

## СТАРЕНИЕ ОРГАНИЗМА КАК ПОВЕДЕНИЕ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ ВНЕ ЗОНЫ УСТОЙЧИВОСТИ

Халявкин А.В.

Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Россия, 119334, Москва, ул.  
Косыгина 4, телефон 495-939-7439, E-mail antisenesesc@mail.ru  
Институт системного анализа РАН ФИЦ ИУ РАН, Россия, 117312, Москва

Для понимания причин и механизмов старения полезен системный подход, т.к. организм представляет собой сложную систему, состоящую из иерархии взаимодействующих подсистем. Поскольку подсистемы подчинены общим целям, координируются и направляются системами управления организмом, индивид функционирует как единое целое. Идея, предлагаемая здесь, проста. Даже потенциально нестареющая особь должна начать стареть в неадекватных условиях (как кусок льда, извлеченный из морозильника, неизбежно начинает таять при температурах выше нуля Цельсия). Этот вывод согласуется с закономерностями статистики смертности и с возможностями нестарения соматических стволовых клеток. Поэтому нет нужды создавать и исследовать слишком сложные «системные модели внутренних механизмов старения», чтобы понять, что первопричиной естественного старения является функционирование в неадекватных условиях жизнедеятельности. Для этого достаточен простой феноменологический подход, рассматривающий организмы как «черный ящик», с анализом соотношений между «входом и выходом». За «вход» принята исходная сила смертности, зависящая от окружающей среды. За «выход» принят темп роста силы смертности с возрастом. Если учесть, что устойчивость реально «устойчивых» систем и режимов возможна только в определенном, ограниченном диапазоне внешних условий, то теории управления и системного подхода достаточно для того, чтобы и найти первопричину старения, и понять основные механизмы его реализации. Ведь именно при выходе из зоны адекватных режимов функционирования, диктуемых внешней средой, даже потенциально нестареющие объекты, такие как иммортализованные клетки и гидры, начинают стареть «по Гомперцу», т.е. с ростом силы смертности по экспоненте, как это характерно, например, для людей [1-3].

### Литература

1. *Khalyavkin A.V.* From macro- to nano-systems and back in search of the primary cause and control of aging // Proceedings of the International Conference “Instabilities and Control of Excitable Networks”. Dolgoprudny, 2012, Pp. 69-76.
2. *Khalyavkin A.V.* Phenoptosis as genetically determined aging influenced by signals from the environment // *Biochemistry (Moscow)* **Vol. 78**, No 9, 2013, Pp. 1001-1005.
3. *Khalyavkin A.V., Krut'ko V.N.* How regularities of mortality statistics explain why we age despite having potentially ageless somatic stem cells // *Biogerontology* **Sep 12**, 2017, doi: 10.1007/s10522-017-9728-2. [Epub ahead of print].