезни в

одном и том же районе (в частности, на Гавайских островах), из которых следует, что ее частота и выраженность существенно возрастают с увеличением темпа восхождения.

Глава 3

Реакция организма человека на высотную гипоксию и акклиматизация

Подъем на высоту требует перенастройки функций организма для нейтрализации повреждающего действия гипоксии и обеспечения работы органов и систем в условиях недостатка O_2 . С течением времени ряд изменений создает состояние физиологической адаптации, называемой «акклиматизацией». Высотная акклиматизация позволяет субъекту выполнять максимальную работу на данной конкретной высоте, а ее важной особенностью и характерной чертой является отсутствие симптомов горной болезни. Продолжительность и эффективность акклиматизации зависит от взаимоотношения индивидуальных физиологических характеристик организма и степени гипоксического воздействия, которое определяется достигнутой высотой и скоростью подъема. Поскольку акклиматизация зависит от высоты, полная акклиматизация к одной (меньшей) высоте обеспечит лишь частичную акклиматизацию при дальнейшем подъеме на большую высоту. Фактически, при каждом последующем наборе высоты, акклиматизация возобновляется, хотя реакции организма могут быть уже менее выраженными. Состоявшаяся акклиматизация сохраняется в течение всего времени пребывания на данной высоте, но теряется при возвращении на равнину, что называется «деакклиматизацией». Вероятно, утрата акклиматизации происходит с той же скоростью, что и обретение, так что ее потери составят 80–90 % через 3–4 недели возвращения на равнину.

Акклиматизация — это сложный комплексный процесс, затрагивающий буквально все органы и системы организма. Существуют определенные пределы компенсаторных возможностей, которые различаются как среди видов живых существ и человеческих популяций, так и среди индивидуумов. Тем не менее, считается, что при наличии достаточного времени, большинство людей способно акклиматизироваться к высотам до 5500 м над уровнем моря.

Компенсаторные реакции в процессе акклиматизации могут быть как экстренными, развивающимися уже через несколько минут после гипоксического воздействия, так и долговременными, требующими для своей реализации дней и недель.

3.1. Реакция дыхательной системы

Реакция дыхательной системы на гипоксию является одним из наиболее быстрых и эффективных компенсаторных механизмов. Уже в течение нескольких минут после подъема на высоту более 1500 м наблюдается усиление вентиляции соответственно степени гипоксического воздействия, которое регистрируется периферическими хеморецепторами — каротидными тельцами. Это механизм носит название гипоксического вентиляционного ответа и приводит к быстрому снижению альвеолярного CO_2 и эквивалентному увеличению альвеолярного PO_2 .

Возрастает как частота дыхания, так и его глубина, число функционирующих альвеол увеличивается. Альвеолярная вентиляция существенно усиливается. Такая реакция дыхательной системы обеспечивает увеличение доставки кислорода. Однако эта же реакция приводит и к неблагоприятным последствиям — увеличению элиминации CO_2 . Развивается дыхательный алкалоз, который препятствует дальнейшему увеличению вентиляции в ранний период, ведет к снижению мозгового кровотока, нарушению функционирования дыхательного центра и другим неблагоприятным последствиям. Достаточно сказать, что один из основоположников высотной патофизиологии Н. Н. Сиротинин считал именно дыхательный алкалоз первопричиной всех неблагоприятных изменений при горной болезни (именно для борьбы с этим состоянием он рекомендовал употребление лимонного сока на высоте).

Выше 2500 м увеличение вентиляции уже не может полностью компенсировать уменьшение содержания O_2 во вдыхаемом воздухе, что проявляется снижением содержания O_2 в артериальной крови, пропорционально высоте подъема. Снижение содержания O_2 продолжает стимулировать хеморецепторы, обеспечивать гипервентиляцию и поддерживать состояние респираторного алкалоза.

Через несколько дней пребывания на высоте организм компенсирует респираторный алкалоз увеличением почечной экскреции бикарбоната. Вентиляция в состоянии покоя продолжает несколько увеличиваться, достигая максимума на 7–10 сутки. При дальнейшем наборе высоты процесс повторяется, но с меньшей интенсивностью вследствие увеличения доступности O_2 на клеточном уровне в результате акклиматизации. Увеличение легочной вентиляции — это основной механизм, обеспечивающий доступность кислорода для клеток организма во время акклиматизации.

3.2. Реакция сердечно-сосудистой системы

Реакция сердечно-сосудистой системы включает в себя повышение сердечного выброса, спазм легочных сосудов и разнонаправленные регионарные изменения то-

нуса артериальных сосудов для улучшения поглощения O_2 легкими и увеличения доставки O_2 мозгу, сердцу и другим жизненно важным органам.

Системное кровообращение

Снижение PaO_2 , регистрируемое периферическими хеморецепторами, приводит к активации симпатической нервной системы и увеличению секреции катехоламинов. Если повышение уровня адреналина преходяще, то увеличение содержания норадреналина в крови сохраняется в течение нескольких дней. Результирующим действием является увеличение сердечного выброса вследствие увеличения частоты сердечных сокращений. Увеличения ударного объема не происходит, он даже снижается вследствие гиповолемии. Общее периферическое сопротивление возрастает (наблюдается спазм периферических сосудов), что ведет к повышению артериального давления и перераспределению кровотока с его централизацией (увеличение кровотока в сердце и головном мозге и снижение — в периферических тканях). При дальнейшей акклиматизации частота сердечных сокращений уменьшается, ударный объем увеличивается при восстановлении объема циркулирующей плазмы. Эти изменения приводят к уменьшению сердечного выброса (хотя он остается выше того, который отмечался на уровне моря, как в покое, так и при субмаксимальной нагрузке), в то время как чувствительность к катехоламинам снижается.

Легочное кровообращение

Альвеолярная гипоксия приводит к генерализованной артериальной легочной вазоконстрикции и умеренному повышению давления в легочной артерии, независимо от увеличения сердечного выброса. Этот эффект известен как гипоксический легочный вазоконстрикторный ответ, физиологический смысл которого заключается в улучшении легочных вентиляционно-перфузионных отношений. Понимание этой реакции важно не столько с точки зрения оценки адаптации, сколько с точки зрения патогенеза развития высотного отека легких и ограничения физической нагрузки на высоте. Повышение давления в легочной артерии происходит быстро, пропорционально степени гипоксического воздействия и весьма вариабельно как среди индивидуумов, так и среди человеческих популяций. Физическая нагрузка и холод способствуют увеличению давления в легочной артерии, тогда как O_2 , сброс высоты и легочные вазодилататоры (фармакологические препараты) давление в легочной артерии уменьшают.

Мозговое кровообращение

В состоянии покоя потребление O_2 головным мозгом составляет около 20 % потребления O_2 всем организмом. При воздействии гипоксии сосуды головного мозга расширяются, и мозговой кровоток быстро увеличивается. Вазодилатации вследствие гипоксического воздействия противостоит вазоконстрикция вследствие гипоксии. Конечным результатом этих разнонаправленных воздействий является уме-

ренное увеличение мозгового кровотока, пропорциональное степени гипоксемии и более выраженное при снижении P_{aO_2} менее 60 мм рт. ст.

3.3. Реакция системы крови

Гематологические изменения направлены на увеличение кислородной емкости артериальной крови. Умеренное увеличение содержания гемоглобина в первые несколько дней пребывания на высоте носит относительный характер и связано с эффектом гемоконцентрации — уменьшения объема циркулирующей плазмы вследствие абсолютных (диурез, испарение, дыхание) и относительных (выход из кровеносного русла в интерстициальное пространство) потерь воды. Уже в первые часы пребывания на высоте объем циркулирующей плазмы уменьшается на 10–20 %. Относительное увеличение количества гемоглобина ведет к быстрому повышению содержания O_2 в крови.

Обусловленное гипоксией повышение секреции эритропоэтина начинается через несколько часов пребывания на высоте и стимулирует образование эритроцитов в костном мозге. Однако для того чтобы существенно увеличить массу циркулирующих эритроцитов, требуются недели. Увеличение секреции эритропоэтина практически ничего не дает для экстренной адаптации к гипоксии, а в отдаленном периоде полицитемия играет определенную роль в развитии хронической горной болезни и ограничении физической нагрузки на высоте.

На высоте может изменяться и положение кривой диссоциации оксигемоглобина. Дыхательный алкалоз и увеличение концентрации 2,3-дифосфоглицерата оказывают на положение кривой диссоциации разнонаправленное воздействие, так что на умеренных высотах существенного изменения ее положения не происходит. На больших и экстремальных высотах кривая смещается влево и вверх, что облегчает связывание O_2 с гемоглобином в легких, однако затрудняет освобождение O_2 в периферических тканях.

3.4. Реакция системы биологического окисления

При воздействии высотной гипоксии происходит увеличение эффективности биологического окисления вследствие активации ферментов тканевого дыхания и гликолиза, повышение сопряженности окисления и фосфорилирования.

3.5. Долговременная адаптация

Долговременная адаптация к гипоксии реализуется на всех уровнях жизнедеятельности: от организма в целом до клеточного метаболизма. Эти механизмы формируются постепенно, обеспечивая оптимальное функционирование в новых, часто

экстремальных условиях существования. Основным звеном долговременной адаптации к гипоксии является повышение эффективности процессов биологического окисления в клетках. Наблюдается увеличение количества митохондрий, их крист и ферментов в них, повышение сопряженности окисления и фосфорилирования. Система внешнего дыхания способствует увеличению степени оксигенации крови в легких за счет их гипертрофии с увеличением числа альвеол и капилляров. Адаптация системы кровообращения ведет к повышению сердечного выброса за счет гипертрофии миокарда, увеличения в нём числа капилляров и митохондрий в кардиомиоцитах, возрастания скорости взаимодействия актина и миозина, повышения эффективности систем регуляции сердца. Адаптация сосудистой системы приводит к возрастанию перфузии тканей кровью за счет увеличения количества функционирующих капилляров, развития артериальной гиперемии в испытывающих гипоксию органах и тканях. Система крови способствует увеличению кислородной емкости крови вследствие активации эритропоэза, увеличения освобождения эритроцитов из костного мозга, повышения степени насыщения гемоглобина кислородом в лёгких и диссоциации оксигемоглобина в тканях. В целом происходит повышение экономичности работы органов и тканей, их переход на оптимальный уровень функционирования и эффективности метаболизма. Возрастает и надежность механизмов регуляции, повышение резистентности нейронов к гипоксии, снижение степени активации симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем.

Чувствительность к гипоксии (ее переносимость) варьирует как среди индивидуумов, так и среди человеческих популяций. Эта вариабельность имеет генетическую основу и зависит от индивидуальных анатомических и физиологических особенностей. Различия обнаруживаются для сосудистой реакции на гипоксию (отличается реакция и системных, и легочных сосудов, и сосудов головного мозга), в способности альвеол удалять жидкость, в компенсаторных возможностях контролировать изменения внутричерепного объема, в гормональной реакции на гипоксемию, в способности организма поддерживать баланс жидкостей.

Дополнительные факторы, влияющие на акклиматизацию и чувствительность к горной болезни, включают условия окружающей среды, поведенческие факторы, такие как скорость набора высоты и использование веществ, угнетающих дыхание.

Полная акклиматизация требуется нескольких дней (около 4 на данной высоте), и ускорить ее не представляется возможным. Постепенно организм компенсирует респираторный алкалоз увеличением почечной экскреции бикарбоната, обеспечивая эффективную оксигенацию без развития алкалоза.

Снижается продукция лактата (повышается эффективность аэробных реакций), уменьшается объем плазмы с увеличением гематокрита, увеличивается количество эритроцитов, количество капилляров в скелетной мускулатуре (открываются ранее не функционировавшие), увеличивается количество миоглобина, концентрация аэробных энзимов, содержание 2,3-дифосфоглицерата. Гипоксическая легочная вазоконстрикция компенсируется гипертрофией правого желудочка. Давление в легочной артерии увеличивается.

Полная гематологическая адаптация к высоте достигается, когда количество циркулирующих эритроцитов перестает нарастать, достигая плато.

У большинства людей на большой и очень большой высоте адаптация респираторного компонента акклиматизации на 70–80 % происходит в течение 7–10 дней, а 80–90 % общей акклиматизации занимают от 3 недель до месяца. Максимальная акклиматизация может потребовать несколько месяцев. Некоторые люди акклиматизируются быстрее, но некоторые — вообще не способны акклиматизироваться. К сожалению, ни тех, ни других заранее определить невозможно.

Считается, что продолжительность полной акклиматизации может быть рассчитана умножением высоты (км) на 11,4 дня. Например, для полной акклиматизации на высоте 4000 м требуется 45,6 дня.

Глава 4

Патофизиология горной болезни

Горная болезнь некоторыми авторами рассматривается в качестве патологии, включающей в себя мозговые (собственно горная болезнь и высотный отек мозга) и легочные (высотный отек легких) синдромы.

В основе патогенеза всех форм горной болезни лежат гипобарическая гипоксия и гипоксемия.

Гипоксия инициирует сложные взаимоотношения между механическими (регионарная гиперперфузия с повышением гидростатического давления) и биохимическими факторами (медиаторы сосудистой проницаемости), что приводит к повышению капиллярной проницаемости (гематоэнцефалический барьер, альвеолокапиллярная мембрана), сопутствующему отеку мозга (вазогенному) и легких (гидростатическому).

Невозможность компенсировать отек мозга (снижение компенсаторных возможностей поддержания внутричерепного объема) или легких (нарушение транспорта жидкости через альвеолокапиллярную мембрану) клинически проявляется как горная болезнь / высотный отек мозга или высотный отек легких.

4.1. Мозговые синдромы: острая горная болезнь / высотный отек мозга

Клинические картины горной болезни и высотного отека мозга определяются состоянием головного мозга и представляют собой составные элементы прогрессирующего нарушения неврологических функций. На одной, начальной, части этой шкалы прогрессии могут находиться слабо выраженные симптомы горной болезни, способные купироваться спонтанно, на другой — выраженные, угрожающие жизни симптомы высотного отека головного мозга, который нередко рассматривается в качестве конечной стадии горной болезни.

И у пациентов с умеренно выраженными симптомами горной болезни, и у пациентов с клиническими признаками высотного отека головного мозга результаты магниторезонансных исследований свидетельствуют о развитии отека белого ве-

щества головного мозга. Полученные данные позволяют предположить увеличение проницаемости гематоэнцефалического барьера и вазогенный характер отека головного мозга. Механизм повышения проницаемости гематоэнцефалического барьера неясен до настоящего времени, но может быть связан с регионарной гиперперфузией и увеличением экспрессии медиаторов сосудистой проницаемости, таких как сосудистый эндотелиальный фактор роста и оксид азота, вследствие воздействия гипоксии. Интересно, что отмечается значительная вариабельность степени отека различных анатомических структур головного мозга, что может лежать в основе различной чувствительности индивидуумов к воздействию гипоксии, развитию горной болезни и высотного отека мозга. Также неясно, лежат ли сходные механизмы в основе развития ранних симптомов горной болезни, таких как головная боль.

4.2. Легочный синдром: высотный отек легких

Высотный отек легких является формой гидростатического отека легких. Неясно, угрожает ли высотный отек легких любому человеку при быстром наборе высоты и тяжелой физической нагрузке, или существует какая-либо предрасположенность к его развитию. Показано, что имеются индивидуумы, реагирующие на альвеолярную гипоксию избыточным повышением давления в легочной артерии. Такая реакция может объясняться относительной гиповентиляцией и, соответственно, более выраженной альвеолярной гипоксией, но может быть связана и с повышенной активностью симпатической нервной системы либо уменьшением продукции эндогенного оксида азота. По неясной причине, возможно из-за случайных анатомических особенностей, легочная артериальная вазоконстрикция негетерогенна, что ведет к развитию регионарной гиперперфузии, нарушению проницаемости альвеолокапиллярного барьера и типичной пятнистости на рентгенограммах. Тем не менее механические причины сами по себе недостаточны для развития такой степени отека, который наблюдается. Определенное значение имеют медиаторы воспаления, однако их роль представляется вторичной, поскольку их освобождение является реакцией на повреждение в результате повышения гидростатического давления.

4.3. Эпидемиология горной болезни

Разовьется или нет горная болезнь, зависит не только от индивидуальных особенностей восходителя, но и от особенностей каждого конкретного восхождения. Определяющими факторами являются:

- скорость набора высоты;
- максимальная достигнутая высота;
- барометрическое давление;

- высота, на которой осуществляется сон (высота сна);
- длительность пребывания на высоте;
- степень утомления;
- высота постоянного проживания;
- наличие предварительной акклиматизации;
- наличие горной болезни в анамнезе;
- сопутствующая патология;
- принимаемые медикаменты.

Факторы, увеличивающие вероятность развития горной болезни можно подразделить на факторы окружающей среды, поведенческие факторы, факторы, присутствующие данному организму.

4.4. Частота возникновения горной болезни

Истинную частоту развития горной болезни сложно определить в силу вышеприведенных существенных различий. По разным данным, она варьирует от менее 10 до более 90 %, частота высотного отека мозга и легких — от 0,01 до 31 %. Частота и тяжесть горной болезни увеличивается с высотой и скоростью ее набора, поскольку оба эти фактора усугубляют гипоксию. Частота горной болезни у туристов на высотах около 2500 м составляет 20–25 %, увеличиваясь до 40–50 % на высотах около 4000 м. Когда подъем до высот около 4000 м происходит в течение нескольких часов, а не дней, частота развития горной болезни увеличивается до 90 %. Сходным образом, если частота высотного отека мозга на высотах около 2500 м составляет менее 0,01 %, то на высотах около 4000 м она увеличивается до 1–2 %. Высотный отек легких в районе 2500 м регистрируется в 0,01–0,1 % случаев, в районе 4000 м — в 2–6 %. Имеются данные, что в горах штата Колорадо частоты развития горной болезни на высоте 1850–2750 м составляла 22 %, а на высоте 3000 м уже 42 %.

В случаях, когда подъем до 5500 м происходил в течение часов, а не дней, частота высотного отека легких возрастала с 2,5 до 15,5 %.

4.5. Горная болезнь в анамнезе

Наличие горной болезни в анамнезе свидетельствует о повышенной чувствительности индивида и является важным прогностическим критерием. Показано, что у восходителей с рентгенологически подтвержденным высотным отеком легких в анамнезе, частота развития этого осложнения при подъеме до 4559 м увеличивалась с

10 до 60 %. Несмотря на отсутствие простого и точного метода предсказания риска развития, можно предположить, что у лиц, чувствительных к горной болезни, она будет развиваться повторно при тех же условиях (высота, скорость набора высоты). Верно и обратное — лица, у которых на высоте не отмечалось симптомов горной болезни, скорее всего, перенесут повторное восхождение на ту же высоту в том же темпе без осложнений.

4.6. Предварительная акклиматизация

Предварительная акклиматизация обеспечивает определенную степень защиты от горной болезни. Постоянное проживание на высоте не менее 900 м над уровнем моря, а также медленный набор высоты способствуют уменьшению частоты развития и тяжести горной болезни. Такая защита не является абсолютной, и горная болезнь может развиваться при подъеме на большую высоту и/или быстром темпе восхождения.

4.7. Пол и возраст

Горная болезнь развивается с одинаковой частотой у мужчин и женщин, однако женщины менее подвержены высотному отеку легких. Лица старше 50 лет менее подвержены развитию горной болезни, чем более молодые субъекты, тогда как у детей и взрослых частота ее развития не различается. Высотный отек легких чаще развивается и тяжелее протекает у лица старше 65 лет, детей и подростков, с одинаковой частотой у мальчиков и девочек.

4.8. Физическая подготовка и физическая нагрузка

Хотя хорошая физическая форма сопровождается увеличением способности выполнять работу на высоте, физическая подготовка не предотвращает развитие горной болезни и не улучшает способность к акклиматизации. Повышенные физические усилия вредны и могут быть опасны в первое время пребывания на высоте. Физическое напряжение может усугублять гипоксию и способствовать развитию горной болезни посредством нескольких механизмов:

- увеличение потребности в O_2 ;
- увеличение давления в легочной артерии;
- уменьшение продолжительности транзита крови по легочным капиллярам.

По неясным причинам ожирение является независимым фактором риска развития горной болезни и высотного отека мозга.

4.9. Фармакологические средства

Алкоголь, барбитураты, и другие вещества, угнетающие дыхание, нарушают структуру сна и могут усугублять гипоксию. Несмотря на отсутствие прямых доказательств влияния этих веществ на частоту возникновения и тяжесть горной болезни, рекомендуется их избегать исходя из их физиологического действия.

4.10. Сопутствующая патология

Врожденная патология, сопровождающаяся повышенным давлением в системе легочной артерии, увеличивает риск развития высотного отека легких. Операции на сонных артериях или радиочастотная абляция каротидных телец развитию горной болезни способствуют. В то же время такие сопутствующие заболевания как артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, умеренная степень хронической обструктивной болезни легких, диабет не влияют на восприимчивость к горной болезни. Не повышает чувствительность к горной болезни и беременность.

4.11. Холод

Низкие температуры являются дополнительным серьезным физиологическим стрессом. Они способствуют повышению общего периферического сопротивления и давления в легочной артерии и являются фактором риска развития высотного отека легких.

Глава 5

Заболевания, обусловленные высотной гипоксией

5.1. Острая горная болезнь

Термин горная (высотная) болезнь используется для описания церебральных и легочных синдромов, которые могут развиваться у неакклиматизированных людей вскоре после подъема на высоту. Обычно горной болезнью именуют начальную стадию этой патологии, без явных клинических признаков высотного отека мозга либо легких.

Острая горная болезнь обычно проходит спонтанно, без лечения, однако ее основной опасностью является возможность прогрессирования с развитием высотного отека мозга.

Симптомы горной болезни появляются через 3–24 часа после подъема на высоту и достигают максимума в течение 24–72 часов, постепенно исчезая через 3–7 дней.

Диагноз острой горной болезни устанавливается на основании клинических признаков — каких либо диагностических процедур, либо физикальных параметров до настоящего времени не обнаружено.

Основным диагностическим критерием горной болезни является головная боль и один или более из следующих симптомов у человека, поднявшегося на высоту в течение 24–48 часов:

- отсутствие аппетита;
- тошнота или рвота;
- слабость или повышенная утомляемость;
- головокружение или оглушение;
- периферические отеки;
- выраженное сердцебиение;

- нарушение сна.

Головная боль обычно охватывает всю голову, симметрична, имеет пульсирующий характер. Она усиливается при изменении положения тела, выраженной физической нагрузке, натуживании. Головная боль более выражена по утрам, поскольку во время сна гипоксия усиливается. Легкая физическая нагрузка может способствовать уменьшению выраженности симптоматики вследствие увеличения вентиляции и доставки O_2 . Именно поэтому существует рекомендация заниматься легким физическим трудом после подъема на заданную высоту, а не отдыхать пассивно.

Как правило, симптомы могут появляться после подъема на высоту 2500 м и более, но отмечались случаи заболевания и на более низких высотах — около 2000 м. Обычно симптомы горной болезни проявляются в течение 6–10 часов, однако некоторые проявления могут быть отмечены уже через 1 час пребывания на высоте. Появление симптоматики позднее 3 дней пребывания на одной и той же высоте нехарактерно, а отсутствие головной боли, улучшения состояния при ингаляции O_2 или сброса высоты, позволяет усомниться в диагнозе «горная болезнь» и предположить иные причины ухудшения состояния — сопутствующие заболевания, возрастные изменения и т. д. При установлении диагноза горной болезни и высотного отека мозга необходимо проводить дифференциальную диагностику со следующими состояниями:

- субарахноидальное кровоизлияние;
- внутричерепная опухоль;
- мигрень;
- дегидратация;
- физическое утомление;
- отравлением угарным газом;
- абстинентный синдром;
- похмелье.

При диагностике и терапии горной болезни используется балльная система оценки состояния восходителя, позволяющая анализировать динамику заболевания (так называемая «Lake Louise score»), табл. 2.

Если общее количество баллов превышает 3, то ставится диагноз горной болезни.

При обычном течении горной болезни корреляция симптомов с показателями пульсовой оксиметрии довольно слабая, однако в тяжелых случаях пульсовая оксиметрия может выявить степень гипоксемии и обеспечить ранний и эффективный контроль за изменением состояния при проведении лечебных мероприятий.

Таблица 2

Диагностика горной болезни

<i>Симптомы</i>	<i>Выраженность</i>	<i>Баллы</i>
Головная боль	Нет	0
	Умеренная	1
	Средней силы	2
	Выраженная (непереносимая)	3
Нарушение деятельности желудочно-кишечного тракта	Нет	0
	Плохой аппетит / подташнивание	1
	Умеренная тошнота или рвота	2
	Сильная тошнота или рвота	3
Усталость / утомляемость	Нет	0
	Умеренная	1
	Средней выраженности	2
	Выраженная	3
Головокружение	Нет	0
	Умеренное	1
	Средней выраженности	2
	Выраженное	3
Бессонница	Сон как обычно	0
	Сон хуже, чем обычно	1
	Плохой сон, многократное пробуждение	2
	Отсутствие сна	3

Профилактика горной болезни

Для профилактики горной болезни используют нефармакологические и фармакологические методы либо их сочетания. Нефармакологические методы являются наиболее физиологичными и основаны на изменении тактики набора высоты для более полной и эффективной акклиматизации.

Тактически при восхождении различают ступенчатую акклиматизацию и постепенный набор высоты. При первом способе, разновидностью которого является пилообразная акклиматизация, восходитель поднимается на какую либо промежуточную высоту, где проводит 2–3 дня, и лишь после этого возобновляет подъем. При постепенном наборе высоты ограничивают дневной набор высоты, чтобы обеспечить возможность акклиматизации. Определяющим в акклиматизации является высота, на которой происходит ночной сон. Наиболее эффективным считается сочетание этих двух тактик акклиматизации.

Постепенный подъем (день отдыха каждые 600–1200 м) и медленный темп подъема (не более 600 м/день) обеспечат достаточное время для акклиматизации и уменьшат риск развития горной болезни, однако следует помнить, что надежных предикторов этого состояния не существует. Горная болезнь в анамнезе — наиболее

точный показатель того, что при тех же условиях (высота, темп ее набора) горная болезнь разовьется вновь.

Дополнительным нефармакологическим методом уменьшения выраженности симптомов горной болезни является диета с высоким содержанием углеводов (более 70 % от общего количества калорий). Эффект, вероятно, основан на стимуляции вентиляции вследствие увеличения образования CO_2 в результате метаболизма углеводов. Несмотря на то, что такая диета сама по себе может и не предотвратить развитие горной болезни, она является полезным дополнением к другим профилактическим мероприятиям.

В ситуациях, когда времени для ступенчатой акклиматизации или постепенного подъема недостаточно, используют фармакологическую профилактику. Препаратом выбора является ацетазоламид (диамокс, диакарб), единственный препарат, эффективность которого научно доказана. При правильном приеме он предотвращает развитие горной болезни при быстром подъеме на высоту в 50–75 % случаев, а в остальных — уменьшает интенсивность ее проявления. Механизмом его действия считают сдвиг рН внутренней среды организма в кислую сторону вследствие увеличения экскреции бикарбоната и, возможно, стимуляцию дыхательного центра вследствие изменения рН цереброспинальной жидкости. При быстром наборе высоты рекомендуется прием 500 мг ацетазоламида в день в течение 48 часов до начала подъема и в первые 48 часов пребывания на высоте. Наилучшей схемой является прием 250 мг каждые 12 часов. Меньшие дозы (250 мг/день) также могут быть эффективны, особенно при небольшом весе восходителя. Начинать прием можно и за 12–24 часа до восхождения. Побочными эффектами ацетазоламида могут быть парестезии и полиурия, изменение вкуса напитков, содержащих CO_2 . Препарат содержит серу, поэтому противопоказан при аллергии на нее.

Лечение горной болезни

Факторы, влияющие на терапию горной болезни, включают выраженность симптоматики, наличие горной болезни в анамнезе, высоту, на которой развились симптомы, планируемый дальнейший набор высоты, доступность средств лечения и специализированной медицинской помощи.

Большая высота, выраженность симптомов, продолжающийся набор высоты и горная болезнь в анамнезе увеличивают риск прогрессирования горной болезни до высотного отека мозга и развитие высотного отека легких. Сходным образом, отдаленность местности, ограниченность медикаментозных средств, трудности с эвакуацией либо ее невозможность в силу объективных обстоятельств ухудшают прогноз.

Лечение горной болезни, не вызывающее проблем в больничных условиях, в полевых условиях является непростой задачей. В случаях, когда симптомы выражены незначительно или умеренно, совсем не очевидна необходимость прекращения восхождения и тем более сброса высоты. Интенсивность терапии горной болезни зависит от тяжести симптомов. Чем более выражены симптомы, тем активнее становится терапия. При слабо и умеренно выраженных симптомах достаточно прекращения

набора высоты, отдыха и пребывания на одной высоте в течение 1–2 дней, тогда как при выраженной симптоматике в арсенал используемых средств включается дексаметазон, кислородотерапия и гипербарическая оксигенация, поскольку выраженность симптомов горной болезни означает наличие высотного отека мозга той или иной степени тяжести.

Таким образом, основными принципами терапии горной болезни являются:

- прекращение набора высоты;
- сброс высоты, если симптомы не исчезают или их интенсивность не уменьшается в течение 24 часов;
- немедленный спуск при появлении признаков отека головного мозга либо легких.

Действия при диагностированной горной болезни

Слабо и умеренно выраженные симптомы:

- отдых на той же высоте / сброс высоты;
- прекращение физической нагрузки;
- применение простых анальгетиков (цитрамон) и противорвотных (метоклопрамид). Рекомендуют также фенацетин, ибупрофен;
- достаточный объем питья, несмотря на рвоту;
- сон с возвышенным головным концом;
- ацетазоламид (диамокс, диакарб) — 250 мг × 2–3 раза/сутки (лицам с аллергией на серу его принимать нельзя). В настоящее время не рассматривается в качестве препарата первой помощи, а применяется, если симптоматика не купируется в течение 6–12 часов;
- спуск вниз, если состояние не улучшается либо ухудшается в течение 24 часов.

Выраженные симптомы:

- исключить высотный отек мозга (если имеются сомнения, лечить как высотный отек мозга);
- немедленный отдых, ни в коем случае не продолжать восхождение (защитить пострадавшего от холода);
- симптоматическое лечение, как описано выше;

- дексаметазон 8 мг (можно повторить через 6 часов, если симптоматика остается выраженной);
- спуск как можно скорее до высоты, на которой пострадавший еще чувствовал себя хорошо, по меньшей мере на 500 м (как только пострадавший сможет безопасно перемещаться). Пострадавший должен быть полностью разгружен, а на пути спуска не должно быть участков подъема;
- не возобновлять подъем до полного исчезновения симптомов.

5.2. Высотный отек мозга

Высотный отек мозга — потенциально смертельный неврологический синдром, развивающийся при быстром наборе высоты в течение нескольких часов или дней у пациентов с горной болезнью или высотным отеком легких, который считается конечной стадией горной болезни. Может развиваться через 3–5 дней после подъема на высоту около 2750 м, но чаще регистрируется на больших высотах, где развитие заболевания становится более острым. Частота возникновения высотного отека мозга ниже по сравнению как с горной болезнью, так и с высотным отеком легких, составляя только около 1 % из числа восходителей, совершающих быстрый набор высоты. Определяющим фактором является степень гипоксического стресса, поэтому высотный отек мозга чаще встречается выше 3600 м над уровнем моря.

Причиной считается вызываемое гипоксией увеличение проницаемости гематоэнцефалического барьера (вазогенный отек) или нарушение регуляции проницаемости клеток с внутриклеточным отеком (цитотоксический отек), либо комбинация этих механизмов. Обычно эта патология развивается позже, чем горная болезнь или высотный отек легких, что связано с существованием субклинического периода отека мозга при горной болезни.

Диагноз высотного отека мозга является клиническим. Основными симптомами являются нарушения сознания и координации движений. Изменения сознания могут проявляться иррациональным поведением, которое быстро сменяется вялостью, оглушением, комой. Диагностическим признаком является статическая атаксия (невозможность поддерживать нормальное положение туловища). Могут присутствовать кровоизлияния в сетчатку, отек диска зрительного нерва, аномальные рефлекссы, параличи черепных нервов, локальные неврологические нарушения. Смерть наступает от вклинивания мозга.

Признаки высотного отека мозга:

- сильная головная боль, не купирующаяся анальгетиками;
- тошнота или рвота;

- нарушение координации движений;
- изменение поведения (неблагодарность, грубость, лень);
- головокружение;
- нарушение сознания, заторможенность, галлюцинации (зрительные, слуховые, обонятельные).

Сонливость часто переходит в ступор и кому. Важно помнить, что выраженный высотный отек головного мозга может развиваться в течение всего лишь нескольких часов.

В установлении диагноза могут помочь следующие тесты:

- с закрытыми глазами дотронуться указательным пальцем до кончика носа. Повторить в быстром темпе;
- пройти по прямой, ставя пятку одной ноги к носку другой;
- стоять прямо с закрытыми глазами и поднятыми руками;
- сделать в уме простые вычисления.

Если испытуемый не может выполнить тесты или испытывает трудности при их выполнении, следует заподозрить высотный отек мозга. При проведении тестов не следует забывать о мерах безопасности при пребывании в горной местности.

Профилактика высотного отека мозга

Специфических методов предотвращения высотного отека мозга не существует из-за малого количества наблюдений. Считается, что они должны быть такими же, как и при горной болезни. В случаях высотного отека мозга в анамнезе следует еще больше внимания уделять контролю состояния индивида, раннему распознаванию симптомов и выполнению всех рекомендаций по терапии. Возможно профилактическое назначение ацетазоламида (125–250 мг × 2 раза в сутки).

Лечение высотного отека мозга

Наиболее корректной терапией является немедленный сброс высоты в комбинации с ингаляцией O₂ (максимальный поток для поддержания SO₂ не менее 90 %) и введением дексаметазона. Наиболее важным компонентом в терапии является именно сброс высоты, и чем он больше, тем лучше прогноз при высотном отеке мозга. Для достижения клинического улучшения может потребоваться спуститься не менее чем на 300 м, а в идеале ниже 2500 м над уровнем моря. Ингаляции кислорода, если он имеется в наличии, не заменяет спуск.

Если немедленный спуск невозможен, спасительной мерой является гипербарическая терапия в комбинации с другими доступными средствами (O₂, дексаметазон).

Возможно добавление в схему лечения диакарба (250 мг × 2–3 раза в сутки). Использование диуретиков в схеме терапии высотного отека мозга систематически не изучалось, во всяком случае, применять их следует с осторожностью из-за опасности дегидратации и гипотонии.

Лечение сопутствующего высотного отека легких нифедипином может привести к снижению системного артериального давления с ухудшением мозгового кровотока. Поэтому нифедипин следует использовать с осторожностью при постоянном контроле артериального давления. Если проводится искусственная вентиляция легких, не следует использовать режимы гипервентиляции, поскольку это усугубит уже имеющуюся гипокапнию.

Следует осознавать, что все медикаментозные мероприятия являются вспомогательными, а единственная по-настоящему действенная мера — это сброс высоты.

Восстановление после высотного отека мозга происходит медленно, существенно медленнее по сравнению с восстановлением после горной болезни или высотного отека легких, и может быть неполным, особенно в случаях промедления со спуском или с терапией.

Действия при диагностированном высотном отеке мозга:

- постоянно оставаться с пострадавшим — не оставлять его одного;
- немедленно спускаться, — а не позднее и не утром (при спуске такие пациенты нуждаются в особом контроле в связи с нарушениями координации движений);
- придать сидячее положение и согреть;
- ввести дексаметазон: если пациент в сознании — давать 8 мг per os каждые 6 часов до исчезновения симптомов (можно дать выпить содержимое ампулы; в тяжелых случаях первоначальная доза 8 мг — внутримышечно или внутривенно);
- ацетазоламид (250 мг × 3 р/сутки);
- ингаляция кислорода;
- гипербарическая оксигенация (камера Гамова).

Последствия игнорирования ситуации: потеря сознания, кома, нарушение дыхания и кровообращения, смерть (может произойти в течение часа от начала появления симптомов).

5.3. Высотный отек легких

Высотный отек легких, в отличие от классического кардиогенного, не связан с нарушением сердечной деятельности и возникает у здоровых не акклиматизированных

людей при быстром наборе высоты. Он может развиваться и у лиц, длительно находившихся на большой высоте, затем спустившихся на равнину на несколько недель и вновь быстро поднявшихся на высоту. У них вероятность развития высотного отека легких может достигать 20 % в отдельных группах риска (дети, молодые взрослые). Считается, что причиной отека является сочетание повышенного под действием гипоксии давления в легочной артерии и увеличения проницаемости капиллярного эндотелия. Характеризуется высоким давлением в легочной артерии при нормальном давлении наполнения левого предсердия и нормальной функции желудочков сердца. Повышение давления в легочной артерии приводит к тому, что плазма крови начинает перемещаться из кровеносного русла в интерстициальное пространство и далее в просвет альвеол легких. Отек легких переходит из стадии интерстициального в альвеолярную форму. Газообмен нарушается вследствие увеличения толщины альвеолокапиллярной мембраны и наличия слоя жидкости в альвеолах. Бронхоальвеолярная жидкость содержит большое количество белка, что способствует образованию пены и еще в большей степени ухудшает газообмен. В дальнейшем через поврежденную альвеолокапиллярную мембрану начинают проникать эритроциты, что придает пенистой жидкости розоватый оттенок.

Факторами риска высотного отека легких являются сильное утомление, холод, беспокойство, молодой возраст, мужской пол и, вероятно, ожирение. Велика вероятность развития у лиц, у которых высотный отек легких развивался прежде.

Диагноз высотного отека легких устанавливается на основании наличия таких симптомов как одышка в покое, слабость или снижение толерантности к физической нагрузке, стеснение или застой в грудной клетке. Также могут отмечаться хрипы в легких или свистящее дыхание, цианоз, тахикардия. В ранней стадии (отсутствие хрипов) высотный отек легких может проявляться снижением толерантности к физической нагрузке и сухим кашлем, на что могут не обратить внимания ни окружающие, ни сам пациент. Признаки отека легких могут маскироваться симптомами горной болезни. В прояснении ситуации может помочь сравнение состояния заболевшего с состоянием других членов группы.

С развитием заболевания тахикардия и одышка увеличиваются. К легочным симптомам присоединяются и симптомы нарушения функции центральной нервной системы. У 50 % пациентов с отеком легких отмечаются и признаки горной болезни, у 14 % — высотный отек мозга, а у погибших от высотного отека легких на вскрытии отек мозга обнаружен в 50 % случаев.

Заболевание может прогрессировать в течение нескольких часов или дней, проявляться булькающим дыханием, слышимым на расстоянии, кашлем с кровавистым отделяемым, выраженной дыхательной недостаточностью и даже смертью. Именно высотный отек легких является основной причиной смерти при горной болезни на больших высотах. Вероятно, все многочисленные случаи так называемой «пневмонии», считавшиеся в прошлом причиной летальных исходов на высоте, были в действительности, случаями отека легких. Поэтому очень важна ранняя диагностика этого заболевания. При недавнем наборе высоты снижение толерантности к физической нагрузке и сухой кашель заставляют предположить развитие высотного отека

легких. Его развитие могут ускорять холодная погода, значительная физическая нагрузка и продолжающийся набор высоты.

Высотный отек легких чаще развивается в течение 1–3 дней после подъема на новую высоту, и редко — после 4 дней пребывания на высоте. На высоте менее 2500 м над уровнем моря высотный отек легких возникает достаточно редко, однако это не означает, что его развитие полностью исключено. Пациент без предшествующей патологии, недавно поднявшийся на большую высоту, с явными признаками дыхательной недостаточности, хрипами в средних отделах легких и низким SaO_2 представляет собой классическую картину заболевания. Если признаки отека легких выявляются позднее 4 суток пребывания на высоте, следует обдумывать альтернативные варианты диагноза:

- пневмония;
- кардиогенный отек легких;
- эмболия легочной артерии;
- спонтанный пневмоторакс.

Признаки высотного отека легких:

- одышка даже при легкой физической нагрузке, при прогрессировании — в покое (в 69 % случаев частота дыханий более 30/мин);
- быстрое снижение работоспособности;
- кашель;
- ощущение стеснения в груди;
- частый пульс;
- синюшность губ, носогубного треугольника, кончиков пальцев;
- обычно повышается температура (до $38,5^\circ$);
- клокочущее дыхание.

В типичном случае в правой подмышечной области выслушиваются влажные хрипы, с прогрессированием заболевания они становятся билатеральными. Ортопноэ (попытки пострадавшего принять сидячее положение для облегчения дыхания), так же как и кровохарканье нехарактерны. Симптомы чаще возникает на вторую ночь пребывания на новой высоте, и редко отмечаются после 4 дней пребывания на данной высоте. Высотный отек легких является наиболее частой причиной смерти от горной болезни. Следует помнить, что типичный высотный отек легких является некардиогенным, то есть, связан не с ухудшением сердечной деятельности, а зависит

от повышения давления в легочных капиллярах. На рентгенограммах выявляются характерные пятнистые инфильтраты и отсутствует кардиомегалия (увеличение размеров сердца). При легкой степени высотного отека легких инфильтраты обычно располагаются в среднем отделе правого легкого, изолированные левосторонние инфильтраты нетипичны. В случаях высотного отека легких средней степени тяжести инфильтраты билатеральны и локализуются в средних отделах легких.

Профилактика высотного отека легких

При подъеме на большую высоту особую осторожность следует соблюдать лицам с высотным отеком легких в анамнезе. Постепенный подъем (отдых каждые 600–1200 м) и медленный темп восхождения дадут достаточно времени для акклиматизации и снизят риск развития заболевания. Следует избегать значительной физической нагрузки в течение первых 1–3 дней пребывания на высоте, особенно если имеется ощущение усталости. Чувство усталости может быть проявлением субклинического (отсутствие симптомов) высотного отека легких, который может проявиться в полной мере при физической нагрузке.

Следует избегать средств, угнетающих дыхание (алкоголь, снотворные).

Нифедипин эффективен в снижении давления в легочной артерии и предотвращении высотного отека легких у пациентов, входящих в группу риска. Следует иметь в виду возможность использования ацетазоламида (125 мг × 2 раза/день за 1–2 дня до начала восхождения с продолжением приема в течение 2 дней на максимальной высоте) для облегчения акклиматизации и уменьшения гипоксии, особенно при наличии эпизодов высотного отека легких в анамнезе. Следует помнить, что физические тренировки до восхождения не предотвращают развитие высотного отека легких.

Лечение высотного отека легких

Терапия заболевания зависит от его тяжести, высоты, на которой оно развивается, возможностей медицинского обеспечения. Основное значение имеет повышение парциального давления вдыхаемого O_2 , каким бы способом это не достигалось. Большинство случаев изолированного высотного отека легких хорошо поддаются лечению повышением парциального давления вдыхаемого O_2 при сбросе высоты, гипербарической терапии, ингаляции O_2 либо сочетании этих мероприятий. Увеличение парциального давления вдыхаемого O_2 быстро снижает давление в легочной артерии, увеличивает оксигенацию артериальной крови, защищает головной мозг, уменьшает одышку и частоту сердечных сокращений. Дополнительные меры временного характера включают в себя применение нифедипина, ингаляцию агонистов β -адренорецепторов, создание положительного давления в конце выдоха (выдох с сопротивлением 5–10 см H_2O). Положительное давление в конце выдоха может создавать сам пострадавший, осуществляя выдох через сжатые губы.

Нифедипин может снизить давление в легочной артерии на 30 % за 30 мин. Используют нифедипин пролонгированного действия (нифедипин ретард, коринфар

ретард). Терапию начинают с приема 20 мг нифедипина ретард. Следующая доза может быть введена через 15–20 мин, если признаков улучшения не наблюдается. Последующие приемы по 20 мг повторяют каждые 6 часов до исчезновения симптомов и возврата сатурации артериальной крови к нормальным величинам. Нифедипин не должен заменять сброс высоты, дополнительный кислород или гипербарическую оксигенацию, а применяться совместно с ними.

Если спуск с высоты по каким либо причинам откладывается, может быть полезен ацетазоламид (250 мг × 2 раза в сутки), однако он может усилить одышку. Применение других диуретиков (фуросемид) не рекомендуется из-за опасности гиповолемии, снижения давления наполнения левого желудочка и гипотонии. Дексаметазон не улучшает течение высотного отека легких.

Пациент с высотным отеком легких должен быть освобожден от **любой** физической нагрузки и быть согрет, поскольку и холод, и физическая нагрузка увеличивают давление в легочной артерии.

Несмотря на то, что правильно оказанная медицинская помощь быстро улучшает состояние пациента и предотвращает смерть, для полного выздоровления требуется несколько дней. Осторожное возобновление восхождения может быть предпринято через 2–3 дня после полного разрешения изолированного высотного отека легких, возможно под прикрытием медикаментозной терапии. Однако необходимо помнить, что даже незначительная физическая нагрузка может вызвать возобновление отека легких.

Действия при диагностированном высотном отеке легких:

- постоянно оставаться с пострадавшим — не оставлять его одного;
- придать ему сидячее положение и согреть;
- нифедипин ретард (коринфар ретард) 20 мг (наступление эффекта через 10–15 мин); при ухудшении симптоматики повторить;
- спуск с высоты, как только состояние улучшится — лучше пассивный (акья, вертолет и т. д.);
- при спуске освободить пострадавшего от **любой** нагрузки;
- диуретики не использовать;
- ингаляция кислорода;
- гипербарическая оксигенация (камера Гамова).

Последствия игнорирования ситуации: остановка дыхания, смерть (может произойти в течение часа от начала развития симптомов).

Типичные временные рамки развития острой горной болезни, высотных отеков мозга и легких:

- острая горная болезнь — от 4 до 24 ч после подъема на новую высоту;
- высотный отек мозга и легких — позднее 24 ч после подъема на новую высоту.

Следует иметь в виду, что развитие острой горной болезни ранее 4 ч и позднее 24 ч либо высотного отека легких ранее 24 ч наблюдается редко, однако не является невероятным.

Типичные высотные факторы риска развития острой горной болезни, высотных отеков мозга и легких:

- > 2500 м — острая горная болезнь;
- > 3000 м — высотный отек легких;
- > 4000 м — высотный отек мозга.

Следует иметь в виду, что на меньших высотах симптомы развиваются редко, но это не исключает возникновение даже тяжелых случаев

Правила акклиматизации и рационального набора высоты:

- на высотах более 3000 м набор высоты для ночевки не более 300–600 м;
- на высотах более 3000 м необходим 1 день отдыха на каждые 1000 м набора высоты;
- различные люди акклиматизируются по-разному;
- по возможности избегать быстрого попадания на большую высоту;
- если сразу попадаете на большую высоту (заброска самолетом, вертолетом, на автомобиле), не переутомляйтесь и не поднимайтесь выше в течение первых 24 часов;
- поднимайтесь как угодно высоко, но ночуйте как можно ниже;
- если состояние не улучшается (симптомы горной болезни сохраняются), не поднимайтесь выше;
- если состояние ухудшается (симптомы горной болезни прогрессируют), спускайтесь как можно быстрее.

Более кратко основные принципы профилактики горной болезни сформулированы в так называемых **золотых правилах горвосхождений**:

- 1) Если вы чувствуете себя плохо на высоте — это горная болезнь, пока не доказано обратное.
- 2) Никогда не набирайте высоту при имеющихся симптомах горной болезни.
- 3) Если становится хуже (или есть признаки высотного отека мозга либо легких), немедленно спускайтесь.

Необходимо отчетливо понимать, что лучший способ лечения всех состояний, связанных с действием гипоксии — острой горной болезни, высотного отека мозга или легких, — это спуск вниз.

5.4. Высотные периферические отеки

Отеки рук и лица обнаруживаются примерно у 1/3 лиц при подъеме на высоту. Причиной отеков, как считают, является обусловленная гипоксией задержка натрия и воды, не связанная с развитием горной болезни, высотным отеком мозга либо легких. Состояние это неопасно, но может причинять некоторые неудобства и психологический дискомфорт. Высотные периферические отеки наиболее заметны на руках и вокруг глаз. Обычно они сопровождаются снижением диуреза и увеличением веса тела (от 2 до 5 кг) в течение нескольких дней. Наиболее отчетливо отеки заметны после пробуждения. Диагностика сложностей не вызывает, поскольку связь отеков с высотой можно выявить достаточно легко, особенно при повторных наборах высоты, Периферические отеки более характерны для женщин. Дифференцировать высотные периферические отеки следует от отеков, развивающихся вследствие нарушений функций сердца, аллергических реакций, и отеков верхних конечностей от сдавления лямками рюкзака, страховочной системой и т. д.

Высотные периферические отеки легко лечатся диуретиками, однако при применении этих препаратов следует оценить опасность развития гиповолемии. Профилактическими мерами являются ограничения приема соли воды, и небольшие дозы диакарба. Как и при других патологических состояниях, причиной которых является гипоксемическая гипоксия, сброс высоты позволяет быстро избавиться от отеков.

5.5. Высотные кровоизлияния в сетчатку глаза

Высотные кровоизлияния в сетчатку глаза являются проявлением ретинопатии вследствие воздействия гипоксии, и характерны для жителей низменности, путешествующих в горах. Высотная ретинопатия вызвана увеличением притока крови к

сетчатке, которая является одной из наиболее чувствительных к недостатку кислорода тканей. Увеличение кровотока приводит к увеличению диаметра сосудов сетчатки, они становятся извилистыми. Кровоизлияния в сетчатку считаются результатом перепадов давления в растянутых кровеносных сосудах. Такое внезапное повышение давления может быть результатом натуживания при кашле, физической нагрузке и т. д. Кровоизлияния в сетчатку могут обнаруживаться при горной болезни, однако напрямую от нее не зависят, и обычно протекают бессимптомно, но могут сопровождаться помутнением и выпадениями полей зрения. Частота развития кровоизлияний прямо зависит от высоты над уровнем моря. Ниже 3000 м кровоизлияния в сетчатку практически не наблюдаются. На высоте 4267 м их частота составляет 30 %; на высоте 5468 м — 50–60 % и, вероятно, 100 % выше 6800 м. Выраженное физическое напряжение может увеличить риск кровоизлияния в сетчатку вследствие повышения систолического артериального давления и снижения оксигенации артериальной крови. В отличие от других высотных заболеваний, кровоизлияния в сетчатку не зависят от степени акклиматизации и могут быть неоднократными.

Высотные кровоизлияния в сетчатку проходят спонтанно в течение 1–2 недель после спуска с высоты. Способы лечения и профилактики до настоящего времени неизвестны.

5.6. Тромбоэмболические осложнения

При подъеме на большие высоты увеличивается риск тромбоэмболических осложнений, включая тромбоз глубоких вен, тромбоэмболию легочной артерии, преходящие эпизоды нарушения мозгового кровообращения и инсульт. Вероятными причинами этих явлений являются в вызываемом гипоксией увеличении количества циркулирующих форменных элементов крови и нарушениях свертывания. Кроме того, имеют значения и факторы окружающей среды (охлаждение, дегидратация, нарушения кровообращения конечностей). Эти осложнения, за исключением тромбоза, достаточно редки, но уж если возникают, то вызывают массу проблем. Клинические проявления обычны для этих заболеваний, но их появление у молодых и здоровых субъектов может быть неожиданно. Предотвращение тромбоэмболических осложнений основывается на уменьшении либо исключении факторов риска — следует поддерживать нормальную гидратацию организма, избегать переохлаждения и венозного застоя. Особую осторожность следует соблюдать лицам с тромбоэмболическими эпизодами в анамнезе. Прием аспирина, который способен предотвращать свертывание, не изучался, и может быть опасен побочными эффектами, включающими в себя кровоизлияния в сетчатку. За исключением умеренно выраженного тромбоза, все остальные вышеперечисленные состояния требуют немедленной эвакуации вниз. Терапия осуществляется по стандартным рекомендациям.

5.7. Подострая горная болезнь

Подострая горная болезнь — комплекс симптомов, который может появиться после продолжительного пребывания на высоте более 3658 м. Обычно это нарушения сна, потеря аппетита, снижение веса, усталость, сонливость в дневное время. Состояние отражает невозможность адекватной акклиматизации. Некоторое уменьшение выраженности симптомов достигается ингаляцией малых потоков O_2 или приемом ацетазоламида, однако способов ускорить или улучшить акклиматизацию у таких субъектов не существует. Наиболее корректный способ борьбы — сброс высоты.

5.8. Заживление ран

Заживление ран прямо зависит от напряжения O_2 в тканях и угнетается тем сильнее, чем больше высота над уровнем моря. Поэтому заживление ран в горах происходит гораздо хуже, чем на равнине. Повышается также частота микротравм — небольших порезов, трещин кожи и т. д. Чаще всего страдают руки. Если не принять мер, микротравмы увеличиваются, доставляя все больше неудобств. Наилучшая тактика — не допускать появления микротравм, используя различные способы защиты кожи — адекватную ситуации одежду и перчатки (постоянно, а не только для защиты от холода), помня, что предотвратить появление микротравм гораздо легче, чем их вылечить. При появлении микротравм их следует заклеивать (лейкопластырем либо медицинским клеем).

5.9. Психологические эффекты гипоксии

Пребывание на высоте изменяет деятельность центральной нервной системы, что проявляется в нарушении зрения, когнитивных и психомоторных функций, настроения, личностных изменениях. Эти эффекты очень переменчивы, но прямо зависят от высоты и гораздо чаще наблюдаются выше 3000 м над уровнем моря. Некоторые изменения возникают рано и преходящи, некоторые — сохраняются и во время акклиматизации, и даже после спуска на равнину. Высотная гипоксия существенно ухудшает зрение в темное время суток, что может привести к проблемам при передвижении в сумерки или перед рассветом — довольно частые ситуации в походах и восхождениях. Это нарушение возникает достаточно рано, на высотах около 2500 м, может сохраняться после акклиматизации, а единственным надежным средством лечения является ингаляция кислорода. Влияние высоты на функции центральной нервной системы становятся особенно заметными на больших высотах, где отмечаются нарушения восприятия, памяти, внимания, суждения и другой умственной деятельности. Некоторые тонкие функции центральной нервной системы могут быть нарушены в течение года после пребывания на высоте более 6000 м. Когнитивные функции страдают в большей степени, чем психомоторные, соответственно сложные

действия в горах, требующие размышления и взвешенной оценки ситуации находятся под угрозой. С высотой увеличивается риск принятия неверных решений. При оценке сложных ситуаций и принятии решений баланс между скоростью и точностью решения должен быть смещен в сторону точности. Действия требуют большего времени на обдумывание, что уменьшает вероятность ошибки, но увеличивает продолжительность принятия решения. Снизить вероятность ошибки позволяют и перекрестные проверки участниками группы адекватности принимаемых решений.

При подъеме на высоту личностные изменения нередко проявляются развитием эйфории, которая может сопровождаться ошибочными решениями и авариями, причем сам индивидuum эйфории обычно не замечает. В такой ситуации важен контроль со стороны напарников по команде. При увеличении времени пребывания на высоте (6–12 часов) эйфория проходит, сменяясь депрессией различной степени выраженности.

Величина психологических изменений на высоте зависит от индивидуальных особенностей организма и факторов окружающей среды (плохая погода, ночное время суток ухудшают ситуацию), и в какой-то степени может корректироваться предпосредственной психологической подготовкой.

Глава 6

Другие медицинские проблемы в горах

6.1. Отравление угарным газом

Отравление угарным газом не является специфической проблемой пребывания в горной местности, а может произойти где угодно. Но именно в походах риск отравления угарным газом весьма высок, чему способствует применение различного рода горелок в закрытых (палатки) помещениях. Связано это с попытками уменьшить влияние неблагоприятных факторов окружающей среды (дождь, ветер, холод) и сэкономить горючее. Кроме того, в последнее время широкое распространение получили экономичные горелки (Jetboil, MSR Reactor и т. д.), чья работа, в силу особенностей конструкции, сопровождается повышенным выделением угарного газа. Помимо этого, в связи с недостатком кислорода на высоте, неполное сгорание топлива сопровождается большим выделением угарного газа.

Угарный газ (монооксид углерода, окись углерода, CO) — является продуктом неполного окисления (сгорания) органического субстрата. Он образуется при сгорании любого топлива, в том числе наиболее часто используемого в горах — газа и бензина. Важной и опасной особенностью этого соединения является то, что органолептически он не определяется — это бесцветный газ без запаха и вкуса. В связи с вышеперечисленным (частота использования, отсутствие мер профилактики отравлений, отсутствием простых способов определения) случаи отравления нередки. Известно, что в США в период 1990–1994 гг. из-за отравления угарным газом в палатках гибло около 30 чел./год.

Причины токсичности угарного газа

Сродство гемоглобина к CO в 200–250 раз выше, чем к кислороду, поэтому угарный газ гораздо легче соединяется с гемоглобином, занимая связи, предназначенные для кислорода. Вместо оксигемоглобина образуется соединение карбоксигемоглобин (COHb), причем его концентрация напрямую зависит от содержания CO во дыха-

емом воздухе и продолжительности контакта. Возникает гемическая гипоксия — ситуация, когда гемоглобин в той или иной степени теряет свою способность переносить кислород. Характерной особенностью этого состояния является высокое парциальное давление кислорода в крови, тогда как насыщение гемоглобина кислородом — снижено.

Помимо прямой блокады кислородтранспортной функции гемоглобина, угарный газ вызывает сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево и вверх, что вызывает затруднение отсоединения кислорода от гемоглобина и приводит к усугублению гипоксии. Кроме гемоглобина, СО соединяется с другими железосодержащими биологически активными системами организма — с миоглобином, цитохромоксидазой, цитохромами, в частности, с цитохромом Р450 и др. Диссоциация образовавшихся соединений очень медленная и занимает от 48 до 72 часов. То есть к гемической гипоксии присоединяется гипоксия тканевая, которая существует гораздо дольше. От этого в первую очередь страдают органы, наиболее чувствительные к гипоксии, — мозг и сердце.

Концентрация угарного газа измеряется в ppm (parts per million — частей на миллион — единица измерения концентрации).

Максимально допустимые экспозиции составляют:

- 200 ppm — 15 мин;
- 30 ppm — 8 часов.

Диссоциация СОНЬ происходит в 3600 (по некоторым данным, 10000) раз медленнее, чем НвО₂.

Период полураспада:

- при дыхании атмосферным воздухом (на уровне моря) 4–5 часов;
- при дыхании 100 % О₂ — 80 мин;
- при дыхании 100 % О₂ под давлением 3 атм. — 23,5 мин.

Обращает на себя внимание тот факт, что даже на уровне моря период полураспада СОНЬ требует длительного времени. На высоте, где парциальное давление кислорода снижено иногда значительно, период полураспада будет существенно увеличен, так что пострадавшие могут подвергаться неоднократным воздействиям угарного газа (например, при приготовлении пищи в палатке утром, днем и вечером). Таким образом, факторами, усугубляющие ситуацию, будут закрытое пространство (непродветриваемое помещение) и повторная (до полной элиминации) экспозиция.

По данным разных авторов, концентрация угарного газа внутри палаток может варьировать от 10–19 ppm (горелка с открытым огнем без котелка) до 50–190 ppm при приготовлении пищи. Показано, что при использовании горелки MSR Reactor для приготовления пищи концентрация угарного газа внутри палатки может достигать 1000 ppm.

Таблица 3

Взаимоотношение концентрации СО и содержания карбоксигемоглобина в сравнении с взаимоотношением высоты над уровнем моря и содержанием оксигемоглобина

<i>Взаимоотношение концентрации СО и содержания карбоксигемоглобина</i>		<i>Взаимоотношение высоты над уровнем моря и содержания оксигемоглобина</i>	
СО, ppm	СОHb/НbO ₂ (%)	Высота	НbO ₂ (%)
50	7/93	1000	97
100	15/85	2000	93
300	30/70	3000	86
500	40/60	4000	73
700	50/50	5000	54

Из таблицы следует, что накопление угарного газа может по своим физиологическим последствиям быть эквивалентно моментальному подъему на высоту 5 км.

Клинические признаки отравления СО (появляются при СОHb > 15 %) неспецифичны:

- головная боль (чаще в лобной области);
- утомляемость;
- тахикардия;
- нарушение координации движений;
- тошнота, рвота;
- потеря сознания.

Характерный признак отравления угарным газом — карминно-красное окрашивание кожных покровов и слизистых оболочек, появляющиеся в результате того, что карбоксигемоглобин имеет ярко красный цвет.

Если тяжелая тканевая гипоксия длится слишком долго, то развиваются неврологические симптомы: тремор, нарушения психики, психотическое поведение. В коре головного мозга, мозжечке, миокарде и других органах обнаруживаются гистологические изменения, характерные для гипоксии.

В зависимости от тяжести отравления можно выделить отравления легкой, средней степени тяжести и тяжелые.

Отравление лёгкой степени (содержание СОHb в крови 20–27 %):

- головная боль;

- стук в висках;
- головокружение;
- боли в груди;
- сухой кашель;
- слезотечение;
- тошнота;
- рвота;
- возможны зрительные и слуховые галлюцинации;
- покраснение кожных покровов, карминно-красная окраска слизистых оболочек;
- тахикардия;
- повышение артериального давления.

Отравление средней степени тяжести (содержание СОНв в крови 30–50 %):

- сильный шум в ушах;
- сонливость;
- возможен двигательный паралич при сохранённом сознании.

Тяжелое отравление (содержание СОНв в крови > 50 %):

- потеря сознания, коматозное состояние;
- судороги;
- непроизвольное мочеиспускание;
- нарушение дыхания, расширение зрачков с ослабленной реакцией на свет;
- резкий цианоз (посинение) слизистых оболочек и кожи лица.

Смерть обычно наступает на месте происшествия в результате остановки дыхания и падения сердечной деятельности (содержание СОНв в крови 60–70 %).

Диагностика затрудняется тем, что признаки отравления угарным газом являются неспецифическими — это проявления гипоксии. Поэтому в случаях легкого (иногда и средней степени) отравления симптомы могут быть приняты за признаки горной болезни — обычного состояния в горной местности. Соответственно лечебно-профилактические меры могут запоздать.

Действия при отравлении угарным газом:

- прекращение контакта с отравляющим веществом — вывести (вынести) пострадавшего на свежий воздух;
- исключить физическую нагрузку;
- сброс высоты;
- искусственное дыхание;
- ингаляция кислорода;
- гипербарическая оксигенация (камера Гамова).

Профилактика отравлений угарным газом:

- соблюдать инструкции, прилагаемые к горелкам, и не использовать горелки в закрытых помещениях;
- при пользовании горелкой в палатке стараться сократить продолжительность ее работы и обеспечить максимально возможное проветривание;
- по возможности находиться на максимальном расстоянии от работающей горелки;
- контролировать реальное содержание CO в палатке с помощью портативного газоанализатора.

6.2. Холодовое повреждение

Холодовые повреждения нередки в горах и весьма разнообразны — от снижения температуры тела до обморожения частей тела и замерзания. На высоте они зависят от факторов окружающей среды и индивидуальных физиологических особенностей организма. С увеличением высоты температура окружающей среды снижается ($2^{\circ}/300$ м). Холодные ветра увеличивают жесткость погоды и способствуют переохлаждению. Горам также присущи большие температурные перепады участков склона, находящихся в тени и на солнце. Физиологическими факторами риска являются также периферическая вазоконстрикция, дегидратация и гемоконцентрация. Поскольку высотная гипоксия ухудшает мыслительные способности и принятие решений, частота холодовых повреждений выше в горах, чем на равнине при одинаковых температурных условиях.

Предотвращение холодовых повреждений основано на тщательном само и взаимоконтроле, качественной одежде и, в особенности, обуви. Обувь должна быть теплой, комфортной, не сдавливать ноги, и апробирована заранее до выезда в горы.

В горах достаточно часто встречаются обморожения, которые проходят 4 фазы: 1) фаза, предшествующая замерзанию; 2) фаза замерзания-отогревания; 3) фаза сосудистого стаза (резкое замедление или прекращения кровотока); 4) фаза поздней ишемии. В первой фазе охлаждение тканей сопровождается вазоконстрикцией и ишемией, однако формирования кристаллов льда еще не происходит. Охлаждение и ишемия нервных волокон вызывает гиперестезию или парестезию. Во второй фазе кристаллы льда формируются внутриклеточно (при более быстром охлаждении) и/или внеклеточно (при более медленном охлаждении), вызывая повреждение протеинов и липидов, электролитные сдвиги, клеточную дегидратацию, лизис клеточных мембран и смерть клеток. В третьей фазе состояние сосудов изменяется от спазма до дилатации, кровь просачивается за пределы сосудов или свертывается в их просвете. Четвертая фаза является результатом прогрессирующей тканевой ишемии и каскада реакций, включающих:

- воспаление, опосредованное тромбоксаном A₂, простагландином F₂-α, брадикининами и гистамином;
- перемежающейся вазоконстрикцией артериол и венул;
- сохраняющимся реперфузионным повреждением;
- микроэмболиями в системе микроциркуляции;
- формированием тромбов в сосудах большего диаметра.

Нарушение микроциркуляции является основным фактором, ведущим к гибели клеток. Смерть клеток вследствие формирования ледяных кристаллов и реперфузионных повреждений при согревании усугубляется при повторном замерзании поврежденных тканей.

Первая помощь при обморожениях. Вначале необходимо принять решение о тактике первой помощи, которая будет зависеть от следующих обстоятельств: 1) обмороженная часть тела может подвергнуться повторному замерзанию; 2) обмороженная часть тела после согревания может оставаться в согретом состоянии с минимальным риском повторного замерзания. Такое деление производится, поскольку повторное замерзание оказывает более выраженный травмирующий эффект.

В случае отказа от активного согревания пораженную часть тела предохраняют от дальнейшего охлаждения и, по возможности, травматизации. Например, при обморожении конечности ее лучше не использовать, а иммобилизовать. В этой ситуации не следует растирать пораженный участок, но и не следует его дополнительно охлаждать; тогда будет обеспечено медленно спонтанное самосогревание.

При действиях по пункту два осуществляется быстрое согревание обмороженной части тела. Для этого ее погружают в воду с температурой 37–39 °С. Вода не должна быть слишком горячей, что контролируется здоровой (необмороженной) рукой. Согревание осуществляют, пока обмороженная часть тела не станет розовой

и мягкой. Вытирают осторожно сухой мягкой тканью. В согревающую воду можно добавлять антисептик, что теоретически имеет определенный смысл. Во время согревания пострадавшему дают обезболивающие средства (ибупрофен, анальгин). Если быстрое согревание невозможно, осуществляют пассивное согревание путем помещения обмороженного участка тела в теплое место (подмышку, на живот самого пострадавшего либо его напарника). На обмороженный участок накладывают свободную стерильную повязку для того, чтобы предотвратить его механическое повреждение. Имеются сведения, что нанесения мази, содержащей алоэ, на пораженный участок (до наложения повязки) улучшает заживление.

Образовавшиеся при обморожении пузыри не следует удалять в полевых условиях, особенно если они не мешают передвижению. В противном случае следует проколоть пузырь иглой и удалить жидкость с помощью шприца (пузыри, наполненные кровью, лучше вообще не трогать). После этого этот участок тела закрывают стерильной повязкой. Для предотвращения отеков, обмороженная конечность должна, по возможности, находиться выше уровня сердца.

У всех пострадавших с обморожениями следует принимать меры по борьбе с общим охлаждением организма (согревание) и дегидратацией (теплое обильное питье). При возможности, начинают прием ибупрофена (дважды в день в общей дозе 12 мг/кг в день) до максимальной дозы 2400 мг/день (4 раза/день) у пациентов, страдающих от боли.

6.3. Повреждения, вызванные солнечной радиацией

Возможность повреждений вследствие солнечной радиации усиливается с набором высоты из-за увеличения интенсивности ультрафиолетового излучения. Интенсивность ультрафиолетового излучения увеличивается вследствие снижения фильтрующей способности истончающейся атмосферы — на 4 % на каждые 300 м набора высоты, так что на высоте 4300 м его интенсивность на 55 % выше, чем на уровне моря. Снег и лед отражают около 75 % падающего на них света. Эффект возрастает в ледовых цирках, где сила ультрафиолетового излучения может возрастать многократно. Повреждения, вызванные солнечной радиацией, включают солнечные ожоги и снежную слепоту (фотоофтальмия).

На высоте солнечные ожоги возникают быстрее и более выражены. Нередко они могут возникнуть в облачный день, когда солнце периодически закрыто облаками, угроза ожогов неочевидна и профилактические мероприятия не проводятся. В современных условиях возникновение солнечных ожогов легко предотвратить, используя одежду, максимально закрывающую тело и конечности, и нанося солнцезащитный крем на оставшиеся открытыми участки кожи. Следует использовать крем с достаточной величиной защитного фактора (не менее 30 в среднегорье и 50 в высокогорье), и периодически возобновлять защитный слой. Особое внимание следует

уделять участкам, обычно находящимся в тени (подбородочная область) либо выступающим (нос, скулы). Не следует забывать и о защите губ, используя губную помаду с солнцезащитным фактором.

В лечении солнечных ожогов используют различные мази, в том числе содержащие кортикостероиды, однако заживление в горных условиях идет очень медленно. Поэтому особое внимание следует уделять профилактике — солнечные ожоги гораздо легче предотвратить, чем вылечить.

Снежная слепота возникает в результате воздействия ультрафиолетового излучения на внешнюю часть глаз — роговицу, конъюнктиву. Повреждение может произойти в течение нескольких часов, причем в отсутствие какие-либо предвестников повреждения (боль, резь и т. д.). Все симптомы развиваются через 4–6 часов после воздействия. Выраженная резь в глазах, слезотечение и фотобоязнь позволяют легко поставить диагноз. Несмотря на то, что снежная слепота проходит спонтанно, состояние весьма болезненно и в случае выраженного повреждения лишает пострадавшего возможности передвижения из-за невозможности открыть глаза в течение нескольких дней. Лечение симптоматическое — прекращение контакта со светом (темная повязка на глаза) в течение 24 часов, обезболивание местными анестетиками (капли в глаз) при сильных болях, применение анальгетических препаратов. Несколько облегчают состояние и уменьшают отек холодные компрессы на глаза. В глаза закапывают альбуцид и эмоксипин (эффективность неизвестна). В отсутствие медикаментов практикуют холодные компрессы из чайной заварки. Использование глазных мазей с кортикостероидами не рекомендуется вследствие их неэффективности при снежной слепоте. Основную роль играет профилактика — использование очков с ультрафиолетовыми фильтрами хорошего качества и с защитой от бокового света. Следует быть внимательным в облачные и туманные дни, когда опасность ультрафиолетового повреждения сохраняется, но бдительность притупляется.

6.4. Поражение молнией

Вероятность поражения молнией существенно увеличивается в горах, особенно выше уровня леса. Поражение молнией отличается от поражения бытовым электричеством высокого напряжения, поскольку продолжительность воздействия молнии очень кратковременно, а ее электрический ток имеет тенденцию обтекать тело, вызывая поверхностные ожоги, а не внутренние повреждения. Характерен папоротникообразный вид ожогов. Смертельные исходы случаются у 1/3 пораженных, обычно вследствие остановки дыхания и/или кровообращения. Ударная волна молнии, отбрасывающая пострадавшего, может вызвать тяжелые травмы. Универсальным последствием поражения молнией являются дезориентация и различные неврологические нарушения. Разрыв барабанной перепонки происходит настолько часто, что является патогномичным признаком. Для обеспечения профилактики необходимо стараться по возможности избегать участков, где риск поражения повышен. Защитные меры — это использование убежищ с капитальной крышей или транс-

портных средств (палатки не являются убежищами). На открытом пространстве следует держаться как можно ниже, рассредоточившись при нахождении в группе, избегая высоких строений и массивных металлических объектов. Переносные переговорные устройства с антенной особенно опасны и запрещены к использованию во время грозы. При поражении молнией пострадавшему с подозрением на остановку кровообращения или дыхания следует немедленно начать сердечно-легочную реанимацию, которая в этих случаях может быть весьма успешной. Травмы и ожоги лечат по общепринятым установкам.

6.5. Фарингит и бронхит на высоте

Фарингит и бронхит нередки при продолжительном (более 2 недель) пребывании на высоте и весьма часты выше 5500 м. Боли в горле, хронический спастический кашель, усиливающийся при физической нагрузке, являются основными симптомами. Кашель обусловлен высыханием слизистой трахеобронхиального дерева при дыхании сухим холодным воздухом. Состояние усугубляется постоянной одышкой. Заложенность носа под действием холода (холодовой вазомоторный ринит) провоцирует дыхание ртом, что еще больше усугубляет ситуацию. Несмотря на то что высыхание слизистой оболочки должно вести к увеличению частоты инфекционных заболеваний верхних дыхательных путей, причинами высотных фарингита и бронхита редко бывают инфекции. Предотвращение и лечение включают нормальную гидратацию, паровые ингаляции, пастилки с ментолом, препараты, подавляющие кашлевой рефлекс. Профилактические меры — использование лицевых масок или балаклав, закрывающих рот для сохранения тепла и влаги.

6.6. Инфекционные заболевания

Вследствие солнечных ожогов и растрескивания губ в горах нередко активируется вирус герпеса, что может доставлять определенные неудобства. Его активацию можно предотвратить нанесением на проблемные места солнцезащитного крема или губной помады, защищающей от солнечного излучения. Состояние нанесенного слоя крема необходимо периодически контролировать и возобновлять по необходимости. В случаях активации вируса (ощущение легкого жжения) это место следует обработать ацикловиром (зовиракс). Вовремя предпринятые меры, как правило, эффективны.

Несмотря на то что на высоте функция Т-клеток несколько снижается, инфекционные заболевания обусловлены не иммунодефицитом, а бактериальным загрязнением окружающей среды. В окружающей среде меньше бактерий, причем, чем их тем меньше, чем высота больше, отсутствуют насекомые — переносчики болезней. Заболевание возникает либо вследствие воздействия эндогенной флоры, либо заражения от соседей по группе. Вероятность заражения увеличивается вследствие

пребывания в тесном ограниченном пространстве (палатке). Имеет значение и ухудшение бытовых гигиенических условий.

Практика показывает, что в пределах бывшего СССР соблюдение элементарных предосторожностей позволяет избежать заражения инфекционными болезнями. Профилактические меры:

- не пить воду из открытых источников, особенно вблизи населенных пунктов и пастбищ;
- хорошо обеззараживать (кипятить) воду вблизи населенных пунктов и пастбищ;
- соблюдать правила личной гигиены.

Считается, что стерилизация воды, убивающая большинство микроорганизмов, достигается при активном кипячении за 10 мин. С учетом того, что температура кипения воды с высотой понижается, следует прибавлять еще по 1 мин на каждые 300 м набора высоты.

Глава 7

Медикаментозное обеспечение в горном походе

Гипоксическая гипоксия является постоянным неблагоприятным фактором, воздействующим на человека в горах. Однако помимо этого существуют и другие факторы, действие которых обусловлено именно горными условиями. При передвижении по горному рельефу человек может травмироваться вследствие падения. На него могут падать элементы рельефа — камни, лед, снег и т. д. Низкие температуры, свойственные горам, могут привести к обострению хронических заболеваний либо появлению новых. Физические нагрузки связаны с обезвоживанием, переутомлением, что также не прибавляет здоровья. Следовательно, при пребывании в горной местности необходима готовность к возникновению медицинских проблем той или иной степени сложности. Ситуацию отягощает то, что гипоксия, запуская и поддерживающая неблагоприятные процессы в организме, препятствует быстрому излечению. Поэтому надеяться вылечить серьезное заболевание в горном походе по меньшей мере наивно. Задачей участника, оказывающего медицинскую помощь, является поддержание жизни и, по возможности, здоровья пострадавшего до момента оказания специализированной врачебной помощи в стационаре. В случаях тяжелого заболевания или травмы единственной разумное решение — это как можно более быстрая эвакуация пострадавшего из горной местности на равнину и далее в лечебное учреждение. Во всех случаях проблем со здоровьем ситуацию следует оценивать с точки зрения возможности быстрой эвакуации пострадавшего, а не возлагать надежды на улучшение его состояния. Тем не менее, группа должна быть готова к оказанию первой помощи пострадавшему, особенно при состояниях, угрожающих жизни.

Известно множество вариантов походных аптек и, естественно, не существует идеального. Кроме того, аптечка для горного похода существенно отличается от экспедиционной аптеки, когда в стационарном базовом лагере имеются более широкие возможности по терапии пациентов. Один из вариантов аптечки для горных походов предлагается далее.

Таблица 4

Аптечка для горных походов

*Препараты для инъекций*¹

Название	Количество
Кетонал (кеторол)	4 амп.
Дексаметазон	4 мг / 4 амп.

*Таблетированные препараты (сердечно-сосудистая система)*²

Аспирин	100 мг (75 мг) / 10 т.
Нитроглицерин	1 стандарт
Коринфар ретард	1 стандарт

*Таблетированные препараты (анальгетики)*³

Кеторол	2 стандарта
Баралгин	2 стандарта
Но шпа	1 стандарт
Цитрамон	4 стандарта
Диакарб	2 стандарта

*Таблетированные препараты (желудочно-кишечный тракт)*⁴

Имодиум	2 стандарта
Уголь активированный	8 стандартов
Маалокс	2 стандарта
Левомецетин	2 стандарта

*Таблетированные препараты (горло, бронхо-легочный тракт)*⁵

Стрепсилс	1 стандарт
Лазолван	1 стандарт
HALLS	3 стандарта

*Таблетированные препараты (противовоспалительные и антибиотики)*⁶

Диклофенак	1 стандарт
Колдрекс	3 стандарта
Парацетамол	1 стандарт
Найз	2 стандарта
Ципролет	4 стандарта

*Мази*⁷

Целестодерм	1 туба
Ацикловир	1 туба
Детский крем	1 туба

Капли⁸

Нафтизин	2 флакон
Визин	1 флакон
Эмоксипин	1 флакон
Сульфацил На (альбуцид)	3 флакон

Прочее⁹

Бинты широкие (стерильные)	5 шт.
Бинт эластичный	1 шт.
Лейкопластырь широкий	1 шт.
Лейкопластырь бактерицидн.	10 шт.
Шприц (2 мл)	8 шт.
Салфетки спиртовые	10 шт.
Клей БФ-6	1 шт.
Термометр	1 шт.
Ножницы	1 шт.

Комментарии к списку препаратов.

Одной из проблем при комплектовании походной аптечки является определение необходимого количества препаратов. Точные расчеты невозможны и чаще всего такие аптечки комплектуются с избытком. Обязательно следует учитывать наличие у участников индивидуальных патологий. Представленные в перечне препаратами, могут быть с успехом заменены их аналогами. При использовании препаратов следует руководствоваться инструкциями по их применению.

1) Препараты для инъекций. Основное условие при использовании этих препаратов является владение кем-либо из участников группы навыками внутримышечных инъекций. По причине отсутствия широкого распространения этих навыков у населения, комплектовать аптечку инъекционными формами антибиотиков представляется нецелесообразным. Кроме того, в настоящее время широко распространены весьма эффективные таблетированные формы этих препаратов. Жизненно важными препаратами в инъекционной форме являются анальгетики и дексаметазон, поэтому кто-то из участников должен обладать хотя бы теоретическими знаниями в области внутримышечных инъекций. В отсутствие таких навыков пострадавшему можно дать выпить содержимое ампулы. Еще одной проблемой, связанной с растворами в горной местности, является их склонность к замерзанию. Поскольку означенные препараты должны быть в постоянной готовности, этого допускать нельзя, поэтому хранить препараты для экстренной помощи часто приходится во внутренних карманах одежды, а туда много не войдет. Значительная часть инъекционных препаратов переносит как нагревание, так и замерзание (исключение составляют инсулин и фуросемид). Размораживать их необходимо постепенно, а перед исполь-

зованием проверить, нет ли помутнения, изменения цвета и других визуальных признаков ухудшения качества раствора.

2) Аспирин следует использовать только в качестве антитромбоцитарного препарата (препятствующего свертыванию крови), а не как противовоспалительное средство. Поэтому доза его не превышает 100 мг в таблетке. Кроме того, таблетки аспирина обязательно должны быть в оболочке либо в растворимой форме (это менее удобно).

Диакарб не относится к анальгетикам, однако его профилактическое применение позволяет избежать развития симптомов горной болезни, в первую очередь, головной боли. Необходимое количество, определяемое числом участников, зависит от особенностей профиля и высоты маршрута.

3) Из рекомендуемых анальгетиков кеторол является анальгетиком, но пшпа — спазмолитиком, баралгин — сочетанием анальгетика и спазмолитика. Цитрамон особенно хорошо купирует симптомы горной болезни.

4) Расстройства желудочно-кишечного тракта в походах редко связаны с инфекцией. Более существенное значение имеет прием непривычной пищи в значительных количествах и воды, отличающейся по минеральному составу от обычной для участников. Левомецетин обычно не рекомендуется к применению, и использовать его нужно только в случаях крайней необходимости. Вместо активированного угля можно использовать сорбент, но это менее удобно.

5) Наиболее частой причиной кашля в горной местности, особенно при длительном пребывании является повреждение слизистых оболочек трахеобронхиального дерева вследствие сухости воздуха. Поэтому наилучшими средствами являются препараты, подавляющие кашлевой рефлекс. Однако основным действующим веществом в них является кодеин, так что они приравнены к наркотикам и недоступны рядовому населению.

6) Парацетамол является жаропонижающим средством. Противовоспалительный эффект отсутствует. В состав колдрекса, помимо парацетамола, входит сосудосуживающее средство, и витамин С. Найз обладает противовоспалительным, жаропонижающим и анальгетическим действием.

7) Мази замерзают при отрицательных температурах.

8) Нафтизин и подобные ему препараты является симптоматическим средством. Основное применение визина — промывание глаз при необходимости. Эмоксипин и альбуцид применяются при снежной слепоте. Все препараты этой группы замерзают при отрицательных температурах, проблема та же, что с препаратами для инъекций.

9) Бактерицидный лейкопластырь чаще требуется узкий, но необходимо иметь 1–2 шт. широкого. Количество шприцев и спиртовых салфеток определяется количеством препаратов для инъекций. Кроме аптечки, стерильные бинты (4–5 шт.) и лейкопластырь (1 шт.) должны быть у каждого участника. Клей используется для заклеивания мелких царапин. Тонометр, фонендоскоп, скальпель, шовный материал, иглодержатель следует брать, если кто-то из участников знает, как их использовать.

Заключение

Необходимо четко осознавать, что проявления горной болезни — это естественная реакция организма человека, свойственная подавляющему большинству населения. В появлении этой симптоматики нет никакой вины участника, это не является следствием ущербности или нетренированности. Поэтому ни в коем случае нельзя скрывать симптомы горной болезни ни от себя, ни от других участников восхождения или похода. Как можно более раннее выявление симптомов горной болезни является залогом правильной дальнейшей тактики группы. Попытка скрыть симптомы, отмахнуться от их наличия, может дорого обойтись в дальнейшем. С другой стороны, наличие симптомов горной болезни вовсе не является непременным атрибутом горного похода. Существует мнение, что не переболев (головной болью и другими симптомами горной болезни), невозможно получить хорошую акклиматизацию. Конечно, это совершенно не так. Появление симптомов горной болезни свидетельствует о дефектах в тактике акклиматизации. В идеале, при правильной акклиматизации участники не должны вовсе ощущать влияния высоты на организм. Другое дело, что по техническим причинам (особенности района, способы заезда и т. д.) достичь идеала часто не удается. Однако при составлении маршрута горного похода к этому нужно стремиться. Третье обстоятельство связано с особенностями физической подготовки участников горных походов. Если рассматривать ретроспективу, можно заметить, что каждое новое поколение восходителей сталкивается с одной и той же проблемой. Наличие хорошей физической формы рассматривается некоторыми (возможно подсознательно), как свобода от необходимости соблюдать правила акклиматизации. Однако, как упоминалось выше, хорошая физическая форма не связана с акклиматизацией. Более того, хорошая физическая форма, позволяющая длительное время выполнять работу на высоте, может привести к физическому перенапряжению и усугублению гипоксии, недооценке симптомов горной болезни, поздней диагностики и принятию неверных решений. Совсем не редкость, когда горная болезнь возникала отнюдь не у самого слабого (что вроде бы логично) участника группы.

Необходимо понимать, что в настоящее время нет способов, ускоряющих акклиматизацию. Этот процесс требует определенного времени и ни физическая форма участников, ни тактические ухищрения, не могут сделать его быстрее. С другой стороны, правильная тактика акклиматизации, когда участники не испытывают болезненных ощущений на высоте, позволяет в полной мере насладиться горным походом или восхождением.

Литература

1. Barry P.W., Pollard A.J. Altitude illness // BMJ. 2003. Vol. 326. P. 915–919.
2. Cymerman A., Rock P. B. Medical Problems in High Mountain Environments: A Handbook for Medical Officers US Army // Research Institute of Environmental Medicine Natick, Massachusetts, 1994.
3. Gallagher S.A., Hackett P. H. High-altitude illness // Emerg. Med. Clin. N. Am. 2004. Vol. 22. P. 329–355.
4. Hackett P.H., Roach R.C. High-altitude illness // N. Engl. J. Med. 2001. Vol. 345. № 2. P. 107–114.
5. *UIAA* / Mountain Medicine / Advice and Recommendations:
<http://www.theuiaa.org/mountain-medicine/medical-advice/>
(Дата обращения: 1.01.2017).