

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
Кафедра патологической физиологии

ЛЕКЦИЯ НА ТЕМУ:

ГИПОКСИЯ



Харьков - 2017

План лекции

- 1. Определение, классификация гипоксии.
- 2. Понятие о гипоксической гипоксии.
- 3. Виды эндогенной гипоксии.
- 4. Срочные и долгосрочные механизмы компенсации гипоксии.

Вопросы для самостоятельного обучения

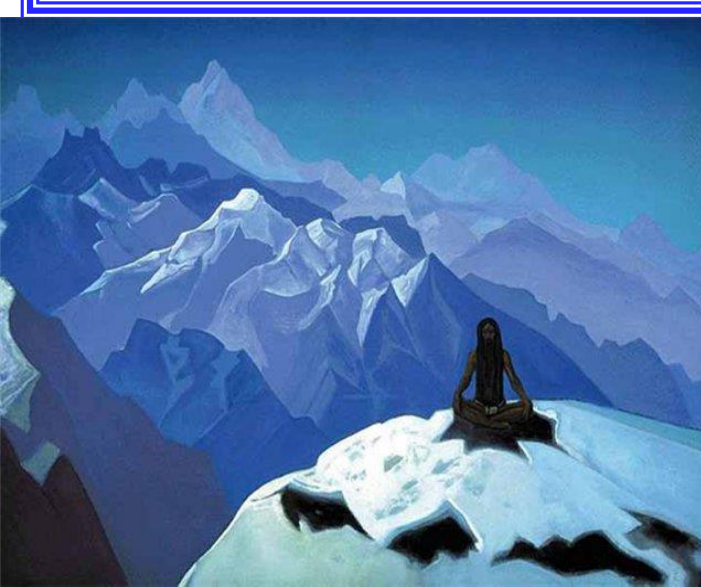
- Изо и гипербарической оксигенация.
- Токсическое действие кислорода.
- Гипероксия и свободнорадикальные реакции.

Рекомендуемая литература

1. Патологическая физиология. Конспект лекций. Учебное пособие / Н.Н. Кононенко, А.И. Березнякова, Т.И. Тюпка и др.; под. ред. Н.Н. Кононенко. – Х.: НФаУ, 2015. – 114 с.
2. Патологическая физиология. Учебник для студ. фарм. вузов. Изд-е второе, перераб. и доп. / А.И. Березнякова, Н.Н. Кононенко, С.И. Крыжная и др. – Винница: Новая Книга, 2008. – 328 с.
3. Патологическая физиология в вопросах и ответах. Учебное пособие для студентов высших мед. учеб. заведений IV уровня аккредитации / А.В. Атаман. – Винница : Нова книга, 2008 – 544 с.

ГИПОКСИЯ (кислородное голодание)

- типический патологический процесс, возникающий вследствие недостаточного снабжения тканей кислородом или в результате нарушения его использования клетками



Этиологическая классификация гипоксии

Экзогенная
(гипоксическая)

Эндогенная

- **дыхательная**
(респираторная)
- **сердечно-сосудистая**
(циркуляторная)
- **кровяная** (гемическая)
- **тканевая**
(гистотоксическая)

Классификация гипоксии по темпам развития и длительности

молниеносная

острая

подострая

хроническая

Гипоксическая (экзогенная) гипоксия

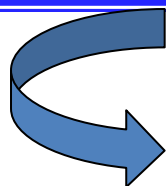
Этиология: уменьшение парциального давления O_2 во вдыхаемом воздухе при:

подъеме на высоту в горы, работа в шахтах, неисправность систем кислородного обеспечения в летательных аппаратах, аквалангах, на подводных лодках, в скафандрах.



Ну вы идите дальше,
а я тут вещички
посторожу...

Гипоксическая (экзогенная) гипоксия

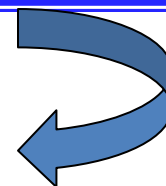


ГОРНАЯ БОЛЕЗНЬ (подострая и хроническая гипоксия)

Возникает при подъеме
неадаптированного
организма в горы

В патогенезе имеет значение:



- ☐ ↓ pO_2 во вдыхаемом воздухе;
- ☐ ↓ атмосферного давления;
- ☐ солнечная радиация;
- ☐ ↓ t внешней среды;
- ☐ сухость вдыхаемого воздуха;
- ☐ увеличение физической нагрузки.



ВЫСОТНАЯ БОЛЕЗНЬ (острая или молниеносная гипоксия)

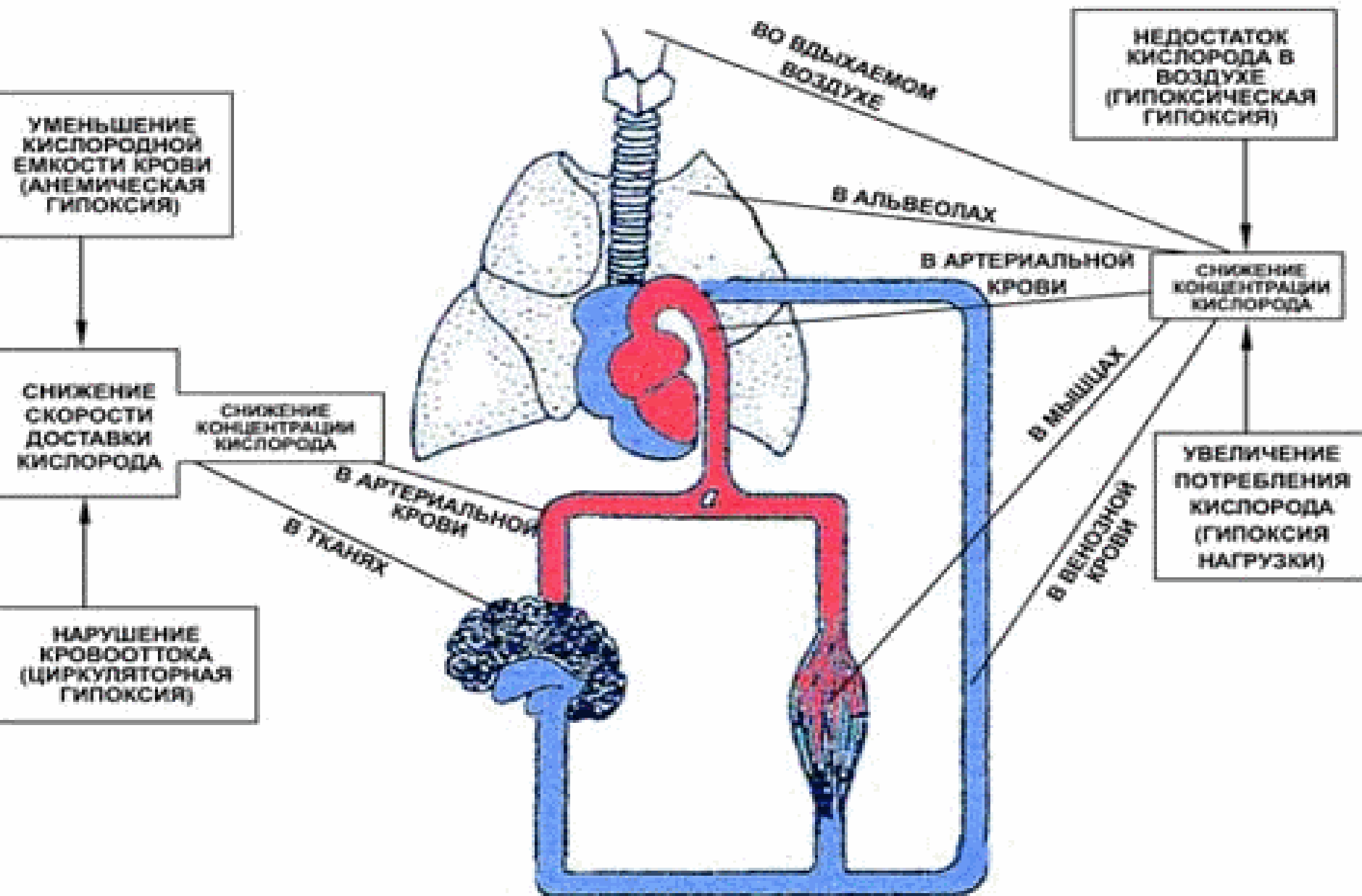
Возникает при нарушении
герметичности самолетов,
при авариях в шахтах



	Высота (м)	
	6500	$P_aO_2 = 40$ мм рт. ст., $S_aO_2 = 70$ мм рт. ст.: Глубокие психические расстройства, потеря сознания, судороги/параличи, бульбарные расстройства (прекращение дыхания, сердечная деятельность)
	6000	$P_aO_2 = 45$ мм рт. ст., $S_aO_2 = 75$ мм рт. ст.: Нарушения безусловных рефлексов, координации движений; снижение тактильной и болевой чувствительности, утрата ориентировки в пространстве, потеря критического отношения к обстановке и самокритики, ... « вместо мыслей — пустота, огромное звенящее нечто: внизу — это сумасшествие, вверх — это кислородное голодание » /В. Солоухин, г. Адыгея, 4800 м/
	5500	
	5000	$P_aO_2 = 50$ мм рт. ст., $S_aO_2 = 80$ мм рт. ст. Увеличение степени нарушения аналитической и синтетической умственной деятельности мозга, психическая усталость, нарушение почерка, изменения настроения \leftrightarrow эйфория (неадекватно хорошее настроение) или сонливость
	4500	
	4000	$P_aO_2 = 60$ мм рт. ст., $S_aO_2 = 82$ мм рт. ст. Ослабление внимания, ошибки при решении умственных задач, некоторое снижение памяти
	3500	Появление признаков кислородного голодания



РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ГИПОКСИИ



Дыхательная (респираторная) гипоксия – недостаточность газообмена в легких – дыхательная недостаточность.

Патогенез

Дыхательная недостаточность обусловлена:

- **угнетение функции дыхательного центра** (передозировка наркотических веществ);
- **альвеолярной гиповентиляцией;**
- **сниженной перфузией кровью легких;**
- **нарушением диффузии кислорода через аэрогематический барьер** (утолщение альвеолокапиллярной мембраны при пневмонии, пневмосклероз);
- **диссоциацией вентиляционно-перфузионного соотношения** (нарушение проходимости бронхов, снижение растяжимости альвеол, локальное снижение кровотока в легких – бронхоспазм, эмфизема легких, ТЭЛА) .

**Дыхательная (респираторная) гипоксия –
недостаточность газообмена в легких –
дыхательная недостаточность.**

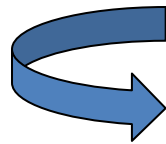
**Уменьшение pO_2 - гипоксемия
и увеличение pCO_2 артериальной крови – гиперкапния**



газовый ацидоз

Альвеолярная гиповентиляция – объем вентиляции легких за единицу времени ниже потребности организма в газообмене за то же самое время (причина – нарушение биомеханических свойств легких)

Нарушение биомеханики



Обструктивного типа

- опухоли бронхов;
- отек стенок бронхов;
- бронхоспазм;
- инородные тела в просвете воздухоносных путей



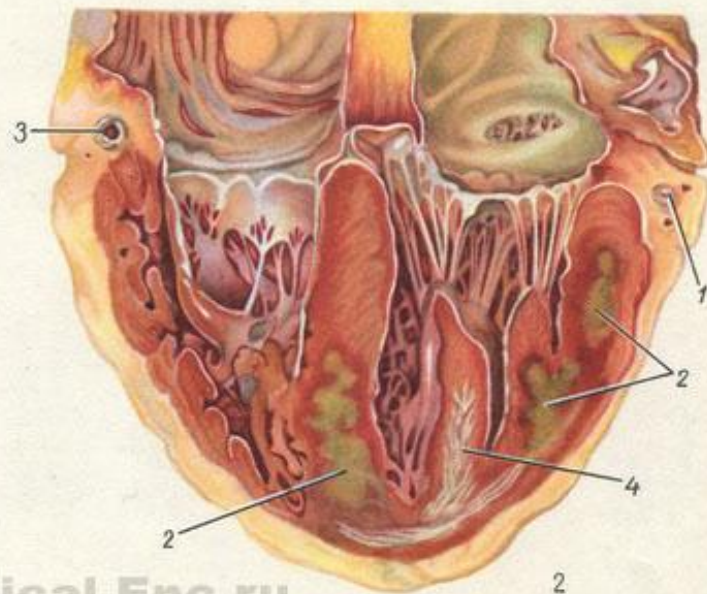
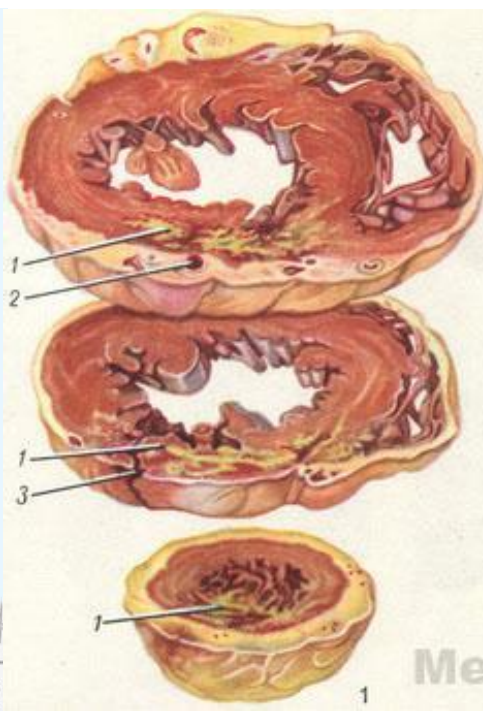
Рестриктивного типа

- пневмонии;
- ателектазы;
- отек и пневмосклероз легких;
- пневмо- или гемоторакс
- асцит

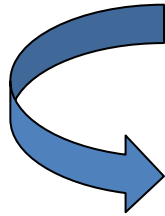
ЦИРКУЛЯТОРНАЯ ГИПОКСИЯ – недостаточность кровоснабжения тканей и органов.

Патогенез

- ✓ **гиповолемия** (обезвоживание);
- ✓ **сердечная недостаточность** – снижение сердечного выброса и ↓ ОЦК (инфаркт, кардиосклероз, перегрузка миокарда);
- ✓ **снижение тонуса стенок сосудов** (шок, коллапс);
- ✓ **расстройства микроциркуляции.**



КРОВЯНАЯ (ГЕМИЧЕСКАЯ) ГИПОКСИЯ – кислородное голодание, которое возникает вследствие уменьшения кислородной емкости крови.

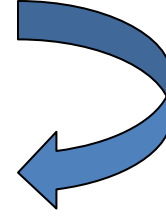


АНЕМИЧЕСКАЯ

возникает как следствие анемии при

- хронических кровотечениях,
- недостатке железа, вит В12
- гемолизе эритроцитов

1 г Нб транспортирует
1,39 мл газообразного
 O_2



ГИПОКСИЯ, СВЯЗАННАЯ С ИНАКТИВАЦИЕЙ ГЕМОГЛОБИНА

Карбоксигемоглобин – гемоглобин + оксид углерода (II) (угарный газ, CO)

Метгемоглобин – $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ (причина – экзогенные вещества-окислители: нитриты, нитраты, перманганаты, анилин, нитроглицерин, сульфаниламиды)

Сульфгемоглобин - соединение гемоглобина с сероводородом

ТКАНЕВАЯ ГИПОКСИЯ – кислородное голодание, которое возникает вследствие нарушения утилизации кислорода клетками тканей.

Патогенез

- **снижение эффективности усвоения O_2 клетками** (подавление активности ферментов биологического окисления – отравление цианидами, под влиянием эфира, уретана, алкоголя, барбитуратов)
- **торможение синтеза ферментов биологического окисления** (белковое голодание, гиповитаминозы В1, В2, РР);
- **повреждение мембран митохондрий** (продуктами ПОЛ, токсичными метаболитами при уремии)



МЕХАНИЗМЫ КОМПЕНСАЦИИ ПРИ ГИПОКСИИ



РЕАКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

- увеличение глубины дыхания;
- увеличение частоты дыхания;
- мобилизация резервных альвеол



РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

- увеличение минутного объема крови за счет увеличения силы и частоты сердечных сокращений;
- ↑ АД;
- перераспределение кровотока

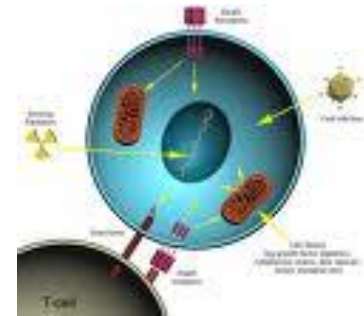


РЕАКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВИ

- активация эритропоэза;
- выход эритроцитов из депо

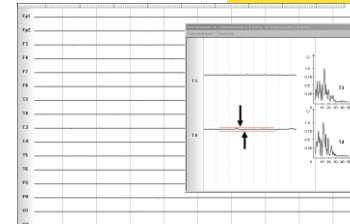
МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ КЛЕТОК

1. Гипоксия \longrightarrow дефицит АТФ в клетках \longrightarrow нарушение работы ионных насосов \longrightarrow увеличение концентрации Na и Ca в цитоплазме \longrightarrow кальциевое повреждение клетки
2. Активация анаэробного гликолиза \longrightarrow накопление молочной кислоты \longrightarrow внутриклеточный ацидоз \longrightarrow ацидотические механизмы повреждения клетки
3. Дефицит O_2 \longrightarrow компоненты дыхательной цепи находятся в восстановленном состоянии \longrightarrow сбрасывают свои электроны на молекулы оставшегося O_2 , минуя дыхательную цепь \longrightarrow одноэлектронное восстановление O_2 \longrightarrow образование супероксидных радикалов \longrightarrow инициация ПОЛ



ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ В ЦНС ПРИ ГИПОКСИИ

1. Латентный период для ЦНС – **4 сек.**
2. **Через 8-12 сек.** - функции ЦНС прекращаются, наблюдается потеря сознания
3. **Через 20-30 сек.** – исчезает спонтанная электрическая активность коры головного мозга.



Предел оживления головного мозга – 8-10 мин. !!!!

**Предел оживления организма
в целом – 4-5 мин. после
остановки сердца (4-5 мин.
необходимо для создания АД,
достаточного для
кровообращения мозга).**



Изменения в органах и системах при гипоксии

- **Нервная система:** вначале возбуждение (эйфория), затем торможение, сонливость, головная боль, нарушение координации и двигательной функции (атаксия).
- **Дыхание** становится частым, поверхностным, с явлениями гиповентиляции; может возникнуть периодическое дыхание Чейн-Стокса.
- **Кровообращение.** Увеличение частоты сердечных сокращений (тахикардия), изменения давления.
- **Обмен веществ:** основной обмен повышается, а затем, при выраженной гипоксии, понижается; нарушение дезаминирования аминокислот, нарушение окисления жиров и выделение с

ВЫВОД

- **1. Таким образом, гипоксия - очень распространенный типовой патологический процесс, он лежит в основе многих заболеваний или сопровождает их.**
- **2. В то же время, гипоксия - не только повреждающий, но и тренировочный фактор. В процессе тренировки гипоксией сначала формируется экстренная адаптация. При длительном применении гипоксии в определенном режиме экстренная адаптация переходит в долговременную адаптацию. В адаптированных организмов энергетические и пластические ресурсы расходуются очень экономно.**

***Спасибо за
внимание!***