



## ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАРЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

**Ахметова Гульнара Амановна**

Заведующая кафедрой биохимии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби

г. Алматы, Республика Казахстан

**Серикбаев Даурен Ерланович**

Старший преподаватель кафедры молекулярной биологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби

г. Алматы, Республика Казахстан

**Жанузакова Аружан Тимуровна**

Студентка факультета биологии и биотехнологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби

г. Алматы, Республика Казахстан

### Аннотация

Процессы старения представляют собой сложный биологический феномен, включающий множественные молекулярные и клеточные изменения. Современные исследования позволили выделить ключевые молекулярные механизмы, влияющие на продолжительность жизни и развитие возраст-ассоциированных заболеваний. В данной статье рассмотрены основные гипотезы и молекулярные процессы, лежащие в основе старения: укорочение теломер, митохондриальная дисфункция, эпигенетические изменения, нарушение протеостаза и окислительный стресс. Также проанализировано влияние этих механизмов на здоровье человека и возможность разработки стратегий замедления старения и профилактики возрастных заболеваний.

**Ключевые слова:** старение, молекулярные механизмы, теломеры, митохондрии, эпигенетика, окислительный стресс, долголетие, возрастные заболевания

### Введение

Старение — неизбежный биологический процесс, сопровождающийся снижением функциональных возможностей организма и повышением риска развития хронических заболеваний. За последние десятилетия благодаря достижениям молекулярной биологии и биохимии появились новые подходы к изучению старения на клеточном и молекулярном уровнях.

Основное внимание уделяется выявлению механизмов, которые определяют скорость старения, а также разработке способов замедления этих процессов. Понимание молекулярных основ старения открывает перспективы для увеличения продолжительности и улучшения качества жизни.

## **Основные молекулярные механизмы старения**

### **1. Укорочение теломер**

Теломеры — это концевые участки хромосом, защищающие ДНК от деградации. С каждым делением клетки теломеры укорачиваются, что приводит к репликативному старению клеток. Исчерпание теломерного запаса связано с утратой пролиферативной способности клеток и развитием возрастных патологий, включая онкологические и сердечно-сосудистые заболевания.

### **2. Митохондриальная дисфункция**

Митохондрии играют ключевую роль в производстве энергии, а также в регуляции апоптоза и метаболических процессов. С возрастом накапливаются мутации в митохондриальной ДНК, снижается эффективность дыхательной цепи, усиливается образование активных форм кислорода (АФК), что ведёт к повреждению клеточных структур.

### **3. Окислительный стресс**

Окислительный стресс — результат дисбаланса между образованием АФК и антиоксидантной защитой. Повышенное содержание АФК повреждает липиды, белки и ДНК, способствуя старению клеток. Активное участие в этих процессах принимают свободные радикалы, особенно в тканях с высоким метаболизмом.

### **4. Нарушение протеостаза**

Протеостаз — поддержание стабильности и функциональности белков. С возрастом снижается эффективность систем контроля качества белков: убиквитин-протеасомной и аутофагической систем, что приводит к накоплению повреждённых белков и формированию агрегатов, типичных для нейродегенеративных заболеваний.

### **5. Эпигенетические изменения**

Изменения в метилировании ДНК, модификации гистонов и экспрессии некодирующих РНК с возрастом нарушают регуляцию генов, особенно связанных с клеточным циклом, метаболизмом и иммунным ответом. Эпигенетические часы — один из перспективных биомаркеров биологического возраста.

## Влияние на здоровье человека

Процессы старения напрямую связаны с повышением уязвимости к различным патологиям:

- **Сердечно-сосудистые заболевания**, связанные с воспалением, нарушением сосудистой функции и атеросклерозом.
- **Нейродегенеративные заболевания**, включая болезнь Альцгеймера и Паркинсона, вызванные накоплением токсичных белков и снижением нейропластичности.
- **Метаболические нарушения**, такие как диабет 2 типа и ожирение, часто сопровождающие старение.
- **Иммунное старение**, при котором снижается эффективность иммунного ответа, повышается риск инфекций и онкологических заболеваний.

## Современные подходы к замедлению старения

Современные научные исследования предлагают следующие стратегии:

- **Фармакологические средства**: ингибиторы mTOR, метформин, ресвератрол.
- **Генетические и эпигенетические интервенции**: воздействие на экспрессию генов, вовлечённых в старение.
- **Активный образ жизни**: физическая активность, антиоксидантная диета и стресс-менеджмент.
- **Омоложение стволовых клеток** и тканевая регенерация с использованием клеточных технологий и генной терапии.

## Заключение

Старение — сложный и многофакторный процесс, лежащий в основе большинства хронических заболеваний. Изучение его молекулярных механизмов имеет ключевое значение для разработки новых методов продления активного долголетия и улучшения качества жизни. Развитие технологий генной инженерии, биоинформатики и молекулярной медицины открывает новые горизонты в понимании и управлении процессами старения.

## Список литературы

1. Лопухин Ю.М., Зефиоров А.Л. Молекулярные механизмы старения. — М.: Медицина, 2020.
2. López-Otín C., Blasco M.A., Partridge L. et al. The Hallmarks of Aging. *Cell*. 2013;153(6):1194–1217.
3. Gladyshev V.N. Molecular damage in aging. *Nature Aging*. 2021;1(2):109–120.
4. Kennedy B.K., Berger S.L. et al. Geroscience: Linking Aging to Chronic Disease. *Cell*. 2014;159(4):709–713.