

# ФИЗИОЛОГИЯ СТАРЕНИЯ



Возрастная периодизация

Общая характеристика процесса старения

Изменения в органах и системах

# Возрастная периодизация

- Период **расцвета** и **наиболее устойчивого функционирования** организма человека продолжается с 20-22 до 35 лет.
- Начиная с 35 и до 50-55 лет у женщин и 55-60 лет у мужчин, в организме происходят изменения, приводящие к начальной инволюции.
- Период жизни с 55 до 75 лет у женщин и 60 - 75 лет у мужчин характеризуется ускоренным развитием инволюционных перестроек - это **пожилой возраст**.
- После 75 лет наступает **старость**.

# Общая характеристика процесса старения

- Раздел медицины (и биологии), который изучает процессы старения, называется *геронтологией* (от греч. gerontos - старик).
- Для *пожилого* возраста характерным является активно развивающийся процесс адаптации организма к происходящим внутри его процессам старения.

Иногда изменения, происходящие в этот период, имеют много общих проявлений, характерных для типичной стресс-реакции.

- В период *старости* скорость развития изменений замедляется, а механизмы регуляции функций организма становятся более стабильными, чем в предыдущий период.
- Старый человек – **АДАПТИРОВАННЫЙ**. Значит организм его более **устойчив**, чем в пожилом возрасте.

# Типические возрастные изменения клеток

- Наиболее типичным изменением структуры различных органов, развивающимся при старении, является постепенное уменьшение клеточного состава.

Нарушается естественное соотношение "работающих" и "резервных" единиц.

Поэтому организм начинает адаптироваться к данной ситуации.

- Изменения возникают и в различных структурах клетки - ядре, митохондриях, эндоплазматическом ретикулуме, мембранах.

# Внутриклеточные изменения

- Перестройки мембранных структур клеток затрагивают как липидные, так и белковые компоненты их. В мембранах нарушается соотношение различных липидных компонентов, что изменяет подвижность и активность рецепторов, ионных каналов и насосов, связанных с ними ферментов, вторичных посредников.
- Нарушающиеся с возрастом механизмы синтеза белковых компонентов в свою очередь влияют на функциональные свойства мембран и других структур клеток.

# Адаптивные изменения

- При этом изменения не являются лишь "негативными", среди них можно обнаружить и компенсаторно-адаптационные проявления:
  - Гипертрофия оставшихся клеток,
  - Гиперплазия внутриклеточных структур,
  - Снижение функциональной активности органов и функциональной активности организма.

# Для процессов старения характерным является *гетерогенность*

Это выражается в:

- *гетерохронности,*
- *гетеротопности,*
- *гетерокатефтенности* (греч. "катефтенси" - направление),
- *гетерокинетичности.*

Поэтому в ряде случаев возникает необходимость установления истинного *биологического* *возраста* человека.

# Старение

- При старении в клетках происходят процессы, приводящие к постепенному изменению считывания генетической информации и синтеза белков.
- При исследовании возрастных изменений, развивающихся при старении, выделяется многофакторность изменения обменных процессов. Так, в тканях накапливаются свободные радикалы, токсические продукты обмена, наблюдаются различные проявления кислородного голодания.



# Изменения белкового синтеза

- Увеличивается частота возникновения различных патологических состояний - рост повреждений на уровне генной информации, начиная со структуры ДНК.
- В старости изменяются и нейрогенные влияния на генетические механизмы биосинтеза белков.
- К примеру: При старении в молекуле коллагена происходит "сшивание" друг с другом трех цепей аминокислот, составляющих эту молекулу. В результате образуются более грубые "канаты", что приводит к *потере эластичности кожи, морщинам, изменению соединительнотканного каркаса внутренних органов, связок, сухожилий.*
- Но возрастные изменения генома могут быть обратимыми. Нейрогуморальные механизмы их регуляции могут сдерживать темп возрастных изменений генома.

# Гомеостаз

- В старости лишь относительно небольшое количество показателей, характеризующих обмен веществ и константы гомеостаза, существенно отклонены от нормы зрелого возраста.
- Несущественны сдвиги уровня сахара в крови, показателей щелочно-кислотного состояния, онкотического давления, мембранного потенциала клеток.
- Однако это постоянство гомеостаза происходит на фоне выраженных изменений соотношения механизмов регуляции его.
  - Так, нормальная частота сердечных сокращений поддерживается за счет одновременного снижения парасимпатических и симпатических влияний.
  - Постоянство уровня ряда гормонов в крови обеспечивается путем уравнивания взаимосвязанных процессов синтеза и использования: снижается активность, как образования гормонов, так и

# Гомеостаз

- Таким образом, у здоровых людей пожилого и старческого возраста в относительно стабильных условиях гомеостаза **снижается надежность** функционирования систем организма и легче возникают срывы гомеостаза, что и создает предпосылки для более частого развития различных заболеваний.

# Изменения в ЦНС

- После 50-60 лет суммарная потеря нейронов может достигать 1,4% в год. В тех отделах мозга, где происходит наиболее интенсивная убыль нейронов разрастается глия.
- При старении в ЦНС происходят неравномерные изменения: в ряде областей они более выражены, в других едва заметны.
- Это находит отражение даже при такой грубой оценке как масса мозга. Так, если с 60 до 75 лет масса мозга снижается на 6 %, то масса лобной доли уменьшается на 12-15%. Результатом уменьшения коры больших полушарий (в среднем на 4 %) является расширение и углубление борозд, сужение извилин.
- *В целом в нейронах снижаются функциональные возможности, что особенно наглядно проявляется*

# Состояние эмоциональной сферы.

- С возрастом изменяется корково-подкорковые взаимоотношения. И, к примеру, ослабление тормозящего влияния коры на лимбическую систему приводит к неустойчивости настроения, вспыльчивости, эмоциональной неадекватности в оценке реальной действительности.
- К примеру, в гиппокампе при старении уменьшается число нейронов, снижается плотность синапсов. Функции гиппокампа модулируются аминоспецифическими структурами, к медиаторам которых уменьшается чувствительность гиппокампа.
- Неравномерность изменений, возникающих в лимбической системе, приводит к тому, что создаются предпосылки для **дискоординации** ее, что имеет последствия для различных видов поведения, памяти,

# Изменения нейроэндокринных механизмов регуляции.

- Возрастные изменения в гипоталамусе, являющемся центральным звеном регуляции вегетативных процессов организма, настолько выражены, что многие исследователи именно сюда помещают "биологические часы" старения. С возрастом наступает разрегулирование функций гипоталамуса, разрегулирование получения, обработки и эфферентации его нервной и гуморальной информации, что ведет к существенным нарушениям функции вегетативной нервной системы и эндокринных желез.
- Весьма важно то, что в связи с разрегулированием гипоталамической регуляции, с возрастом **снижаются адаптационные реакции** организма. Наглядным примером этому может быть изменение механизмов терморегуляции: пожилые люди легче перегреваются и переохлаждаются, а восстановление температуры тела после ее отклонения у них затягивается.

# Эндокринная система

- Содержание в крови одних гормонов падает, других - не меняется, а третьих - может даже возрасти.
- В результате существенно перестраивается весь метаболизм нейроэндокринной системы. К примеру, концентрация в крови многих гормонов, регулирующих метаболические процессы, находится на том же уровне, что и у более молодых субъектов. Однако эта стабильность достигается за счет того, что образование и секреция гормона железой понижаются, при одновременном снижении метаболизма его, использования тканями и разрушения.
- При старении меняется так же и чувствительность большинства клеток к действию гормонов. К примеру, у старых животных меньшие дозы тироксина, адреналина, вазопрессина вызывают изменения обмена и функции сердца. Наряду с ростом концентрации вазопрессина растет и чувствительность к нему кровеносных сосудов. В результате этот гормон может стать основной причиной спазма сосудов сердца, развития артериальной гипертензии.

# Иммунная система

- Изменения, развивающиеся в иммунной системе при старении столь значительны, что их можно поставить на второе место после репродуктивной системы.
- Наиболее наглядно эти изменения демонстрирует инволюция одного из центральных иммунных образований - вилочковой железы: у пожилых людей остается лишь около 10% ее массы.
- В десятки раз снижается способность вырабатывать антитела в ответ на чужеродный антиген.



# Внешнее дыхание

- **Возрастные изменения, приводящие к снижению функциональных возможностей, происходят во всех элементах системы внешнего дыхания: в грудной клетке, дыхательных мышцах, воздухоносных путях, легочной паренхиме, сосудах малого круга кровообращения.**
- **Происходящие с возрастом изменения приводят к постепенному снижению жизненной емкости легких, росту величины анатомического и физиологического "мертвых" пространств, уменьшению эластичности легочной ткани и плотности капилляров в стенке альвеол.**
- **В результате начинает проявляться дискоординация между вентиляцией отделов легких и их кровоснабжением.**

# Сердечно - сосудистая система

- С возрастом в сердечно-сосудистой системе развиваются столь выраженные изменения, что заболевания ее становятся наиболее частой причиной смерти человека.
- При старении адаптационные возможности ее резко ограничиваются, а это сказывается и на адаптационных возможностях всего организма.
- При старении вследствие изменений мембранной проницаемости для ионов, активность ионных насосов снижается лабильность синусного узла, то есть способность сердца существенно повышать функциональную активность при нагрузках.
- Во взрослом организме пропорционально работе сердца растет и коронарный кровоток. В отличие от этого с возрастом в условиях, когда работоспособность сердца возрастает, указанное выше несоответствие кровотока становится еще более

# Система пищеварения

- В органах желудочно-кишечного тракта, печени возрастные изменения выражены наименее заметно. Эти изменения, как правило, не являются специфичными, а происходят вследствие указанных выше нарушений общего метаболизма клеток.
- Наиболее существенные изменения с возрастом происходят в поджелудочной железе, где наряду с уменьшением количества панкреацитов значительно изменяется общее количество протоков и сосудов. Все это ведет к снижению продукции жидкой части сока, содержания в нем бикарбонатов и ферментов.
- Моторные структуры желудка и кишечника с возрастом относительно сохранены, но происходит постепенная атрофия собственного мышечного слоя стенки кишечника. Изменяются и механизмы регуляции их функциональной активности. Существенно снижается влияние парасимпатических нервов на моторику. Все это приводит к снижению активности перистальтики желудочно-кишечного тракта, развитию запоров.

# Выделение

- В старости на 25-35% уменьшается количество нефронов. Еще значительно (до 35-45%) падает почечный кровоток.
- Прогрессивно снижается способность почек выводить электролиты, токсические вещества. В результате **создаются условия для развития аутоинтоксикации** невыведенными из организма шлаками.

# СТАРЕНИЕ И БОЛЕЗНИ

Хотя старение и болезни взаимосвязаны, но знака равенства между ними ставить нельзя. Существует много общего в развитии старческих изменений и болезнями. Однако, между такими "типичными" для старости патологиями, как атеросклероз, артериальная гипертония, диабет, рак, и процессами, происходящими при старении, есть много общего, но и различного.

**Старение создает предпосылки** для развития патологии и возрастные изменения суммируясь с патологическими воздействиями могут легко перерасти в болезнь. Развивающиеся при старении процессы могут привести к развитию различных синдромов (синдром - совокупность ряда симптомов с единым патогенезом).

В то же время многие патологические процессы, изменяя морфо-функциональное состояние организма, влияют на темп старения, как правило, ускоряя его.