

**А.В. Халявкин<sup>1,2</sup>**, канд. биол. наук, **В.Н. Крутько<sup>2</sup>**, д-р техн. наук  
(<sup>1</sup>Институт биохимической физики РАН,  
<sup>2</sup>Институт системного анализа РАН, Москва)

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПА СТАРЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ ОТ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПОНЕНТЫ СОВОКУПНОГО ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Описана теория старения, где организм рассматривается в качестве самоподдерживающейся функционирующей единицы, зависящей от сигналов среды. Параметры управляющих систем организма остаются стабильными лишь в ограниченном диапазоне совокупности внешних условий. Вне этого диапазона возникает дисбаланс «запрос-ответ», что приводит к старению.

**Ключевые слова:** старение, самоподдерживающаяся система, внешние воздействия, дисбаланс.

Природа старения до сих пор остается загадочной [1]. Следствия этого процесса затрагивают все уровни организации биосистем – от макромолекулярного до популяционного. Поэтому данную проблему изучают специалисты широкого круга отраслей – от молекулярных генетиков и биохимиков до популяционных биологов и демографов.

Для целенаправленного влияния на старение желательно выявить тот уровень сложности, на котором оперирует первопричина этого процесса. До сравнительно недавнего времени предполагалось, что таким уровнем является клеточный, или один из субклеточных уровней – уровень органелл (ядро, митохондрии, мембраны, рибосомы и т.п.), или макромолекул и их комплексов. То есть к старению целостного организма должны неизбежно приводить либо не устраненные вовремя структурные повреждения и ошибки функционирования, сбои, отклонения и т.д. на уровнях от клеточного и ниже (стохастическая концепция старения), либо встроенный механизм угасания клеточных функций (запрограммированное старение), либо их комбинация. Однако исследования последних лет вновь подтвердили старую истину: «В самих клетках и многоклеточных организмах не заключено ничего такого, что препятствовало бы их превращению в вечно функционирующие самовосстанавливающиеся системы» [2]. Поэтому оказалось на-сущно необходимым «выяснение принципиального вопроса, почему стареет организм, состоящий из потенциально бессмертных клеток» [3]. При том, что клетки не только показали свою способность не стареть (например, [4, 5]), но даже состарившись в неадекватных условиях, при изменении условий жизнедеятельности смогли вернуться в молодое состояние (например, [6, 7]).

Для объяснения этого парадокса оказался полезным один из системных подходов. Он заключался не в выявлении и скрупулезном анализе всех взаимосвязей иерархии подсистем организма и их последующем синтезе. Организм изначально рассматривался в качестве самоподдерживающейся функционирующей единицы, зависящей от сигналов среды [8]. Виртуальная уставка управляющих

систем организма соответствовала запросам, предъявляемым ему окружающей средой, и вызывала ответный уровень активности. Однако стабильность параметров управляющих систем организма была таковой лишь в ограниченном диапазоне совокупности внешних условий, в которых сформировался вид. Вне этого диапазона дрейф уставки из-за дисбаланса «запрос-ответ» должен приводить (и приводит) к старению, темп которого пропорционален степени дисбаланса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Анисимов В.Н.* Молекулярные и физиологические механизмы старения. – СПб.: Наука, 2007.
2. *Стрелер Б.* Время, клетки и старение. – М.: Мир, 1964.
3. *Фролькис В.В., Мурадян Х.К.* Старение, эволюция и продление жизни. – Киев: Наук. думка, 1992.
4. Lack of replicative senescence in normal rodent glia / *N.F. Mathon* [et al.] // *Science*. – 2001. – Vol. 291, N.5505. – P. 872-875.
5. Lack of replicative senescence in cultured rat oligodendrocyte precursor cells / *D.G. Tang* [et al.] // *Ibid.* – 2001. – Vol. 291, N.5505. – P. 868-871.
6. Molecular aging and rejuvenation of human muscle stem cells / *M.E. Carlson* [et al.] // *EMBO Mol. Biol.* – 2009. – Vol. 1, N. 8-9. – P. 381-391.
7. *Mayack S.R., Shadrach J.L., Kim F.S., Wagers A.G.* Systemic signals regulate ageing and rejuvenation of blood stem cell niches // *Nature*. – 2010. – Vol. 463, N 7280. – P. 495-500.
8. *Халявкин А.В., Яшин А.И.* Старение: роль управляющих сигналов // Геронтология in silico: Становление новой дисциплины. Математические модели, анализ данных и вычислительные эксперименты / ред. Г.И.Марчук и др. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – С.114-147.

*E-mail: cfpd@amur.ru.*