

ЗДОРОВЬЕ И ДОЛГОЛЕТИЕ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Профилактика старения как системная технология и новая наука

В. Н. Крутько

1. Введение

Профилактика старения является одним из наиболее активно и динамично формирующихся в настоящее время новых направлений научной и практической деятельности. Это обусловлено огромной сложностью и социально-экономической значимостью проблемы постарения населения в современном мире и, в особенности, в России с ее экономическим и демографическим кризисом. Профилактика старения предлагает принципиально новые подходы и современные высокие технологии для повышения качества жизни людей при снижении реальных темпов старения и увеличении продолжительности активной трудоспособной жизни. Данные технологии имеют своей точкой приложения глубокие фундаментальные процессы естественного старения организма. Очень важной является открываемая при этом существенно новая, по сравнению с методами коррекции факторов окружающей среды, возможность выхода за видовой предел средней продолжительности жизни человека, составляющий по современным оценкам 83 года, т. е. *возможность радикального увеличения продолжительности активной здоровой жизни.*

Настоящая работа подводит итог серии публикаций автора в журнале «Физиология человека», посвященных различным вопросам анализа процессов старения и проблемы его сдерживания [Крутько В. Н., 1991; Крутько В. Н., 1994; Крутько В. Н., Мамай А. В., Славин М. Б., 1995; Мамай А. В., Крутько В. Н., 1996; Потемкина Н. С., Крутько В. Н., 1996; Титов С. А., Крутько В. Н., 1996] и открывает следующий цикл публикаций, посвященных задачам диагностики и профилактики старения. Работы в этой области в настоящее время проводятся под эгидой

Национального геронтологического центра (НГЦ) коллективами ученых Института системного анализа РАН, Московской медицинской академии им. И. М. Сеченова, Московского медико-стоматологического университета и ряда других организаций. Исследования в области профилактики старения координируются Комиссией по прикладной геронтологии Межведомственного научного совета по геронтологии и гериатрии РАМН и Минздрава РФ, головной организацией которой является НГЦ.

В работе рассматриваются фундаментально-научные и прикладные аспекты нового направления биомедицины — профилактики старения, предметом которой является комплекс средств и методов сдерживания процессов естественного старения.

2. Причины кризиса здравоохранения и пути выхода из него

Главной целью деятельности государства в целом и, в частности, здравоохранения является достижение *максимальной продолжительности максимально активной, полноценной жизни* каждого члена общества.

Эта цель достигается при максимизации трех базисных характеристик:

- 1) продолжительность жизни человека;
- 2) работоспособность и эмоциональный статус человека;
- 3) адекватность социально-экономической и природной среды человека.

Поскольку две из этих характеристик имеют биологическую основу, они отданы в основном на откуп биомедицине.

Практически любое воздействие на человека и на его экологическую нишу приводит к позитивным или негативным изменениям здоровья [Быховский А. В., Крутько В. Н., 1986]. Таких разных воздействий могут быть тысячи, поэтому, и особенно в условиях острого экономического кризиса, на первый план выходит *вопрос сравнительного анализа эффективности* этих воздействий, которая определяется как отношение количества дополнительных человеко-лет жизни, полученных в результате воздействия, к стоимости воздействия.

В развитых странах активно проводят и используют эти оценки и оказывается, что цена дополнительного года жизни в зависимости от вида воздействия может колебаться от нескольких долларов до нескольких тысяч долларов, т. е. различаться в тысячи раз. Анализ показывает, что профилактика старения является одним из самых эффективных путей достижения главной цели социально-экономического развития.

Кризис здравоохранения конца XX в., наблюдающийся как в развитых капиталистических странах, так и в России, заключается в том, что отвоевывать у смерти дополнительные человеко-годы жизни становится с каждым годом все сложнее, все дороже. Анализ динамики смертности и продолжительности жизни в XX в. показывает, что эти процессы имеют

тенденцию выхода на плато, стремления к некоему предельному, т. е. тупиковому значению [Анисимов В. Н., Крутько В. Н., 1996].

Проведенный нами сравнительный анализ ряда эпидемиологических, демографических и экспериментальных биологических результатов, позволил выявить фундаментальную причину данного кризиса и наметить путь его преодоления.

В качестве наиболее значимых результатов этого ряда стоит отметить:

1. Данные Л. и Н. Гавриловых [Гаврилов Л. А., Гаврилова Н. С., 1991] о том, что в развитых странах в XX в. «внешнесредовая» компонента общей смертности человека изменилась катастрофически — с очень больших величин в начале века до практически нуля во второй его половине, а «внутриорганизменная» биологическая компонента осталась практически неизменной.

2. Результаты С. Marchetti [Marchetti С., 1997], вычислившего величины упоминавшихся выше пределов средней продолжительности жизни человека, живущего в комфортных условиях. Оказалось, что для женщин эта величина составляет приблизительно 85 лет, а для мужчин — 80 лет.

3. Данные о величине доли бюджета здравоохранения, расходуемой на последние полгода жизни человека в развитых странах, составляющей по данным разных авторов от 40 до 80 %.

4. Результаты И. Гундарова [Гундаров И. А., Киселева Н. В., Копина О. С., 1989], Мак-Кормика, Скрабанека [McCormick J., Skrabanek P., 1988] и др., проводивших сравнительный анализ десятков обширных, очень дорогостоящих исследований в США, Канаде, СССР, странах Европы, включавших десятки тысяч участников и направленных на снижение главных факторов риска неинфекционных заболеваний — основных причин смерти человека: гиперхолестеринемии, артериальную гипертензию, курение, избыточный вес, гипокинезию, избыточное содержание калорий и животных жиров в рационе. На эти программы возлагались очень большие надежды, но, как оказалось, существенное целенаправленное снижение уровней вышеупомянутых факторов риска не сопровождалось уменьшением общей смертности, а в ряде случаев она даже возрастала. Видимо, причина смерти лежит глубже.

5. Детальный многофакторный анализ характеристик образа жизни, наследственности и экологии нескольких тысяч человек в США, Болгарии, странах Средиземноморья, доживших до 95 лет, который не выявил значимых корреляций этих показателей с фактом долгожительства, кроме факторов устойчивости нервной системы, благожелательности характера и отсутствия грубых нарушений в диете, т. е. показателей, являющихся необходимыми, но не достаточными условиями долгой жизни.

6. Анализ возрастной динамики заболеваемости и смертности по причинам показывает, что она имеет один и тот же экспоненциальный характер для таких разных заболеваний как корь, пневмония, рак, инсульт и многих других.

Сопоставительный анализ этих и ряда других, лишь на первый взгляд разноплановых, данных с необходимостью приводит к следующей системе выводов:

1. Во второй половине XX в., благодаря социально-экономическому развитию в целом и прогрессу здравоохранения в частности, человеку в развитых странах удалось создать настолько комфортные условия существования, обеспечить такой уровень защищенности, что он подошел вплотную к своему пределу продолжительности жизни как биологического вида, характеризуемому значениями *средней продолжительности жизни для женщин — 85 лет и для мужчин — 80 лет*.

2. Если уж человек подошел к своему биологическому возрастному пределу, а это наиболее адекватно выражается словом «одряхлел» (не стал старым, а именно стал дряхлым), то любые современные медицинские технологии не могут удержать его долго на краю могилы.

3. Для решения задачи радикального увеличения продолжительности здоровой активной жизни человека, предполагающего выход за видовой предел средней продолжительности жизни, необходим принципиально новый подход, смысл которого заключается в акценте воздействий на фундаментальные биологические механизмы организма человека, определяющие скорость его естественного старения.

4. Реализация данного подхода может быть осуществлена в рамках нового направления медицины — «Профилактики старения», которое, несомненно, станет одним из ведущих направлений медицины XXI в. [Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1999].

3. Профилактика старения как научное направление: предмет, метод и понятие истины

Действительно новое научное направление должно иметь уникальные *предмет, метод и понятие истины*, отличающие его от других направлений науки. Основным **предметом**, точкой приложения усилий *профилактики старения* является *совокупность процессов естественного (нормального) старения* живого организма. **Методом** этой науки служит *совокупность уникальных профилактических методик и технологий сдерживания процессов естественного старения*. **Понятием истины** является *совокупность эффектов сдерживания процессов естественного старения организма*, устанавливаемых с помощью описанного ниже специального *доказательного базиса*, включающего в себя уникальные экспериментальные процедуры, основанные на анализе кривых дожития, и специальные математические методы анализа и прогноза. Базовым понятием здесь является *биологический возраст*. На популяционном уровне вышеупомянутые эффекты имеют интегральное проявление в приросте *средней видовой продолжительности жизни (СВПЖ)*. На индивидуальном уровне — в приросте *ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ)*.

4. Пути создания практических технологий профилактики старения — «геронтотехнологий»

Можно ли уже сейчас практически создать и применять геронто-технологии? И если да — то на основе чего и как? Как утверждают в последние годы ведущие геронтологи мира и геронтологические организации, в частности Национальный институт старения США, мировой геронтологией накоплено достаточно знаний и пришла пора слить их воедино для получения практического эффекта [Анисимов В. Н., Крутько В. Н., 1996]. В основу таких технологий могут быть положены два нижеупомянутых блока информации.

Во-первых — это совокупность современных теорий старения, обобщающих достижения фундаментальной геронтологии и представляющих ведущие механизмы старения. Существует более сотни таких теорий и достаточно много работ, содержащих их различные типологизации, систематизации и обобщения [Анисимов В. Н., 1999; Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997; Крутько В. Н., Донцов В. И., 1996; Титов С. А., Крутько В. Н., 1996]. Можно выделить два основных подхода к систематизации. Первый — это обобщение, агрегирование глубоких аналитических частных теорий. Он более типичен для западной научной школы. Второй — это системный подход от общих фундаментальных законов природы, характерный для российской традиции. В развитие данного подхода внес свой вклад Национальный геронтологический центр [Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997; Крутько В. Н., 1994; Крутько В. Н., Донцов В. И., 1996].

Во-вторых, в основу геронтотехнологий могут и должны быть положены данные прямых экспериментов на животных, преследующие цель радикального увеличения продолжительности жизни и выхода за видовой предел. Сравнительный анализ этих работ [Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997; Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., Мамай А. В., Крутько В. Н., 1996; Потемкина Н. С., Крутько В. Н., 1996; Фролькис В. В., Мурадян Х. К., 1992; The use of geroprotectors for..., 1996] позволяет сделать вывод о потенциальной перспективности применения в качестве геропротекторов следующих классов средств:

- ноотропных и нейрометаболических соединений;
- антиоксидантов;
- энтеросорбентов и средств эндоэкологии;
- низкокалорийных полноценных диет;
- специальных физических упражнений;
- средств коррекции психического статуса;
- гормонозаместительной терапии и ряда других средств.

Как все вышеупомянутое может быть использовано в реальной практике профилактики старения человека?

Анализируя подходы к решению этой проблемы, необходимо отметить ключевой, специфический именно для геронтологии момент, который показывает очень важную роль для данной области деятельности феномена биологического возраста и невозможность инструментария.

Зададимся вопросом, имеется ли в мировой литературе хотя бы одна работа, в которой было бы строго показано, что данное средство является истинным геропротектором для человека, т. е. увеличивает не только среднюю, но и максимальную продолжительность жизни на популяционном уровне. Ясно, что такой работы нет, и в ближайшую сотню лет вряд ли будет, так как для получения прямого строгого ответа на этот вопрос надо наблюдать контрольную и опытную популяции человека в течение периода жизни (до максимального возраста) плюс еще период геропротекторного прироста продолжительности жизни.

Получается как бы логический тупик: с одной стороны, как мы попытались показать выше, геронтологические — это наиболее перспективный, может быть даже единственный путь радикального увеличения продолжительности активной жизни — магистральное направление медицины XXI в., а с другой — нет возможности строгой проверки эффективности данных геропротекторных технологий. Стандартная схема клинической медицины: «доклинические испытания — клинические исследования — массовое применение», — здесь не проходит.

Это объективная реальность — специфика объекта. Но все же есть выход из данной сложной ситуации. Это диагностика уровней и скоростей процессов старения организма в целом и его отдельных частей, т. е. характеристик биологического возраста, и получение на этой основе с использованием современных методов математики статистически достоверных прогнозов ожидаемой продолжительности жизни.

Технологии профилактики старения базируются на двух краеугольных камнях:

- 1) методы диагностики и прогноза процессов старения, а также методы оценки эффективности геропротекторных воздействий и
- 2) методы и средства воздействия на процесс старения.

В основе диагностики старения лежат методы оценки биологического возраста человека. *Биологический возраст (БВ) — это показатель уровня износа структуры и функции определенного структурного элемента организма, группы элементов и организма в целом, выраженный в единицах времени путем соотношения значений замеренных индивидуальных биомаркеров с эталонными среднепопуляционными кривыми зависимостей изменений этих биомаркеров от календарного возраста.*

Данное соотношение может быть выполнено как с помощью непосредственного наложения на стандартную кривую графика-эталона, так и с помощью некоторой вычислительной процедуры, например, с помощью регрессионной модели оценки данных.

Таким образом, БВ — это характеристика любого меняющегося с возрастом процесса или биомаркера, но есть классы или группы этих процессов и элементов, отличающиеся спецификой и поэтому имеющие свои специальные названия. Данные классы имеют пересечения, их определения у различных авторов могут отличаться, поэтому приведем ниже систему определений, представляющую автору наиболее приемлемой с точки зрения полноты представления процессов старения, с одной стороны, и специфичности классов различных процессов, с другой.

Календарный возраст (КВ) — отражает старение организма и его систем в среднем для популяции, дает стандартные средние вероятности смерти и ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ), объективный показатель, связанный чисто с физическим течением времени и выражаемый в абсолютных физических единицах времени.

Функциональный возраст (ФВ) — отражает возрастную динамику физиологических функций и функциональных резервов, способность человека функционировать. Некоторые из этих процессов могут существенно не влиять на ОПЖ, но определять качество жизни, а некоторые могут влиять на ОПЖ. ФВ может существенно уменьшаться в результате тренировки. При оценке ФВ желательно учитывать показатели мышечной работоспособности, познавательной деятельности и эмоциональный профиль индивида.

Патологический возраст (ПВ) — это отражение временной динамики количества и интенсивности болезней и предболезненных состояний индивида, влияющих на ОПЖ. Характеристика ПВ определяет специфику лечения, профилактики и геропрофилактики.

Психологический возраст (ПсВ) — группа показателей, характеризующих возрастныe изменения психики.

В дополнение к показателям биовозраста для прогноза витальной траектории (определения ОПЖ и качества жизни) необходимо определять также *факторы риска (ФР)* — наследственные и приобретенные факторы, сокращающие продолжительность жизни, которые можно учитывать и профилактически «обезвредить» их влияние, и *факторы долголетия (ФД)* — генетические и средовые факторы, увеличивающие продолжительность жизни, например — наличие в роду долгожителей, сбалансированная низкокалорийная диета, доброжелательный, устойчивый тип личности и др.

Если говорить о биовозрасте как о феномене и о научной проблеме, то, как справедливо отмечает академик В. В. Фролькис, этот, один из центральных для геронтологии феноменов, по своей сложности и общности лежит в одном ряду с такими понятиями, как например здоровье, резерв адаптации, уровень функциональных возможностей организма и т. п. Поэтому неправомерно ставить вопрос о каком-то одном объективно наилучшем методе определения биовозраста. Таких методов может быть много и разные методы будут наилучшими для разных задач.

Например для задачи оценки физической работоспособности это может быть один — два биомаркера, для оценки уровня постарения целостного организма оптимальное значение количества биомаркеров лежит в диапазоне 5–15, а для тонкого подбора геропротективных средств это количество может измеряться сотнями. Разные школы предлагают свои подходы к оценке биовозраста и свои наборы тестов [Белозерова Л. М., 1999; Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997; Крутько В. Н., Мамай А. В., Славин М. Б., 1995; Deen W., 1988], поэтому важной и полезной задачей сейчас является обобщение и сравнительный анализ этих работ, попытка выработки единых подходов, стандартизации их для типовых, наиболее практически значимых классов задач и т. д., поскольку серьезной проблемой сейчас является использование разных наборов тестов разными школами, приводящее к трудно сравнимым результатам.

В Национальном геронтологическом центре проводится работа по систематизации тестовых панелей оценки биовозраста и разработки новых более эффективных методов его оценки [Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997; Крутько В. Н., Мамай А. В., Славин М. Б., 1995]. Результатом этой работы явились методические рекомендации *«Количественная оценка показателей смертности, старения, продолжительности жизни и биологического возраста»*.

Далее, чтобы выйти из вышеупомянутого тупика, очень важным моментом является разработка экспериментальных схем и математических алгоритмов, ставящих во главу угла задачу минимизации времени и объемов экспериментов на животных и исследований на человеке при сохранении статистической достоверности получаемых результатов, и направленных на то, чтобы получить прогнозные оценки кривой дожития и ожидаемой продолжительности жизни по отдельным фрагментам этой кривой. Так, в рамках данного направления работ, нами получен и проверен по таблицам дожития для крыс и человека алгоритм, позволяющий экстраполировать кривую дожития с точностью до 0,1 % и сократить примерно на 30–50 % время исследований [Крутько В. Н., Смирнова Т. М., Анисимов В. Н., 1999]. Также были созданы специальные программные средства для оценки биовозраста [Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А., 1997].

Таким образом, профилактика старения как направление научной и практической деятельности имеет существенную специфику как в общей идеологии, опирающейся на активное использования феномена биовозраста, так и в биомедицинских и математических особенностях методологии построения профилактических программ и анализа получаемых данных. Здесь еще имеется большой фронт очень интересной работы, но есть основания считать что процедура достоверной оценки степени эффективности средств сдерживания старения и радикального продления активной жизни может быть поставлена на строго научную основу. Эффективность научной и практической деятельности в области профилактики старения может быть существенно увеличена с помощью средств совре-

менной информатики, например таких, как разработанная нами система поддержки принятия решений «Диагностика и профилактика старения».

Перейдем теперь ко второму краеугольному камню — практическим средствам профилактики старения — геропротекторам. И зададимся вопросом, который всех нас очень волнует — можно ли в принципе и если можно, то как, не дожидаясь строгих доказательств эффективности геропротекторов для человека, приступить уже сейчас к их практическому применению? Что для этого необходимо?

Заметим, что важными отличиями технологий профилактики старения от технологий лечения болезней в клинике являются следующие:

- 1) средства профилактики старения применяются в течение всей жизни;
- 2) временные масштабы исследований на человеке характеризуются многими годами или даже десятилетиями;
- 3) объектом применения технологий является в первую очередь здоровый человек, хотя, естественно, не исключаются и больные.

Если продолжать аналогию с клиникой, то положение в области профилактики старения сейчас таково, что есть ряд средств профилактики, находящихся в стадии доклинической апробации, ряд средств, прошедших эту стадию, и ряд средств, для которых только началась клиническая апробация. Реальность и специфика геропротекторной профилактики такова, что еще долгое время, десятки лет, мы будем жить в условиях этого переходного состояния от доклиники к клинике, т. е. в условиях перманентной клинической апробации. Можно ли в этих условиях ставить вопрос о достаточно массовом применении технологий профилактики старения либо необходимо еще долго ждать, несмотря на их потенциальную большую практическую полезность? Мы считаем, что **можно** при наличии достаточно серьезного базиса научной аргументации перспективности применения той или иной технологии в качестве геропротекторной и мы считаем, что не только можно но и **нужно**, если этот базис позволяет сделать аргументированное заключение о пренебрежимо малой вероятности негативных, побочных действий по сравнению с масштабом положительного эффекта — величиной прироста продолжительности полноценной жизни.

Общая структура доказательного базиса перспективности применения той или иной технологии в качестве геропротекторной представляется следующей:

- Убедительные данные о наличии выраженного геропротекторного эффекта на животных (в идеале — двойной слепой многоцентровый рандомизированный неангажированный эксперимент).
- Ясность понимания механизма старения, на который нацелен геропротектор и данные об идентичности этого механизма у животных и человека.
- Результаты анализа фармакокинетики — обоснование доза-временной схемы курса.
- Результаты анализа фармакодинамики — определение и предусмотрение схем контроля побочных эффектов.

- Учет опыта применения геропротектора на человеке с другими целями в кратко- и долгосрочных схемах в смежных областях науки и практики.
- Надежная схема текущего контроля состояния здоровья (биовозраст, параметры гомеостаза и др.).
- Применение дозировок, как правило существенно ниже фармакологических.
- Статистически достоверная математическая оценка и прогноз изменений динамики биовозраста и ожидаемой продолжительности жизни.

Технология формирования этого базиса и формирования научного заключения о возможностях массового применения того или иного геропротектора является, с одной стороны, идеологически новой и непривычной для здравоохранения, а с другой — тесно коррелирует с технологией экспертного заключения о допустимости перехода от доклинических к клиническим испытаниям препарата. Данную технологию необходимо официально продвигать, иначе нас захлестнет и уже захлестнула волна неконтролируемых «средств омоложения и продления жизни», которые на самом деле, как говорит и научная логика и практика, на самом деле ее сокращают.

Наиболее перспективные области деятельности по созданию и внедрению технологий профилактики старения представляются следующими:

- Методы диагностики процессов старения.
- Факторы риска и факторы долголетия.
- Биоактивация и биорегуляция.
- Геропротекторное питание.
- Диагностика и коррекция церебрального старения.
- Психотерапия.
- Гормонотерапия.
- Иммунокоррекция.
- Диагностика и коррекция оксидативного стресса.
- Энтеросорбция и эндоэкология.
- Мультисистемы геропротекторов.
- Геронтологическая информатика.
- Создание и методическое обеспечение сети центров профилактики старения.
- Формирование геропротекторного менталитета у врачей и населения.

Имеются сложившиеся области медицины, обладающие очень полезными для профилактики старения подходами и методиками. В частности необходимо отметить такие области как: профилактика неинфекционных заболеваний; гигиена; валеология; курортология; восстановительная медицина; резервометрия; донозологическая диагностика; рефлексотерапия и др.

Необходимо отметить также ряд важных особенностей, отличающих геропротекторные технологии в целом.

С одной стороны — это, как правило, пожизненно применяемые воздействия в дозах меньших фармакологических, либо это вообще нефармакологические средства, по своей сути и механизмам оказывающие мягкое поддерживающее, стимулирующее, регулирующее, оздоровительное действие. В этой области, кстати говоря, можно ожидать конструктивного полезного взаимопроникновения традиционной и нетрадиционной медицины, когда мягкость средств народной медицины будет сочетаться со строгостью и стандартизованностью методологии их применения, характерной для официальной медицины.

С другой стороны — очень серьезной опасностью при применении этих методик является опасность детренирования собственных систем организма, скажем антиоксидантных или гормонопродуктивных при гормонокоррекции и т. д., а также опасность вместо устойчивого повышения функциональной активности получить перегрузки, вместо эустресса получить дистресс. Поэтому, при неграмотном применении «средств омоложения» (например, сжигателей жира, адаптогенов на основе женьшеня и т. п.) могут возникать и возникают серьезные нарушения. Здесь грань достаточно тонкая и необходима выверенность методик, индивидуальный подход и строгий контроль состояния организма.

Технологии профилактики старения должны опираться и опираются на потенциал данных и знаний, накопленный учеными всего мира в области геронтологии и смежных дисциплин, но важно отметить, что отечественная наука в ряде областей имеет свои уникальные подходы, опережает Запад и поэтому может создать конкурентоспособные на рынке технологии.

В частности, в области общей методологии нельзя не отметить, например, теорию витаукта и концепцию «стресс-возраст-синдрома» Киевской школы, регуляторную теорию старения М. Дильмана, методологию донозологической диагностики Р. Баевского и В. Казначеева и др. Вообще, Россия традиционно была сильна синтетическим, интегративным, системным подходом. Продолжая эту традицию нами разработаны варианты системной теории здоровья и теории старения, которую мы полагаем в основу интегральных геропротекторных технологий [Крутько В. Н., 1991; Крутько В. Н., 1994; Крутько В. Н., Донцов В. И., 1996; Крутько В. Н., Подколзин А. А., Донцов В. И., 1997; Крутько В. Н., Подколзин А. А., Донцов В. И., 1998]. Аналогичные подходы экспериментально прорабатываются в Курском государственном медицинском университете.

В качестве конкретных, заслуживающих упоминания перспективных для профилактики старения, разработок можно отметить, например, такие:

- методология лечения синдрома хронической усталости (Московский государственный медико-стоматологический университет МЗ РФ, Национальный геронтологический центр);

- методика антиоксидантной терапии (Институт биохимической физики РАН и Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН);
 - новая методика диагностики биовозраста (Московский государственный медико-стоматологический университет МЗ РФ, Национальный геронтологический центр, Институт системного анализа РАН, Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова);
 - цитамини и цитамедины (Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии);
 - электрохимически активированные системы (Московский государственный медико-стоматологический университет МЗ РФ);
 - метод энтеросорбции в профилактике старения (Киевский НИИ геронтологии);
 - математические алгоритмы оптимизации геропротекторных исследований (Институт системного анализа РАН, Национальный геронтологический центр);
 - методы эндоэкологии (НИИ региональной патологии и патоморфологии СО РАМН);
 - методы иммунокоррекции (ГНЦ Институт иммунологии МЗ РФ, Московский государственный медико-стоматологический университет МЗ РФ);
 - методы оценки системной дезинтеграции функций организма (Курский государственный медицинский университет МЗ РФ);
 - методологию системы социально-гигиенического мониторинга России (Институт системного анализа РАН, Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова)
- и ряд других разработок.

5. Заключение

Реальное продвижение работ по созданию современных технологий профилактики старения требует в настоящее время организационной и финансовой поддержки на государственном уровне. Широкое внедрение данных технологий сулит огромные социально-экономические эффекты, в числе которых можно отметить такие:

- Увеличение текущего уровня активности и полноценности жизни индивида.
- Увеличение трудового потенциала общества, снижение коэффициента демографической нагрузки.
- Увеличение «объема жизни» и «коэффициента полезного действия жизни» индивида.
- «Гармонизация старения» и комфортная старость.
- Достойное место России на мировом рынке «индустрии здоровья».

Литература

1. *Анисимов В. Н., Крутько В. Н.* Фундаментальные проблемы изучения продолжительности жизни // Вестник Российской академии наук. 1996. Т. 66. № 6. С. 507.
2. *Анисимов В. Н.* Эволюция концепций в геронтологии: достижения и перспективы // Успехи геронтологии. 1999. Вып. 3. С. 32.
3. *Белозерова Л. М.* Онтогенетический метод определения биологического возраста человека // Успехи геронтологии. 1999. Вып. 3. С. 143.
4. *Быховский А. В., Крутько В. Н.* Системный анализ процессов формирования здоровья населения // Моделирование процессов экологического развития. М.: ВНИИСИ, 1986. Вып. 13. С. 24.
5. *Гаврилов Л. А., Гаврилова Н. С.* Биология продолжительности жизни. М.: Наука, 1991. 280 с.
6. *Гундаров И. А., Киселева Н. В., Копина О. С.* Медико-социальные проблемы формирования здорового образа жизни / Сер. «Формирование здорового образа жизни». М.: НПО «Союзмединформ», 1989. Вып. 2. 83 с.
7. *Донцов В. И., Крутько В. Н., Подколзин А. А.* Старение: механизмы и пути преодоления. М.: Биоинформсервис, 1997. 256 с.
8. *Крутько В. Н.* Подходы к «общей теории медицины» и обобщенная модель функциональной динамики организма // Предмет экологии человека. Сб. трудов Секции экологии человека АН СССР. М.: ИНИОН, 1991. С. 193.
9. *Крутько В. Н.* Подходы к «общей теории здоровья» // Физиология человека. 1994. Т. 20. № 6. С. 34.
10. *Крутько В. Н., Донцов В. И.* Проблема старения с позиций системного подхода // Системные исследования. Ежегодник 1995–1996. М.: УРСС, 1996. С. 329.
11. *Крутько В. Н., Мамай А. В., Славин М. Б.* Классификация, анализ и применение индикаторов биологического возраста для прогнозирования ожидаемой продолжительности жизни // Физиология человека. 1995. № 6. С. 42.
12. *Крутько В. Н., Подколзин А. А.* Профилактика старения как новое направление биомедицины // Старшее поколение. 1999. № 1. С. 24.
13. *Крутько В. Н., Подколзин А. А., Донцов В. И.* Общие причины, механизмы и типы старения // Успехи геронтологии. 1997. Вып. 1. С. 34.
14. *Крутько В. Н., Подколзин А. А., Донцов В. И.* Старение: системный подход // Профилактика старения. Ежегодник НГЦ. Вып. 1. М.: НГЦ. 1998. С. 7.
15. *Крутько В. Н., Смирнова Т. М., Анисимов В. Н.* Использование параметрических моделей для оптимизации продолжительности наблюдений в геронтологических исследованиях // Клиническая геронтология. 1999. № 2. С. 42.
16. *Мамай А. В., Крутько В. Н.* Энтеросорбция как средство продления жизни // Физиология человека. 1996. Т. 22. № 3. С. 131.
17. *Потемкина Н. С., Крутько В. Н.* К методике увеличения продолжительности здоровой жизни с помощью рационального питания // Физиология человека. 1996. Т. 22. № 5. С. 123.
18. *Титов С. А., Крутько В. Н.* Современные представления о механизмах старения (Обзор) // Физиология человека. 1996. Т. 22. № 2. С. 118.
19. *Фролькис В. В., Мурадян Х. К.* Старение, эволюция и продление жизни. Киев: Наукова думка, 1992. 336 с.

20. *Deen W.* Biological Aging Measurement — Clinical Applications. Los Angeles, 1988. 426 p.
21. *Marchetti C.* Longevity and Life Expectancy // Technological Forecasting and Social Change. 1997. Vol. 55. P. 281.
22. *McCormick J., Skrabanek P.* Coronary heart disease is not preventive by population intervention // Lancet. 1988. Vol. 8. P. 839.
23. The use of geroprotectors for preventing an accelerating aging // Proc. Sci.-Pract. Conf. Kiev, 1996.