

Биологический и хронологический возраст. Гипотезы старения.

ПЛАН ЛЕКЦИИ

- Старение. Определение понятия. Общая характеристика изменений в организме. Старение физиологическое и ускоренное (патологическое).
- Причины старения. Теории старения. Их классификация.
- Генетические теории, свободнорадикальная теория, иммунологическая, теломеразная теории и др.
- Биологический возраст.
- Изменения белкового обмена при старении.
- Изменения липидного обмена при старении.
- Изменения углеводного обмена при старении, нарушения интеграции и регуляции обменов.
- Изменения водно-солевого обмена и КОС при старении.
- Особенности обмена веществ в отдельных органах при старении (эритроцит, лейкоцит, печень, кожа и др.).
- Молекулярные механизмы старения. Процессы повреждения и адаптации при старении. Явление витаукта. Явление апоптоза.
- Изменение активности ферментов при старении.

- **Характеристика важнейших лабораторно-диагностических биохимических параметров крови при старении.**
- **Принципы и методы замедления процесса старения. Геропротекторы. Определение понятия. Классификация. Влияние на метаболизм.**

Продолжительность жизни особей (индивидов) популяции

- **Индивидуальная (календарная)** – конкретного человека или животного (измеряется по дате и времени рождения и дате и времени смерти)
- **Средняя** – среднее арифметическое от индивидуальных продолжительностей жизни исследуемой группы людей или животных
- **Максимальная** – индивидуальная календарная продолжительность жизни наиболее долго живущей особи (индивида) из исследуемой группы особей

МПЖ – максимальная продолжительность жизни, лет

- черепаха расписная (*Chrysemys picta*) — 61
- пресноводная черепаха Блэндинга (*Emydoidea blandingii*) — 77
- черепаха коробчатая каролинская (*Terrapene carolina*) — 138
- морской ёж Красного моря (*Strongylocentrotus franciscanus*) — 200
- морской окунь алеутский (*Sebastes aleutianus*) — 205
- пресноводная жемчужница (*Margaritifera margaritifera*) — 250
- двухстворчатый моллюск исландская циприна (*Arctica islandica*) — 400
- сосна долговечная (*Pinus longaeva*) — 4731



ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ РАЗНЫХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАССЫ ТЕЛА И СУТОЧНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ

Вид	Макс. прод. жизни, годы	Масса тела , г	ИОО, кал/г сутки
Домовая мышь	3,5	23,6	189
Оленья мышь	8	20,7	151
Беличья обезьяна	17	795	73,9
Лемур	28	2170	57,6
Зеленая мартышка	30	7280	43,4
Макак резус	35	8186	37,0
Павиан	42	26 800	30,9
Горилла	50	159 000	19,7
Шимпанзе	55	46 700	27,9
Орангутанг	58	68 900	24,5
Человек	>100	63 500	23,6

- Летучая мышь - масса тела 40 г - продолжительность жизни 30-40 лет
- Голый копальщик – грызун, масса тела 150 г - продолжительность жизни 30-40 лет



Продолжительность жизни

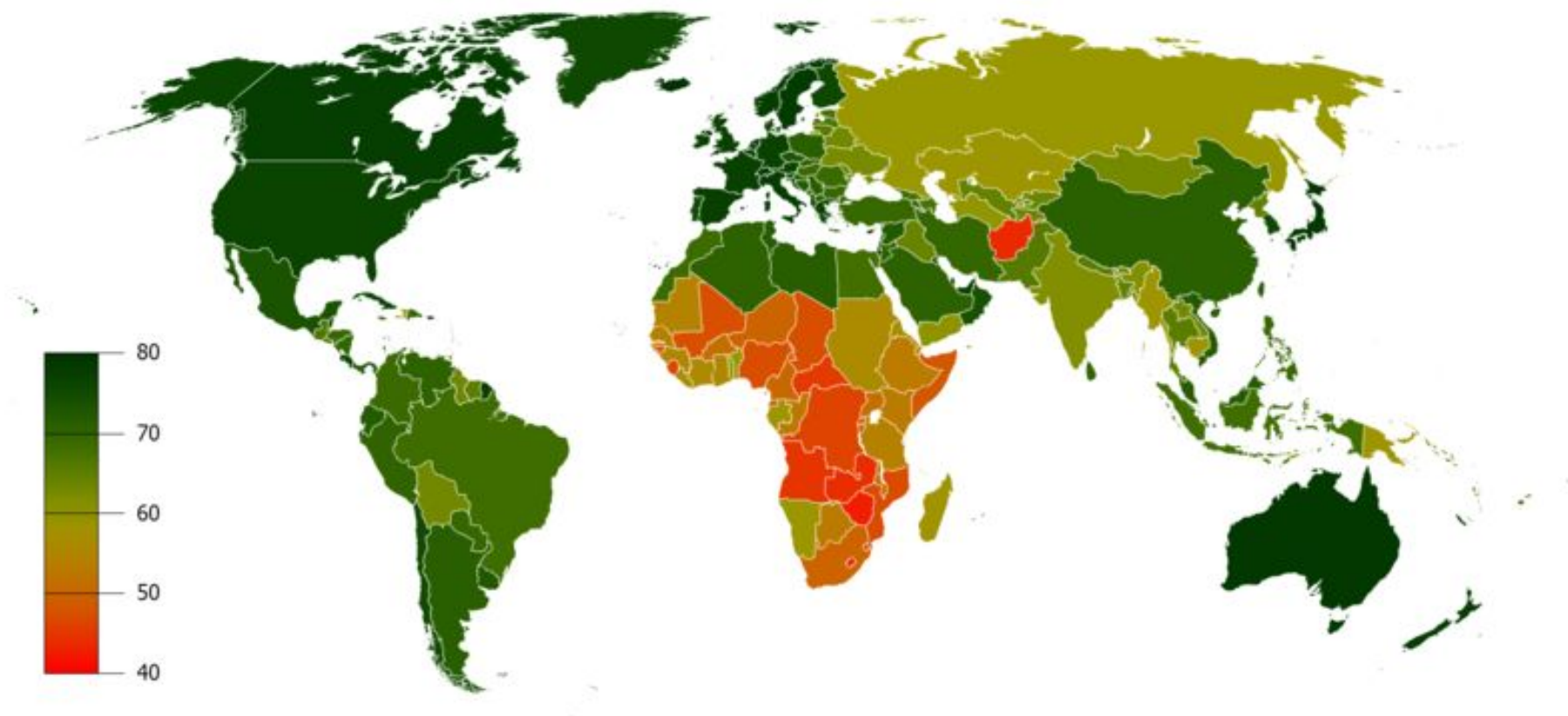
1) в разных странах (www.septet.ru)

Страна	Продолжительность жизни, лет
Япония	90.0
США	80.0
Франция	77.6
Англия	76.0
Германия	75.7
Финляндия	75.3
Болгария	71.2
Белоруссия	58.0
Россия	57.0
Украина	55.0

Продолжительность жизни мужчин в 2007 году

(Human Development Report 2009)

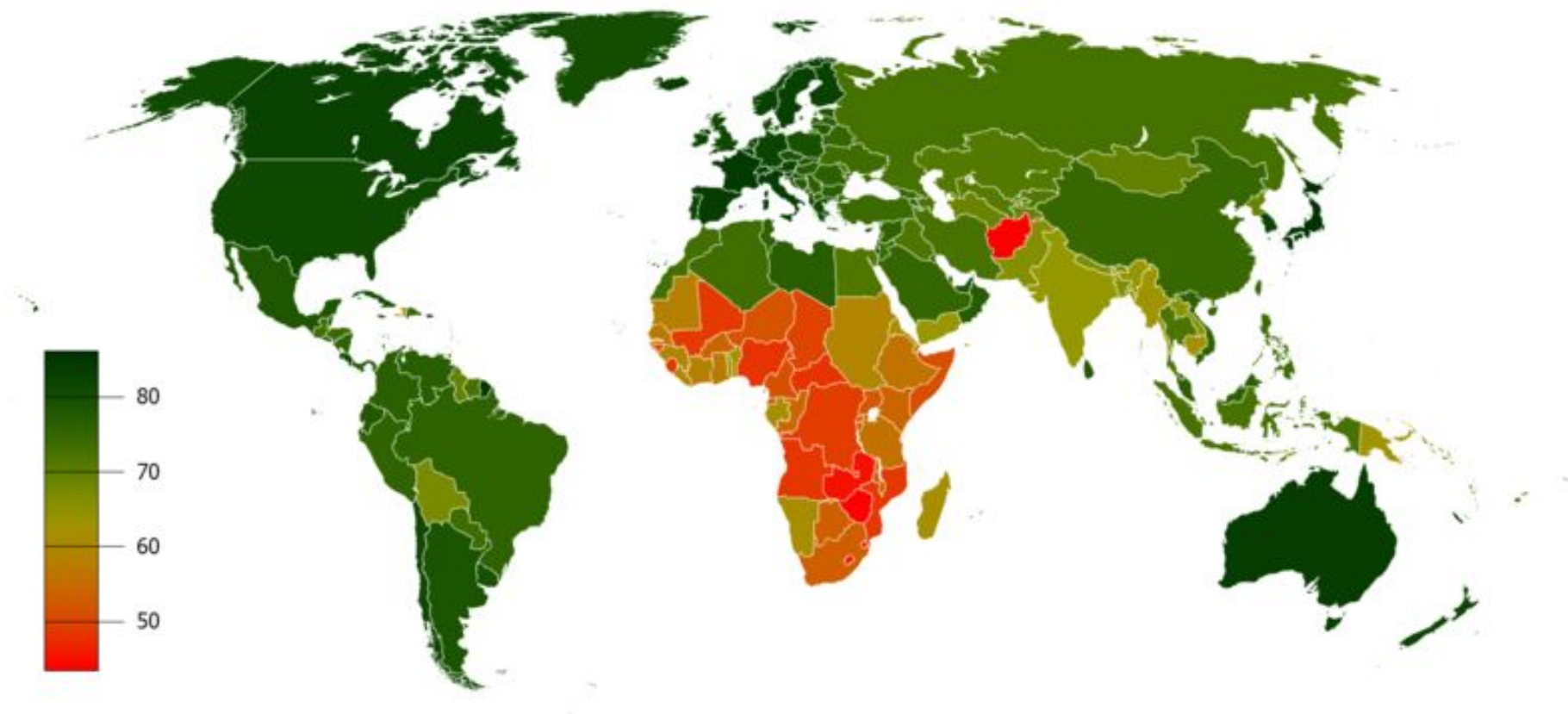
J. Gender-related development index and its components Male life expectancy at birth)



Продолжительность жизни женщин в 2007 году

(Human Development Report 2009

J. Gender-related development index and its components Male life expectancy at birth)



Россия

- В начале XX века в России средняя продолжительность жизни составляла

31 год

**Средняя продолжительность жизни
в СССР в 1962-1967 гг**

70 лет

**Федеральная служба государственной статистики.
Центральная база данных.**

<http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi>



Продолжительность жизни, лет

все население, значение показателя за 2009 год

Республика Тыва	60,0 (!)
Магаданская область	64,1
Республика Коми	66,5
Республика Калмыкия	68,6
<u>Свердловская область</u>	<u>68,4</u>
Город- мужчины	62,8
Село - мужчины	59,7
Город- женщины	75,0
Село - женщины	72,6
<u>Челябинская область</u>	<u>68,3</u>
Кабардино-Балкарская Республика	71,2
г. Санкт-Петербург	71,2
<u>г. Москва</u>	<u>73,6</u>
Москва мужчины	69,5
Москва - женщины	77,7 (!)

Факторы, определяющие продолжительность жизни

- Патология
- Травмы
- Лекарственные препараты
- Принадлежность к роду долгожителей
- Желание продолжать жить
- Отсутствие влияния вредных факторов окружающей среды
- Отсутствие вредных привычек (алкоголь, курение, наркотики и др.)
- Высокая двигательная активность
- Недостаточно калорийное, но сбалансированное по основным компонентам питание
- Обеспеченность витаминами и микроэлементами

- Сбалансированная микрофлора кишечника, отсутствие патогенной флоры
- Высокая антиокислительная активность (профилактический прием препаратов – антиоксидантов)
- Высокий уровень иммунологической защиты
- Исключение травмирующего психоэмоционального фактора.
- Правильный режим труда и отдыха
- Отсутствие хронических отравлений и интоксикаций (в т. ч. эндогенных и на производстве).
- Профилактический прием препаратов-геропротекторов.

**Структура причин общей смертности
по Свердловской обл. в % (данные МЗ СО 2010 г)**

Наименование причин смерти	2006 г			2007 г	2008 г
	муж	жен	Оба пола	Оба пола	Оба пола
Сердечно-сосудистые заболевания	45,5	66,9	55,72	55,7	55,61
Несчастные случаи, травмы и отравлений	22,3	7,8	15,43	14,2	13,79
Злокачественные новообразования	14,1	13,1	13,61	14,8	14,73
Болезни органов дыхания	4,7	2,02	3,44	3,6	3,73
Применение лекарственных средств					
Болезни органов пищеварения	4,4	4,0	4,21	4,2	4,4

**Структура причин смерти лиц трудоспособного
возраста по Свердловской обл. в % (оба пола)
(МЗ СО 2010 г)**

40-43% не связаны со старением !!!

Наименование причин смерти	2006	2007	2008
Несчастные случаи, травмы и отравления	36,95	35,4	34,25
Сердечно-сосудистые заболевания	28,09	27,5	27,68
Злокачественные новообразования	11,49	13,1	12,40
Инфекционные и паразитарные забол.	5,4	6,4	6,92
Болезни органов пищеварения	6,21	6,2	6,53
Болезни органов дыхания	4,42	4,4	4,62

Динамика естественного движения населения

Свердловской обл. (данные МЗ СО 2010 г)

показатель	2005	2006	2007	2008	2009
Рождаемость на 1000 населения	10,4	10,7	11,4	12,4	12,9
Смертность на 1000 населения	16,5	15,2	14,6	14,7	14,4
Естественный прирост	-6,2	-4,5	-3,2	-2,3	-1,5
Смертность на 1000 населения трудоспос возр.	8,7	7,5	6,9	6,8	-
Младенческая смертность на 1000 род	10,4	8,7	7,7	7,5	6,4

Обеспеченность СО врачебными кадрами по основным специальностям 2005-2009 на 10 тыс. насел. (данные МЗ СО 2010 г)

Специальность	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	29,9	30,8	31,5	32,0	32,1
Терапевт	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4
Кардиолог	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Травматолог	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Нарколог	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Семейный врач	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6
Хирург серд-сосуд.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Гериатр	0,01	0,002	0,002	0,002	0,002

СТАРЕНИЕ

определение понятия старения

Существует несколько определений старения, что связано с различными теориями

Старение - биологический разрушительный процесс, который развивается из-за нарастающего с возрастом повреждения организма внешними и внутренними факторами.

Старение заключается в:

- изменении обмена веществ,
- недостаточности физиологических функций,
- гибели клеток,
- развитию возрастной патологии,
- снижении адаптационных возможностей организма,
- увеличении вероятности смерти.

Объекты = уровни геронтологических исследований

1. Популяционный → демографический
2. Организменный – человек и животные (в т.ч. с ускоренным старением)
3. Органный и тканевой
4. Клеточный – старение клетки – 60 -70 годы (инновационный характер в начале 21 века)
5. Молекулярный (биохимический) – старение молекулы (!?) Старение = окисление, антистарение =восстановление

Классификация возрастных периодов человека

- Молодой – до 18 лет
- Зрелый – 19 – 34 года
- Средний – 35 – 59 лет
- Пожилкой - 60 – 74 года
- Старческий 75 – 84 года
- Долгожители 85 >

Виды старения организма

- Физиологическое
- Патологическое (ускоренное)

Для оценки старения используют понятие **возраст**

Виды возраста индивидуума

1. Паспортный

2. Биологический

- по физиологическим показателям
- по психологическому состоянию
- по умственной и физической работоспособности

Паспортный возраст

- **Хронологический (паспортный, календарный) возраст** – количество прожитых индивидуумом лет.
- Паспортный возраст не даёт представления о степени возрастного повреждения организма и не может служить надёжным критерием для определения продолжительности предстоящей жизни.

Биологический возраст (БВ)

- **БВ** - расчетный показатель, который базируется на динамике определенных возрастзависимых показателей.
- По возрастзависимым показателям мы пытаемся определить возраст индивида, и этот возраст будет биологическим. Как правило он будет отличаться от календарного в + или -.
- **БВ** отражает функциональное состояние организма, характеризует реальную степень постарения организма и ориентировочно определяет предстоящую продолжительность жизни индивидуума.

Методы исследования биологического возраста (БВ)

- БВ - по комплексу физиологических параметров организма (Токарь А. А. с соавт., 1998 / НИИ геронтологии г. Киев)
- Кардиопульмональный возраст (КПВ) (Токарь А. А. с соавт., 1998 / НИИ геронтологии г. Киев)
- БВ по умственной и физической работоспособности (Белозерова Л.М. с соавт., 1996/ медакадемия г. Пермь)
- БВ психологический (Токарь А. А. с соавт., 1999 / НИИ геронтологии г. Киев)

Показатели для определения БВ

- Артериальное давление систолическое (АДС) и диастолическое (АДД) в мм. рт. ст.
- Продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха (ЗДВ) и глубокого выдоха (ЗДВыд.) в с.
- Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) в л
- Масса тела (МТ) в кг
- Аккомодация глаза (А), в см
- Слуховой порог или острота слуха (ОС) в дб
- Статическая балансировка (СБ) при стоянии испытуемого на левой ноге в секундах.
- Скорость распространения пульсовой волны по артериям эластического типа и мышечного типа (Сэ, См) в м/с
- Субъективная оценка здоровья (СОЗ) проводится с помощью анкеты, включающей 29 вопросов, в отн. Ед.
- Символ-цифровой тест Векслера (на концентрацию внимания и интеллект) (ТВ) проводится с помощью стандартного протокольного бланка, в отн. Ед.

Формула для определения БВ мужчин

$$\begin{aligned} \text{БВ} = & 58,873 + 0,180 * \text{АДС} - 0,073 * \text{АДД} - \\ & 0,141 * \text{АДП} - 0,262 * \text{Сэ} + 0,646 * \text{См1} - \\ & 0,001 * \text{ЖЕЛ} + 0,005 * \text{ЗДВыд} - 1,881 * \text{А} \\ & + 0,189 * \text{ОС} - 0,026 * \text{СБ} - 0,107 * \text{МТ} + \\ & 0,320 * \text{СОЗ} - 0,327 * \text{ТВ} \end{aligned}$$

Оценка темпов старения по показателям биовозраста

- **Функциональные классы темпов старения:**
 - 1 класс (от -15,0 до -9,0) – замедленный
 - 2 класс (от -8,9 до -3,0 лет) – замедленный
 - 3 класс (от -2,9 до +2,9 лет) – физиологический
 - 4 класс (от +3,0 до +8,9 лет) – ускоренный
 - 5 класс (от +9,0 до +15,0 лет) – резко ускоренный

Теории (гипотезы) старения - классификация

В настоящее время существует более 300 теорий старения

1. **Старение - результат накапливающихся в течение жизни повреждений.**
 - Аутоинтоксикационная - Мечникова И.И., свободнорадикальная,
 - иммунологические,
 - эндогенной интоксикации и др.).
2. **Старение - генетически запрограммированный процесс**
 - ген старения,
 - теломеразная теория
3. **Интегральные = синтетические**
 - адаптационно - регуляторная и др.

Свободнорадикальная теория (гипотеза)

авторы Н.М. Эмануэль (1979) и Harman D. (1980).

- При старении АОА снижается, а уровень СРО возрастает.
- Продуцируемые в митохондриях клеток АФК повреждают клеточные макромолекулы (ДНК, белки, липиды).
- Накопление молекулярных повреждений макромолекул свободными радикалами и продуктами перекисного окисления липидов приводит к патологии и смерти.

Факты за гипотезу

- Увеличение продолжительности жизни животных до 20-30 % под действием антиоксидантов

Иммунологические

авторы Ф.М. Бернетт, Г.М. Бутенко

1. увеличение в онтогенезе способности иммунокомпетентных клеток организма реагировать с антигенами собственного организма (новые появляются с возрастом)
2. снижение их способности распознавать чужеродные антигены.

Факты: онкология, аутоиммунные заболевания, устойчивость к инфекционным болезням - возрастзависимы

Генетические

Старение - результат закономерного развития программы, заложенной в генетическом аппарате.

1. Дифференцировочные гипотезы - старение запрограммировано генетически и представляет собой «дифференцировку к смерти».
Существуют гены (ген) старения ???
2. Накопление ошибок и повреждений в ДНК приводит к появлению дефектных белков

Факты, подтверждающие теорию

- ↑ числа химических сшивок в ДНК;
- ↓ управляемости геномом
- ↓ транскрипционной активности
- ↓ регенерации и пролиферации
- ↑ нерепарируемых повреждений, поперечных сшивок, мутаций в ДНК.

Гликозилирование белков ядерной и митохондриальной ДНК

- Нуклеиновые кислоты и белки + D-глюкоза или D-галактоза □
- ковалентные связи внутри белковых молекул □
- связывание белков между собой □
мутации □
- изменение фенотипа

Теломеразная

1971г А.М. Оловников - гипотеза маргинотомии.

- Теломера - элемент хромосомы, расположенный на ее конце, состоящий из повторений одной и той же последовательности нуклеотидных оснований.
- Теломераза – фермент, удлиняющий теломеру после деления, при старении соматических клеток инактивируется, **сохраняя свою активность в половых и стволовых клетках, клетках большинства опухолей.**
- При каждом делении клетки её ДНК в области теломеры укорачивается, что ограничивает пролиферативный потенциал клеток и является "счётчиком" числа делений.

феномен Хейфлика

В 1961 г. Хейфлик и Мурхед: при культивировании фибробласта эмбриона человека он способен делиться только ограниченное число раз (50-80).

Возрастное снижение активности теломеразы не позволят сохранить изначальную длину теломеры, что приводит к нарушению деятельности клетки и ее гибели

основные формы наследственной прогерий

- Синдром Хатчинсона-Гилфорда
(прогерия детей, *progeria infantialis*)
- Синдром Вернера (прогерия взрослых,
progeria aulorum)

Прогерия взрослых - Синдром Вернера

Тип наследования:

Аутосомно-рецессивный.

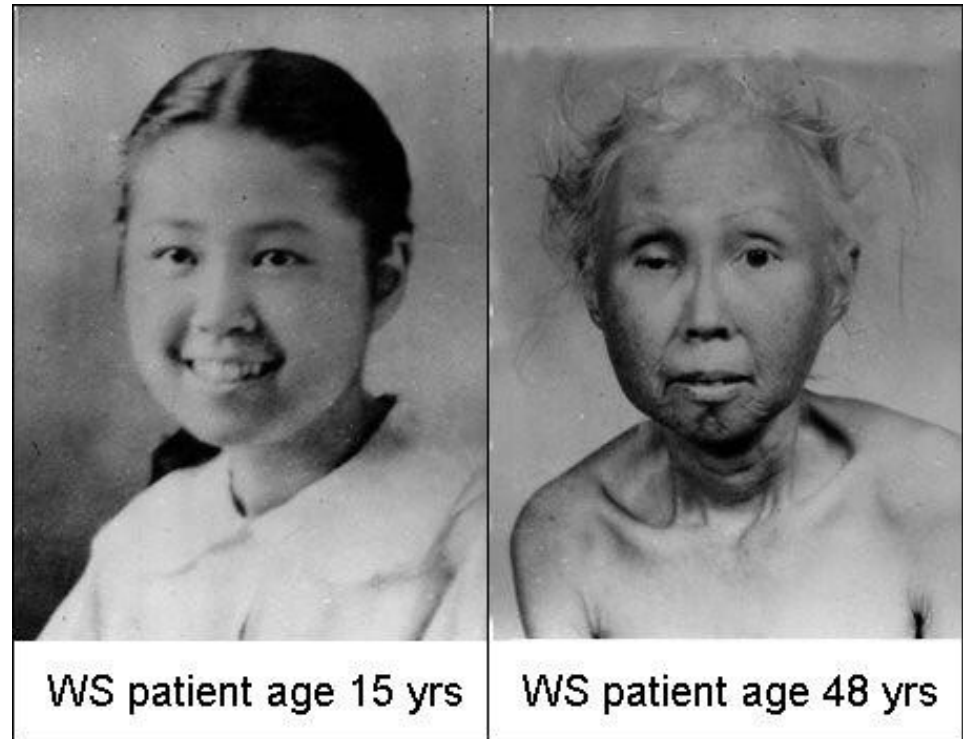
Частота: $<1/100000$

Клинические проявления:

с периода полового созревания.

Симптомы:

преждевременное старение кожи, сосудистой и репродуктивной системы, костей.



<http://moikompass.ru/compass/progeria>

Смерть: в основном от рака или сердечно-сосудистой патологии.

Средняя продолжительность жизни: 40-50 лет.

ГЕНЫ СТАРЕНИЯ

- У столетних людей, по сравнению с более молодыми возрастными группами, в 2 раза чаще встречаются некоторые аллели HLA-A, HLA-C и DR.
- Ген bcl -2 блокирует апоптоз, что продлевает жизнь клеток

Экспериментально установленные и подтвержденные гены старения человека

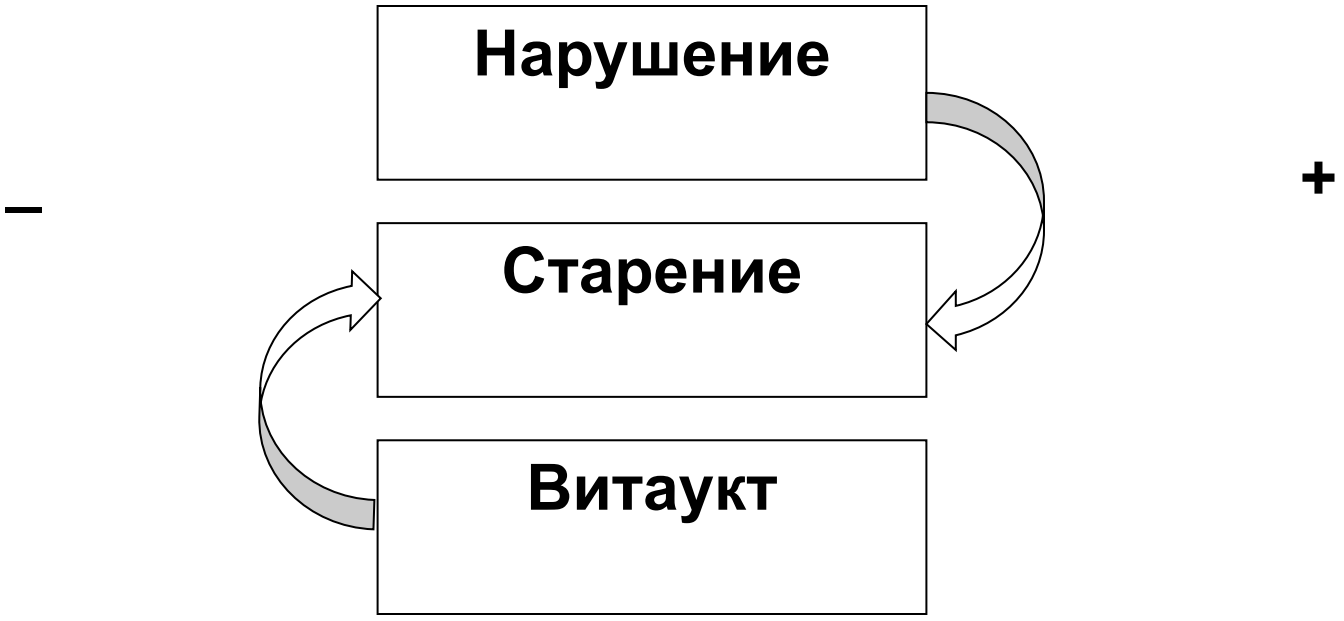
№ Символ гена Название гена/Функции

- 1 FOXO 1-4 Рецептор инсулина и инсулинового ростового фактора IGF-1
- 2 KLOTNO Обмен инсулина, IGF1, витамина D
- 3 PROP-1 Модуляция уровня гормонов гипофиза
- 4 HGF Гормон роста человека
- 5 CLOCK Синтез кофермента Q-убиквитина
- 6 CAT Каталаза (обезвреживание перекисных соединений)
- 7 P66She Нейтрализация свободных радикалов
- 8 MTP Микросомальный белок-переносчик
- 9 CETP Белок-транспортер холестерина
- 10 TOR Рост и питание клеток
- 11 PPARA Регулятор обмена жирных кислот и типа гликолиза
- 12 SIRT-1 Предполагаемый главный регулятор процесса старения

В. Синтетические теории старения: Адаптационно-регуляторная теория (Фролькис В.В.)

- Старение многопричинно
- Происходит не только нарушение обмена веществ и физиологических функций, но и развиваются адаптивные процессы.

Сущность адапционно-регуляторной гипотезы



ХАРАКТЕРИСТИКА СТАРЕНИЯ

- I. Гетерохронность — различие во времени наступления старения отдельных тканей органов и систем.
- II. Гетеротопность — неодинаковая выраженность процесса старения в различных органах и структурах одного и того же органа.
- III. Гетерокинетичность — развитие возрастных изменений с различной скоростью.
- IV. Гетерокатефтенность — разнонаправленность возрастных изменений

Количественная классификация возрастных изменений

- **1. снижающиеся:** сократительная способность сердца, функция пищеварительных желез, гормонообразование.
- **2. не изменяющиеся:** КОС, мембранный потенциал, морфологический состав крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты).
- **3. возрастающие:** синтез некоторых гормонов, содержание в крови холестерина, лецитина.

Энергетический обмен

- ↓ активности митохондрий
- ↑ гипоксии всех видов
- ↓ потребления кислорода тканями, особенно - сердцем
- ↓ актив. дыхательных ферментов
- ↑ анаэробного гликолиза
- ↓ цикла Кребса

- ↓ скорости синтеза АТФ и креатинфосфата
- ↓ АТФ и креатинфосфата,
- ↓ производства энергии
- ↓ ↓ потребления энергии □ ↑ неадекватные синтезы

- ↓ **основного обмена**
- ↑ **пиридиновых коферментов в цитоплазме**
- ↓ **НАДН₂ и НАДФН₂ в митохондриях**
- **Содержание метаболитов цикла Кребса изменяется разнонаправленно в разных органах**
- ↑ **сопряженности дыхания с фосфорилированием**
- ↓ **сукцинатдегидрогеназы**
- ↑ **цитохромоксидазы**

Белковый обмен при старении

- ↓ синтеза и ↓↓ протеолиза белков
- ↑ ковалентных модификаций белков
- изменяется состав изоферментов, т.к. включаются другие гены
- ↑ утилизации аминокислот в реакциях глюконеогенеза

Изменения при старении коллагена

- **Неконтролируемые химические реакции, нарушения структуры**
- **↓ растворимость, устойчивость к механическому разрыву**
- **↓ способности к модификации ферментами и обновлению**

Общий белок сыворотки крови (в г/л)

Возраст/пол	22-34	35-59	60-74	75 и более
Муж	81,5-84,9	76,0-80,0	76,2-78,0	72,7-80,5
Жен	75,8-78,8	79,6-83,0	73,9-77,1	69,8-77,1

Белковые фракции сыворотки крови (мужчины) в %

Возраст	22-34	35-59	60-74	Более 75
Альбумины	57,3-58,5	55,0-57,4	51,2-56,8	48,9-61,7
Глобулины	41,5-42,7	42,6-45,0	43,2-48,8	38,3-51,1
Альфа-1-глобулин	5,2-5,5	4,6-5,6	5,3-6,3	3,0-5,4
Альфа-2-глобулин	6,1-7,5	7,7-8,9	7,4-10,4	5,6-11,0
Бета-глобулины	8,2-10,6	12,6-14,2	11,2-13,6	11,1-12,7
Гамма-глобулины	20,3-20,5	14,9-18,9	16,3-19,7	19,8-20,6

ферменты

- кинетические параметры ферментов существенно не изменяются, но:
- ↓ индукции ферментов
- ↓ удельной активности ферментов
- ↓ специфических функций
- ↓ резистентности к условиям среды

из 167 изученных ферментов при старении

- у 42 - активность возрастает (глюкоза-6-ф ДГ),
- у 105 - уменьшается (5-нуклеотидаза),
- у 20 - остается без изменений (РНК-аза).

Углеводный обмен при старении

- ↓ инсулинзависимых процессов
- ↑ контринсулярных влияний

- ↓ потребности и использования углеводов
- ↓ пентозофосфатного пути
- ↓ запасов гликогена в мышцах и печени
- ↓ лактазы в желудочно-кишечном тракте --> плохая переносимость молока

- ↑ активности лимитирующей гликолиз гексокиназы
- ↑ гликолиза анаэробного
- ↑ глюконеогенеза
- ↑ лактат- утилизирующих процессов, утилизации аминокислот в глюконеогенезе

Глюкоза сыворотки крови

(ммоль/л)

Возраст (годы)	Мужчины	Женщины
20-29	3,4-6,7	3,5-6,7
30-39	3,5-6,7	3,5-6,7
40-49	3,4-7,0	3,4-7,0
50-59	3,6-7,1	3,6-7,1
60-69	3,3-7,4	3,4-7,4
70 и более	2,9-7,5	2,9-7,5

Липидный обмен при старении

- **↑ содержания липидов за счет триглицеридов и ХС**
- **↑ Содержание холестерина в крови с 20—30 лет до 60 (у мужчин) и 70 (у женщин)**
- **↑ триглицеридов за счет ↓ активности липопротеидлипазы**
- **↓ липопротеидов низкой и очень низкой плотности**
- **↓ липогенеза и ↓ ↓ ↓ липолиза -> ожирение**

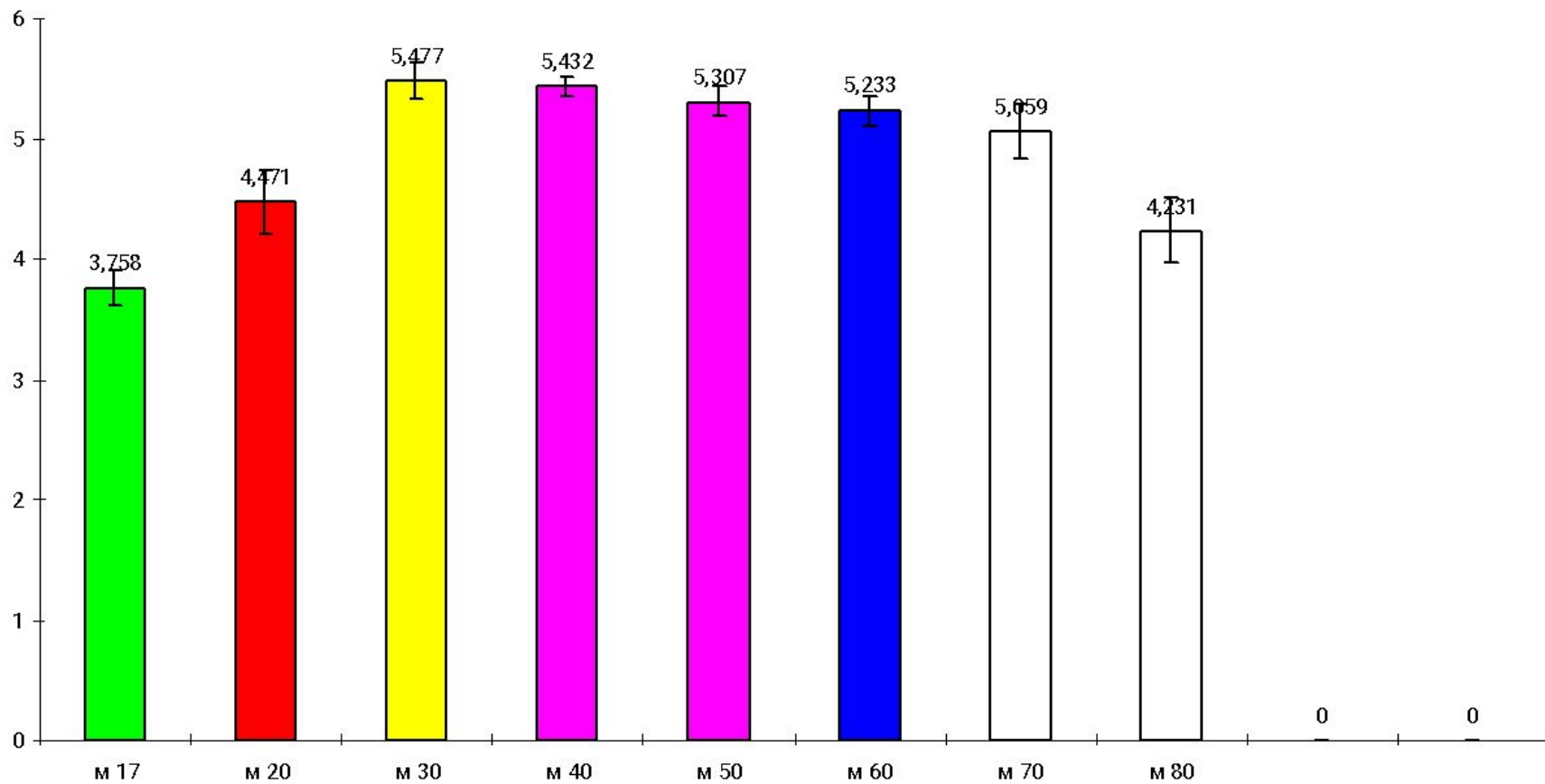
Холестерин сыворотки крови

Возраст, (годы)	г/л	мм/л
0-19	1,2-2,3	3,1-5,9
20-29	1,2-2,4	3,1-6,2
30-39	1,4-2,7	3,6-7,0
40-49	1,5-3,1	3,9-8,0
50-59	1,6-3,3	4,1-8,5
60 - 85	-----	Муж. – 4,3- 6,9, жен. - 5,0-9,0

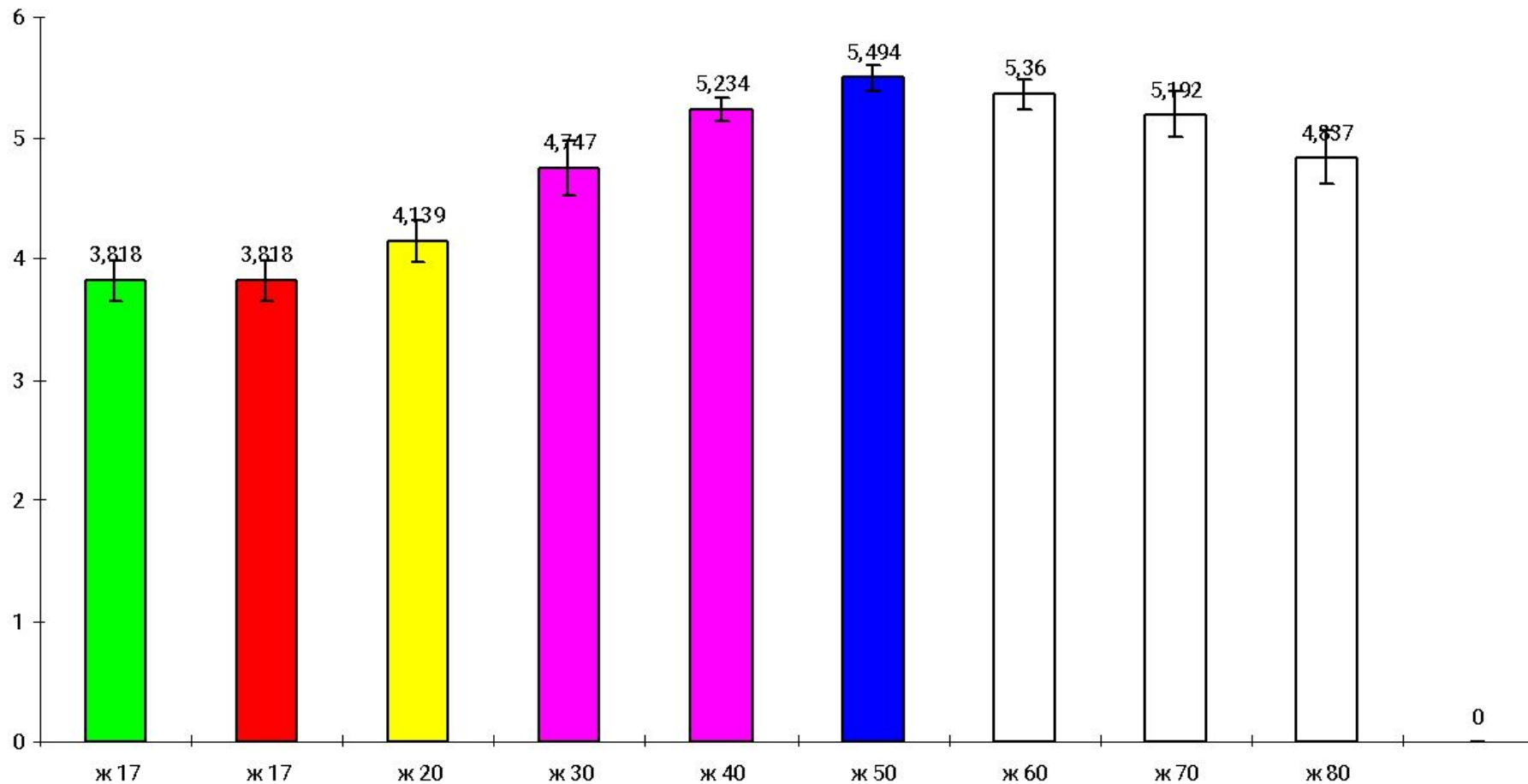
Название серии:

19.04.2013

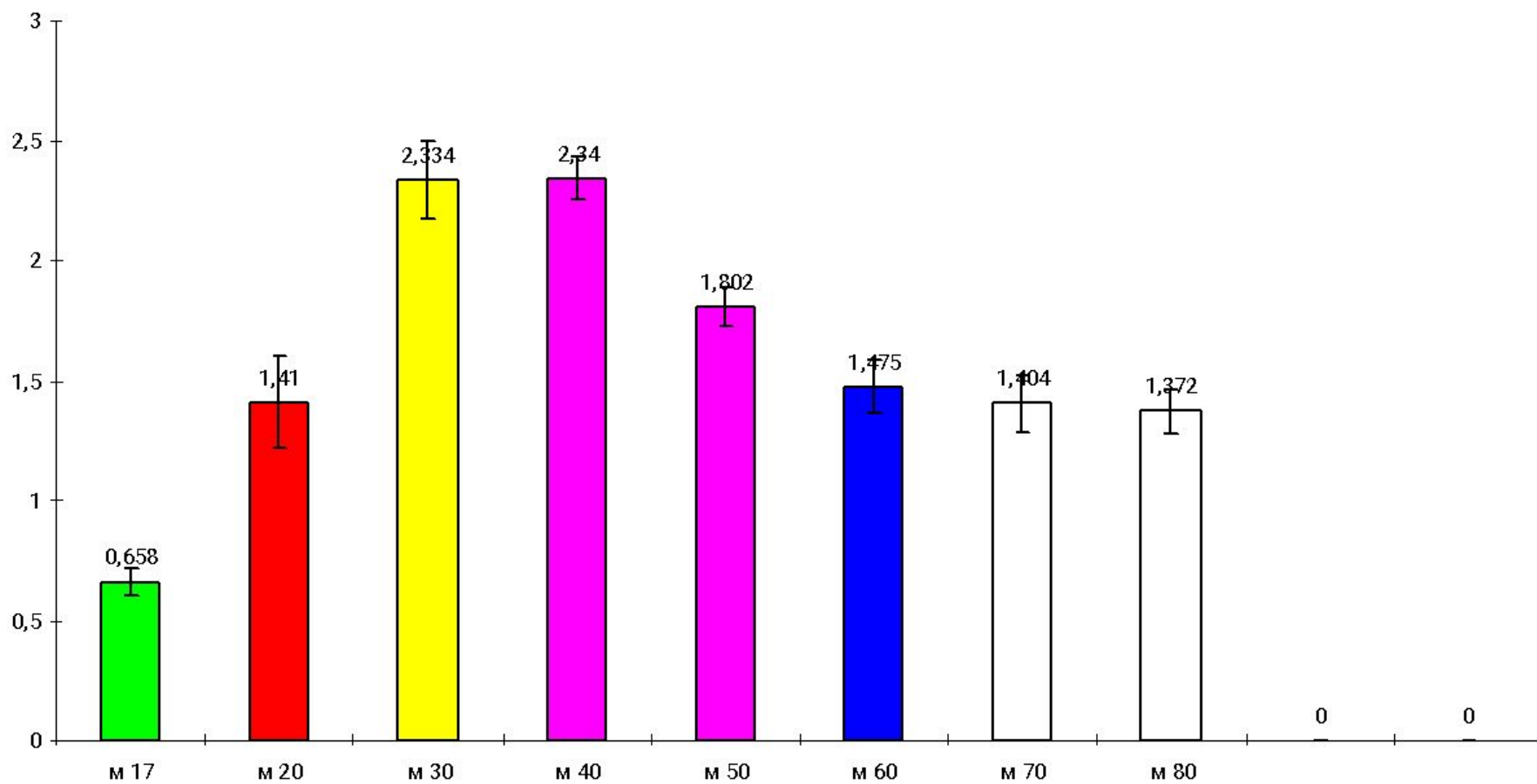
Холестерин общий



Холестерин общий



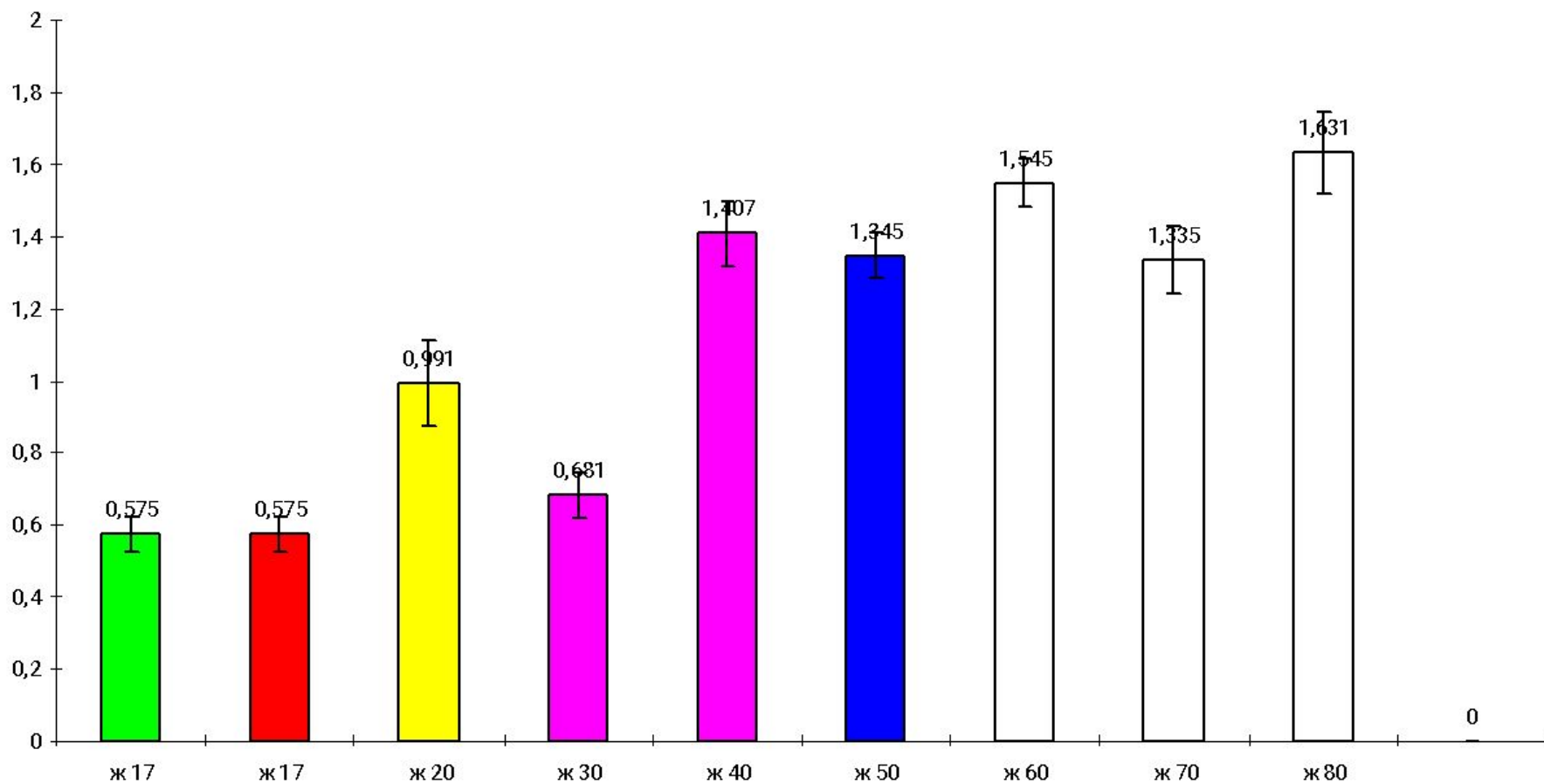
Триглицериды



Название серии:

19.04.2013

Триглицериды



Изменения клеток при старении

- для различных клеток - различны
 - Эпителиоциты эпидермиса, слизистых оболочек живут нескольких дней
 - клетки печени, эритроциты живут в течение месяцев
 - нервные клетки живут в течение всей жизни
- механизм старения клеток по типу «метаболического засорения» — накопления липофусцина

Липофусцин (lipofuscinum)

- липо- + лат. fuscus темный, бурый; син.: пигмент бурый, пигмент желтый, пигмент старения) — гликолипопротеид, рассеянный в цитоплазме клеток органов и тканей в виде мелких жёлто-бурых глыбок, сконцентрированных вокруг ядра.
- накапливается в лизосомах (остаточных телах).
- Основной его источник — недопереваренные при аутофагии митохондрии.
- Содержание липофусцина выше в неделящихся клетках (нейронах, клетках скелетной и сердечной мышечной ткани).
- Содержание Л. увеличивается при старении организма, а также патологиях, связанных с атрофией органов.

Изменения субклеточных структур при старении

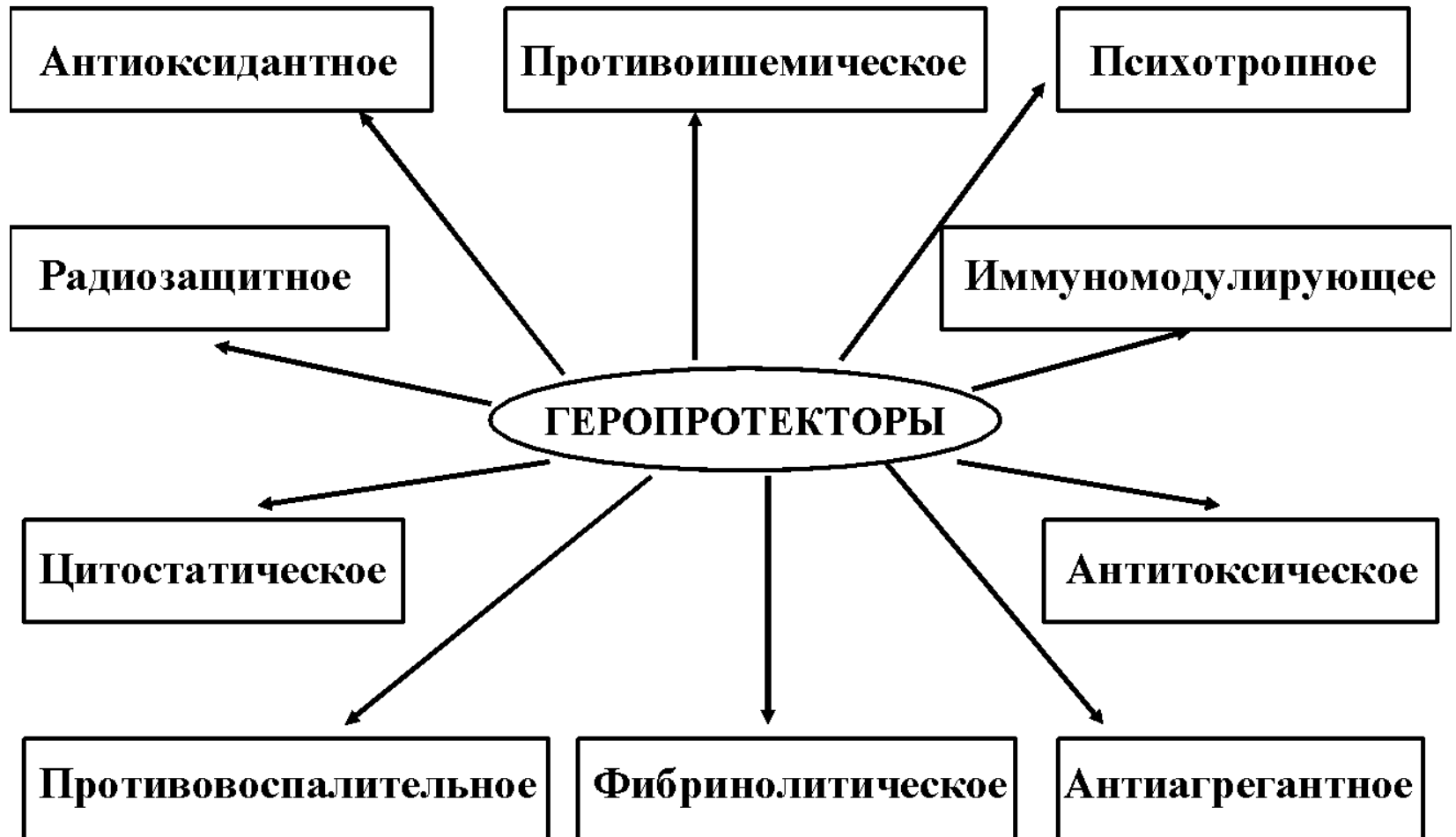
- полиплоидия
- ядерная мембрана образует складки для увеличения площади соприкосновения с цитоплазмой
- расширяются ядерные поры
- появляются функционально неактивные ядерные включения
- очаги деструкции и некробиоза.
- просветление матрикса митохондрий, расширение межкristных промежутков, набухание, разрушение внутренней и наружной мембраны.
- объем митохондрий повышается при снижении площади мембран в каждой митохондрий.

ПРОФИЛАКТИКА СТАРЕНИЯ

Геропротектор – вещество или воздействие, увеличивающее среднюю или (и) максимальную продолжительность жизни животных или человека (Эмануэль Н.М., Обухова Л.К., 1978).

Геропротективное воздействие – факторы, которые снижают темп старения, заболеваемость, улучшают самочувствие и потенциально могут привести к увеличению продолжительности жизни (Мещанинов В.Н., Ястребов А.П., Мякотных В.С., Боровкова Т.А., 2000 - 2003).

Механизм действия геропротекторов



- Гормональные препараты
- Антиоксиданты
- Иммуномодуляторы
- Антидиабетические бигуаниды
- Нейротропные препараты
- Перспективные пути, пока не получившие реализации

Проблемы:

увеличить продолжительность жизни животных более, чем в полтора раза, а людей более, чем на 5 – 7 лет не удалось !!!

Идеальный геропротектор

должен полностью предотвращать повышение вероятности смерти с возрастом = превращение стареющего вида в нестареющий.

В природе существуют нестареющие виды млекопитающих (голый копальщик, *Heterocephalus glaber*) функционирование репродуктивной системы остается на одинаковом уровне независимо от возраста).

Спасибо за внимание!