


**ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ  
ПЕРИОД ОНТОГЕНЕЗА**



**Постэмбриональный период онтогенеза начинается с момента рождения (у млекопитающих) или с выхода из яйцевых или зародышевых оболочек и заканчивается смертью.**

Организм в этот период получает питательные вещества самостоятельно.

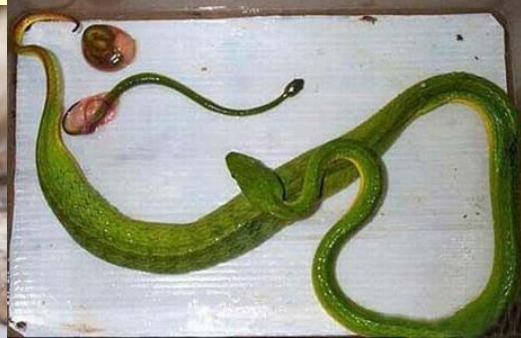
**Постэмбриональное развитие**  
подразделяют на четыре периода:

- **ювенильный** (с момента рождения до половой зрелости);
- **репродуктивный** (зрелости);
- **старости**;
- **смерть** (завершающий период онтогенеза).

Ювенильный период у различных видов животных протекает неодинаково и зависит от типа онтогенеза.

**Различают развитие  
*прямое* и *непрямое* (с метаморфозом).**

При ***прямом*** развитии появившаяся особь сходна со взрослой формой, отличаясь лишь меньшими размерами, иными пропорциями тела и недоразвитием ряда органов и систем (птицы, млекопитающие, рептилии).



При **непрямом** развитии организм претерпевает изменения, превращения – метаморфоз.

Пример у позвоночных – развитие земноводных.



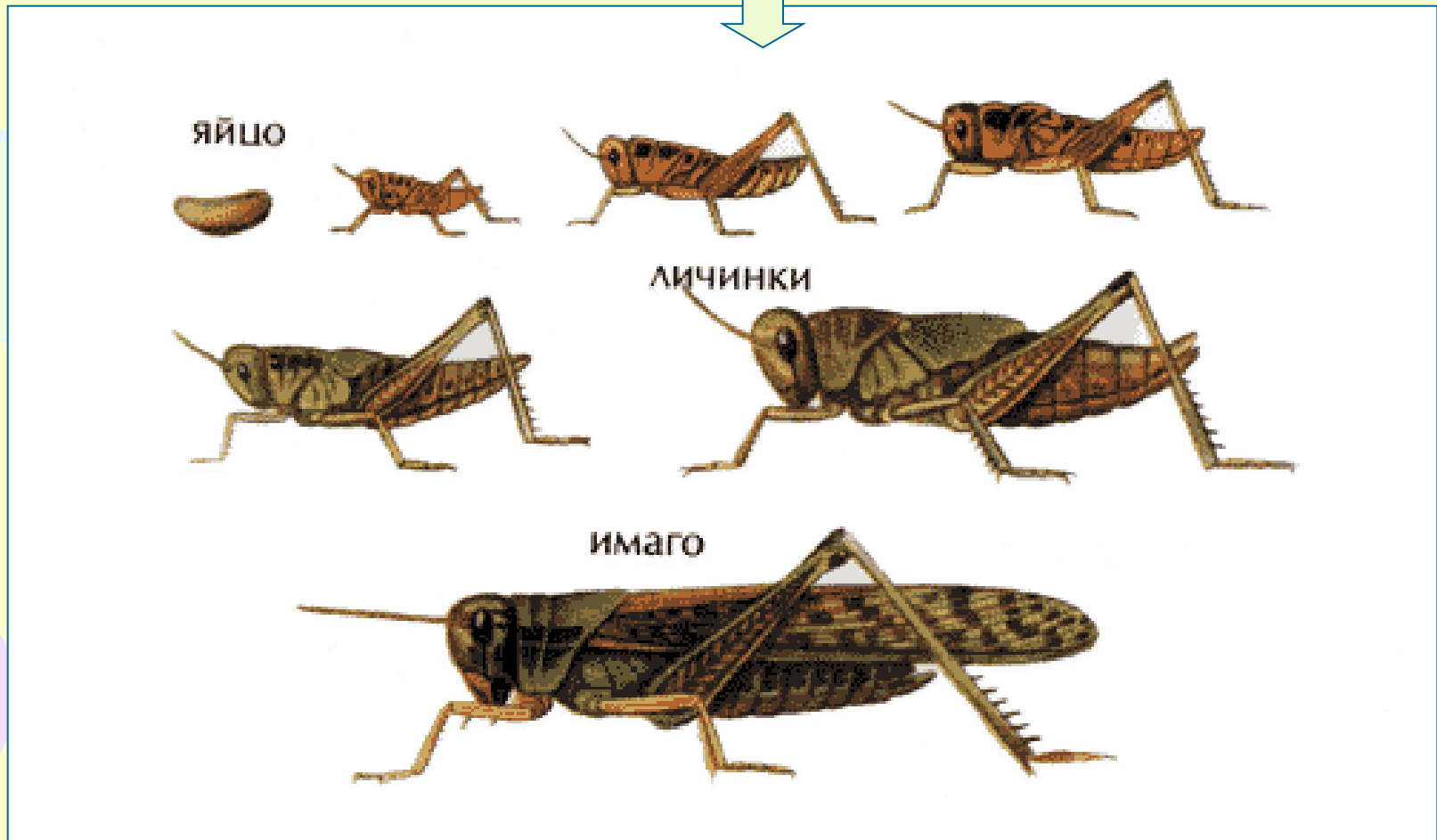
У беспозвоночных метаморфоз бывает *неполный* и *полный*.

- В случае *неполного* метаморфоза вышедший из яйцевых оболочек организм (личинка) отличается от взрослой особи, но не резко.

В своем развитии каждая особь проходит следующие стадии:

**яйцо → личинка → имаго.**

**Примеры животных, развивающихся с неполным метаморфозом: клещи, вши, клопы, тараканы, саранча.**



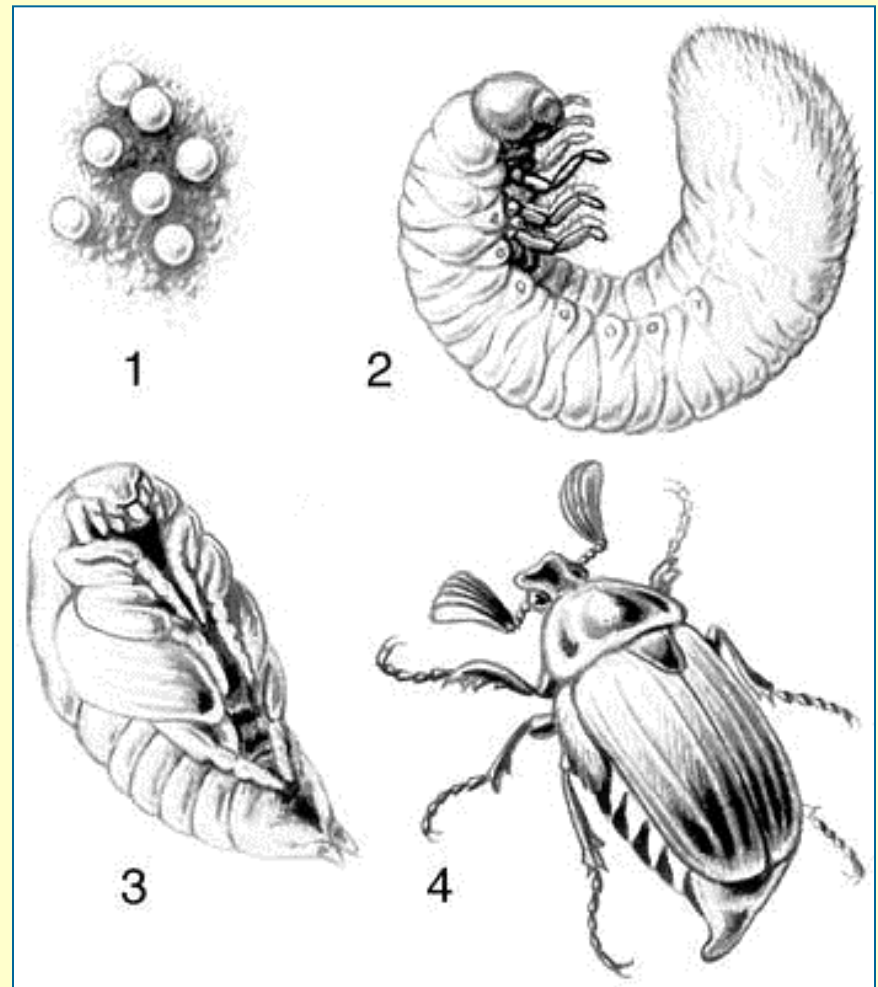
При **полном** метаморфозе вышедшая из яйца личинка резко отличается от зрелой особи. Каждая особь проходит следующие стадии:

**яйцо → личинка → куколка → имаго.**

На стадии куколки происходит два процесса: растворение личиночных органов (*гистолиз*) и формирование органов имаго (*гистогенез*).



*Примеры насекомых, развивающихся с полным метаморфозом: комары, мухи, блохи, бабочки, жуки.*



Развитие с метаморфозом является иллюстрацией **филогенетического закона**

**Мюллера-Геккеля:**

***онтогенез есть краткое повторение филогенеза.***

У одних видов это повторение происходит в эмбриональный период, а у других захватывает и постэмбриональный.

# **Рост и развитие организма**

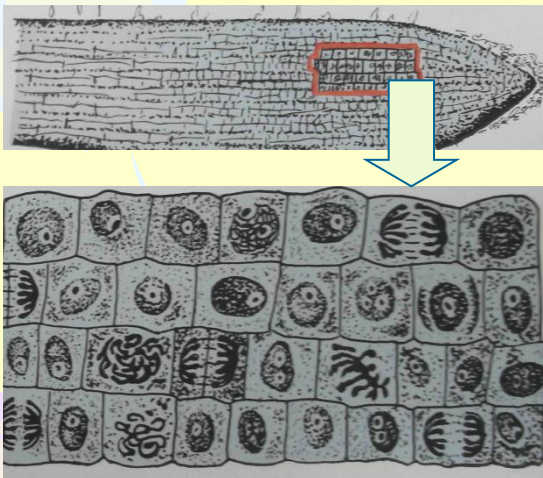
Одной из наиболее характерных черт онтогенеза является увеличение размеров организма – рост.

# **В основе роста лежит:**

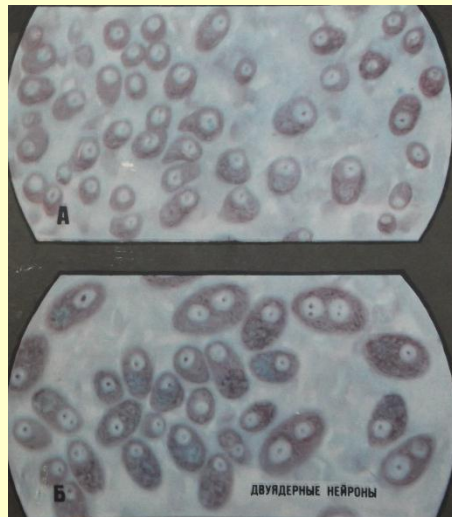
**Увеличение  
числа  
клеток**

**Увеличение  
размеров  
клеток**

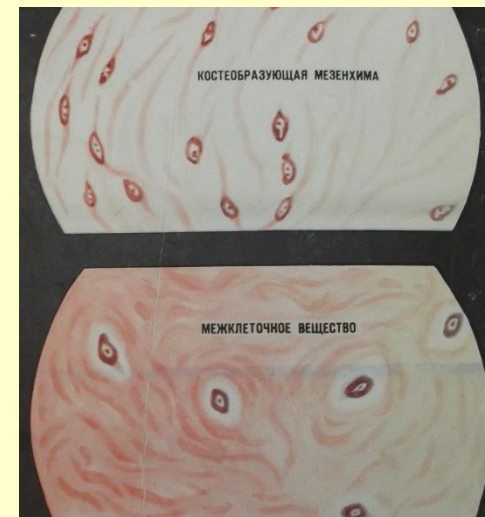
**Накопление  
межклеточного  
вещества**



**Митозы в клетках  
растущего корня  
лука**



**Клетки симпатического  
нервного ганглия  
новорожденного (А) и  
взрослого (Б) кролика**



**Формирующаяся  
костная ткань**

# Классификация типов роста

- **ограниченный** (определенный) – характерен для организмов, растущих до определенного возраста (мухи, птицы, млекопитающие);

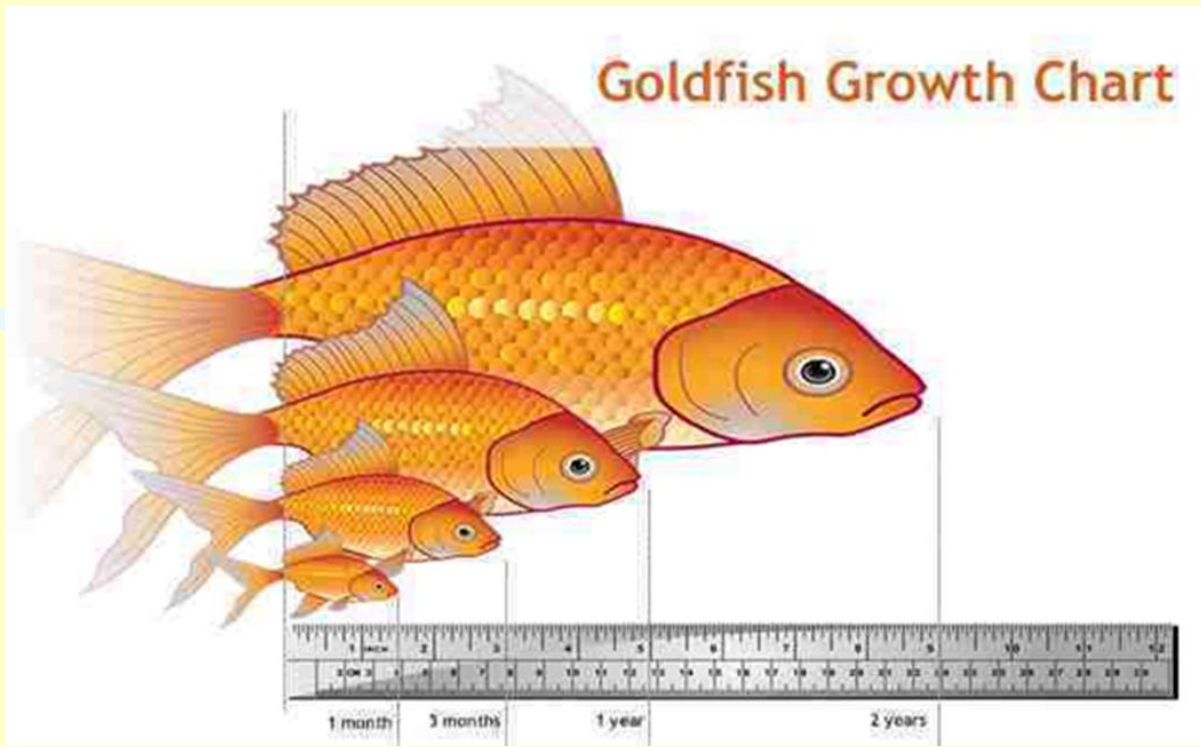


- **неограниченный** (неопределенный) – характерен для тех, кто растет всю жизнь (рыбы, рептилии, раки, моллюски).



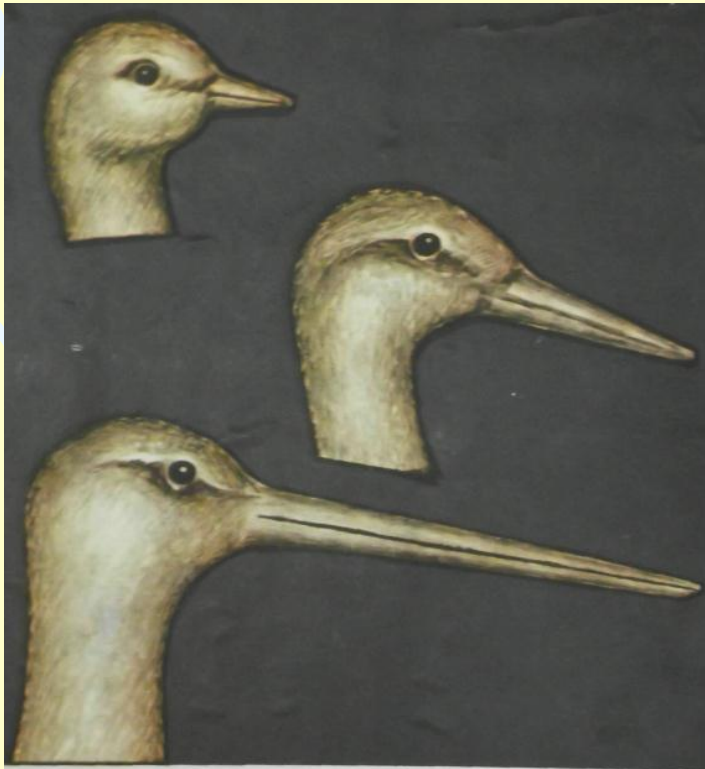
Наряду с этой классификацией, различают рост:

- *изометрический* – размеры органов увеличиваются с такой же скоростью, как и все тело (рыбы, насекомые);





***аллометрический*** – органы растут с различной скоростью, и поэтому пропорции тела изменяются (человек, млекопитающие, некоторые птицы).

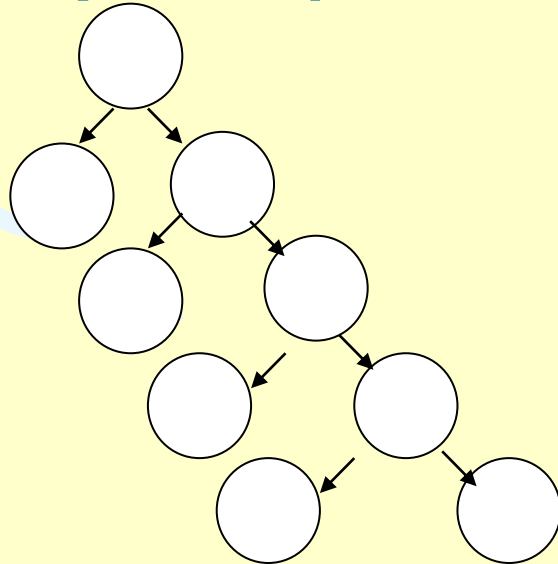


***Аллометрический  
рост клюва у кулика***

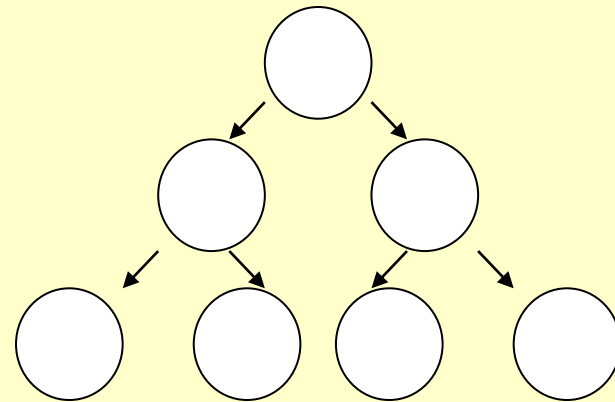
## Типы роста клеток:

- **ауксентичный** – увеличение размеров клеток (коловратки, круглые черви, личинки насекомых);
- **пролиферативный** – увеличение числа клеток за счет их деления:

а) **аккреционный** – после каждого деления в новый митотический цикл вступает только одна из двух дочерних клеток;



б) **мультипликативный** – многократное деление всех клеток.



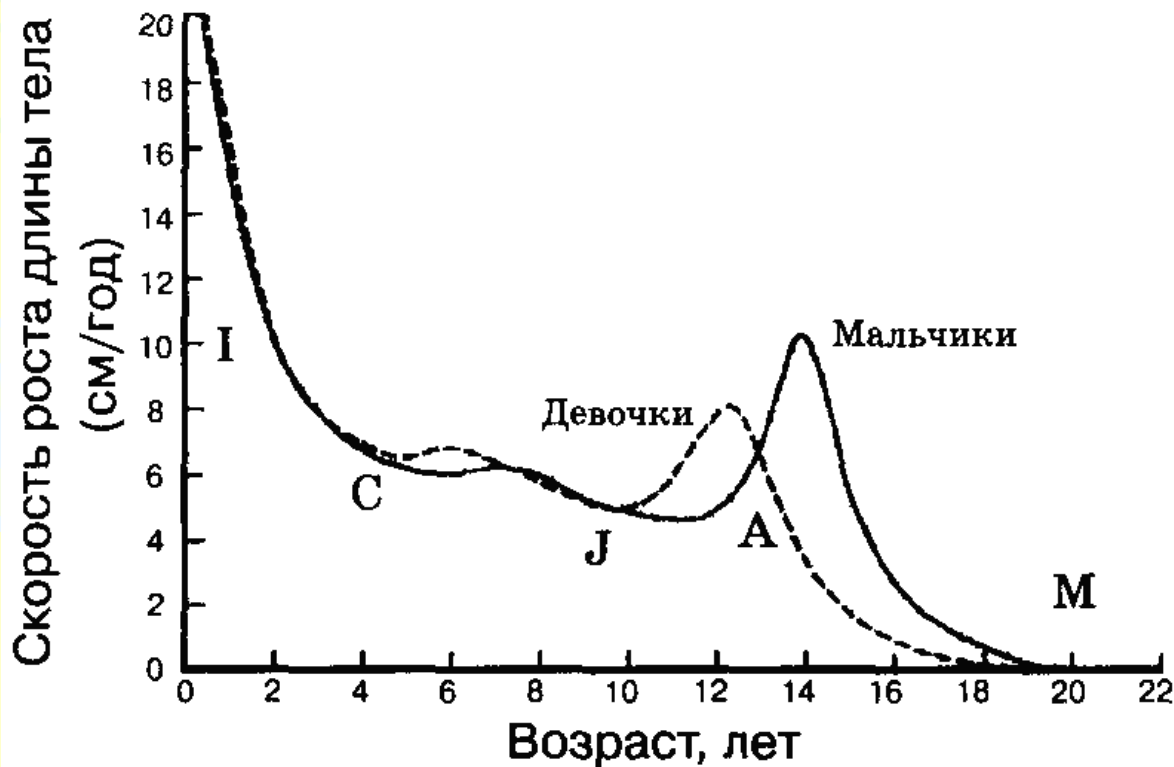


# **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА**

(по И.И. Шмальгаузену)

- **интенсивность роста наиболее высока в начале онтогенеза, а затем снижается, и в разные периоды она не одинакова;**
- **в онтогенезе происходит чередование периодов роста и дифференцировки;**
- **дифференцировка ведет к качественным изменениям клеток, обуславливающих уменьшение или полную потерю ими способности к размножению (например, нервные клетки).**

## Самый интенсивный рост у человека наблюдается на 1-ом году жизни – 23-25 см.



«Пубертатный скачок» роста соответствует периоду полового созревания:

- у мальчиков – 13-14 лет
- у девочек – 11-12 лет

По наступлению всех стадий девочки опережают мальчиков:

I – младенчество

C – детство

J – ювенильный период

A – подростковый период

M – взрослая стадия

# Регуляция роста и развития

На процессы роста и развития оказывают влияние внешние и внутренние факторы.

## Внешние факторы:

- свет,
- питание,
- температура,
- влажность,
- концентрация кислорода,
- электромагнитное излучение,
- микроэлементы,
- сезонные явления и т.д.

Они влияют на скорость роста и развития.

## Внутренние факторы:

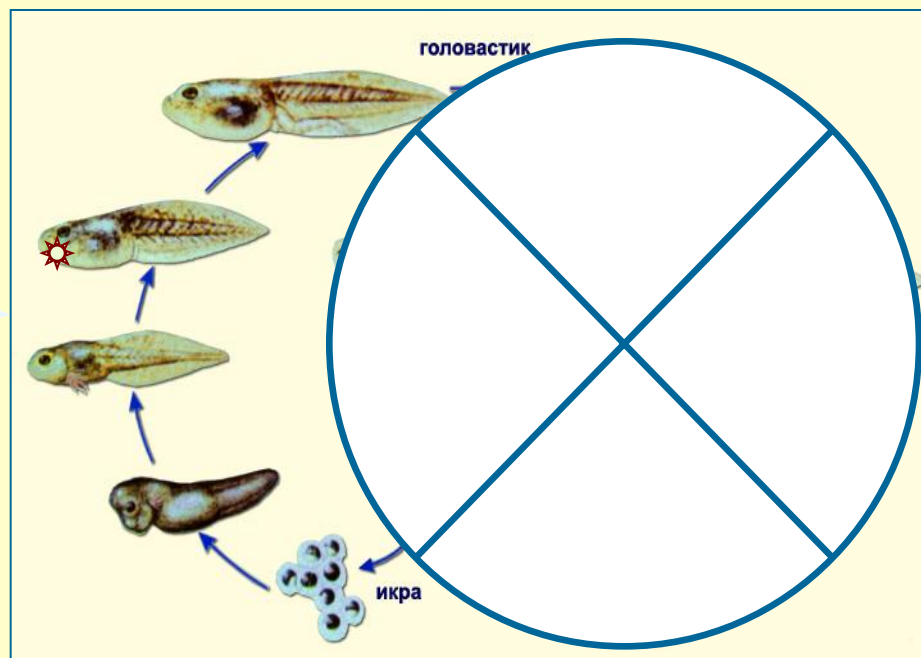
- **наследственность** (известно, что рост наследуется по типу полимерии. Полимерия – тип взаимодействия генов, при котором несколько неаллельных генов определяют один и тот же признак, усиливая его. Чем больше в генотипе доминантных генов, тем ярче выражен признак. Так, человек с генотипом  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$  имеет рост 180 см, с генотипом  $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$  – 150 см).
- **эндокринная и нервная системы (нейроэндокринная регуляция).**

# ***Нейроэндокринная регуляция роста и развития***

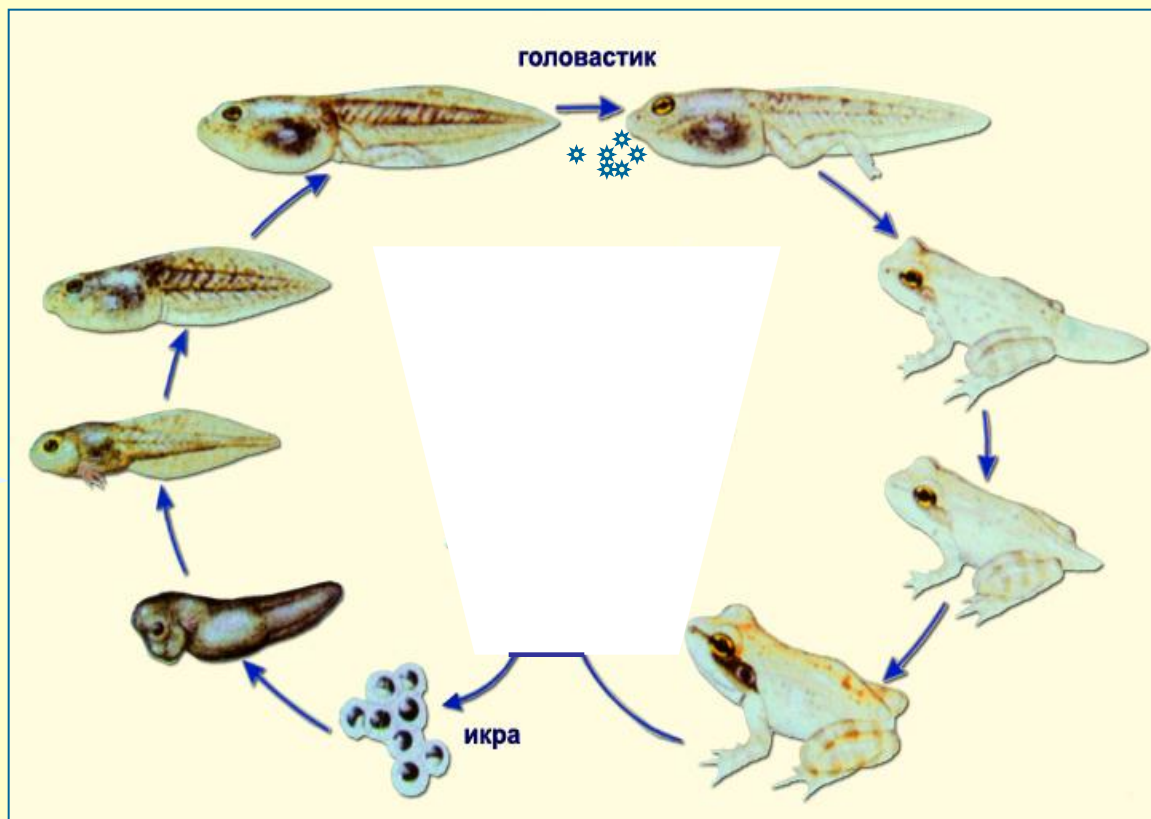
Нервные клетки беспозвоночных и позвоночных животных вырабатывают нейросекреты (нейрогормоны), а эндокринные железы – гормоны. Деятельность эндокринных желез, имеющих отношение к росту и развитию (гипофиз, щитовидная, надпочечники и половые), регулируется нейрогормонами.

У **земноводных** превращение головастика в лягушку происходит под воздействием гормона **ЩИТОВИДНОЙ железы – тироксина.**

• В эксперименте было показано, что при удалении щитовидной железы головастики в лягушку не превращаются.



И, наоборот, если головастикам добавлять в пищу вытяжку щитовидной железы, то они быстро превращаются в миниатюрных лягушек.

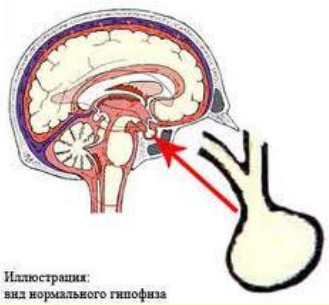


• **Половые железы** вырабатывают половые гормоны (**андрогены и эстрогены**), под влиянием которых развиваются вторичные половые признаки.

• **Надпочечники** вырабатывают гормоны, влияющие на обмен веществ, **рост** и дифференцировку клеток.

**У млекопитающих**, в том числе и у человека, большая роль в регуляции роста принадлежит **гипофизу** и **щитовидной железе**.





Гипофиз состоит из трех долей – передней, средней и задней.

**Передняя доля гипофиза** вырабатывает следующие гормоны:

- **АКТГ** – адренокортикотропный гормон,
- **ТТГ** – тиреотропный гормон,
- **ГТГ** – гонадотропный гормон,
- **СТГ** – соматотропный гормон.

На процесс роста оказывает влияние **соматотропный гормон**, который управляет синтезом белка в клетке.

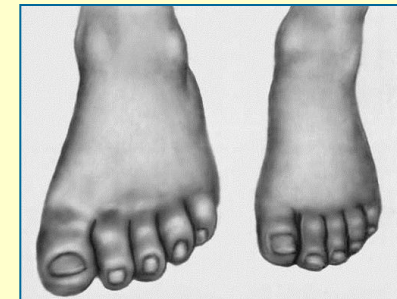
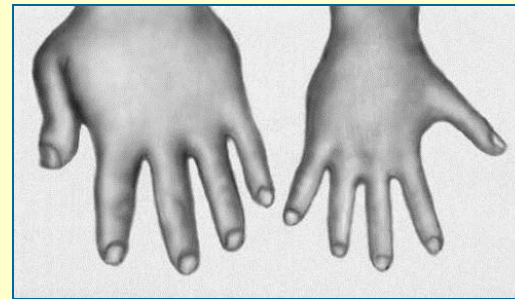
При **гипофункции** передней доли гипофиза в детском возрасте возникает заболевание **нанизм (гипофизарная карликовость)** – маленький рост (около 100 см) при сохранении пропорций тела, детские черты лица, недоразвитие вторичных половых признаков, бесплодие.



Гиперфункция передней доли гипофиза в раннем возрасте ведет к *гигантизму* (рост более 200 см).



Если этот гормон вырабатывается в период зрелости, то возникает заболевание – **акромегалия** (разрастание выступающих частей тела – носа, подбородка, скул, пальцев и т.д.).





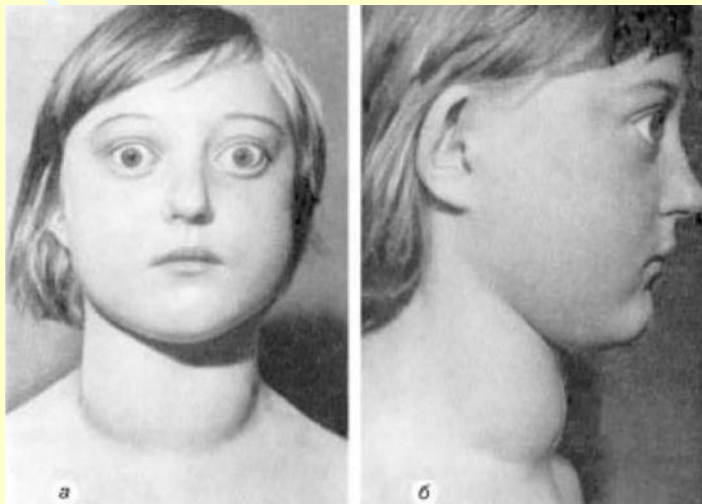
Щитовидная железа вырабатывает гормон *тироксин*, который в клетке управляет энергетическим обменом.

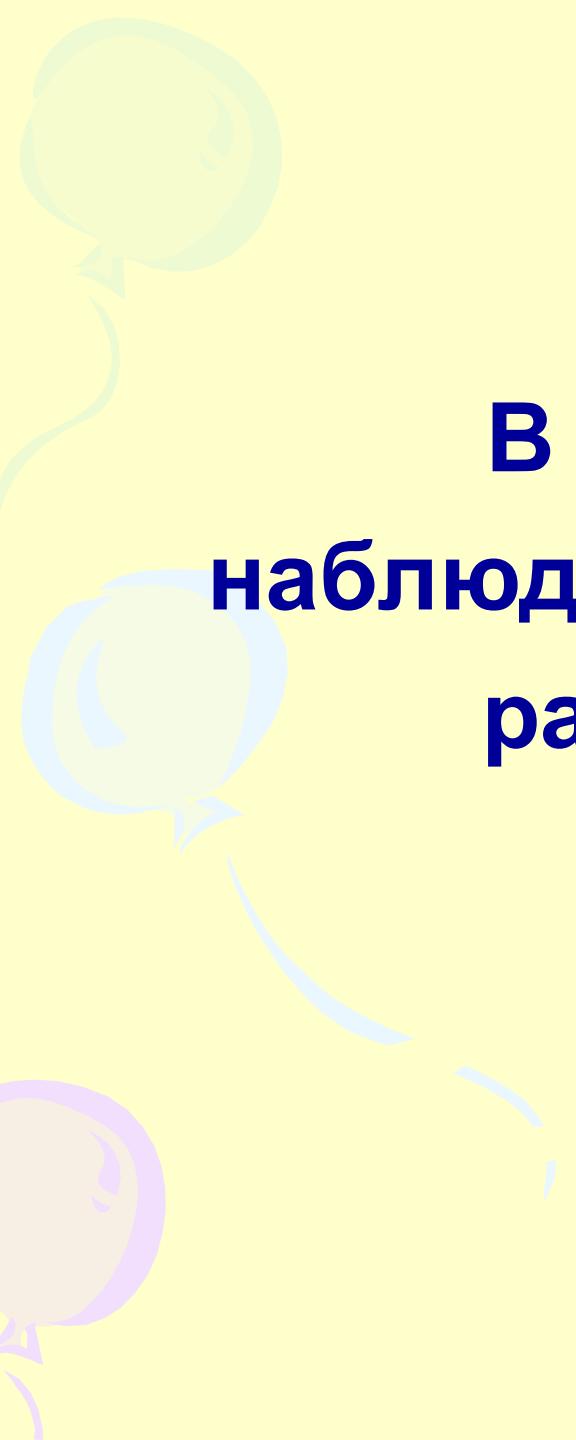


При гипофункции щитовидной железы развивается *кретинизм* (низкий рост, нарушенные пропорции тела, деформация костей, бесплодие, умственная отсталость). Это наследственное заболевание. **При недостаточном поступлении йода с пищей может развиваться фенокопия кретинизма.**



**Гиперфункция щитовидной железы ведет к базедовой болезни (зоб, пучеглазие, тахикардия).**



The slide features a light yellow background with three decorative balloons on the left side. The top balloon is light green, the middle one is light blue, and the bottom one is light purple. Each balloon is connected to a thin, wavy line that extends downwards and to the right.

**В последние 100-150 лет  
наблюдается ускорение роста и  
развития человека –  
*акселерация.***



# Акселерация



## Причины

*Улучшение  
питания  
населения*

*Миграция  
населения и  
рост числа  
смешанных  
браков*

*Увеличение  
радиоактивного  
фона и действия  
радиации*

*Напряженный  
темп городской  
жизни*

*Увеличение  
продолжительности  
светового дня*

# ***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАРЕНИЯ.***

Продолжительность жизни у разных видов неодинакова и варьирует в диапазоне от нескольких минут (бактерии) до нескольких тысячелетий (дубы, баобабы).

А от чего же зависит продолжительность жизни?

Французский ученый **Жорж Бюффон** обнаружил связь между продолжительностью жизни и периодом роста, а именно, **продолжительность жизни в 5 – 8 раз превышает длительность периода роста.**

**Примеры:**

- **собака растет 2 года – живет 10-15 лет;**
- **корова растет 4 года – живет 20 лет;**
- **верблюд растет 8 лет – живет 40 лет.**

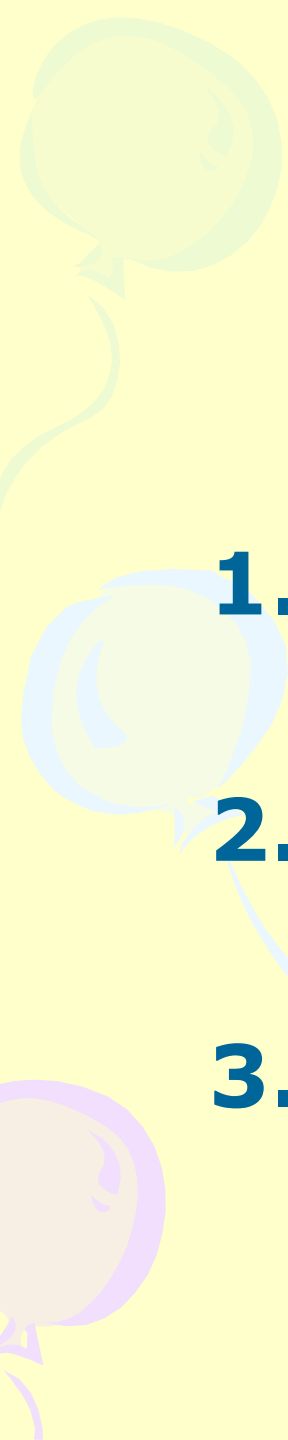
Однако коэффициент Бюффона справедлив не для всех видов животных.

## Продолжительность жизни человека

Сколько должен жить человек? Разные ученые дают на этот вопрос неоднозначные ответы: **от 70 до 200 лет.**

Если воспользоваться коэффициентом Бюффона, то продолжительность жизни человека должна быть в пределах от 100 до 160 лет.

Для человека ученые пользуются таким показателем, как **средняя продолжительность жизни.**



# **Факторы, влияющие на продолжительность жизни человека:**

**1. биологические,**

**2. природно-климатические,**

**3. социальные.**

## **1. Биологические:**

- **генотип** (68% долгожителей г. Киева имели родителей долгожителей; японские ученые обнаружили в хромосоме №1 ген старения; различия в средней продолжительности жизни у монозиготных близнецов меньше, чем у дизиготных);
- **тип высшей нервной деятельности** (дольше живут люди, имеющие сильный тип высшей нервной деятельности);
- **половая принадлежность** (женщины живут дольше мужчин; в России в 2020 году прогнозируют рост средней продолжительности жизни до 73,87 года, у женщин до 78,66, у мужчин до 68,87 года).

## 2. Природно-климатические

*На Земле имеются географические районы с повышенным числом долгожителей.*

*Кавказ*



*Якутск*



*Прибалтика*



**3. Социальные** - это ведущие факторы. В 1913 г. средняя продолжительность жизни в России составила 32 года, в 1990 – 70 лет, в 2019 - 73,4 г. (65,92 у мужчин, 76,71 у женщин).

Увеличение средней продолжительности жизни людей более чем в 2 раза за столь короткий период времени объясняется только социальными факторами:

- **полноценное питание,**
- **правильный режим труда и отдыха,**
- **запрещение детского труда,**
- **механизация труда,**
- **развитие медицины,**
- **занятия физкультурой и т.д.**



# Биологические аспекты старения



# Биологические аспекты старения

*Старение – комплекс морфофизиологических и биохимических изменений, наблюдающихся во всех органах и тканях организма и ведущих к его разрушению.*

Процесс старения захватывает все уровни структурной организации организма – молекулярный, клеточный, тканевой, органный.

Результатом старения является снижение с возрастом жизнеспособности особи, уменьшение ее приспособленности и ослабление гомеостатических механизмов. Существуют внешние и внутренние признаки старения.

# Хронологический и биологический возраст

**Биологический возраст – совокупность показателей состояния индивида, по сравнению с соответствующими показателями здоровых людей этого же возраста данной эпохи, этноса, географических условий существования.**

Критерии оценки биологического возраста для взрослых:

1. Сердечно-сосудистая система
2. Органы чувств
3. Психика
4. Двигательный аппарат
5. Состояние зубов
6. Состояние костной системы (остеопороз)



# Хронологический и биологический возраст

Хронологический = Биологический

Физиологическое старение

Хронологический > Биологический

Перспектива длительной предстоящей жизни  
(5-10 лет – хорошо, свыше 10 лет – очень хорошо)

Хронологический < Биологический

Преждевременное старение

Старость может быть **физиологической** и **преждевременной** (связанной с болезнью).

**Физиологическая старость – это закономерный процесс - постепенное развитие характерных для данного вида старческих изменений, ограничивающих способность организма к адаптации к факторам среды.**

**Предложено более 300 гипотез и теорий физиологического старения, однако популярностью пользуются лишь некоторые из них.**



**Мечников  
Илья Ильич**

**Теория И.И. Мечникова.** Он считал, что **старение – процесс патологический.**

**В основе старения лежит отравление нервных клеток кишечными ядами (индол, крезол, фенол, скатол), которые образуются в толстом кишечнике в результате гнилостного брожения.**

**Для предотвращения процесса старения И.И. Мечников предлагал употребление молочнокислых продуктов (антагонистов гнилостной микрофлоры) и хирургическое укорочение толстого кишечника.**

***Теория Петровой  
Марии Капитоновны***  
(ученица И.П. Павлова).



**Процесс старения тесно связан с состоянием центральной нервной системы.** В эксперименте с собаками автор показала, что **стрессовые ситуации** (пожар, наводнение) **приводят к неврозам и сокращению продолжительности жизни** подопытных животных.





Леопольд  
Ружичка

## Теория чешского ученого Л. Ружичка.

Старение связано с изнашиванием коллоидных систем клеток. С возрастом коллоидные частицы цитоплазмы укрупняются за счет слипания и переходят из гидрофильных в гидрофобные. Цитоплазма теряет воду – нарушаются обменные процессы.



Богомолец  
Александр  
Александрович

## Теория академика А.А. Богомольца.

По его мнению, в основе старения лежит изнашивание соединительной ткани, которая обеспечивает физиологическую активность организма. В результате нарушается питание, теряется вода, снижается тургор тканей.

## **Гипотеза «накопления ошибок»**

С возрастом при репликации ДНК растёт число ошибок в генетическом коде, что ведёт к накоплению чужеродных белков. С увеличением возраста их количество увеличивается до такой степени, что они нарушают обмен веществ.

## Аутоиммунная теория.

Основными компонентами иммунных реакций являются Т- и В-лимфоциты, обеспечивающие клеточный и гуморальный иммунитет.

С возрастом Т- и В-лимфоциты начинают хуже выполнять свои функции и, кроме того, **теряют способность узнавать клетки собственного организма, начиная вырабатывать против них антитела.** В результате происходит реакция «антиген – антитело». Существуют заболевания, имеющие аутоиммунную природу: ревматизм, гломерулонефрит и др.

## **Гипотеза свободных радикалов.**

В норме в клетке в ходе окислительно-восстановительных процессов образуются **свободные радикалы** – химические частицы, имеющие на внешней орбите неспаренные электроны. В молодом возрасте свободные радикалы нейтрализуются в клетке антиоксидантами (витамины А, Е, С, каротиноиды и др.). Свободные радикалы очень активны в химическом отношении и вступают в связь с молекулами ДНК, РНК, белками, нарушая их функции.

В опытах на крысах было показано, что при поступлении с пищей антиоксидантов жизнь животных увеличивается в 1,5 раза.

# Адаптационно-регуляторная теория

В.В. Фролькиса.

В отличие от предыдущих авторов, Владимир Вениаминович Фролькис рассматривает старение как сложный, многофакторный, внутренне противоречивый процесс. Старение характеризуется, с одной стороны, угнетением обмена веществ, а с другой – адаптацией организма к изменяющимся условиям существования.

**Процесс старения захватывает все уровни регуляции организма:**

- на уровне генетического аппарата – сокращение числа активных генов;*
- на уровне энергетического обмена – замена кислородного окисления на бескислородное;*
- на уровне общерегуляторных систем – сдвиги в центральной нервной системе, разлад между корой и подкоркой.*

**Примерами адаптации организма в процессе старения можно назвать увеличение числа ядер и органелл в клетках, переход от кислородного этапа к гликолизу, повышение чувствительности клеток к гормонам.**





## **Теория биологических часов.**

В 1961 году Леонард Хейфлик наблюдал, как клетки человека, делящиеся в клеточной культуре, умирают приблизительно после 50 делений и проявляют признаки старения при приближении к этой границе. Граница количества делений соматических клеток названа **пределом или лимитом Хейфлика.**

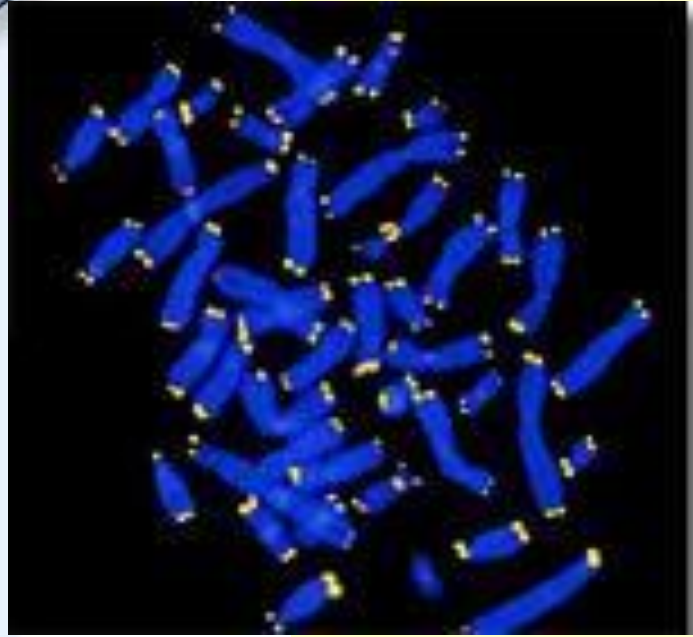
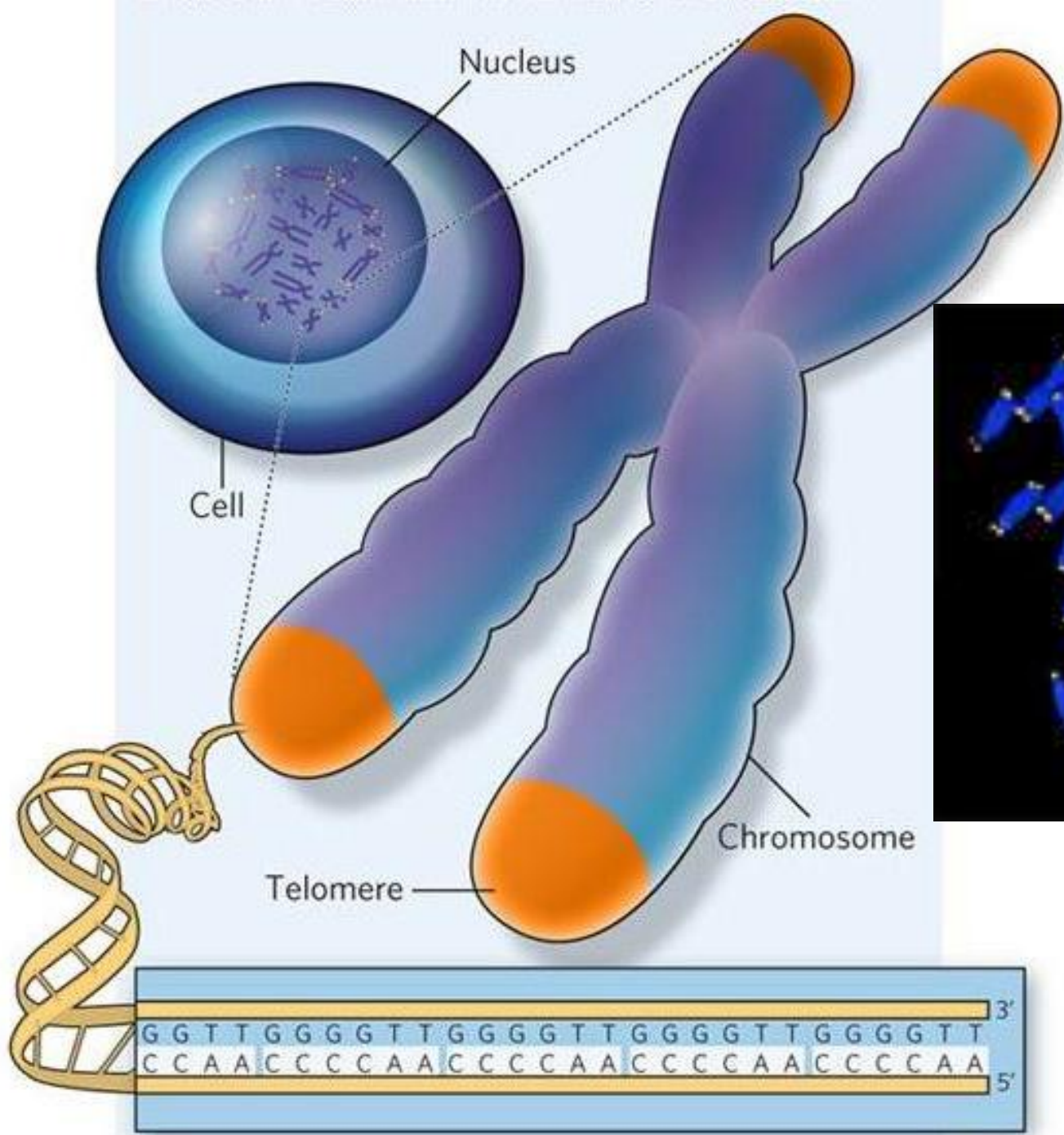


Впервые гипотезу, объясняющую экспериментальные данные Хейфлика, в 1971 г. выдвинул советский учёный Алексей Матвеевич Оловников, предложив

теорию **маргинотомии** — отсчёта клеточных делений и старения вследствие недорепликации последовательностей ДНК на концах хромосом (теломерных участков). Как известно, молекула ДНК способна к репликации перед каждым делением клетки. При этом имеющиеся у неё на концах теломеры после каждого деления клетки укорачиваются. В каждом цикле деления теломеры клетки укорачиваются из-за неспособности ДНК-полимеразы синтезировать копию ДНК с самого конца. Она в состоянии лишь добавлять нуклеотиды к уже существующей 3'-гидроксильной группе праймера (фрагмента иРНК).

В 1998 году вывод о теломерном механизме ограничения числа делений клетки подтвердили американские исследователи-экспериментаторы, преодолевшие предел Хейфлика путём активации теломеразы – фермента обеспечивающего удлинение теломер. Клетки, в которых функционирует теломераза (предшественники половых, раковые), бессмертны. В обычных (соматических) клетках теломераза «не работает».

В дальнейшем за открытие механизмов защиты хромосом от концевой недорепликации с помощью теломер и теломеразы в 2009 году присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине Элизабет Блекберн, Кэрол Грейдер, Джеку Шостаку. Таким образом, **длина теломеров хромосом определяет продолжительность жизни клеток и организма в целом.**





## ***Доказательства справедливости этой теории:***

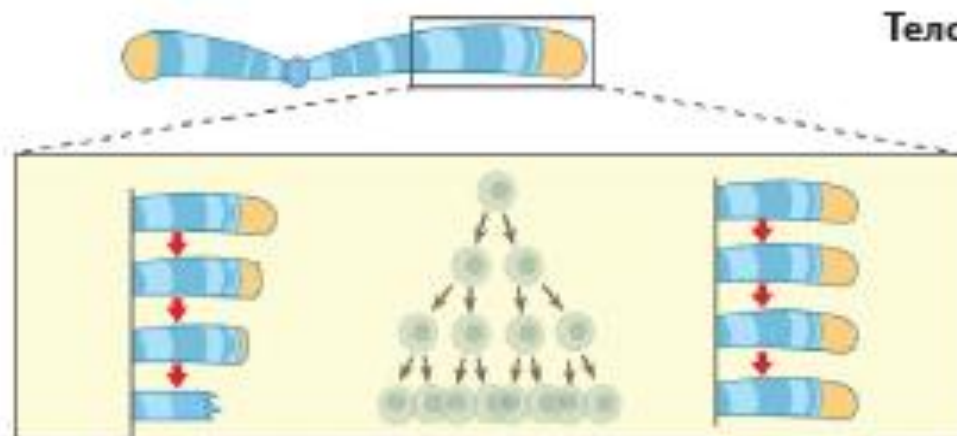
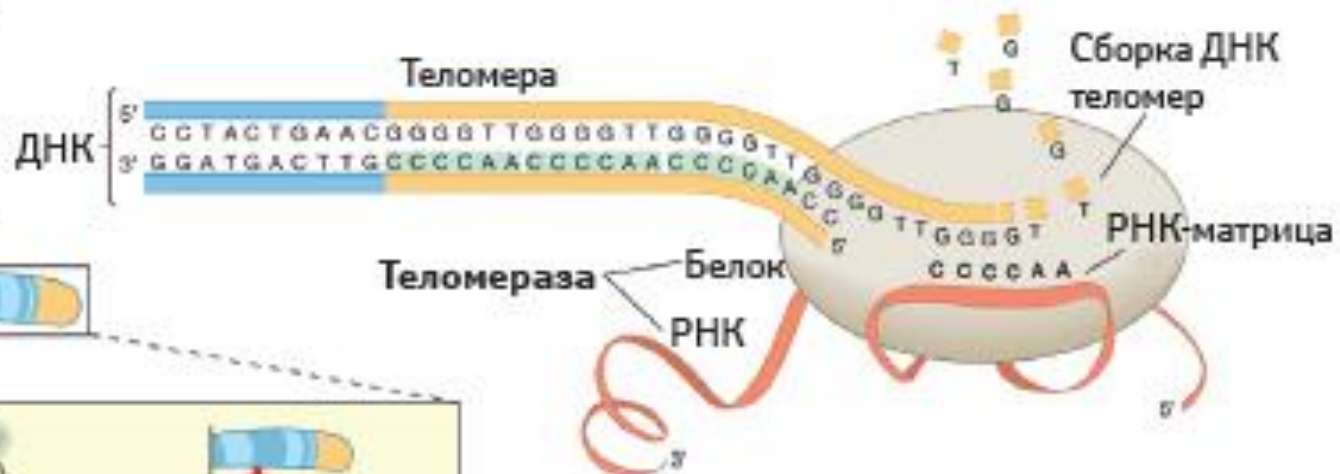
Известно наследственное заболевание *прогерия* – преждевременное старение (ребенок в возрасте 11-15 лет выглядит как 70-летний старик). Оказалось, что длина теломеров хромосом у этих больных такая же, как и у стариков.



Удалось получить гибридные клетки, у которых хромосомы с укороченными теломерами заменены на хромосомы с длинными теломерами. В результате старые клетки начинали функционировать как молодые. Процесс старения пошел вспять!

Вместе с тем в предшественниках половых клеток и клетках раковой опухоли не происходит укорочения теломеров, поэтому они могут делиться неограниченное число раз. Укорочению теломеров препятствует фермент *теломераза*, обнаруженный в этих клетках. Учеными ведется поиск генов, ответственных за синтез теломеразы.

**Б. Синтез теломер**  
 ДНК теломер создается посредством фермента теломеразы



Теломераза состоит из протеина и РНК, где последняя выполняет роль матрицы для синтеза ДНК теломер

Если теломераза не достраивает теломер, хромосома укорачивается при каждом делении, пока теломера не разрушится и хромосома начинает деградировать

Теломераза поддерживает постоянную длину теломер. Поэтому хромосома копируется целиком, не укорачиваясь



# Основные направления борьбы с преждевременным старением

По данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье человека (равно как и продолжительность жизни) зависит от следующих факторов:

- **наследственность – 20%,**
- **состояние окружающей среды – 20%,**
- **уровень развития медицины – 10%,**
- **образ жизни – 50%.**

Как видим, здоровье человека на 50% зависит от его образа жизни. Таким образом, прав французский ученый А. Дастр, который писал:

**"Искусство продления жизни – это искусство не сокращать ее".**

# Долголетие

**наследственность  
образ жизни  
питание**

**ФОРМУЛА ДОЛГОЛЕТИЯ = -----**

**вредные привычки,  
избыточный вес,  
сердечно-сосудистые заболевания  
« - 17 лет»  
инфекционные заболевания  
« - 2,5 года»  
эндокринные заболевания  
« - 2,5 года»**

Поэтому в качестве основных направлений увеличения продолжительности жизни человека можно предложить следующие:

- **Улучшение условий труда и быта.**
- **Качественное питание, без переедания** (лишние 4 кг веса сокращают жизнь на 1 год).
- **Улучшение медицинского обслуживания.**
- **Регулярные занятия физкультурой** (два 2-х часовых занятия в неделю греблей, плаванием, теннисом, футболом увеличивают среднюю продолжительность жизни на 7-9 лет).

**•Борьба с вредными привычками** (две выкуренные пачки сигарет в день сокращают продолжительность жизни на 8 лет; средняя продолжительность жизни алкоголиков меньше по сравнению со средними данными для всей популяции людей на 20%).


**•Оздоровление психологического микроклимата в семье, в коллективе.**

**•Охрана окружающей среды.**



Пройдите по ссылке, чтобы  
выполнить тест

<https://forms.gle/MLuijto3DQmSyfPu9>



Благодарю за  
внимание