



БЧ-2020

ЛЕКЦИЯ

**Особенности
пребывания
на высоте**

М.Кошевенко

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

С давних пор путешественники описывали характерные проблемы со здоровьем, присущие только горной местности и возникающие в горах с пугающей неизбежностью.

Путешественники отмечали головную боль, бессонницу, потерю аппетита, возникающие при подъеме на высокие перевалы. Снижение работоспособности отмечалось даже у вьючных животных.

**Описанное состояние получило название
«горная болезнь».**

Высотная гипоксия

С увеличением высоты над уровнем моря снижается атмосферное давление, а соответственно и парциальное давление кислорода.

Парциáльное давление (лат. *partialis* «частичный» от *pars* «часть») — давление отдельно взятого компонента газовой смеси. Общее давление газовой смеси является суммой парциальных давлений её компонентов.

Снижение парциального давления кислорода приводит к тому, что у человека снижается **сатурация** – насыщение крови кислородом.

Высотная гипоксия

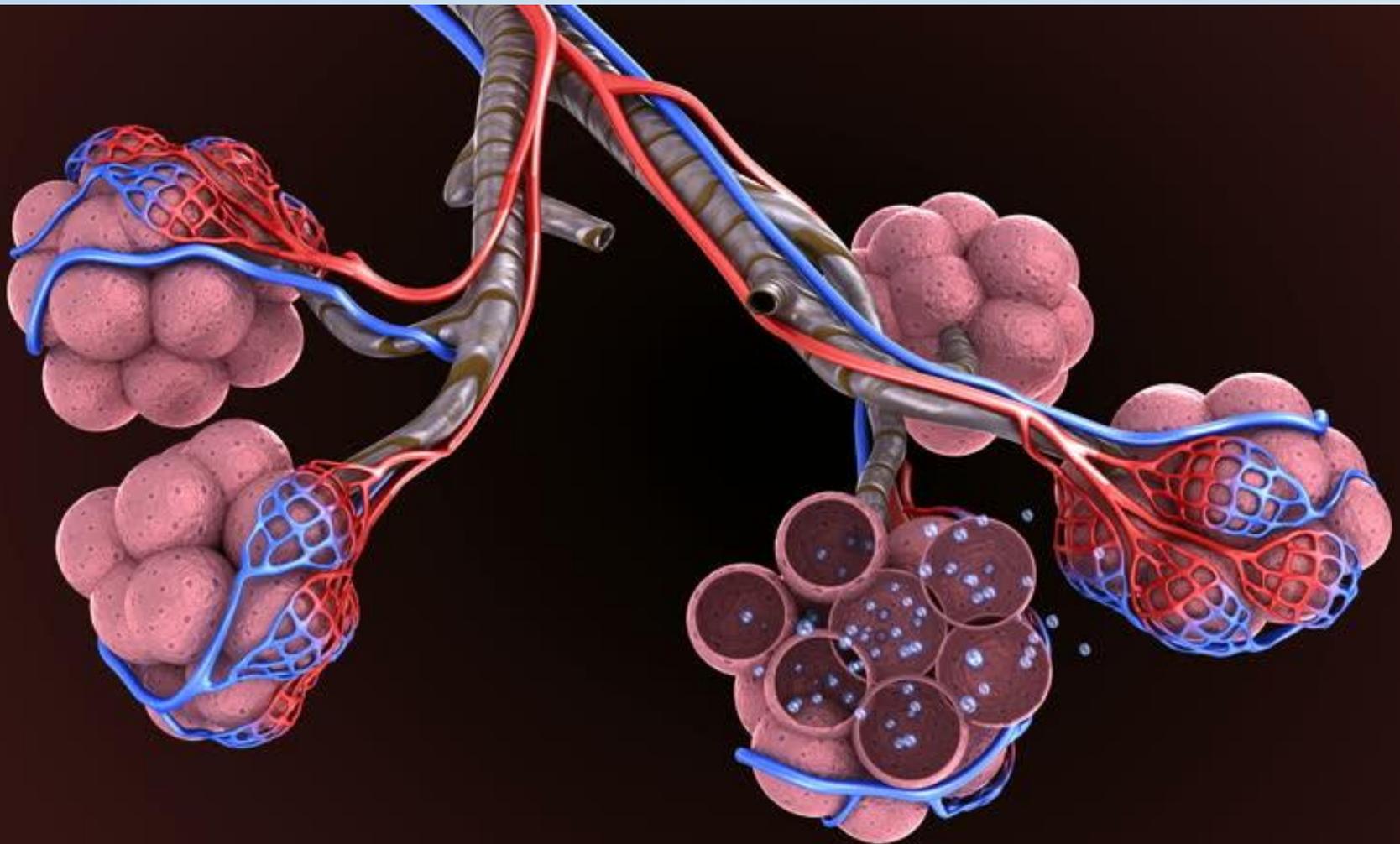
Поскольку концентрация O_2 в тропосфере (нижнем слое атмосферы) постоянна и составляет 20,93 %, парциальное давление O_2 в окружающем воздухе можно вычислить умножив 0,2093 на соответствующее барометрическое давление.

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.

Альвеола — пузырьковидное образование в лёгких, оплетённое сетью капилляров.

Альвеолы



Газообмен в легких и тканях

Вдыхаемый воздух:

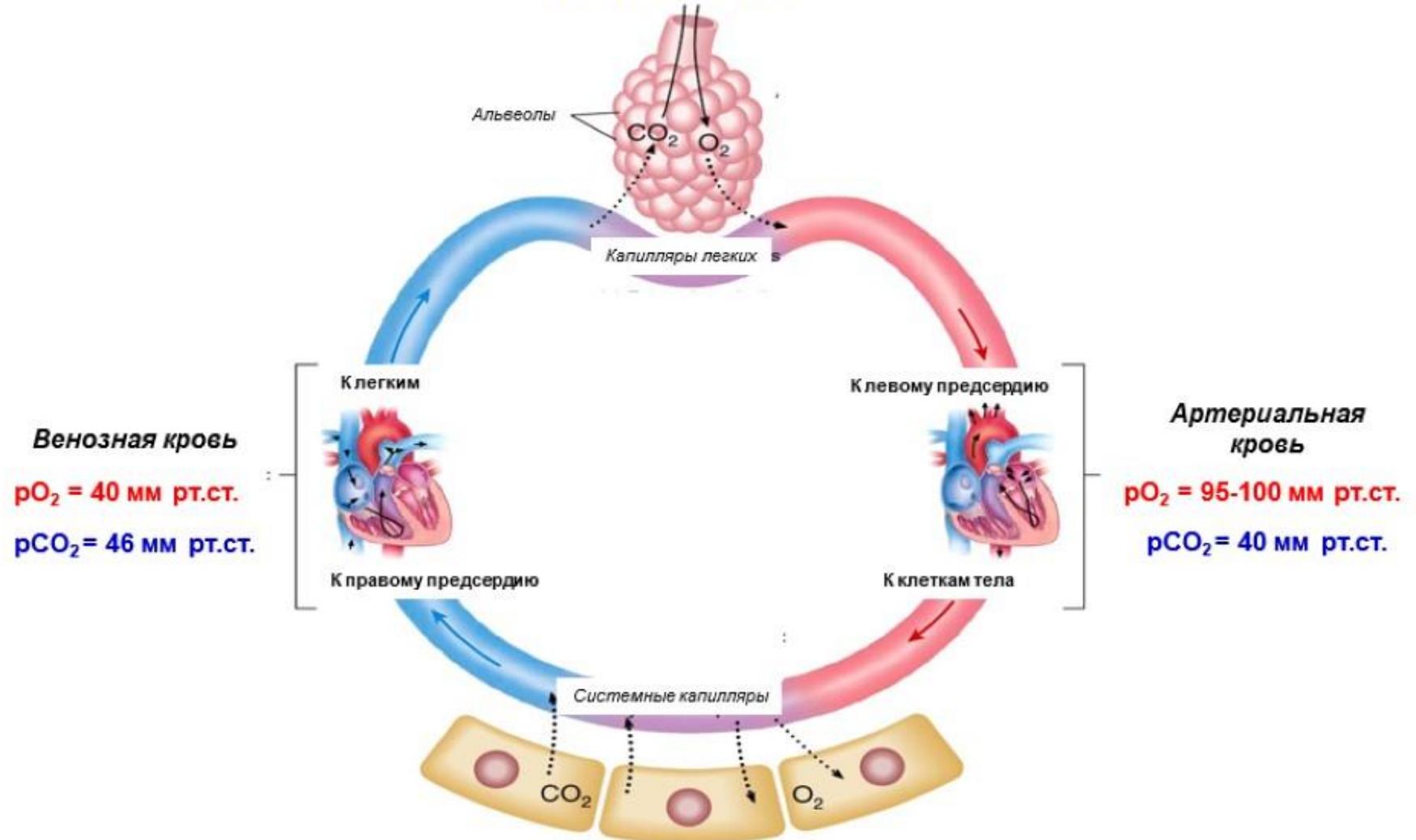
$pO_2 = 160$ мм рт.ст. (78.1%)
 $pCO_2 = 0.2$ мм рт.ст. (0.03%)
 $pH_2O = 3.7$ мм рт.ст.(0.5%)

Альвеолярная смесь газов

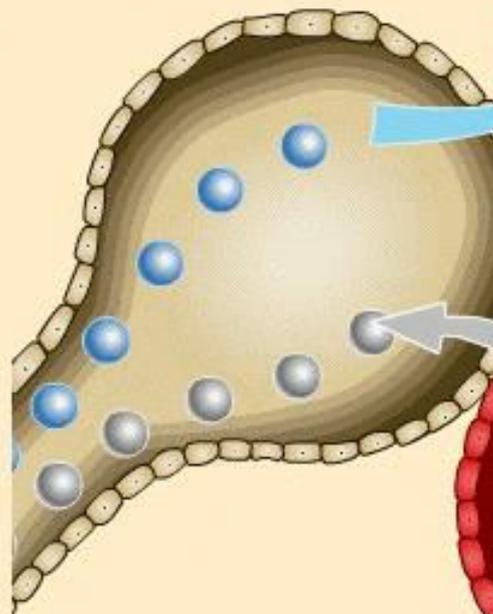
$pH_2O = 47$ мм рт.ст. (6.2%)
 $pO_2 = 100-105$ мм рт.ст.
 $pCO_2 = 40$ мм рт.ст.

Выдыхаемый воздух:

$pO_2 = 120$ мм рт.ст. (15.7%)
 $pCO_2 = 27$ мм рт.ст. (3.6%)
 $pH_2O = 47$ мм рт.ст.(6.2%)



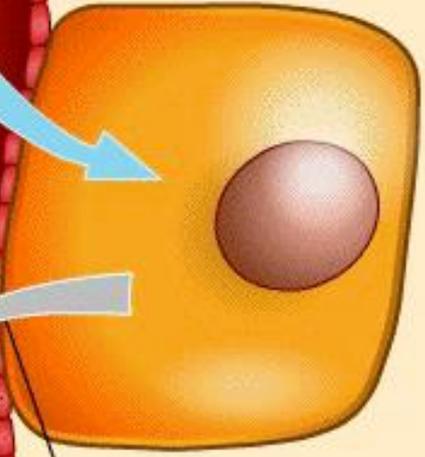
Легочный пузырек



Артериальная кровь



Клетка



Капилляры

Венозная кровь



Высотная гипоксия:

Острая горная болезнь

Высотный отек мозга

Высотный отек легких

+

Высотные периферические отеки

Высотные кровоизлияния в сетчатку глаза

Плохое заживление ран

Подострая горная болезнь

Факторы, усугубляющие действие высотной гипоксии:

- **низкие температуры**

Организм реагирует на охлаждение разнообразными защитными реакциями, что в конечном итоге ведет к увеличению потребности в кислороде и усугублению гипоксии в условиях недостатка кислорода.

- **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.

- **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.

- **нарушение питьевого режима**

В условиях высокогорья, особенно в зоне снега питьевой режим участников восхождения вынужденно изменяется. Поступление воды в течение ходового дня становится ограниченным, что приводит к уменьшению объёма циркулирующей крови.

Влияние широты местности:

Распространенное мнение о том, что чем ближе горный район расположен к экватору, тем легче переносится подъем на высоту – не имеет обоснованного объяснения. Источник этого мнения обнаружить не удалось.

Объяснить такую реакцию с позиций изменений атмосферного давления в зависимости от широты не представляется возможным.

Вероятно, мнение о лучшей переносимости высотной гипоксии в южных районах возникло во времена первых экспедиций в Гималаях, когда длительный подъем в базовый лагерь способствовал развитию акклиматизации.

Горная болезнь:

Основным диагностическим критерием острой 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 (прерывистый сон).

Высота

Сопутствующие физиологические изменения

Средняя
(1500-2500 м)

Начало физиологических изменений.
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.

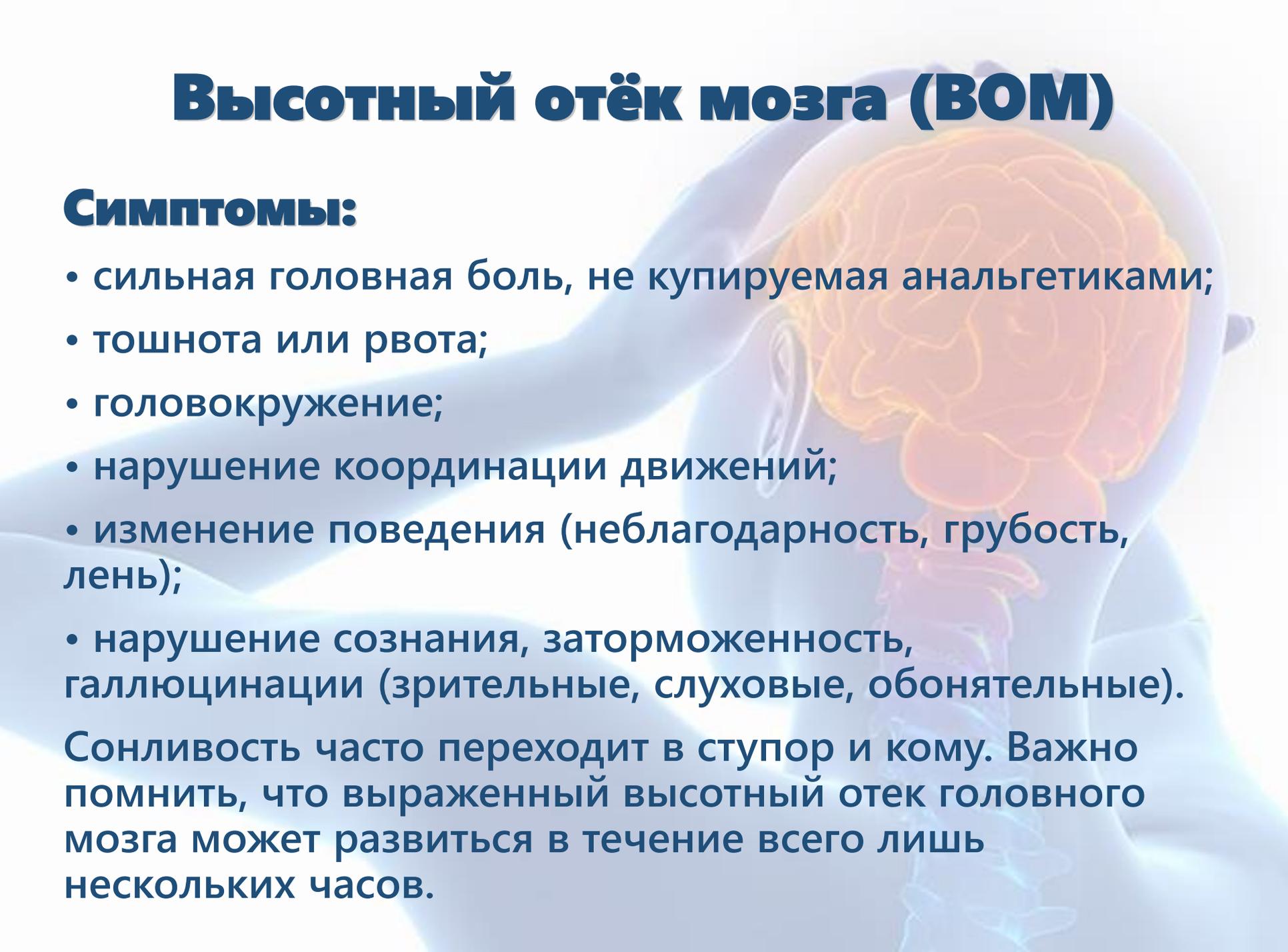
Пульсоксиметры



Действия при диагностированной острой горной болезни:

- 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 приподнятым изголовьем;
- ацетазоламид (диамокс, диакарб) – 250 мг 2-3 раза/сутки (лицам с аллергией на серу его принимать нельзя). Применяется если симптоматика не купируется в течение 6–12 часов;
- спуск вниз, если состояние не улучшается либо ухудшается в течение 24 часов.

Высотный отёк мозга (ВОМ)



Симптомы:

- сильная головная боль, не купируемая анальгетиками;
- тошнота или рвота;
- головокружение;
- нарушение координации движений;
- изменение поведения (неблагодарность, грубость, лень);
- 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.

Действия при ВОМ:

- постоянно находиться с пострадавшим – не оставлять его одного;
- **немедленно!** спускаться, – не позднее и не утром (при спуске пострадавший нуждается в особом контроле в связи с нарушением 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);
- диакарб (ацетазоламид) (250 мг 3 р/сутки);
- ингаляция кислорода.

Действия при ВОМ:

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

Наиболее корректной терапией является немедленный сброс высоты в комбинации с ингаляцией O_2 (максимальный поток для поддержания SO_2 не менее 90%) и введением дексаметазона.

Наиболее важным компонентом в терапии является именно сброс высоты. Для клинического улучшения может потребоваться спуститься не менее чем на 500 м, а в идеале ниже 2500 м над уровнем моря.

Ингаляции кислорода и введение дексаметазона, не заменяет спуск.

Высотный отёк легких (ВОЛ)

Факторами риска высотного отека легких являются сильное утомление, холод, беспокойство, молодой возраст, мужской пол и, вероятно, ожирение.

Считается, что причиной отека является сочетание повышенного кровяного давления в легочной артерии и увеличения проницаемости капиллярного эндотелия. В результате в альвеолах появляется жидкость, наличие которой ухудшает газообмен.

Бронхоальвеолярная жидкость содержит большое количество белка, что способствует образованию пены и ухудшению газообмена в еще большей степени.



Высотный отек легких (ВОЛ)

Симптомы:

- одышка даже при легкой физической нагрузке, при прогрессировании – в покое (в 69 % случаев частота вдохов 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°);
- kloкочущее дыхание.

Действия при ВОЛ:

- 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;
- не использовать диуретики (мочегонное);
- ингаляция кислорода.

Высотная адаптация

Высотная адаптация позволяет человеку существовать на данной конкретной высоте не испытывая симптомов горной болезни.

Адаптация сохраняется в течение всего времени пребывания на данной высоте, но теряется при возвращении на равнину.

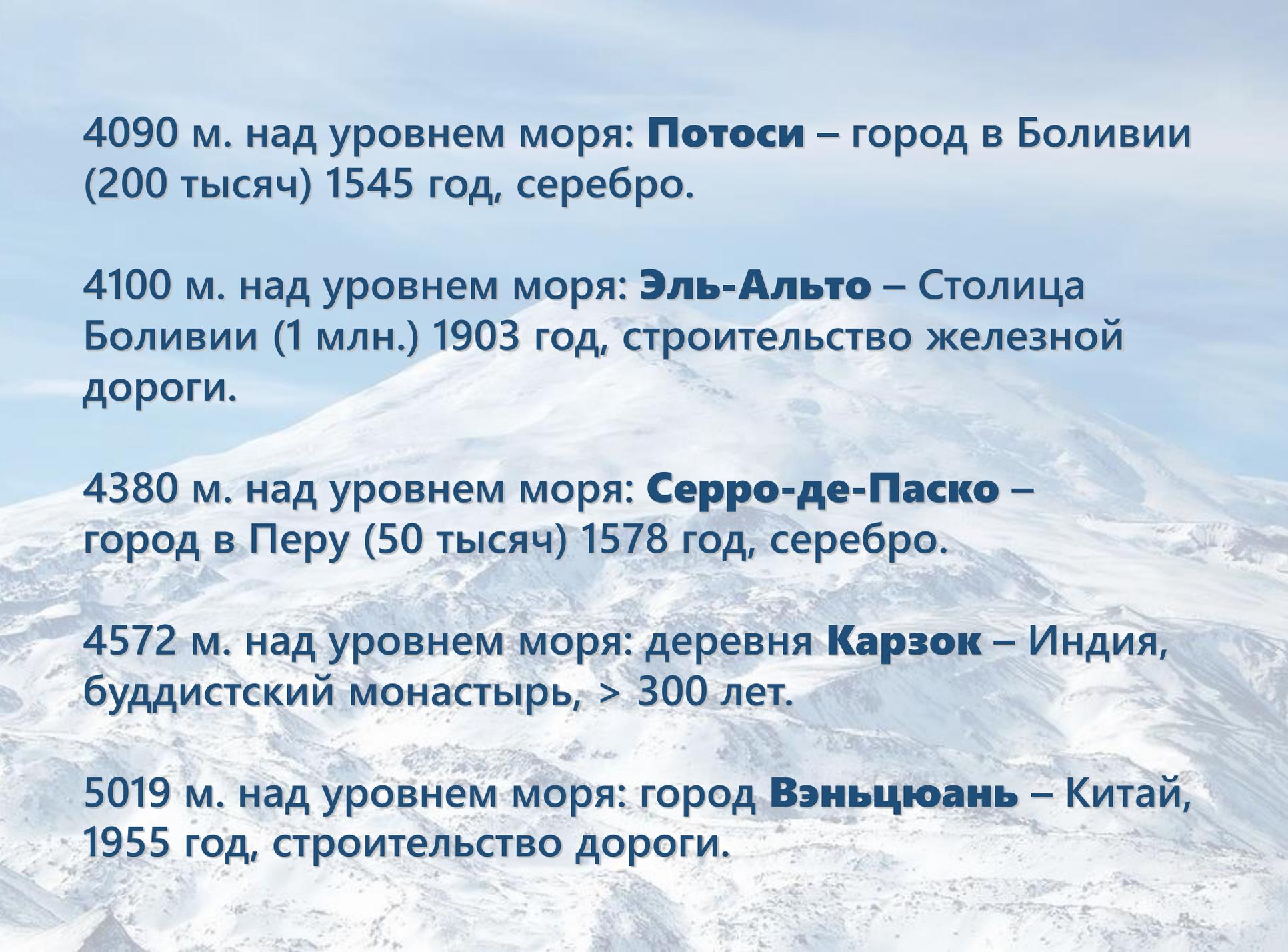
Вероятно, утрата адаптации к высоте происходит с той же скоростью, что и её приобретение, так что её потери составят 80–90% через 3–4 недели возвращения на равнину.

Высотная адаптация

Высотная адаптация – это сложный комплексный процесс, затрагивающий буквально все органы и системы организма.

Существуют определенные пределы компенсаторных возможностей, которые различаются среди индивидуумов.

Тем не менее, считается, что при наличии достаточного времени, большинство людей способно адаптироваться к высотам до 5500 м над уровнем моря.



4090 м. над уровнем моря: **Потоси** – город в Боливии (200 тысяч) 1545 год, серебро.

4100 м. над уровнем моря: **Эль-Альто** – Столица Боливии (1 млн.) 1903 год, строительство железной дороги.

4380 м. над уровнем моря: **Серро-де-Паско** – город в Перу (50 тысяч) 1578 год, серебро.

4572 м. над уровнем моря: деревня **Карзок** – Индия, буддистский монастырь, > 300 лет.

5019 м. над уровнем моря: город **Вэньцюань** – Китай, 1955 год, строительство дороги.

Ла-Ринконада, 5100 м. Перу



Краткосрочная высотная адаптация

Краткосрочная высотная адаптация – требует больших затрат ресурсов организма.

Реакция дыхательной системы.

Реакция сердечно-сосудистой системы:

- системное кровообращение;
- легочное кровообращение;
- кровообращение головного мозга.

Реакция системы крови.

Реакция системы биологического окисления.

Долговременная высотная адаптация

Реакция системы крови

Реакция системы биологического окисления

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.

Высотная акклиматизация

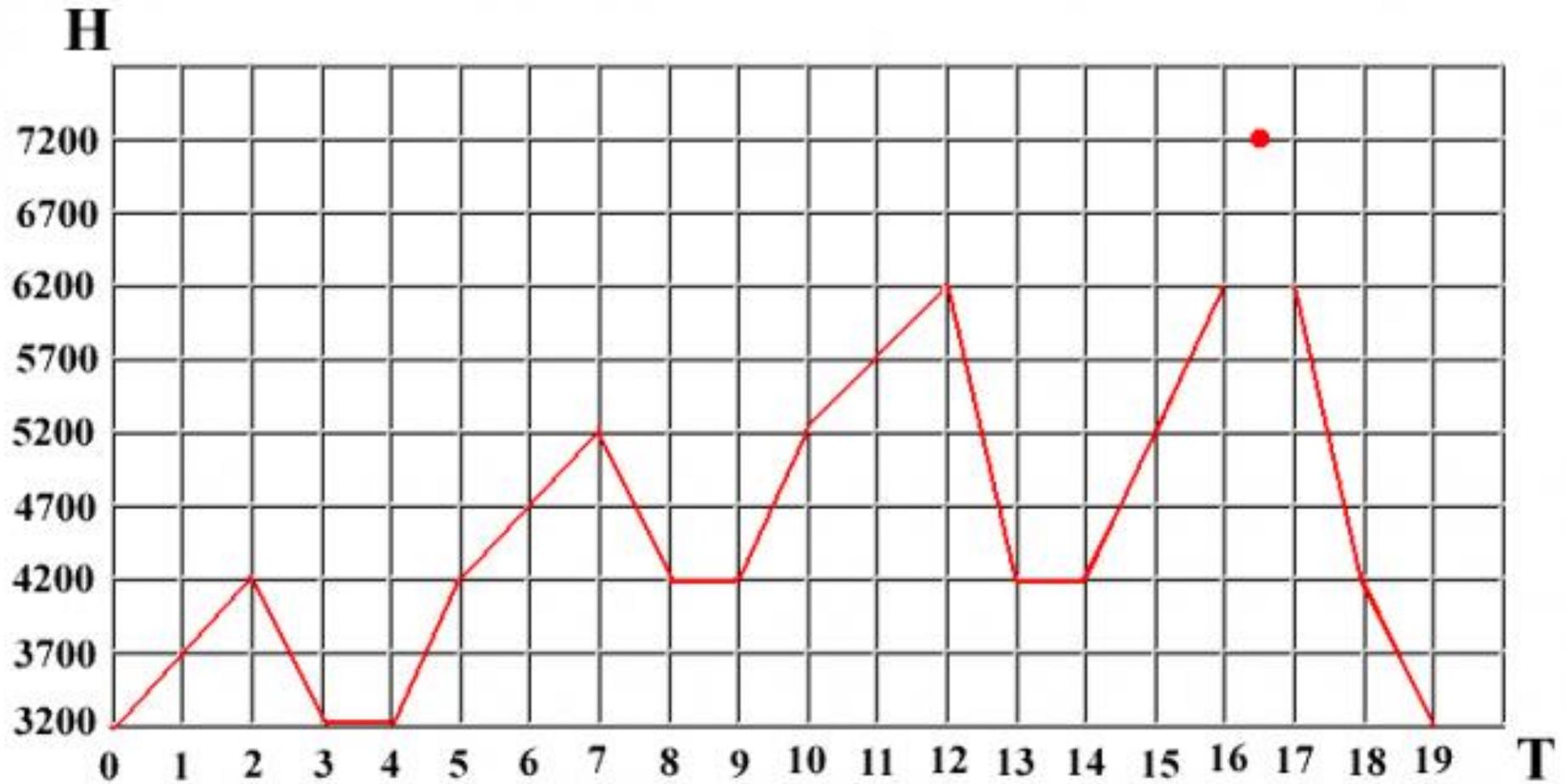
Акклиматизация – это поэтапный, ступенчатый процесс привыкания человека к высоте.

Акклиматизацию необходимо планировать. Важнейшей частью такого планирования является построение желаемого высотного графика и следование этому плану.

При построении высотных графиков необходимо оперировать высотами ночёвок используя два правила (правила 500 и 1000 метров):

- на неосвоенной высоте не следует подниматься за день от ночёвки к ночёвке более, чем на 500 метров;
- высота ночёвок в очередном походе в высокогорье не должна превышать максимальную высоту ночёвок в предыдущих походах более, чем на 1000 метров.

Высотный график



Ночевки на высоте

Высотный опыт определяется максимальной высотой ночевки.

Во время сна человек наиболее уязвим для горной болезни. В тоже время успешная ночевка на высоте позволяет в наибольшей степени адаптироваться к этой высоте.

Очень хорошим показателем является частота сердечных сокращений. Утренний пульс должен упасть до 80-90 ударов в минуту. Если утренний пульс превышает 105 ударов в минуту, то это значит, что человек за ночь не освоил высоту.

Купирование головной боли перед сном.

Лебедев А.А. рекомендует не терпеть бессонницу и использовать снотворное при необходимости.

За месяц до выезда в горы...

1. Прекратить наращивать спортивную форму, перейти на стабилизирующие тренировки.
2. Отказаться от участия в спортивных соревнованиях.
3. Не допускать стрессов.
4. Уклоняться от аврала на работе.
5. Не влюбляться до состояния гона.
6. Высыпаться.
7. Регулярно и качественно питаться.
8. Не объедаться на праздниках.
9. Не напиваться.
10. Вылечить зубы и другие вялотекущие заболевания.

Лебедев А.А.

Фридайвинг...

Ольга Давыдова

Инструктор фридайвинга
с 2013 года.



Эльбрус Зап. 5642

Сходила сегодня на Эль.
Как-то неожиданно легко,
несмотря на отсутствие
акклиматизации.

Позавчера вечером
приехала, переночевала на
бочках, вчера прогулялась
до приюта (дальше не
пустила гроза), сегодня
сходила на вершину.

...занятия фридайвингом
повышают толерантность к
высотой гипоксии. Раньше
меня горняшка на 4000
долбала.



«Золотые правила горовосхождений»:

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

Сухой остаток:

1. Знать симптомы острой горной болезни, ВОМ и ВОЛ.
2. Выучить порядок действий необходимых при возникновении симптомов заболеваний.
3. Тщательно планировать и следовать плану поэтапной ступенчатой акклиматизации.
4. Самоконтроль и контроль товарищей. В случае возникновения подозрений – ставить в известность медика и руководителя.
5. Совершенствовать свою физическую форму во время подготовительного периода.

Литература:

1. <https://www.risk.ru/blog/9311>

Лебедев А.А. Организация эффективной и безопасной акклиматизации, 2009 г.

2. <https://www.risk.ru/blog/214547>

Науменко С. Е. «ГОРНАЯ БОЛЕЗНЬ»
Учебное пособие, 2018 г.

<https://clck.ru/MMYW9>

