

**КАРМАННЫЙ  
СПРАВОЧНИК ВРАЧА**



НОВОСЕЛОВ ВАЛЕРИЙ МИХАЙЛОВИЧ  
КРУТЬКО ВЯЧЕСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ  
ДОНЦОВ ВИТАЛИЙ ИВАНОВИЧ

КАРМАННЫЙ  
СПРАВОЧНИК ВРАЧА

# ОСНОВЫ ГЕРОНТОЛОГИИ



МЕДПРОФ

Москва 2024

УДК 613.98(03)  
ББК 51.204.9я2  
Н76

**Новоселов, Валерий Михайлович.**

Н76 Основы геронтологии / Валерий Новоселов, Виталий Донцов, Вячеслав Крутько. — Москва : Эксмо, 2024. — 352 с. — (Карманный справочник врача).

ISBN 978-5-04-200965-5

Данное пособие — ориентир в повседневной практической работе геронтолога. Информация о генетике, физиологии, биохимии старения, изложенная в лаконичной форме, послужит важным подспорьем в работе врача.

УДК 613.98(03)  
ББК 51.204.9я2

© Новоселов В.М., Донцов В.И.,  
Крутько В.Н., текст, 2024

© Оформление.

ООО «Издательство «Эксмо», 2024

ISBN 978-5-04-200965-5

# Содержание

<b>Предисловие</b> .....	9
<b>Основные термины и сокращения</b> .....	11
<b>Наука о старении</b> .....	17
Определение геронтологии .....	17
История развития геронтологии .....	20
Определение старения .....	38
Типы гипотез и теорий старения .....	42
Основные гипотезы и теории старения .....	45
Теории и гипотезы стохастической природы старения .....	53
Теории запрограммированного старения .....	56
Основной закон старения .....	62
Основные механизмы старения .....	67
<b>Старение клеток и субклеточных структур</b> .....	72
Морфологические изменения клеток при старении .....	72
Роль митохондрий в старении клетки .....	77
Роль лизосом в старении клеток .....	82
Апоптоз клеток .....	83
Снижение самообновления (деления) клеток в старости .....	85
Стволовые клетки при старении .....	95
<b>Старение ядра клетки</b> .....	100
Мутации в ядрах клеток .....	100
Изменения хроматина при старении .....	103
Метилирование генома и возраст .....	105

Электрокинетические свойства ядер . . . . .	107
Резюме . . . . .	110
<b>Биохимия старения . . . . .</b>	<b>113</b>
Белковый обмен и ферменты при старении . . . . .	113
Изменения белков при старении . . . . .	115
Углеводный обмен при старении . . . . .	117
Обмен липидов при старении . . . . .	118
Энергетический обмен при старении . . . . .	119
Свободные радикалы и старение организма . . . . .	123
Резюме . . . . .	132
<b>Генетика старения и долголетия . . . . .</b>	<b>134</b>
Направления в генетике старения . . . . .	134
Генные модели старения . . . . .	135
Исследование долгожительства . . . . .	138
Прогерии: наследственное ускоренное старение . . . . .	140
Линии «животных» и продолжительность жизни . . . . .	144
Резюме . . . . .	153
<b>Физиологические проявления старения . . . . .</b>	<b>157</b>
Общие физиологические проявления старения . . . . .	157
Старение сердечно-сосудистой системы . . . . .	160
Старение дыхательной системы . . . . .	165
Старение костно-мышечной системы и эпителия . . . . .	167
Остеопороз . . . . .	170
Старение системы крови . . . . .	173
Возрастной иммунодефицит — механизм старения и возрастзависимая патология . . . . .	175

Старение пищеварительной системы . . . . .	178
Старение мочевыделительной системы . . . . .	180
Старение половой системы . . . . .	182
Старение нервной системы. . . . .	184
Старение и функция анализаторов . . . . .	189
Старение и эндокринная регуляция. . . . .	192
Эндокринные железы . . . . .	196
Резюме. . . . .	200
<b>Исследование старения и продолжительности жизни</b>	
<b>в эксперименте . . . . .</b>	<b>205</b>
Простейшие как модели старения . . . . .	205
Старение других организмов . . . . .	207
<b>Рост, развитие и продолжительность жизни . . . . .</b>	<b>216</b>
Видовое разнообразие . . . . .	216
Методы воздействия на процессы роста и развития . . . . .	220
Гипобиоз как метод влияния на рост, развитие и старение . . . . .	221
Экспериментальные средства продления жизни . . . . .	228
Биомаркеры старения у животных. . . . .	242
Резюме. . . . .	248
<b>Исследования старения человека методами демографии. . . . .</b>	<b>251</b>
Использование математических методов оценки старения . . . . .	251
Демографические методы оценки скорости старения человека. . . . .	257
Видовая стабильность скорости старения человека. . . . .	273

Резюме . . . . .	278
<b>Индивидуальная диагностика старения человека . . . . .</b>	<b>280</b>
Биологический возраст — понятие и сущность . . . . .	280
Требования к биомаркерам старения . . . . .	282
Как отбирать параметры для оценки БВ . . . . .	283
Новые биомаркеры старения . . . . .	301
Маркеры общей смертности . . . . .	305
Резюме . . . . .	308
<b>Геропротекция и антивозрастная медицина . . . . .</b>	<b>310</b>
Методология . . . . .	310
Причины и связь старения и возрастных заболеваний . . . . .	312
Факторы профилактики старения и возрастзависимых заболеваний . . . . .	313
Вероятные геропротекторы человека . . . . .	315
Типы геропротекторов по их природе . . . . .	316
Резюме . . . . .	327
<b>Приложения . . . . .</b>	<b>331</b>
Вопросы для закрепления материала . . . . .	331
Десять тем для семинаров и занятий для усвоения материала . . . . .	339
<b>Список литературы . . . . .</b>	<b>346</b>

## Предисловие

Население планеты быстро постарело в течение XX века, и этот процесс продолжает набирать неумолимый ход. Этот глобальный процесс (количество людей старше 60 лет к 2050 году увеличится не менее чем в 3 раза и достигнет 2 млрд человек, когорта лиц старше 85 лет увеличится за тот же период в 4 раза, а количество долгожителей старше 100 лет — в 7 раз) ведет к существенным последствиям:

- увеличению соотношения числа людей, которые уже в силу возраста не могут участвовать в общественном производстве, и количества работающих;
- росту количества людей, имеющих возраст-ассоциированные заболевания, механизмы формирования которых встроены в механизмы старения, по сравнению с когортами практически здоровых лиц;
- увеличению количества людей, требующих постоянной медицинской и социальной помощи по сравнению с теми, кто может и должен оказывать эту самую помощь.

Во всем мире закономерно и значительно увеличатся затраты на диагностику и лечение возрастзависимой патологии, основной причины заболеваемости, болезненности, инвалидизации и смертности в подав-

ляющем большинстве стран мира. Увеличение числа пациентов пожилого и старческого возраста с грузом хронических заболеваний, снижение работоспособности, как физической, так и когнитивной активности, нарушение социальной адаптации, повышение зависимости от постоянной помощи — все это требует особого внимания со стороны нашего государства, его институтов и всего научного общества.

Направленность усилий на активную и полноценную жизнь стареющего населения также является достойной и своевременной задачей для большого клинического сообщества нашей страны. Поэтому необходимы глубокие знания науки о старении (фундаментальной геронтологии) всем современным врачам и ученым. Данная книга, которую авторы, известные геронтологи нашей страны В. М. Новоселов, В. М. Донцов, В. Н. Крутько, позиционируют именно как учебник, посвящена основам геронтологии, она будет полезна студентам высшей медицинской школы, врачам различных специальностей, а также всем, кто хочет правильно выстроить понимание знаний о процессах старения.

*Юрий Владимирович Конев,  
врач-гериатр, доктор медицинских наук,  
профессор кафедры поликлинической терапии  
Московского государственного  
медико-стоматологического университета*

## Основные термины и сокращения

**Активное долголетие** — сохранение физической и психической работоспособности у людей пожилого и старческого возраста. Часто можно услышать об успешном старении, когда человек сохраняет здоровье и максимальную независимость от помощи в самом преклонном возрасте. Считать ли это нормой, когда мы видим, что подавляющее большинство людей по мере старения приобретают возрастзависимые заболевания, функциональные дефициты и зависимость от постоянной помощи, — сегодня острый вопрос фундаментальной геронтологии.

**Антивозрастная медицина** — новое и активно развивающееся направление в медицине, ставящее целью продление здоровой жизни людей, уменьшение груза возрастзависимых заболеваний и функциональных ограничений, снижение зависимости от медицинской и социальной помощи в старших возрастах.

**Биологический возраст (БВ)** — суммарный сохранившийся на данный возраст функциональный ресурс органов и систем. Рассчитывается в годах, соответствующих уровню возрастных среднестатистических показателей для данной возрастной когорты.

**Биомаркер старения (БМ)** — показатели старения, закономерно и значительно изменяющиеся с возрастом для всех представителей вида (без исключения) и имеющие малый межиндивидуальный разброс.

**Возрастзависимые заболевания (ВЗЗ) или возраст-ассоциированные заболевания и синдромы, их часто еще называют возрастными болезнями**, — это заболевания и состояния, проявления и тяжесть течения которых имеет тесную зависимость от возраста человека. Список довольно большой, наиболее частые: сердечно-сосудистые заболевания, диабет 2-го типа, нейродегенеративные заболевания — болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона, — онкозаболевания, остеопороз и его клинические последствия — переломы, саркопения, динапения, синдром старческой хрупкости (старческой астении).

**Геронтология** — наука о старении, раздел биологии и медицины, изучающий закономерности старения организма, в т. ч. организма человека. Термин введен российским ученым, нобелевским лауреатом И. И. Мечниковым в 1903 году. Геронтология имеет максимально междисциплинарный подход, фундаментальный характер, но самое прикладное значение.

**Геропротекторы (ГП)** — средства и методы воздействия, увеличивающие ПЖ и ее здоровой состав-

ляющей, снижающие скорость и/или проявления процессов старения, увеличивающие МПЖ.

**Долгожительство** — период жизни в возрасте 90 лет и старше.

**Жизнеспособность** — устойчивость организма как к внешним, так и к внутренним повреждающим факторам.

**Интенсивность смертности.** Так как вероятность смерти всегда меньше 1 (100%), используют не ограниченный сверху показатель интенсивности смертности как отношение числа доживших до предыдущего периода к дожившим до следующего оцениваемого периода (с периодом 1 год, 5 или 10 лет).

**Максимальная продолжительность жизни (МПЖ)** — возраст максимального дожития для особей данного вида. Считается, что можно МПЖ определять как зарегистрированную рекордную ПЖ в истории человечества. Но практически ввиду высокой сомнительности данных как об этом рекорде, так и о других рекордах (например, кавказское долголетие имело примеры дожития свыше 160 лет) лучше, видимо, определять как возраст вымирания стандартной когорты (100 000 человек). Также можно предложить использовать в качестве МПЖ возраст дожития до определенного процента от начальной когорты, например, до 1% или 0,1%.

**Медиана ПЖ** — возраст дожития 50% родившихся.

**Механизмы старения** — конкретные проявления действия причины в конкретных условиях существования вида, они различны для разных клеток и тканей организма.

**Общий закон старения.** Снижение жизнеспособности (как и повышение вероятности гибели) с возрастом описывается формулой Гомперца (зависимость выведена в 1825 году), которая позднее была дополнена коэффициентом Мейкема. Этот коэффициент учитывает внешнюю или фоновую смертность, не зависящую от процесса старения.

**Ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (ОПЖ)** — вероятностный показатель или прогнозируемое число лет, которое в среднем предстоит прожить человеку из когорты людей, доживших до определенного возраста, при условии, что уровни смертности во всех возрастах в будущем останутся такими же, как в рассматриваемом году.

**Постарение населения** — повышение доли старших возрастных групп в популяции, причинами которого являются два процесса: снижение рождаемости и рост продолжительности жизни.

**Прогерии** — это крайне редкая и одновременно неоднородная группа синдромов ускоренного старения: аутосомно-доминантное расстройство, синдром Хатчинсона-Гилфорда (или детская прогерия)

и синдром Вернера (о нем часто говорят как о прогерии взрослых).

**Скорость старения** — скорость повышения интенсивности смертности с возрастом. Видовой признак, как и продолжительность жизни (ПЖ). Количественно вычисляется по коэффициентам формулы Гомперца, наклону кривой интенсивности смертности (в полулогарифмических координатах экспонента превращается в линейность) и по приращению интенсивности смертности (разница соседних значений интенсивности смертности). График скорости старения представляет собой прямую (в полулогарифмическом масштабе) с периода окончания роста и развития (15–20 лет) до возраста долгожительства (90–95 лет). После границ этого возраста снижается скорость старения или появляется большое количество недостоверных данных с завышенными возрастaми, что, судя по большому количеству разоблаченных долгожителей, более вероятно.

**Смертность** — результат уязвимости организмов от внешних и внутренних повреждающих факторов. Характеризуется вероятностью смерти для данного возраста и показателем интенсивности смертности.

**Старение** — механизмы и процессы, ведущие к снижению жизнеспособности с возрастом, проявляющиеся повышением уязвимости организма и риска его гибели от любых причин.