

Гимназия. Им В.А.Надькина

# «Кислород в организме»

Выполнил: Смирнов Родион 11А

Руководила: Артамонова Л.А  
Учитель биологии



Кислород — химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов. Как простое вещество при нормальных условиях представляет собой газ без цвета, вкуса и запаха, молекула которого состоит из двух атомов кислорода (формула O<sub>2</sub>), в связи с чем его также называют диоксиген

# Распространение кислорода

Кислород – самый распространенные элемент

- 47 % массы твёрдой земной коры
- Морские и пресные воды содержат огромное количество связанного кислорода — 85,82 % (по массе)
- Более 1500 соединений земной коры в своём составе содержат кислород
- В атмосфере содержание свободного кислорода составляет 20,95 % по объёму и 23,10 % по массе (около 1015 тонн)
- По числу атомов в живых клетках он составляет около 25 %, по массовой доле — около 65 %.

# Немного истории

До появления первых фотосинтезирующих микробов в архее 3,5 млрд лет назад, в атмосфере его практически не было. Первый миллиард лет практически весь кислород поглощался растворённым в океанах железом и формировал залежи железной руды. 3—2,7 млрд лет назад он начал выделяться в атмосферу и 1,7 млрд лет назад достиг 10 % от нынешнего уровня. Наличие большого количества растворённого и свободного кислорода в океанах и атмосфере привело к вымиранию большинства анаэробных организмов. Тем не менее, клеточное дыхание с помощью кислорода позволило аэробным организмам производить гораздо больше АТФ, чем анаэробным, сделав их доминирующими.

# Об потреблении кислорода

Основная часть кислорода на Земле выделяется фитопланктоном Мирового океана.

- Около 60 % кислорода от используемого живыми существами расходуется на процессы гниения и разложения
- 80 % кислорода, производимого лесами, уходит на гниение и разложение растительности лесов.





# Объяснение функций кислорода в организме через его химические свойства

## Химические свойства

- Как правило, реакция окисления протекает с выделением тепла и ускоряется при повышении температуры
- Окисляет большинство органических соединений в реакциях горения
- При определённых условиях можно провести мягкое окисление органического соединения

## Объяснение функций кислорода в организме исходя из химических свойств

- В организме кислород участвует в окислительно-восстановительных реакциях, в которых выделяется много тепла и энергии



# Как кислород поступает в организм? Дыхательная система.

Дыхательная система человека — совокупность органов и тканей, обеспечивающих в организме человека обмен газов между кровью и внешней средой.

Состоит: лёгких и дыхательных путей.

Дыхательные пути:

- носовая полость
- Глотка
- гортань
- трахея
- бронхи
- бронхиолы

Анатомия органов дыхательной системы



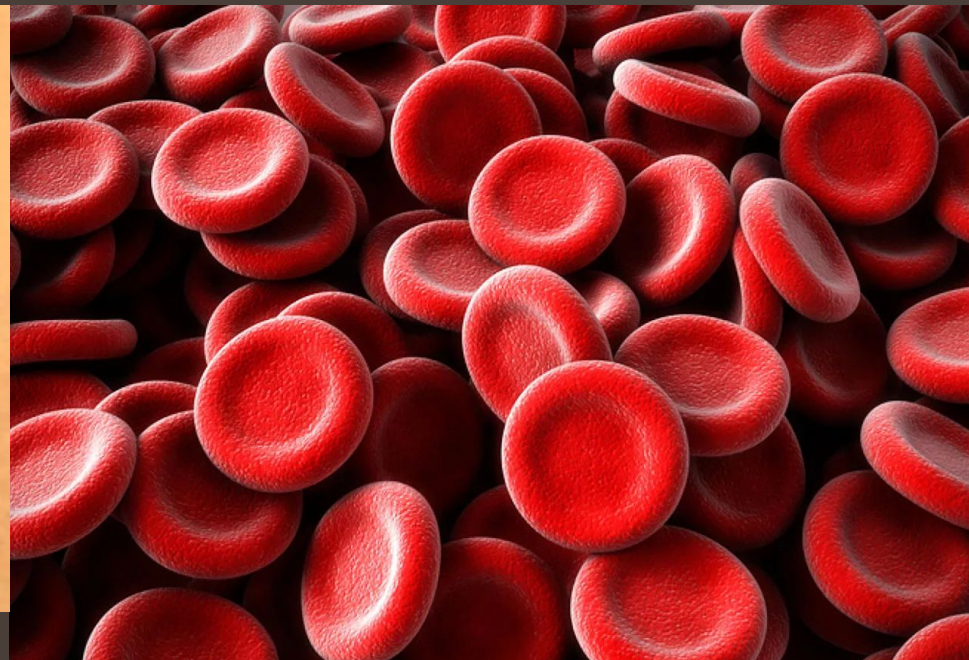
# Важнейший механизм газообмена – это диффузия

Благодаря данному процессу процесс транспорта молекул проходит без затраты энергии (без затраты энергии). Кислород (среда) → Альвеолы → Кровь

Гемоглобин +  $O_2$  → Оксигемоглобин → Карбогемоглобин (гемоглобин +  $CO_2$ )

(кровь венозная становится артериальной)

Ткани



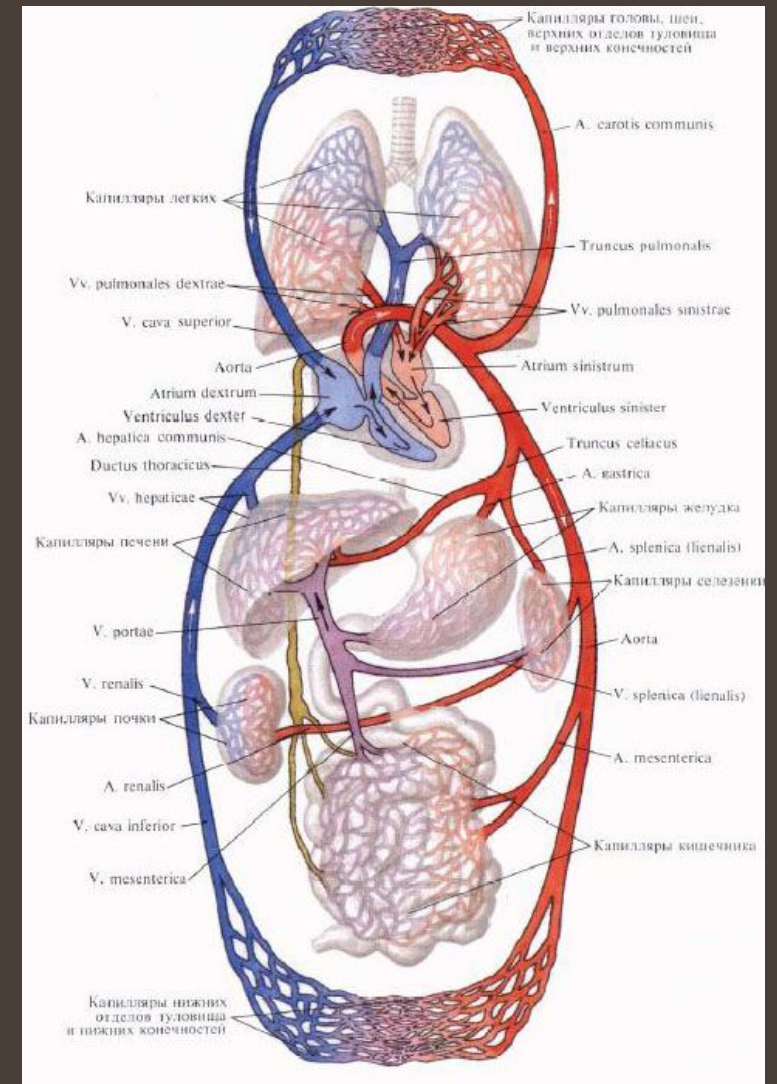


# Функции кислорода в организме

## Биологическая роль кислорода

- входит в состав молекул множества веществ - от самых простых до сложных полимеров
- участвует практически во всех биохимических процессах, протекающих в организме
- Главной функцией молекулярного кислорода в организме является окисление различных соединений
- необходим для дыхания, окисления жиров, белков, углеводов, аминокислот, а также для многих других биохимических процессов.

## Метаболизм кислорода



# Пониженное содержание кислорода в организме

При недостаточном снабжении тканей организма кислородом или нарушении его утилизации развиваются явления гипоксии (кислородного голодания).

## Основные причины дефицита кислорода

- Прекращение или снижение поступления кислорода в легкие
- Значительное уменьшение количества эритроцитов или резкое понижение содержания в них гемоглобина.
- Нарушение способности гемоглобина связывать, транспортировать или отдавать тканям кислород.
- Нарушение способности тканей утилизировать кислород.
- Угнетение окислительно-восстановительных процессов в тканях.
- Застойные явления в сосудистом русле вследствие расстройств сердечной деятельности, кровообращения и/или дыхания.
- Эндокринопатии.
- Авитаминозы.
- Острые отравления

## Основные проявления дефицита кислорода

- В острых случаях (при полном прекращении поступления кислорода, острых отравлениях):
  - потеря сознания,
  - расстройство функций высших отделов ЦНС.
- В хронических случаях:
  - повышенная утомляемость,
  - функциональные нарушения деятельности ЦНС,
  - сердцебиение и одышка при незначительной физической нагрузке,
  - снижение реактивности иммунной системы.

Недостаточное поступление кислорода может быть обусловлено несколькими причинами

### Внешними

- Пониженное содержание кислорода во вдыхаемом воздухе
- увеличение содержания углекислого газа и др. вредных веществ



### Внутренними

- интенсивная мышечная нагрузка
- заболевания сердечно-сосудистой системы
- дыхательной и др. систем

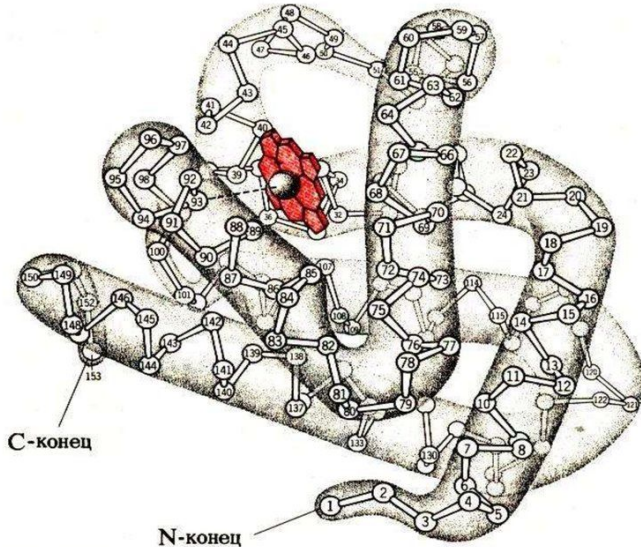




# Механизмы защиты от гипоксии

- ❖ Усиление вентиляции легких
- ❖ Расширяются кровеносные сосуды легких и дыхательных путей
- ❖ Увеличивается скорость тока крови
- ❖ Активируется работа дыхательных нейронов
- ❖ Кроме того, в мышечной ткани есть особый белок (миоглобин), способный обратимо связывать кислород

## Третичная структура миоглобина



# Саморегуляция дыхания

Частота и глубина дыхания регулируются нервной системой: центральной и вегетативной

Процесс дыхания:

- легочное (внешнее) дыхание
- транспорт газа кровью
- тканевое (внутреннее) дыхание

$\text{CO}_2 \uparrow$  образуется  $\text{H}_2\text{CO}_3$

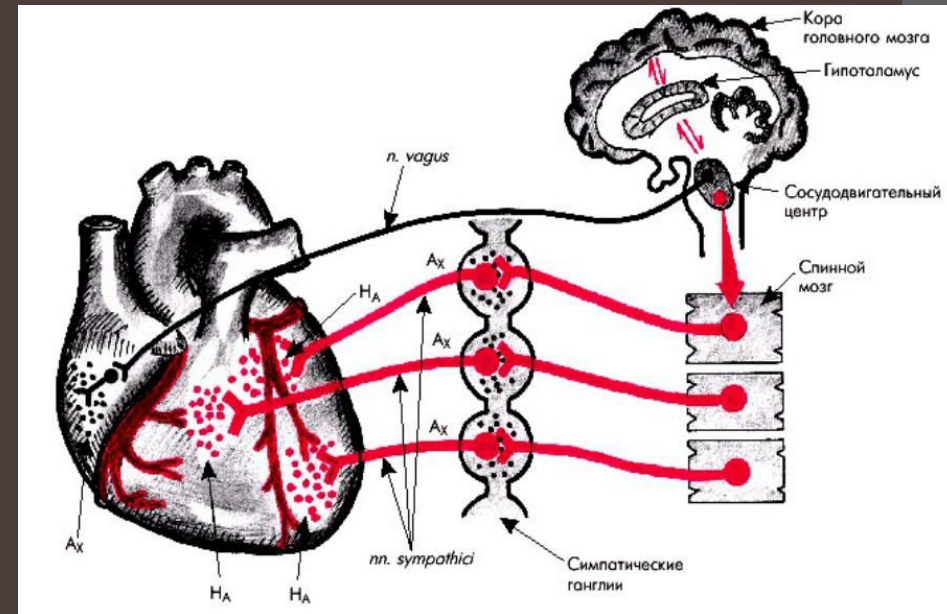
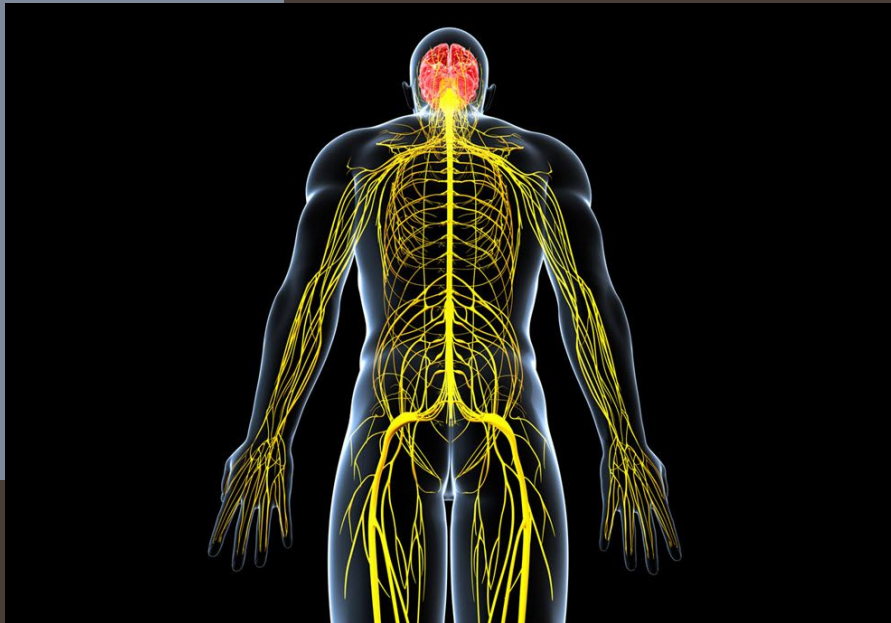
стимуляция центральной дых. системы

в мышцах образуется молочная кислота

частота и глубина дыхания  $\uparrow$

В стенках крупных сосудов, отходящих от сердца, имеются специальные рецепторы:

Содержание  $\text{O}_2 \downarrow$   $\longrightarrow$  увеличение интенсивности дыхания

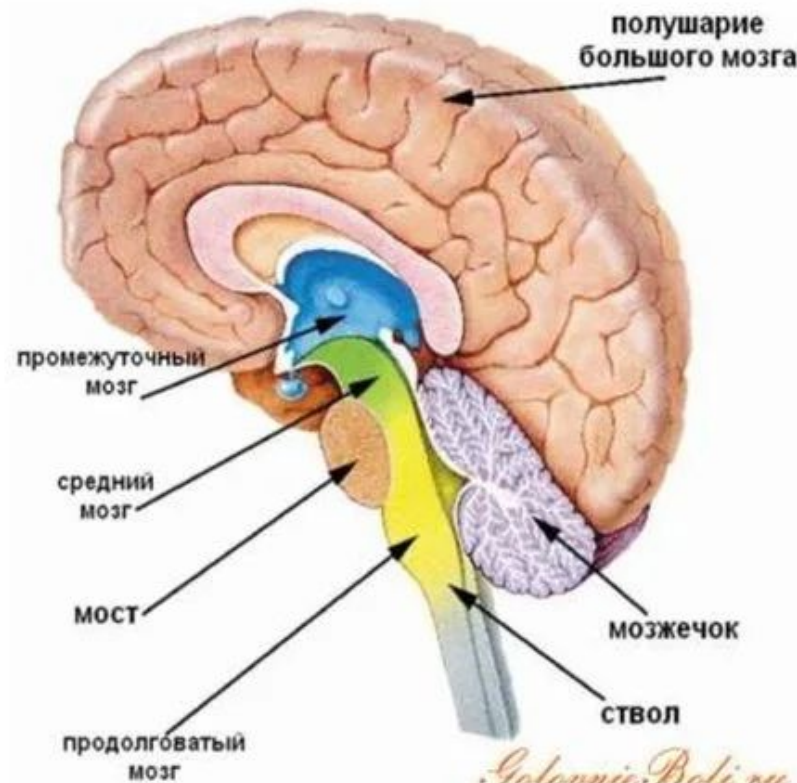




Ведущим дыхательным центром, как было установлено Н. А. Миславским в 1885 году, является дыхательный центр, расположенный в области продолговатого мозга.

Дыхательные центры обнаружены в:

- ❖ области гипоталамуса (участие в организации более сложных адаптационных дыхательных рефлексов)
- ❖ коре головного мозга (высшие формы адаптационных процессов)
- ❖ области продолговатого мозга

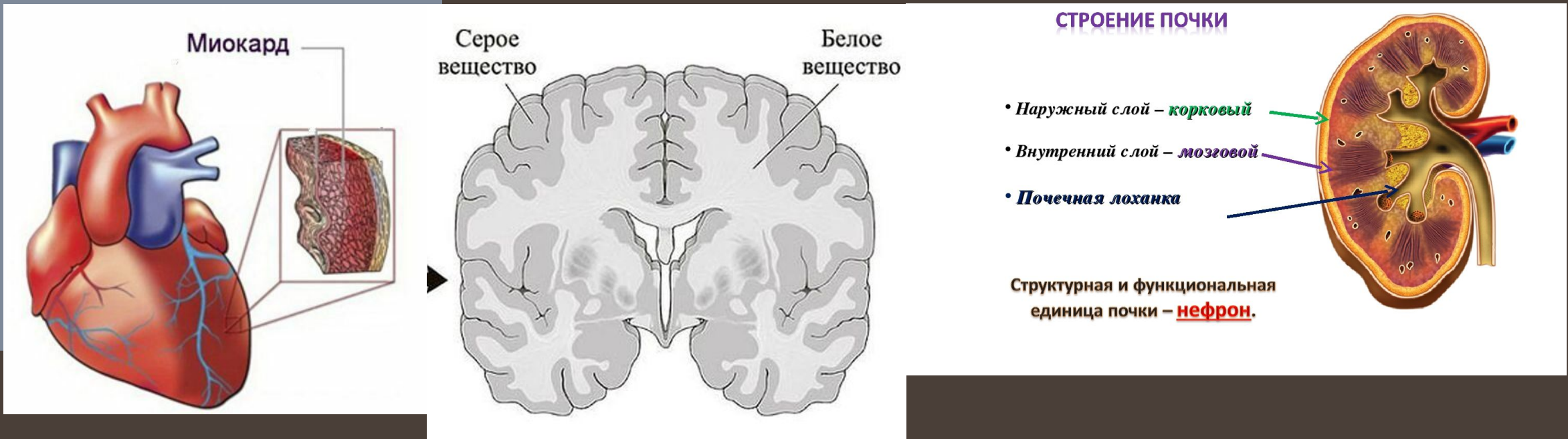


# Способы дыхания

В состоянии покоя кислород относительно интенсивно поглощается миокардом, серым веществом головного мозга (в частности, корой головного мозга), клетками печени и корковым веществом почек

Гипервентиляция → увел. поступления  $O_2$ , но содержание  $O_2$  в тканях ↓,  $H_2CO_3$  ↓  
респираторному алкалозу

Гиповентиляция – поверхностное и замедленное дыхание →  $O_2$  ↓,  $H_2CO_3$  ↑



**МИОКАРД**

**Серое вещество**      **Белое вещество**

**СТРОЕНИЕ ПОЧКИ**

- Наружный слой – **корковый**
- Внутренний слой – **мозговой**
- Почечная лоханка

Структурная и функциональная единица почки – **нефрон**.

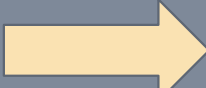
The image contains three anatomical diagrams. On the left is a heart with a callout showing a cross-section of the myocardium. In the center is a coronal section of the brain with labels for 'Серое вещество' (gray matter) and 'Белое вещество' (white matter). On the right is a cross-section of a kidney with labels for 'Наружный слой – корковый' (outer cortex), 'Внутренний слой – мозговой' (inner medulla), and 'Почечная лоханка' (renal pelvis). Below the kidney diagram is the text 'Структурная и функциональная единица почки – нефрон.' (Structural and functional unit of the kidney – nephron).

# Физиология дыхания

Все процессы жизнедеятельности протекают при обязательном участии кислорода, т. е. являются аэробными. Особенно чувствительной к кислородной недостаточности является ЦНС

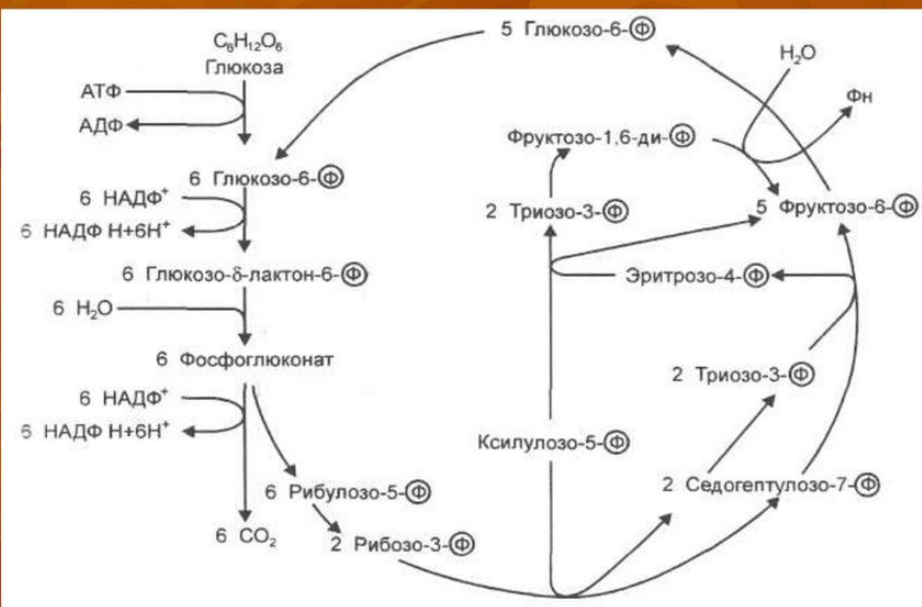
## Метаболизм кислорода

биологическое окисление – это процесс дегидрирования субстрата с помощью промежуточных переносчиков водорода и его конечного акцептора. *Основная функция – обеспечение клетки энергией*

Акцептор:  $O_2$   аэробное окисление (тканевое дыхание)

не  $O_2$   анаэробное окисление

## Пентозофосфатный цикл

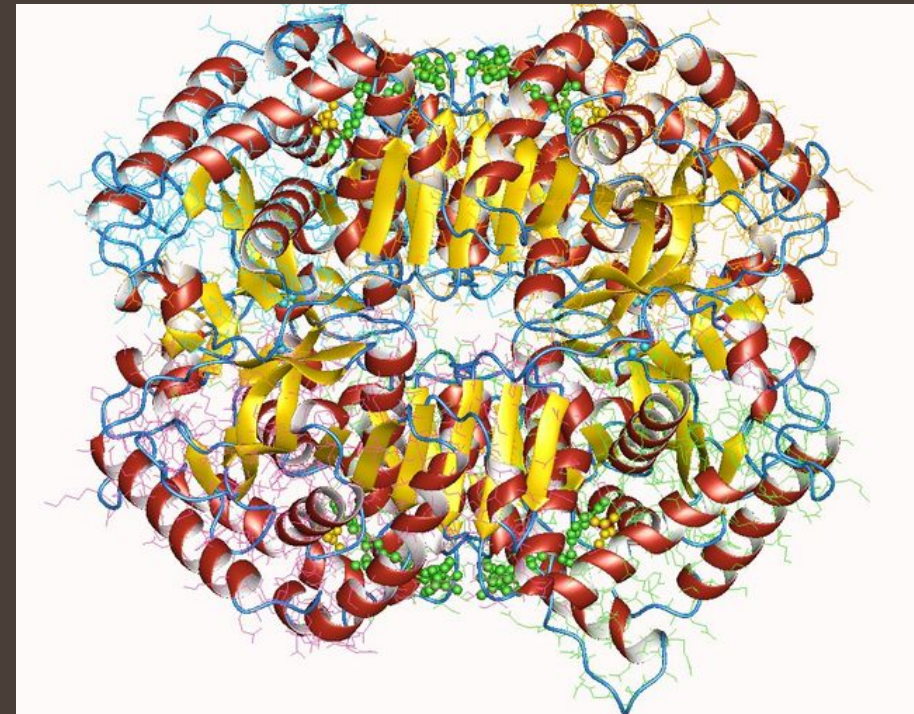
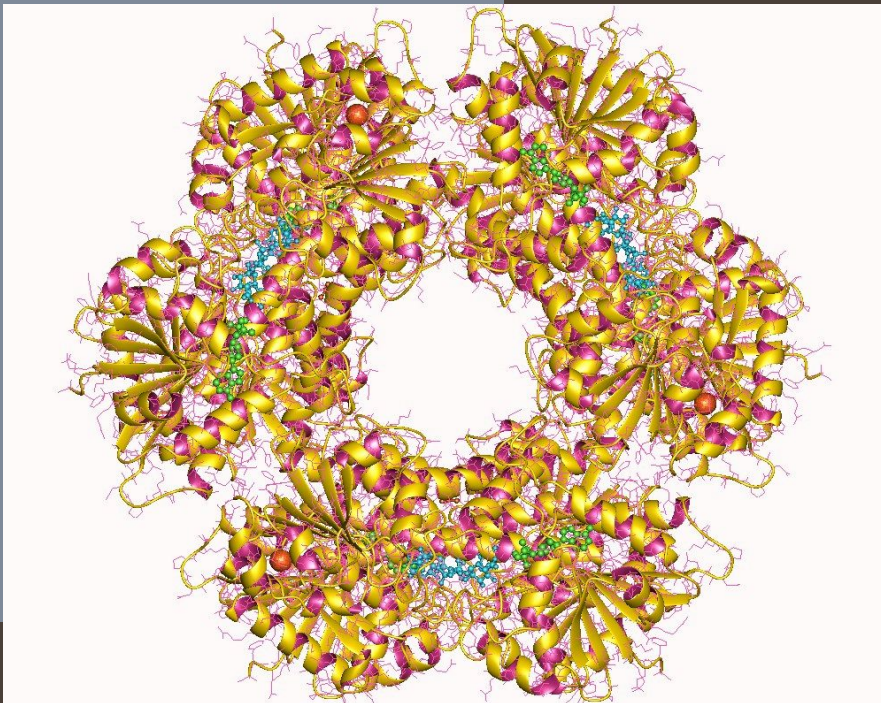




# Тканевое дыхание – процесс окисления водорода кислородом до воды ферментами цепи тканевого дыхания

Выделяют 2 типа окисляемых субстратов:

- Пиридинзависимые – спиртовые или альдегидные – в их дегидрировании участвуют НАД-зависимые дегидрогеназы. (слева)
- флавинзависимые – являются производными углеводов – при дегидрировании передают водород на ФАД-зависимые дегидрогеназы. (справа)



Цепь тканевого дыхания(ЦТД) – последовательность переносчиков протонов водорода ( $H^+$ ) и электронов от окисляемого субстрата на кислород, локализованных на внутренней мембране митохондрий.

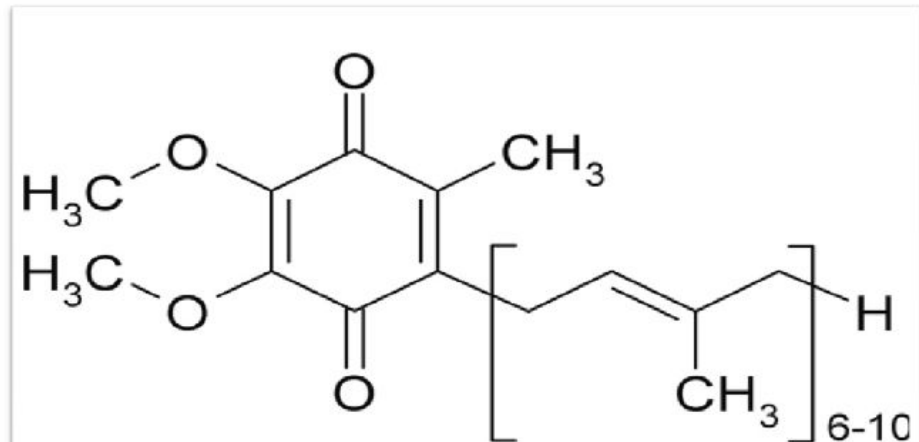
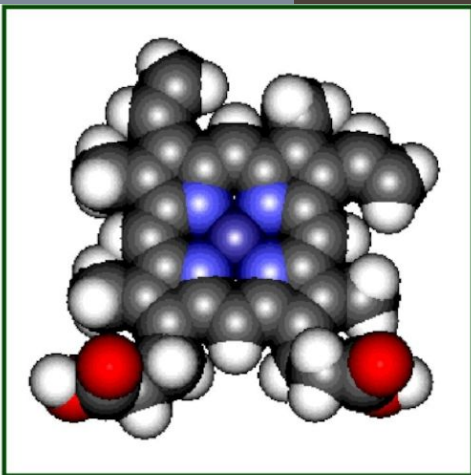
Компоненты ЦТД: 1. НАД-зависимые дегидрогеназы дегидрируют пиридинзависимые субстраты и акцептируют  $2e^-$  и один  $H^+$ .

2. ФАД (ФМН) - зависимые дегидрогеназы акцептируют 2 атома водорода ( $2H^+$  и  $2e^-$ ).

3. Жирорастворимый переносчик убихинон(справа) – свободно перемещается по мембране митохондрий и акцептирует два атома водорода и превращается в  $CoQH_2$ .

4. Система цитохромов – переносит только электроны. Цитохромы - железосодержащие белки, простетическая группа которых по структуре напоминает гем.

Гем





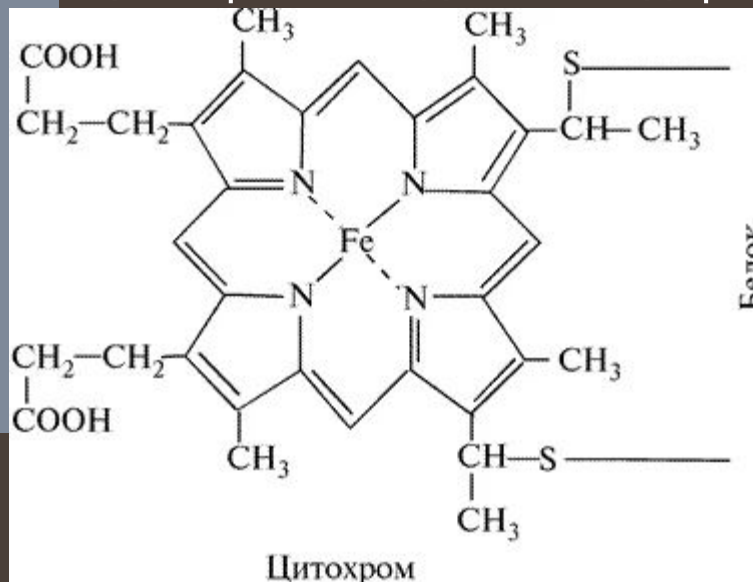
# Компоненты дыхательной цепи во внутренней мембране митохондрий формируют комплексы:

I комплекс (НАДН-КоQН<sub>2</sub>-редуктаза) – принимает электроны от митохондриального НАДН и транспортирует их на КоQ. (акцептор и переносчик ФМН и железосерные белки)

II комплекс – сукцинат – КоQ - редуктаза – включает ФАД- зависимые дегидрогеназы и железосерные белки. Он транспортирует электроны и протоны от флавинзависимых субстратов на убихинон

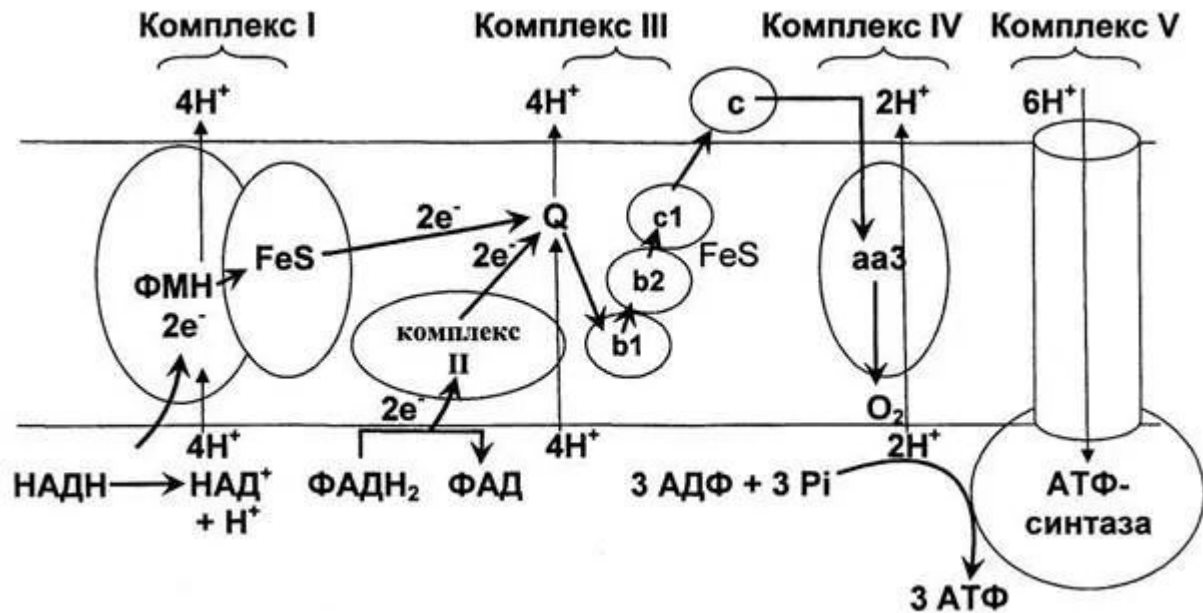
III комплекс – КоQН<sub>2</sub> - цитохром с - редуктаза – цитохромы b и c<sub>1</sub>, железосерные белки. Разделение потока протонов и электронов: протоны в межмембранное пространство митохондрий, а электроны - далее по ЦТД.

IV комплекс – цитохром а - цитохромоксидаза – содержит цитохромоксидазу и транспортирует электроны на кислород

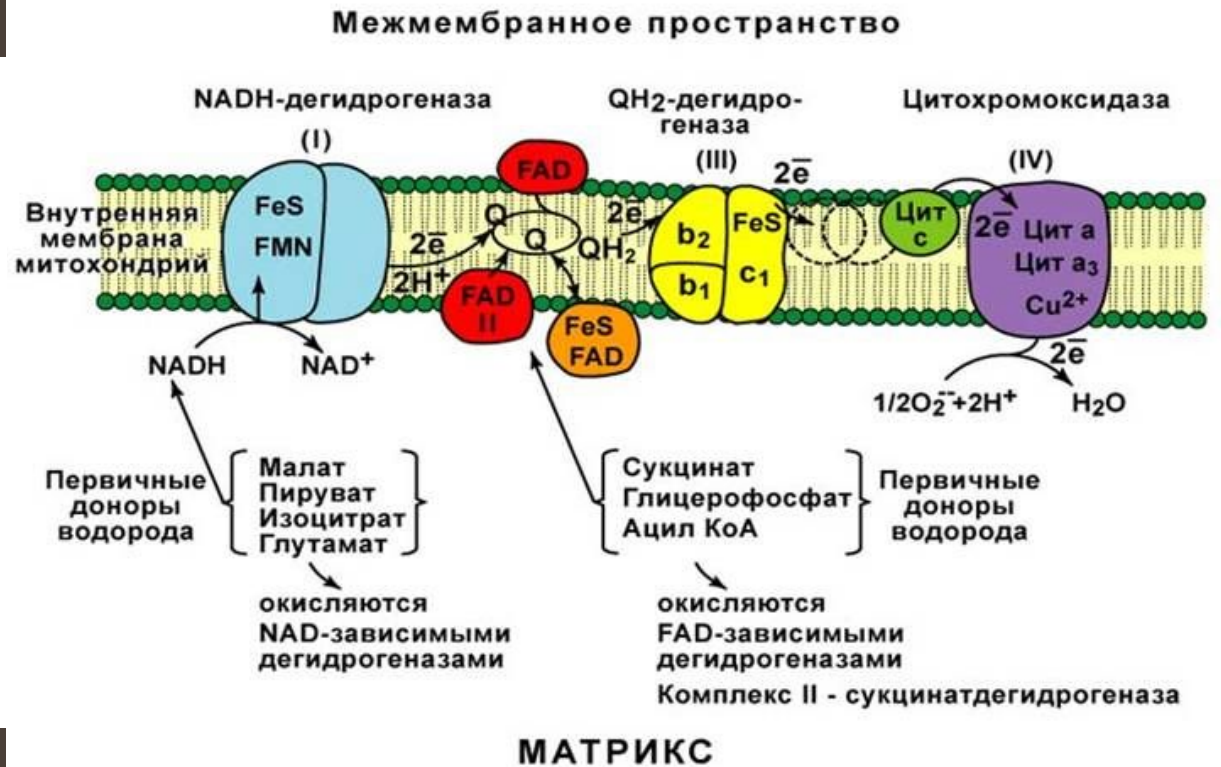


# Разновидности ЦТД:

1. Полная цепь – в нее вступают пиридинзависимые субстраты и передают атомы водорода на НАД-зависимые дегидрогеназы
2. Неполная - ЦТД в которой атомы водорода передаются от ФАД-зависимых субстратов, в обход первого комплекса.



Компоненты дыхательной цепи – ферментативные комплексы (I-IV)



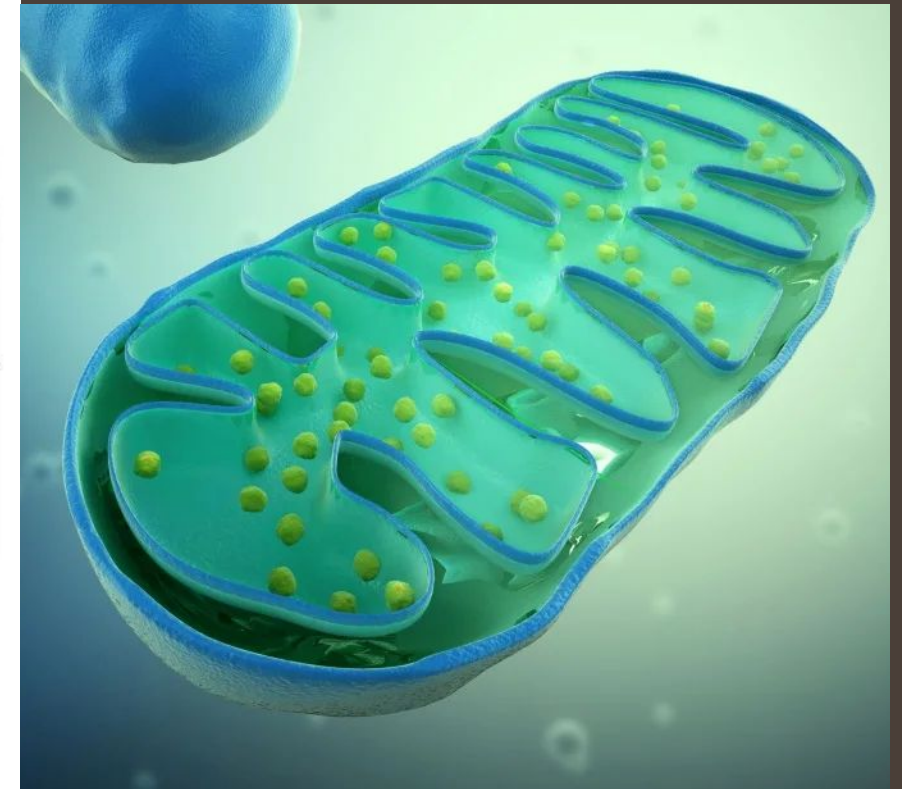
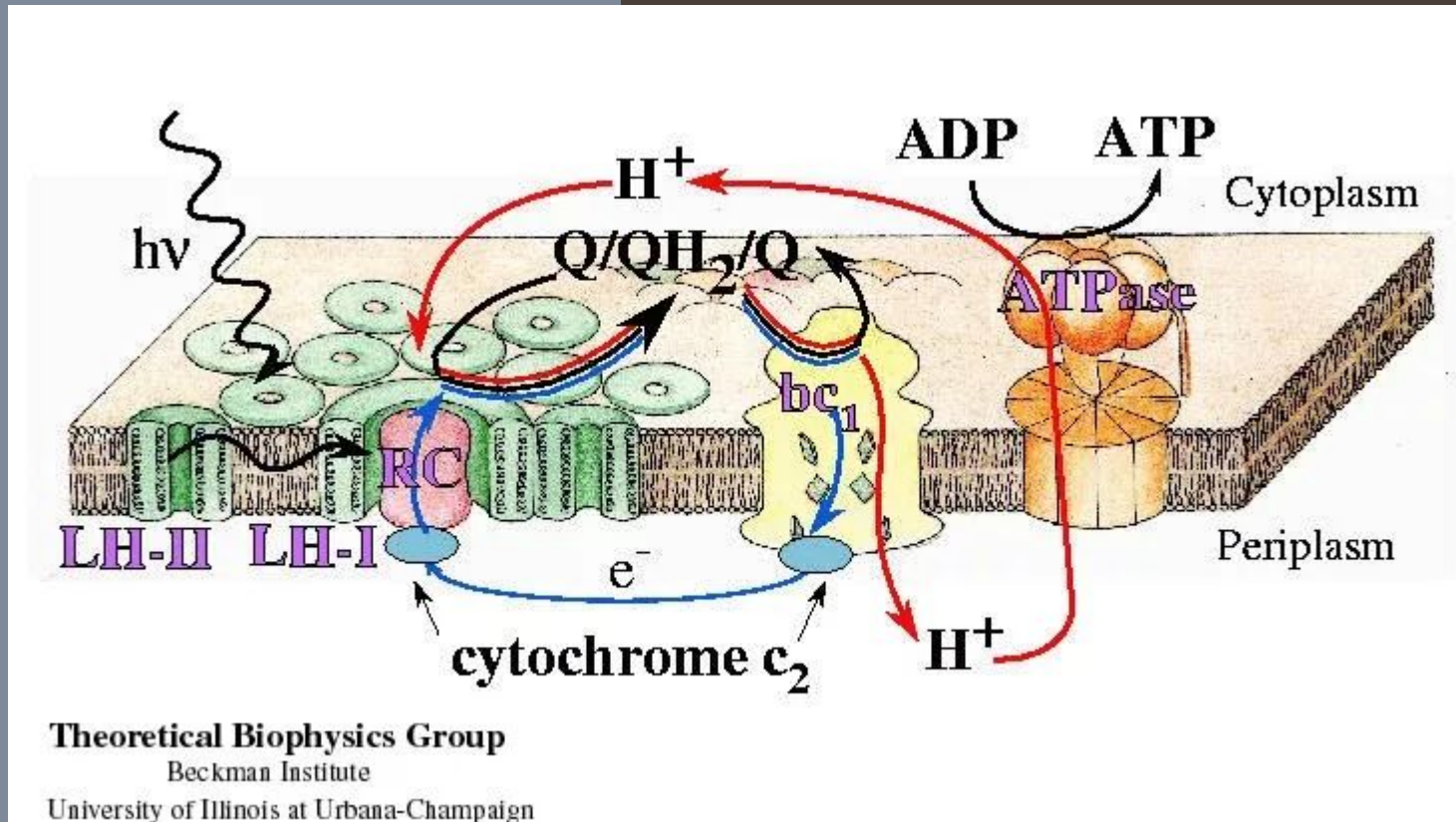
МАТРИКС



# Окислительное фосфорилирование АТФ

Окислительное фосфорилирование – процесс образования АТФ, сопряженный с транспортом электронов по цепи тканевого дыхания от окисляемого субстрата на кислород. В ходе этого процесса выделяется энергия достаточная для синтеза АТФ ← +

АДФ  
Фосфат



Все живые клетки постоянно нуждаются в АТФ для осуществления различных видов деятельности. Нарушение какого-либо этапа метаболизма, приводящие к прекращению синтеза АТФ, гибельны для клетки.

Состояния, при которых синтез АТФ снижен объединяют термином «гипоэнергетические». Причины данных состояний можно разбить на две группы:

- 1) Алиментарные – голодание и гиповитаминозы В2 и РР – возникает нарушение поставки окисляемых субстратов в ЦТД или синтез коферментов.
- 2) Гипоксические – возникают при нарушении доставки или утилизации кислорода в клетке.

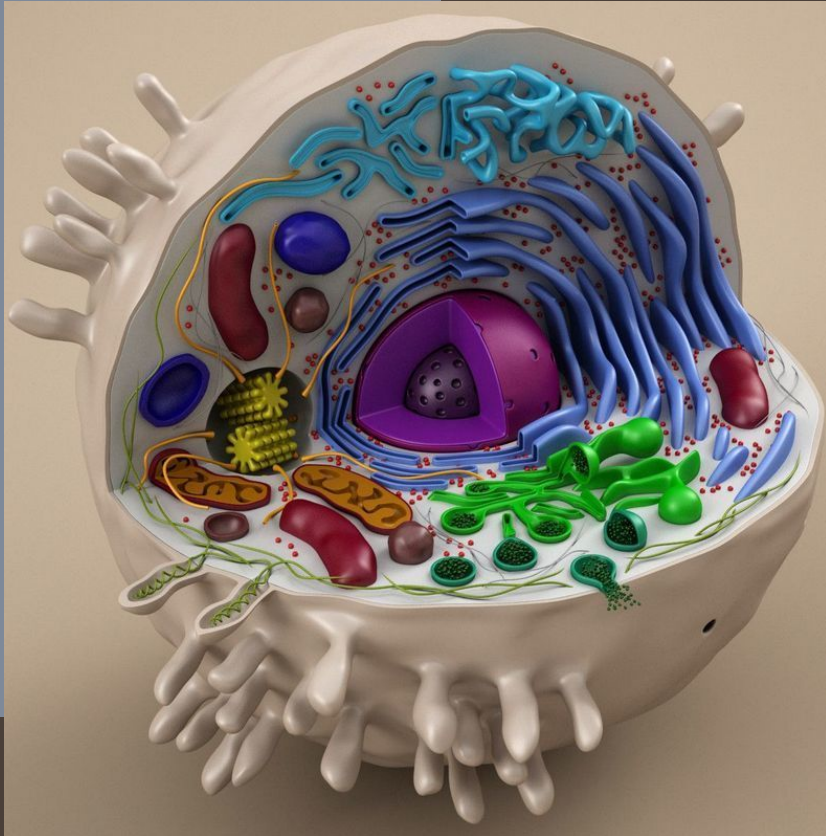




# Регуляция ЦТД.

Осуществляется с помощью дыхательного контроля.

Дыхательный контроль – это регуляция скорости переноса электронов по дыхательной цепи отношением АТФ/АДФ. Характеризуется высокой точностью и имеет важное значение, т.к. в результате его действия скорость синтеза АТФ соответствует потребностям клетки в энергии. ***Запасов АТФ в клетке не существует.***





## Американский биохимик Д. Чанс предложил рассматривать 5 состояний митохондрий:

1. Недостаток  $\text{SH}_2$  и АДФ – скорость дыхания очень низкая.
2. Недостаток  $\text{SH}_2$  при наличии АДФ – скорость ограничена.
3. Есть  $\text{SH}_2$  и АДФ – дыхание очень активно (лимитируется только скоростью транспорта ионов через мембрану).
4. Недостаток АДФ при наличии  $\text{SH}_2$  – дыхание тормозится (состояние дыхательного контроля).
5. Недостаток кислорода, при наличии  $\text{SH}_2$  и АДФ – состояние анаэробноза.

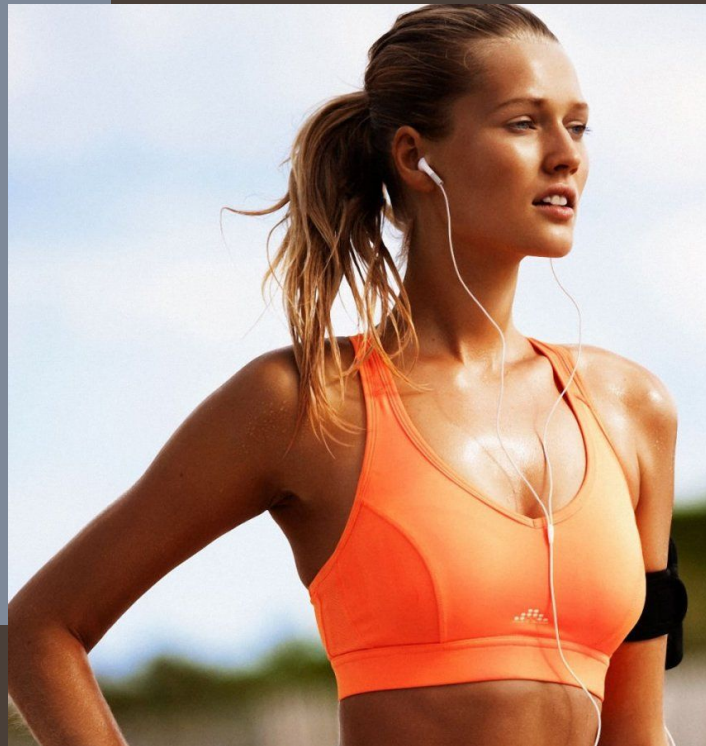


Ингибиторы ЦТД – это лекарственные препараты, которые блокируют перенос электронов по ЦТД.

Ингибиторы окислительного фосфорилирования (олигомицин) – это вещества, которые блокируют транспорт  $H^+$  по протонному каналу АТФ-синтазы.

Разобщители окислительного фосфорилирования (ионофоры) – это вещества, которые подавляют окислительное фосфорилирование, не влияя при этом на процесс переноса электронов по ЦТД. Выделяющаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла.

На разобщении дыхания и фосфорилирования базируется терморегуляторная функция тканевого дыхания.



# АНТИОКСИДАНТНЫЕ СИСТЕМЫ

выделяют четыре типа реакций с участием кислорода

Тип окисления	Ферменты	Основные продукты реакции	Функции
оксидазный	Оксидазы	$S + H_2O$	энергетическая функция 1. защитная функция – в лейкоцитах и других фагоцитирующих клетках; 2. катаболизм биогенных аминов; 3. метаболизм аминокислот; 4. катаболизм пуринов; 5. катаболизм глюкозы в растительных клетках.
пероксидазный	ФАД-зависимые оксидазы	$S + H_2O_2$	энергия окисления выделяется в виде тепла + защитная функция

<b>диоксигеназный</b>	<b>Диоксигеназы</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>Диоксигеназы катализируют разрыв двойной связи в ароматическом кольце</b>
<b>монооксигеназный</b>	<b>Монооксигеназы (гидроксилазы)</b>	<b>SOH + H<sub>2</sub>O</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Специфические превращения аминокислот.</li><li>2. синтез холестерина, желчных кислот в печени; стероидных гормонов в коре надпочечников, яичниках, плаценте, семенниках; витамина D<sub>3</sub> в почках;</li><li>3. обезвреживание чужеродных веществ (ксенобиотиков) в печени.</li></ol>

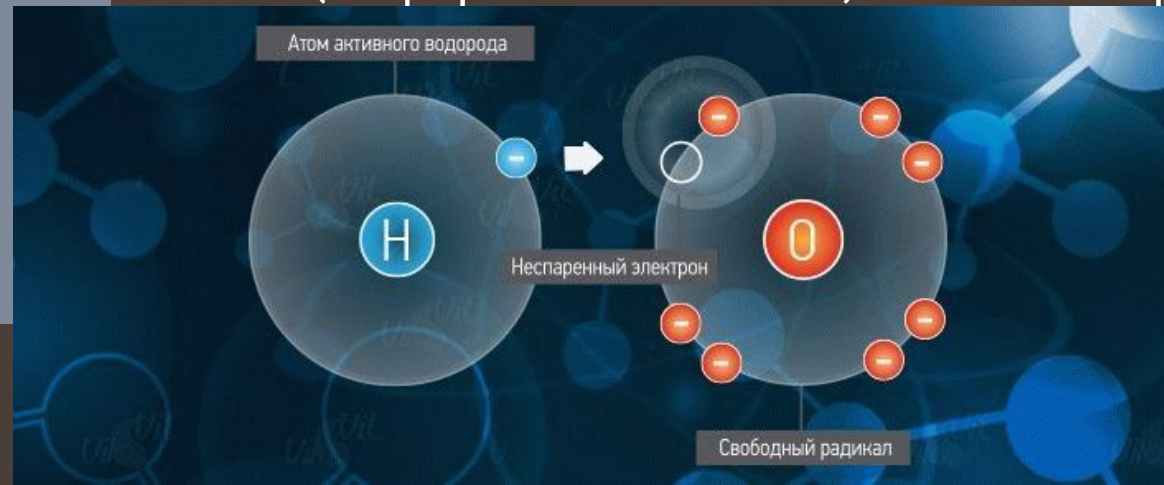


# Активные формы кислорода (свободные радикалы)

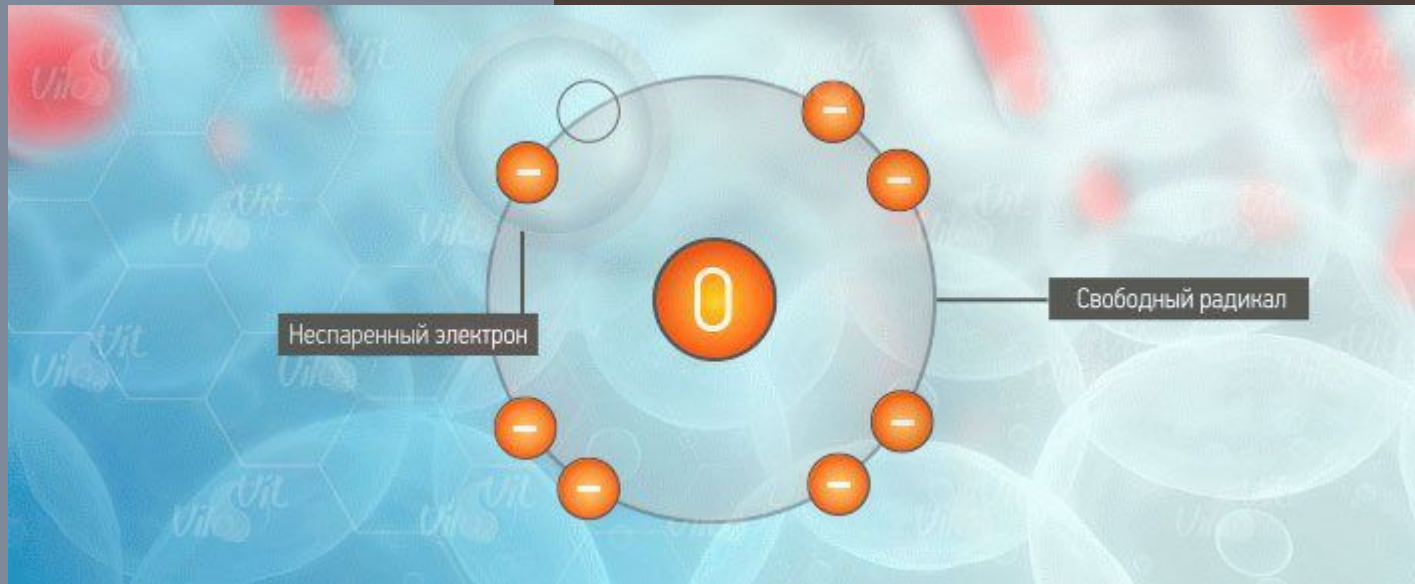
В организме в результате окислительно-восстановительных реакций постоянно происходит генерация активных форм кислорода (АФК)

Источники АФК:

1. ЦТД
2. реакции, катализируемые оксидазами, гемопротейнами, цитохромом P<sub>450</sub>;
3. реакции окисления в лейкоцитах, макрофагах и пероксисомах;
4. радиолиз воды;
5. под воздействием ксенобиотиков, пестицидов;
6. реакции самопроизвольного (неферментативного) окисления ряда веществ.



Кислородные радикалы обладают высокой реакционной способностью и легко вступают в химические реакции с органическими молекулами для приобретения недостающего электрона. Кислородные радикалы оказывают воздействие на различные структурные компоненты клеток: ДНК (повреждение азотистых оснований); белки (окисление аминокислотных остатков, образование ковалентных «сшивок»); липиды; мембранные структуры. Активные формы кислорода могут отщеплять электроны от многих соединений, превращая их в новые свободные радикалы, и инициируют тем самым цепные окислительные реакции.



# Антиоксидантные системы организма

В организме токсическое действие активных форм кислорода предотвращается за счет функционирования систем антиоксидантной защиты. Она представлена ферментными и неферментативными компонентами.

ферменты антиоксидантной системы:

1. супероксиддисмутаза,
2. каталаза,
3. пероксидаза (глутатионпероксидаза),
4. глутатионредуктаза.

Наиболее активны эти ферменты в печени, почках и надпочечниках.

СХЕМА ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ



СХЕМА ДЕЙСТВИЯ АНТИОКСИДАНТОВ





# Неферментативные антиоксиданты:

1. Природные водорастворимые антиоксиданты (витамин С; карнозин; таурин; восстановленные тиолы, содержащие SH-группы; цистеин; HS-CoA; белки, содержащие селен).
2. Липофильные низкомолекулярные антиоксиданты, локализованные в мембранах клеток (витамин Е;  $\beta$ -каротин; КоQ; нафтахиноны).



# Токсичность кислорода

Токсическая доза для человека: токсичен в виде  $O_3$ . Летальная доза для человека для кислорода не определена.

Токсическое действие озона и избытка кислорода связывают с образованием в тканях большого числа радикалов, возникающих в результате разрыва химических связей. В небольшом количестве радикалы образуются и в норме, как промежуточный продукт клеточного метаболизма. При избытке радикалов инициируется процесс окисления органических веществ



# Заключение

Кислород – один из самых важных элементов. Он участвует в реакциях горения, окисления. Благодаря ему огромное количество видов получают энергию. Кислород окружает нас: он в воде, воздухе, земле и в организмах.





Спасибо за просмотр

# Список литературы

<https://www.poznavayka.org/fizika/kislород-fizicheskie-i-himicheskie-svoystva/>

<https://foxford.ru/wiki/himiya/kislород>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Кислород>

<https://calorizator.ru/element/o>

<https://www.yaklass.ru/materiali?mode=cht&chtid=404>

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/es/27250/кислород>

<https://online-knigi.com/page/272774?page=27>

[https://foxford.ru/wiki/biologiya/dyhatelnaya-sistema-cheloveka?utm\\_source=admitad&utm\\_medium=cpa&utm\\_content=240682&admitad\\_uid=0542d0e139276a681014b44d002cc2ce](https://foxford.ru/wiki/biologiya/dyhatelnaya-sistema-cheloveka?utm_source=admitad&utm_medium=cpa&utm_content=240682&admitad_uid=0542d0e139276a681014b44d002cc2ce)

[https://www.rlsnet.ru/books\\_book\\_id\\_2\\_page\\_30.htm](https://www.rlsnet.ru/books_book_id_2_page_30.htm)