

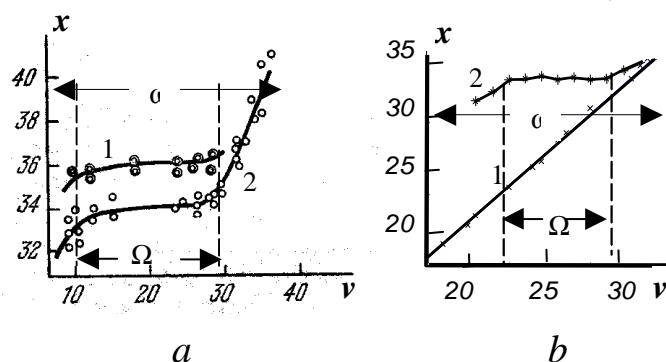
ЗДОРОВЬЕ ОРГАНИЗМА И ГОМЕОСТАЗ

Новосельцев В.Н.

Институт проблем управления РАН,
Москва, Россия, novoselc@yandex.ru

Под здоровьем принято понимать состояние живого организма, при котором он в целом и все его органы способны полностью выполнять свои функции. Несмотря на определение ВОЗ «здоровье есть полное физическое, психическое и социальное благополучие индивида, а не только отсутствие болезней и физических недостатков», индивидуальное здоровье длительное время трактовалось именно как отсутствие болезней. Но на рубеже тысячелетий в понимании здоровья произошел перелом. От «здоровья больных», в котором основное значение предавалось излечению от болезней, внимание переключилось на «здоровье здоровых», в котором главный интерес связан с поддержанием здорового долголетия. Изучение индивидуального здоровья «здорового» человека началось и в рамках валеологии [1]. Стало ясно, что «здоровье здоровых» напрямую связано с поддержанием гомеостаза - относительного постоянства переменных внутренней среды [2].

Свойство гомеостаза, приобретенное многими организмами в процессе эволюции, реализуется в области внешних условий Ω . Эта область узка по сравнению с областью ω , в которой поддерживается жизнедеятельность организма и его стационарность. В силу ограниченной мощности управляющих механизмов в организме возникает характерная «гомеостатическая кривая», определяющая зависимость переменной внутренней среды x от внешних условий v (рис. 1).



ней части располагается плато Ω , а по краям более крутые «склоны» (область ω); а). Температура тела x американского опоссума (1 – ночью, 2 – днем). б). Температура тела x самки питона (1 – обычная, 2 – при согревании яиц); v – температура среды.

Гомеостаз распространяется на многочисленные параметры внутриклеточной и межклеточной среды и крови, а также на температуру «ядра» организма. У пойкилотермных зависимость температуры тела от температуры среды имеет вид прямой, а у гомойотермных имеет место гомеостатическая кривая, которая может меняться при изменении поведения и образа жизни.

Понятие гомеостаза, ранее имевшее исключительно теоретическое значение, в последнее время стало получать все более выраженное социальное звучание [3-5]. Внимание к проблеме гомеостаза особенно усилилось в начале XXI в. в связи с распространением в развитых странах ожирения. Гомеостаз стал пониматься как «организменный процесс поддержания требуемой стабильности в функционировании систем организма, при котором могут сохраняться жизнь и здоровье» [3]. Началось исследование механизмов, поддерживающих энергетический гомеостаз и были разработаны специальные модели для анализа пищевых добавок [4]. В них гомеостаз определялся как «статус индивида, чьи физиологические параметры функционируют в пределах, рассматриваемых как нормальные». Поэтому большое внимание стало уделяться как самой концепции гомеостаза, так и анализу внутренних механизмов, его поддерживающих. Эти задачи решаются и методами теории управления [6].

Р
ис.
1.
Го-
мео-
ста-
тиче-
ская
кривая.
В
сред

Таким образом, сегодня считается, что здоровье – это состояние организма, при котором ресурсов достаточно для того, чтобы поддерживать гомеостаз, а после его нарушений к гомеостазу возвращаться. «Состояние здоровья отражает гомеостаз организма, его способность поддерживать относительную стабильность внутренней среды в конфронтации с вызовами внешнего окружения. Способность справляться со стрессами зависит от успешности организма в поддержании гомеостаза или при возвращении к нему» [5].

Исследование гомеостаза и здоровья напрямую связаны с анализом процессов старения. В.М. Дильман [7] полагал, что старение в организме проходит две стадии. На первой стадии ресурсов организма хватает на выполнение всех функций в полном объеме (что совпадает с определением здоровья), а на второй начинает сказываться их нехватка. Первую стадию Дильман охарактеризовал как нормальное, а вторую – как патологическое старение.

В настоящей работе рассматривается только биологически стареющий организм [8], который на протяжении жизни избегает воздействия негативных внешних факторов и не страдает от ассоциированных с возрастом болезней. Вопрос о том, можно ли отделить здоровое старение (старение без болезней) от старения, непосредственно связанного с заболеваниями (рак, сердечно-сосудистые заболевания, диабет), активно обсуждается в современной литературе [8].

Жизненный цикл нормального организма начинается периодом взросления. Затем он переходит во взрослое здоровое состояние, функционально стареет и умирает от старости [9]. На протяжении жизни здоровье организма изменяется следующим образом (рис. 2).

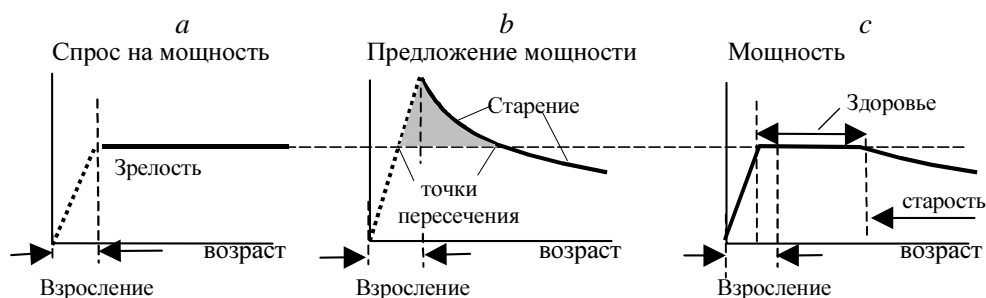


Рис. 2. Жизненный цикл организма. а). Потребности организма. По достижении зрелости расход энергии стабилизируется. б). Ресурсы организма. Мощность его систем сначала увеличивается, превосходя уровень потребностей, а старение вызывает ее снижение. в). Формирование трехстадийной схемы жизненного цикла.

По окончании развития наступает период, когда ресурсов хватает для выполнения всех функций организма в полном объеме («здоровье»). С начала этого периода развивается процесс старения, но поскольку предложение мощности остается выше спроса, оно не сказывается на функционировании организма. Только когда ресурсов начинает не хватать для обеспечения жизненных процессов, наступает стадия патологического старения (рис. 2в).

В стадию старости медленно стареющий организм вступает с большим запасом гомеостатических ресурсов и поэтому живет дольше. Дж. Вепель [10] считает, что «смерть откладывается потому, что люди достигают старших возрастов с лучшим здоровьем». Если в популяции женщин, обследованных в ходе Фармингемовского исследования сердца [11, 12], выделить 100 пациенток, проживших максимальное число лет, то показатели организма выглядят как на рис.3. Черным дан набор индивидуальных возрастных траекторий для всей популяции, светлым выделены траектории для 100 лиц с максимальной продолжительностью жизни (ПЖ). Видно, что гомеостаз у долгожителей значительно лучше, чем в остальной популяции. Чем лучше гомеостаз, тем меньше организм реагирует на изменения и тем меньше вертикальный размах паттерна. В молодых возрастах размах возрастает из-за постепенного ухудшения гомеостаза, затем паттерн начинает «сжиматься» из-за вымирания индивидов с плохим гомеостазом. Долгожителями оказываются индивиды, до старости сохраняющие хороший гомеостаз.

Основные физиологические механизмы, характеризующие процесс старения и ПЖ, рассматриваются в гомеостатической модели старения [13]. В этой модели от образа жизни человека зависит темп расхода кислорода и накопления оксидативных повреждений. Последний, кроме

того, определяется эффективностью работы энергетической системы и репарационных систем. Образующиеся в ходе нормального метаболизма активные формы кислорода повреждают внутриклеточные элементы, а репарационная система отвечает за их восстановление. В результате возникает экспоненциально-затухающая зависимость, характеризующая снижение гомеостатической способности организма – его способности поддерживать гомеостаз.

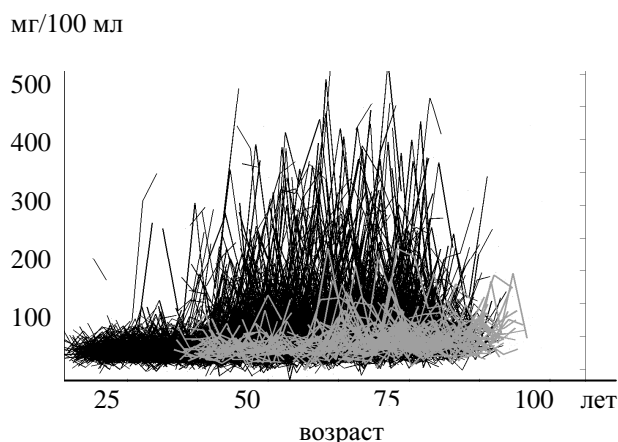


Рис. 3. Индивидуальные траектории показателя глюкозы крови у женщин – участниц Фармингемовского исследования сердца. Черным показан набор индивидуальных возрастных траекторий для всей популяции. Светлым выделены траектории для 100 пациенток, проживших максимальное число лет. Видно, что гомеостаз у долгожителей значительно лучше, чем в остальной популяции ([12], с изменениями).

Таким образом, концепция гомеостаза, имевшая еще совсем недавно чисто теоретическое значение, стала основой анализа индивидуального здоровья человека. Это дает возможность по-новому взглянуть на биологические закономерности формирования здоровья организма и обосновать трехстадийную модель его жизненного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брехман И.И. Валеология – наука о здоровье. М.: Физкультура и спорт, 1990.
2. Cannon W. The wisdom of the body. London: Kegan Paul, Trench, Trubner and Co. 1932.
3. Chiras D. Human Biology: Health, Homeostasis, and the Environment. N.Y.: Jones and Bartlett Publ. (4 ed.). 2002.
4. Homeostasis, a model to distinguish between foods (including food supplements) and medicinal products. Partial agreement in the social and public health field. Council of Europe. 2008.
5. Donatelle R.J. Health: The Basics. Boston: Allyn and Bacon. 2001.
6. Новосельцев В.Н. Гомеостаз и здоровье – анализ с позиций теории управления / Автоматика и телемеханика. №12. 2011 (в печати).
7. Дильман В.М. Четыре модели медицины. М.: Медицина. 1987.
8. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. Т. 1–2. СПб: Наука, 2008.
9. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. СПб.: Наука, 2003.
10. Vaupel J. W.: Biodemography of human ageing / Nature. 2010, Vol. 464(7288), P. 536-542.
11. Yashin A.I., Arbeev K.G., Akushevich I. et al. Dynamic determinants of longevity and exceptional health / Curr. Gerontol. Geriatr. Res. Vol. 2010. Article ID 381637. doi:10.1155/2010/381637.
12. Yashin A.I. From Gompertz to Kalman: Studying aging, mortality, and longevity from longitudinal data. Max Planck Inst. for Demogr. Studies. Presentation. Rostock, July 26, 2007.
13. Новосельцев В.Н., Ж.А. Новосельцева, А.И. Яшин. Старение насекомых. II. Гомеостатическая модель / Успехи геронтологии. №4. 2000. С. 132 - 140.