

АВИАЦИОННАЯ, КОСМИЧЕСКАЯ И ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ВЫСОТНАЯ БОЛЕЗНЬ



- болезненное состояние, связанное с кислородным голоданием вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, которое возникает высоко в горах, а также при полётах на летательных аппаратах, не оснащённых герметичной кабиной, начиная примерно с 7500 метров и выше над уровнем океанов

Высота (м)	Барометрическое давление (мм рт. ст.)	P_{o2} в воздухе (мм рт. ст.)	P_{co2} в альвеолах (мм рт. ст.)	P_{o2} в альвеолах (мм рт. ст.)	Насыщение артериальной крови кислородом (%)
0	760	159	40 (40)	104 (104)	97 (97)
3048	523	110	36 (23)	67 (77)	90 (92)
6096	349	73	24 (10)	40 (53)	73 (85)
9144	226	47	24 (7)	18 (30)	24 (38)
11887	141	29			
14326	87	18			

* Цифры в скобках соответствуют значениям при акклиматизации.

ВЫСОТНАЯ БОЛЕЗНЬ

Высота начала проявления горной болезни зависит от климата и влажности воздуха в горах влажного морского климата:

- Камчатка — 1000-1500 м
- Патагония — 1000-1500 м
- Альпы — 2500-3000 м
- Кавказ — 3000-3500 м
- Анды — 4000 м

в горах сухого континентального климата:

- Тянь-Шань — 3500 м
- Памир — 4500 м
- Гималаи — от 5000 м
- На высотах более 8000 м человек может находиться за счёт внутренних резервов не более 2-3 дней, постепенно теряя сопротивляемость к действию высоты.



ВЫСОТНАЯ БОЛЕЗНЬ



- Периодическое дыхание (вымывание CO_2 – перестаёт нормально работать дыхательный центр).
- Отёк лёгких и головного мозга
 - повышение давления в сосудах и капиллярах – спазм, задержка воды в организме и застой крови в венозной системе;
 - повышение проницаемости капиллярной стенки – выход жидких компонентов плазмы в межклеточное пространство;
 - повышение проницаемости клеточной мембраны — выравнивание концентраций ионов вне и внутри клетки: клетка теряет ионы K^+ и перегружается ионами Na^+ , Ca^{+2} ;
 - снижение осмотического давления кровяной плазмы — выравнивание концентрации натрия (0,9 %) в организме приводит к обводнению клеток и сгущению крови.

другие механизмы:

- недостаток калия в миокарде ведёт к аритмии, к ослаблению насосной функции сердца;
- Повышение температуры тела (лихорадка) — в ответ на переохлаждение, отёк, обострение хронических воспалительных процессов и др. температура тела повышается – повышается потребность в кислороде. Установлено, что при 38°C потребность в кислороде удваивается, а при $39,5^\circ\text{C}$ — вырастает в 4 раза.

Действие холода — холодный воздух действует тремя механизмами:

- на сильном морозе и ветре холодный воздух приходится вдыхать маленькими, обжигающими лёгкие и горло порциями, что усиливает гипоксию;
- на морозе к гипоксическому отёку присоединяется также отёк от переохлаждения – нарушается проницаемость клеточных мембран (поэтому замёрзшие ткани отекают);
- из-за холода обостряются хронические воспалительные заболевания, которые ускоряют и отягощают отёк легких.

ВЫСОТНАЯ БОЛЕЗНЬ



Система пищеварения

- уменьшается всасывание воды и питательных веществ, выделение желудочного сока, что приводит к нарушению процессов пищеварения и усвоения пищи, особенно жиров. Человек резко теряет вес (до 15-22 кг за 6-7 недель на высоте 6000 м). На высоте человек может ощутить мнимое чувство полноты желудка, распирание в подложечной области, тошноту, поносы, не поддающиеся медикаментозному лечению.

Зрение

- На высотах порядка 4500 м нормальная острота зрения возможна только при яркости в 2,5 раза больше обычной для равнинных условий. На этих высотах происходит сужение периферического поля зрения и заметное «затуманивание» зрения в целом.

Обезвоживание организма

- Выделение воды из организма, осуществляется в основном почками (1,5 л воды в сутки), кожей (1 л), лёгкими (около 0,4 л) и кишечником (0,2-0,3 л), всего около 3 л воды в сутки. Напряжённая мышечная работа, совершаемая в условиях высокогорья, в связи с недостатком кислорода и сухостью воздуха, резко усиливает лёгочную вентиляцию и тем самым увеличивает также количество воды, выделяемой через лёгкие. Все это приводит к тому, что общая потеря воды у участников сложных высокогорных путешествий может достигнуть 7-10 л в сутки.

Прочие изменения

- Болевая чувствительность по мере нарастания гипоксии снижается вплоть до полной её потери.

Психические изменения

- Многие альпинисты рассказывают о влиянии высоты на психику человека. Например, экспедиционный врач указывает на психически устойчивого на равнине альпиниста, на высоте раскусывающего стекло, Райнхольд Месснер (высота 8200 м, бескислородное одиночное восхождение на Эверест в 1980-м году) сообщал об усиливающемся ощущении наличия невидимого спутника, вплоть до того, что делился с ним пищей, участник первого советского восхождения на Эверест Михаил Туркевич сообщал о том, что Эдуард Мысловский во время спуска отказывался дальше идти, после того, как у него кончился кислород, сообщив, что ему хорошо и он хочет остаться в горах

РАЗГЕРМЕТИЗАЦИЯ



- **Неконтролируемая декомпрессия** — это неожиданное падение давления воздуха в закрытом объёме, например, вследствие разгерметизации салона самолёта.
- Если скорость падения давления выше, чем скорость выхода воздуха из лёгких, то это явление называют взрывной декомпрессией.
- Декомпрессия, проходящая быстро, но не быстрее, чем воздух выходит из лёгких, носит название быстрой декомпрессии.
- Медленная, или постепенная декомпрессия происходит настолько медленно, что субъективно не обнаруживается до появления признаков гипоксии.
- Декомпрессия может привести к следующим травмам:
 - Гипоксия — самое опасное последствие, так как может наступить незаметно и вывести из строя экипаж.
 - Баротравма — обычно при взрывном типе декомпрессии.
 - Кессонная болезнь — при быстром и взрывном типе.
 - Высотная болезнь — как правило, возникает при медленной декомпрессии.
 - Обморожения от воздействия холодного воздуха на больших высотах.
 - Физические травмы как результат взрывной декомпрессии.

Факторы космического полета

Динамика полета

Ускорение

Шум

Вибрация

Невесомость

Длительное пребывание в условиях кабины космического корабля

Микроклимат кабины

Длительная изоляция

Изменение суточной периодики

Биологическая совместимость членов экипажа

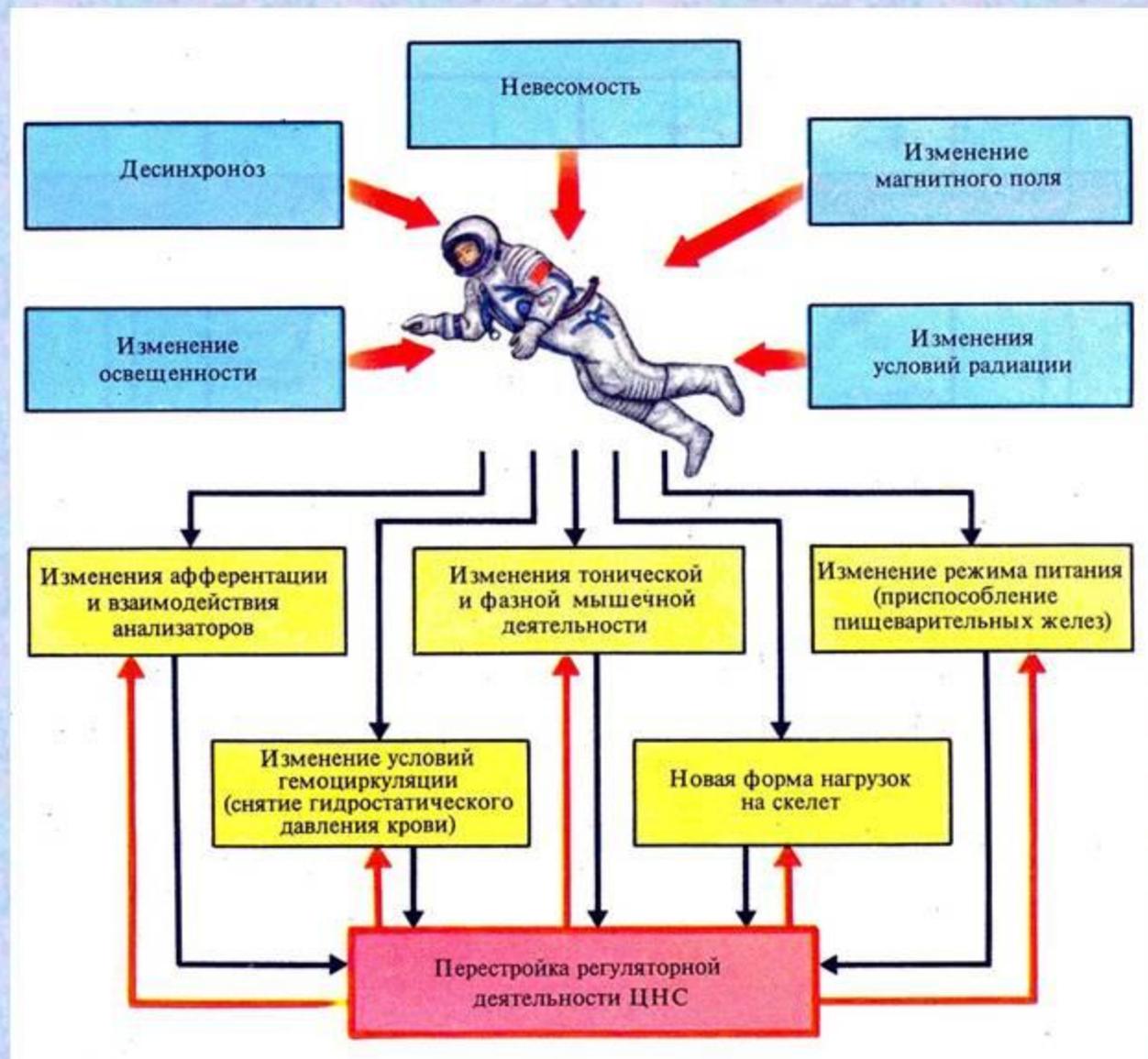
Физические характеристики космического пространства

Космическая радиация

Метеорная опасность

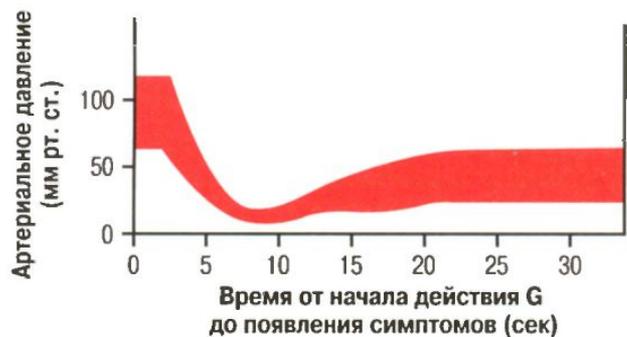
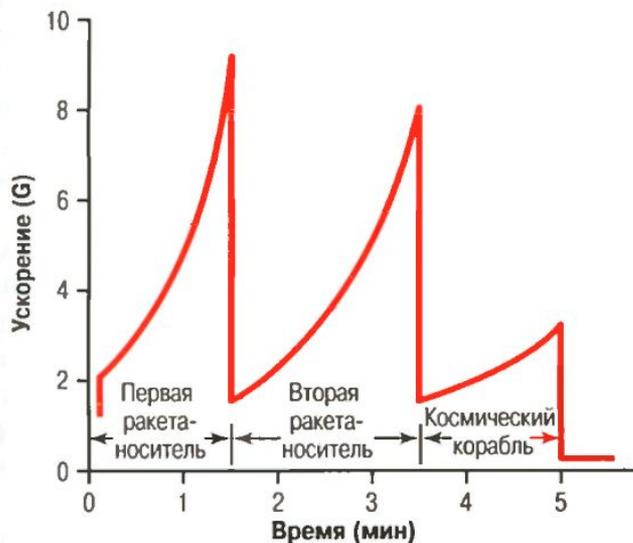
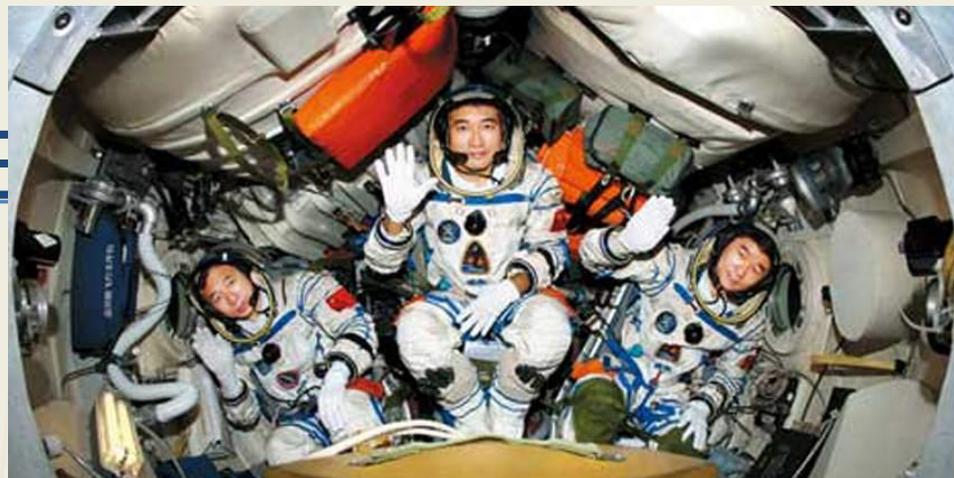
Особенности режима

Отсутствие атмосферы



Влияние космического полета на организм

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ



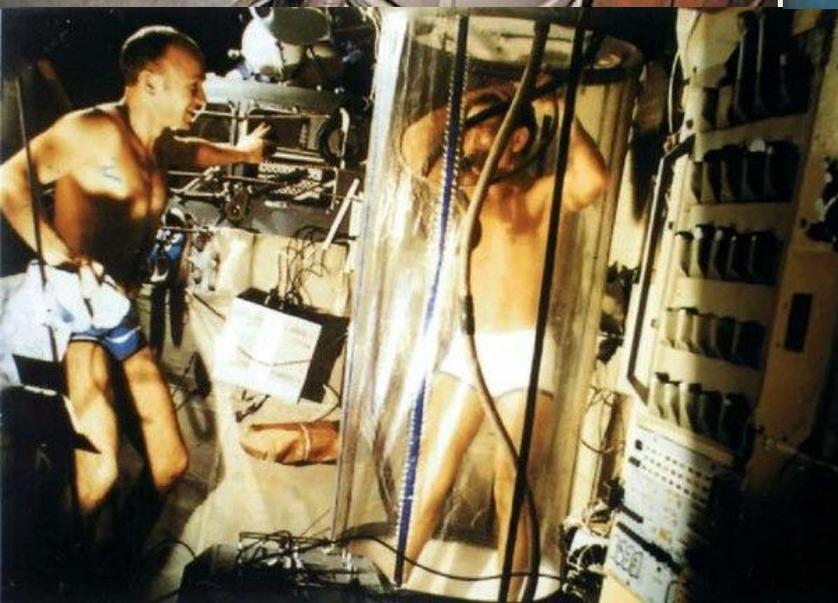
- Вес человека в норме – 1G.
- Положительные G – кровь к нижним частям тела.
- При 5G в положении стоя венозное давление в ногах – 450 мм рт.ст., сидя – 300 мм рт.ст.
- Через несколько секунд – потеря зрения, потом – сознания.
- Вторичное восстановление давления – активация барорецепторных рефлексов.
- Более 20G – ломается позвоночник.

НЕВЕСОМОСТЬ



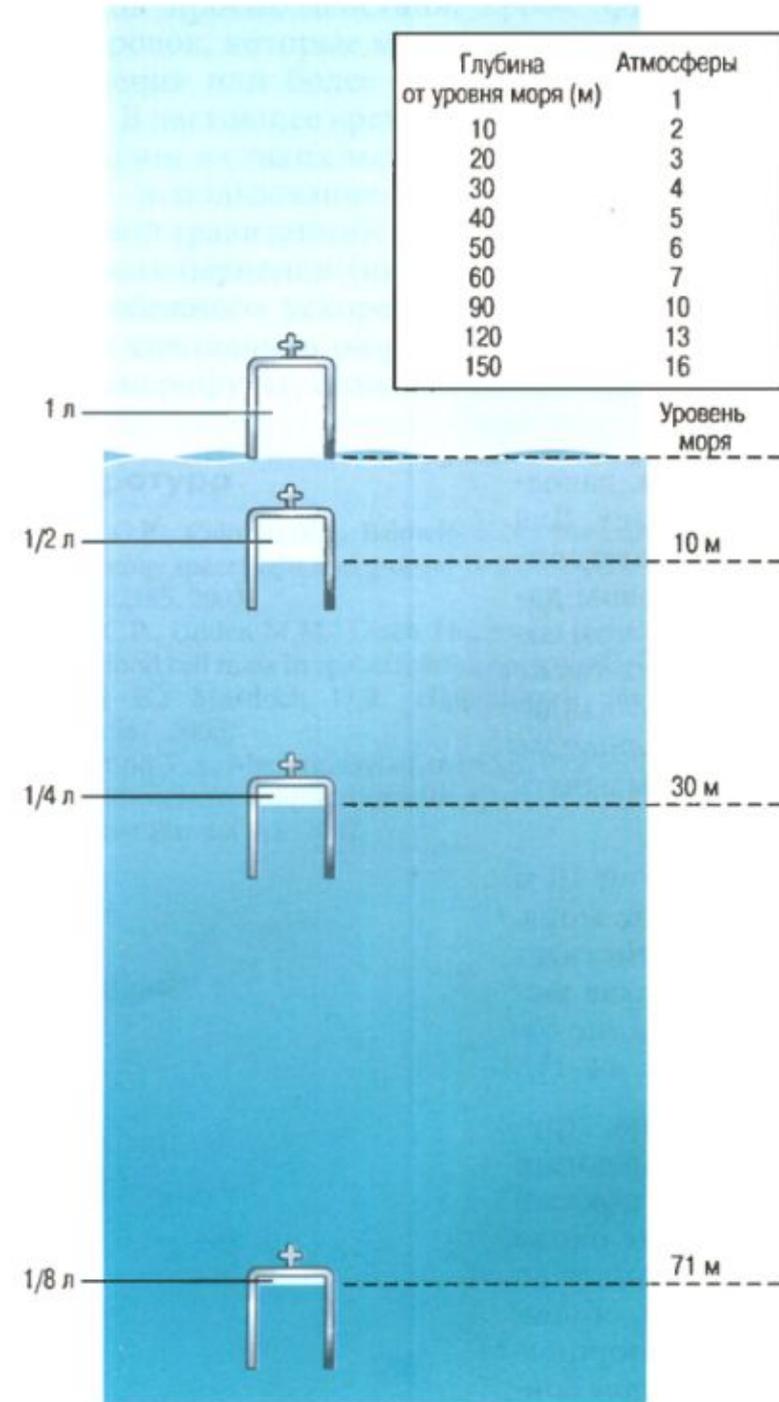
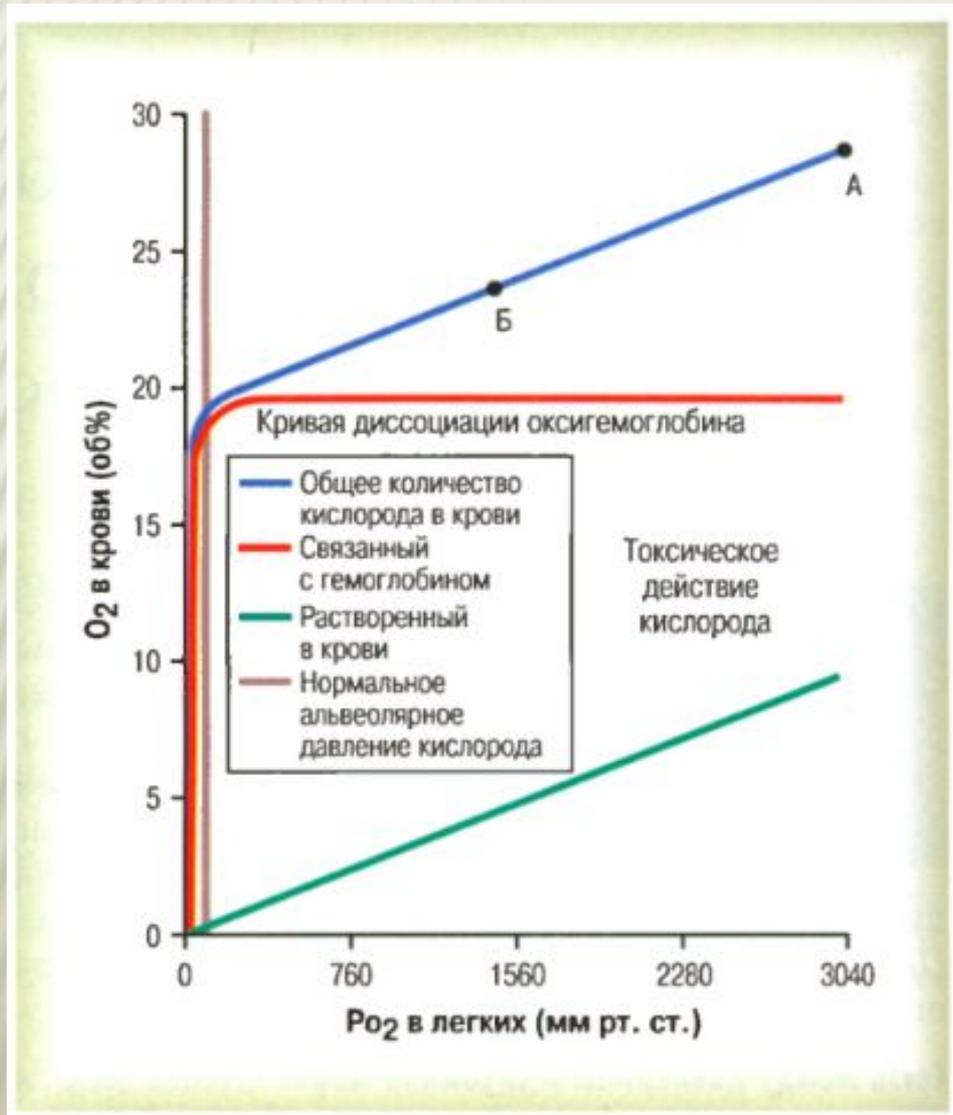
- Болезнь движения
- Перемещение жидкости в пределах тела
 - Уменьшение объёма крови
 - Уменьшение количества эритроцитов
- Сниженная физическая активность
 - Снижение мышечной массы
 - Снижение максимального сердечного выброса
 - Уменьшение костной массы из-за потери кальция и фосфора из костей (до 1% каждый месяц)

HEBECOMOCT





ДАВЛЕНИЕ И ГЛУБИНА



КИСЛОРОД



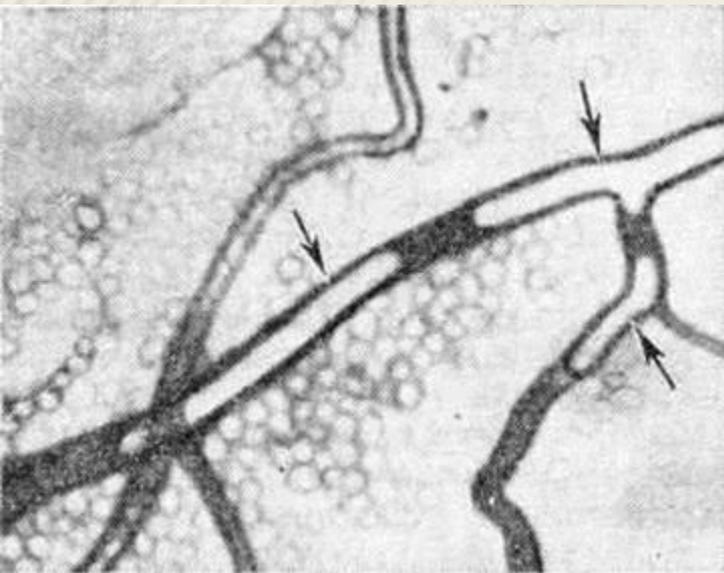
- Острое отравление
 - 4 атм O_2 – 30-60 мин, затем судорожная активность и кома
 - Перекисное окисление липидов – некомпенсированное активностью ферментов
- Хроническое отравление
 - Лёгочная недостаточность – застой в дыхательных путях, отёк лёгких и ателектаз
 - Повреждение внутренней поверхности бронхов и альвеол

АЗОТ



- 37 м глубины, беспричинная весёлость
- 45-61 м – слабость, неуклюжесть
- 76 м – азотный наркоз, как алкогольная интоксикация, «экстаз глубины».
- Азот растворяется в билипидном слое мембран, снижает возбудимость

КЕССОННАЯ (ДЕКОМПРЕССИОННАЯ) БОЛЕЗНЬ



- В норме в теле человека – 1 л азота. Больше половины – в жировой ткани.
- 90 м – 10 л.
- При быстрой декомпрессии – из растворённого в газообразное состояние
- Пузырьки в тканях сосудах



ЛЁГОЧНОЕ ДЫХАНИЕ В ВОДНОЙ СРЕДЕ



pro

- 5 атм O_2 создаёт необходимую концентрацию
- Отсутствие давления воды на грудную клетку
- Отсутствие риска кессонной болезни

contra

- Низкий уровень диффузии CO_2
- Вязкость воды в 40 раз больше
- В 60 раз больше усилий, чем при дыхании воздухом
- Скорость диффузии газов в 6000 раз меньше
- Прямолинейное распространение струи воды в альвеоле