

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский  
клинический научно-  
практический центр  
специализированных видов  
медицинской помощи  
(онкологический)  
им. Н.П. Напалкова  
(Санкт-Петербург, Россия)

<sup>2</sup> Федеральное  
государственное  
бюджетное учреждение  
«Национальный  
медицинский  
исследовательский центр  
онкологии  
им. Н.Н. Петрова»  
Минздрава России  
(Санкт-Петербург, Россия)

# НОВОЕ В РАННЕМ ВЫЯВЛЕНИИ И ПРОФИЛАКТИКЕ ОПУХОЛЕЙ: МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ТЕСТЫ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, ВАКЦИНЫ И ПРОЧЕЕ

А.С. Жабина<sup>1,2</sup>

## NEW DEVELOPMENTS IN EARLY DETECTION AND PREVENTION OF TUMORS: MOLECULAR TESTS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, VACCINES, AND MORE

А.С. Жабина<sup>1,2</sup>

Кандидат медицинских наук, врач-онколог, заведующая отделением  
централизованного разведения химиотерапевтических препаратов  
ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр  
специализированных видов медицинской помощи (онкологический)»  
им. Н.П. Напалкова, научный сотрудник научного отдела инновационных методов  
терапевтической онкологии и реабилитации ФГБУ  
«НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Научного отдела  
инновационных методов терапевтической онкологии и реабилитации.  
197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68А.  
SPIN-код: 8184-2980.  
ORCID: 0000-0002-2246-0441.

A.S. Zhabina<sup>1,2</sup>

Candidate of Medicine, Physician of Chemotherapy Department, St. Petersburg Clinical  
Research and Practical Center of Specialized Types for Medical Care (Oncological);  
Researcher, Department of Innovative Methods of Therapeutic Oncology and Rehabilitation,  
N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology.  
197758, Russia, St. Petersburg, pos. Pesochny, Leningradskaya ul., 68a, Lit. A.  
SPIN-code: 8184-2980.  
ORCID: 0000-0002-2246-0441.

В современной онкологии происходит смена парадигмы от лечения запущенных стадий к превентивному выявлению рака. Несмотря на успехи классического скрининга, потребность в высокочувствительных и малоинвазивных методах ранней диагностики остается критической. В основе данного направления лежат интеграция молекулярных тестов и алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Внедрение этих технологий в клиническую практику способно снизить смертность за счет выявления опухолей на ранних стадиях. Однако вопросы стандартизации данных и экономической доступности остаются основными барьерами.

**Ключевые слова:** профилактика, жидкостная биопсия, искусственный интеллект, вакцины, ранняя диагностика, молекулярные биомаркеры.

In modern oncology, there is a paradigm shift from treating advanced stages to preventive cancer detection. Despite the success of classical screening, the need for highly sensitive and minimally invasive early diagnostic methods remains critical. The integration of molecular tests and AI algorithms is at the core of this approach. The implementation of these technologies in clinical practice has the potential to reduce mortality by detecting tumors at an early stage. However, issues related to data standardization and economic accessibility remain significant barriers.

**Key words:** prevention, liquid biopsy, artificial intelligence, vaccines, early diagnosis, molecular biomarkers.

## Введение

**В** настоящее время рак остается одной из ведущих причин смертности во всем мире. Ключевым компонентом в области борьбы с онкологическими заболеваниями являются исследования в области их ранней диагностики [1]. Большинство рандомизированных клинических исследований, проведенных в отношении различных солидных опухолей, наглядно показывают, что ранняя диагностика и профилактика позволяют выявить рак на ранней стадии, что увеличивает вероятность излечения, снижает риск рецидива заболевания и уменьшает уровень смертности [2–4].

Вопрос о приоритетном значении профилактики в борьбе с онкологическими заболеваниями поднимался еще в 1947 году академиком Н.Н. Петровым, который писал: «Мы знаем уже так много о причинах рака, что не только возможно, но и совершенно необходимо поставить противораковую борьбу на рельсы профилактики». Подхватывая ту же тему, академик РАМН Н.П. Напалков писал: «Нет сомнения в том, что последовательное и широкое внедрение мер по первичной профилактике рака – дело, хотя и очень нелегкое, но способное в течение одного-двух десятилетий вполне реально сократить смертность населения страны от злокачественных опухолей, по крайней мере, на одну треть».

Развитие ракового заболевания занимает длительный, часто многолетний период. Подсчитано, что разрастание одной раковой клетки в раковую опухоль может занимать 6-8 лет. При этом на начальных стадиях развитие опухоли обратимо, если устранить или нейтрализовать действия канцерогенов и факторов риска. По данным ВОЗ, 40% случаев рака можно предотвратить одним только соблюдением здорового образа жизни; дополнительно к этому еще 20% случаев могут быть предотвращены путем предупреждения хронических инфекций – таких как ВПЧ, вирус гепатита В, *Helicobacter pylori* [5].

Профилактика опухолевых заболеваний бывает первичной (доклинической), вторичной (клинической) и третичной (противорецидивной). Целью первичной профилактики является снижение заболеваемости путем предупреждения самого возникновения раковых заболеваний. Вторичная профилактика ставит своей целью уменьшение смертности и инвалидизации путем раннего выявления и лечения начальных стадий новообразований. В основе третичной профилактики лежит предупреждение рецидивов заболевания после завершения основного курса лечения [6]. Современная онкология смещает фокус с лечения на превентивную медицину, включающую вакцинацию, раннюю диагностику, персонализированное прогнозирование и фармакологическую профилактику.

## Молекулярные тесты

Традиционными методами скрининга являются маммография, эндоскопические методы, низкодозная компьютерная томография, которые доказали свою эффективность, но только для отдельных локализаций. Поэтому в настоящее время активно развиваются методики для выявления опухолей еще до появления клинических симптомов. Одним из таких методов является циркулирующая опухолевая ДНК (цОДНК). В настоящее время рекомендуемые скрининговые тесты на рак выявляют только 4 его вида – рак молочной железы, шейки матки, толстой кишки и легких, – а коммерчески доступные тесты на раннее выявление нескольких видов рака (Multi-Cancer Early Detection, MCED) часто не позволяют выявить солидные опухоли на первой стадии. Метод раннего выявления нескольких видов рака на основе циркулирующей внеклеточной ДНК (вкДНК; circulating cell-free DNA, cfDNA) использует различные молекулярные свойства вкДНК, в том числе соматические мутации и паттерны метилирования [7].

Специфические биомаркеры также изучаются в комплексе. Для ранее труднодиагностируемых видов, таких как рак поджелудочной железы, внедрены панели из четырех маркеров: аминопептидаза N (ANPEP), рецептор полимерного иммуноглобулина (PIGR), СА19-9, тромбоспондин 2 (THBS2), обеспечивающие точность детекции ранних стадий до 87,5% [8]. Различия в выявлении рака поджелудочной железы на ранних стадиях и других неопухолевых заболеваний оказались статистически незначимыми, однако авторы вышеприведенной публикации сделали вывод, что данный тест все же способен помочь выявлять людей с высоким риском развития рака поджелудочной железы.

Еще одно направление среди биомаркеров в раннем выявлении рака – это изучение экзосом. Они представляют собой подтип внеклеточных везикул, которые образуются в поздних эндосомах и высвобождаются из клеточной мембраны. Экзосомы содержат белки, РНК и липиды из клеток, в которых образовались [9]. Будучи естественными носителями, транспортирующими различные типы веществ между клетками с низкой иммуногенностью, они становятся перспективными кандидатами для терапевтического применения – например, для доставки мРНК [10]. Примечательно, что у онкологических больных секреция экзосом повышена, что делает экзосомальные маркеры перспективными инструментами для выявления рака [11]. Таким образом были разработаны мультимаркерные подходы (EpCAM, ASGPR1 и CD147) для ранней диагностики гепатоцеллюлярного рака, KPP, опухолей яичников и рака предстательной железы [12].

В 2025 году в России был анонсирован скрининговый тест для нескольких видов рака. Этот тест выявляет метилированные фрагменты цодНК. В Первом МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовском Университете) была совместно с Институтом системного программирования разработана и зарегистрирована программа «ОнкоПро» которая явилась первым российским программным обеспечением, получившим статус медицинского изделия для диагностики рака. Система способна проанализировать 12 маркеров в плазме крови, может рассчитать с помощью математического алгоритма вероятность шести видов наиболее распространенных видов солидных опухолей: НМРЛ, РМЖ, КРР, рака яичников, рака почки и рака предстательной железы.

В настоящее время изучаются и другие перспективные методы анализа цодНК для выявления нескольких видов рака: CancerSEEK и PanSeer test. Многим белковым маркерам рака, применяемым в клинической практике, не хватает специфичности. Наилучшие результаты дают методы, основанные на мультиомиксных алгоритмах.

Возлагаются определенные надежды и на такое направление, применяемое как в клинической практике, так и в ранней диагностике, как создание алгоритмов, включающих комбинированный подход (анализ фрагментов метилирующей ДНК, использование биомаркеров).

Протеомный анализ рака может помочь выявить новые эффективные биомаркеры для мониторинга онкологических заболеваний [13].

Активно изучаются и реализуются на практике и иные новые проекты, (например, POSEIDON; ARPA-H), которые внедряют в виде капсул биоинженерные сенсоры, сигнализирующие о наличии изменений в образцах выдыхаемого воздуха или анализах мочи. Эти данные передаются прямо на смартфон врача. Такие системы разработаны для самостоятельного тестирования и в будущем могут быть интегрированы в медицинские карты. Однако цена данного теста в настоящий момент все еще непомерно высока и составляет миллионы долларов [14].

Жидкая биопсия, нанобиосенсоры, искусственный интеллект и секвенирование нового поколения (next-generation sequencing, NGS) меняют подходы к поиску и применению биомаркеров. Но разумеется, свои ограничения есть и у них. К основным проблемам относятся низкая концентрация и фрагментация, а также выведение цодНК, сложность выделения экзосом, различия в экспрессии микроРНК у разных пациентов и отсутствие клинической стандартизации [15]. Несмотря на некоторые обнадеживающие результаты, клиническое использование циркулирующих опухолевых клеток (ЦОК) остается спорным. Интеграция этих биомаркеров с методами визуализации и диагностическими инструментами на основе ИИ может стать революционным подходом к ранней диагностике опухолевых заболеваний [16].

## Искусственный интеллект

В наши дни ИИ перестал быть просто инструментом «второго мнения» и стал центром прецизионной диагностики. Алгоритмы ИИ в раннем выявлении рака используются от детекции до прогнозирования. Система CleaveNet (MIT/Microsoft) использует генеративный ИИ для создания пептидов, реагирующих на онкоассоциированные ферменты (протеазы), что позволяет выявлять рак по специфическим биологическим сигналам быстрее и дешевле традиционных методов. Авторы разработки выдвигают идею, что если из протеаз можно создать сенсор и объединить их в мультиплекс, то можно будет обнаружить признаки активности этих протеаз при различных заболеваниях, в том числе на ранних стадиях рака. А поскольку расщепление пептидов – это процесс ферментативный, он может значительно усилить сигнал [17]. Подобный проект, предназначенный для изучения метаболитов с наиболее значимыми изменениями и сопоставления типов и концентрации метаболитов в плазме крови с образцами в базе данных больных и здоровых пациентов, разработан в Уральском федеральном университете имени первого президента России Б.Н. Ельцина.

Активное внедрение ИИ для раннего выявления опухолей также происходит в патоморфологии. Примером создания такого алгоритма может являться анализ цифрового изображения опухолей почки. В ходе работы алгоритм выделяет клетки, которые напрямую связаны с агрессивностью опухоли. Одним из результатов этой работы стало то, что исследователи даже предложили обновить международную классификацию опухолей почки.

Продолжая тему, отметим, что в России уже существует компьютерное зрение, помогающее оценить маммографические снимки. Алгоритмы глубокого обучения анализируют КТ и МРТ-снимки, выявляя микроскопические изменения в органах за многие месяцы до того, как они станут заметны глазу радиолога [18].

Что же касается такой остроактуальной проблемы, как персонификация медицинской помощи, то здесь можно констатировать, что ИИ вполне в состоянии интегрировать геномные данные, образ жизни и экологические факторы для формирования индивидуального профиля риска пациента.

Все эти разработки требуют дальнейших рандомизированных исследований для интеграции в клиническую практику, но уже сегодня они меняют подход к онкопрофилактике.

## Вакцинация и иммунопрофилактика

В сфере профилактики рака в 2026 году активно используются успехи мРНК-технологий, апробированных в период пандемии COVID-19. Расширение программ вакцинации против вируса папилломы

человека, (например Secolin 9), и гепатита В остается критически важной. Вакцинация стала мощным средством профилактики вирус-ассоциированных раковых заболеваний. Вакцина против ВПЧ значительно снизила заболеваемость раком шейки матки, ротоглотки и анального отверстия, а исследования показали, что предраковые поражения, связанные с ВПЧ, у вакцинированного населения устраняются практически полностью [19]. В 2026 году вакцинация от ВПЧ включена в календарь прививок для девочек в возрасте 9–14 лет.

Аналогичным образом вакцина против гепатита В способствовала заметному снижению заболеваемости раком печени в эндемичных регионах. Глобальные усилия по расширению охвата вакцинацией, особенно в странах с низким и средним уровнем дохода, по-прежнему имеют решающее значение для профилактики рака.

Запущены масштабные испытания персонализированных мРНК-вакцин, которые обучают иммунную систему распознавать неоантигены на самых ранних этапах канцерогенеза. К примеру, такова LungVax для профилактики рака легких среди группы высокого риска. Исследование рассчитано на 4 года, а первый его этап планируется начать летом 2026 года [20].

Разработка вакцин также не обошлась без применения ИИ. Использование машинного обучения для оптимизации доставки мРНК через липидные наночастицы (LNPs) позволило значительно снизить стоимость и ускорить производство индивидуальных вакцин.

В группах высокого риска также оказались многообещающими стратегии химиопрофилактики. Селективные модуляторы рецепторов эстрогена (SERM) – такие как тамоксифен, – снижают заболеваемость РМЖ до 50% у женщин с повышенным риском. Аспирин благодаря своим противовоспалительным свойствам снижает риск развития КРР, хотя его длительное применение должно быть скорректировано с учетом риска кровотечений. Будущие исследования должны быть направлены на выявление биомаркеров, чтобы как можно лучше распределить пациентов, которым врачевные вмешательства, основанные на данных этих биомаркеров, принесли бы наибольшую пользу при минимизации побочных эффектов [21].

У лиц с наследственными синдромами (например, семейным аденоматозным полипозом) применение нестероидных противовоспалительных препаратов может рассматриваться как мера третичной профилактики для предотвращения развития рака на фоне уже имеющихся полипов [22].

## Прочие методы

Интегративная онкология (Society for Integrative Oncology, SIO), под которой обычно понимается использование комбинации методов комплементарной медицины в сочетании с традиционными методами

лечения рака, определяется по-разному, но общепринятого определения пока не существует. В этой области, стремительно развивающейся в последние годы, используются изменения в образе жизни, психотерапия и телесная терапия (например, иглоукалывание, массаж, медитация и йога), а также натуральные продукты для облегчения симптомов и улучшения качества жизни онкологических больных [1].

Экспертная группа ASCO определила, что рекомендации в руководстве SIO, опубликованном в 2017 году, являются четкими, исчерпывающе полными и основанными на наиболее актуальных научных данных. Основные их положения включают музыкальную терапию, медитацию, управление стрессом и йогу как средства для снижения тревожности и стресса; все вышеперечисленное, а также массаж и расслабление – при депрессии и расстройствах настроения [23]. Психосоциальные факторы, хронический стресс и нарушения сна оказывают влияние на иммунную систему, гормональный статус и поведенческие паттерны, включая пищевое поведение, физическую активность и адекватные привычки. Так называемые «Mind-body подходы» (медитация, йога, тай-чи, дыхательные и релаксационные техники) широко используются для уменьшения тревоги, депрессии, усталости и улучшения качества жизни больных раком. При этом данные об их прямом влиянии на риск первичного возникновения опухоли ограничены, но косвенное влияние через модификацию поведения и метаболических маркеров представляется вполне вероятным [24].

Наиболее убедительные данные о возможностях профилактики предоставляют крупные проспективные исследования. К примеру, J. Fu et al. оценивали связь между соблюдением трех основных глобальных рекомендаций по профилактике рака (рекомендаций WCRF/AICR от 2018 и 2007 годов и рекомендаций ACS от 2012 г.) и общим риском потенциального возникновения рака, онкологических заболеваний, связанных с ожирением, и 13 видов уже развившегося рака (КРР, РМЖ, НМРЛ, рак простаты, мочевого пузыря, почки, желудка, поджелудочной железы, пищевода, печени, яичников, матки, желчного пузыря). Анализ показал, что соблюдение рекомендаций связано со значительным снижением общего риска развития рака на 14% (ОР=0,86; 95% ДИ: 0,83–0,88). Наиболее выраженный эффект наблюдался для опухолей следующих локализаций: рака пищевода (снижение риска на 39%; ОР=0,61; 95% ДИ: 0,52–0,70), рака почки (снижение риска на 38%; ОР=0,62; 95% ДИ: 0,56–0,69), КРР (снижение риска на 31%; ОР=0,69; 95% ДИ: 0,63–0,74), РМЖ (снижение риска на 20%; ОР=0,80; 95% ДИ: 0,74–0,85). Примечательно, что для рака предстательной железы и яичников значимой связи между развитием болезни и соблюдением профилактических рекомендаций обнаружено не было. Это подчеркивает необходимость дальнейших исследований этиологии этих видов рака и разработки таргетных стратегий [25].

Основой первичной профилактики является образ жизни. По данным обзорных статей, примерно 30–35% смертей от рака связаны с диетой и метаболическими факторами. Но абстрактная фраза «вести здоровый образ жизни» имеет конкретные клинические рекомендации. Это отказ от курения, употребления алкоголя, пребывания на солнце, поддержание нормального индекса массы тела, регулярная физическая активность и здоровое питание, а также прием добавок с витамином D. Работа с табачной зависимостью должна быть рутинной частью каждого приема. Табакокурение остается ведущей предотвратимой причиной рака. Табачный дым содержит более 9500 химических веществ, включающих нитрозамины и полициклические ароматические углеводороды, которые вызывают рак легкого, головы и шеи, мочевого пузыря и другие виды рака. Употребление алкоголя также является доказанным канцерогеном, действующим через свой метаболит ацетальдегид. В странах с низким уровнем дохода смертность от рака на 75% выше из-за недостаточной медицинской грамотности населения и социально-экономических факторов, совокупность которых препятствует выполнению вышеуказанных рекомендаций [26].

В 2018 г. экспертная группа Американского колледжа спортивной медицины (American College of Sports Medicine, ACSM) пришла к выводу, что физические упражнения предотвращают как минимум 7 видов рака (КРР, РМЖ, эндометрия, почек, мочевого пузыря, аденокарциномы пищевода и желудка) и положительно влияют на выживаемость пациентов РМЖ, КРР и предстательной железы [27]. Для людей, лечившихся от рака, соблюдение рекомендаций по питанию и физической активности может снизить риск рецидива. Например, исследование с участием пациентов, излечившихся от плоскоклеточного рака головы и шеи, показало, что изменение привычного рациона питания (увеличение потребления рекомендуемых продуктов) осуществимо и может быть частью стратегии третичной профилактики [28].

Что касается формирования рациона, в рекомендации специалистов включаются поддержание оптимального веса, здоровое питание с достаточным количеством овощей и фруктов (минимум 400 г в сутки), снижение потребления переработанного мяса (группа 1 по IARC) и использование клетчатки. Наибольший протективный эффект демонстрирует средиземноморская диета, богатая овощами, фруктами, цельными злаками и полезными жирами. Растительная диета (включая вегетарианскую и пескетарианскую) ассоциирована с более низким риском колоректального рака по сравнению с диетой, богатой мясом. Высокое потребление гемового железа и общего железа, напротив, связано с повышением риска рака легкого.

В литературе, посвященной профилактике рака, активно обсуждается поддержание нормального

индекса массы тела. Ожирение и метаболический синдром способствуют развитию рака через хроническое воспаление, избыточную продукцию эстрогенов и нарушение сигнальных путей инсулина. Комбинация ограничения калорийности и физических упражнений наиболее эффективна для модуляции этих процессов. Поддержание здоровой массы тела и регулярная физическая активность являются критическими факторами.

В 2018 году Всемирный фонд исследования рака (World Cancer Research Fund, WCRF) и Американский институт исследования рака (American Institute for Cancer Research, AICR) опубликовали доклад «Диета, питание, физическая активность и рак: глобальная перспектива», в котором были представлены рекомендации по образу жизни, в том числе по здоровому питанию, поддержанию нормального индекса массы тела и физической активности [29]. Данные рекомендации представлены в таблице 1 [30].

Пост, традиционно ассоциирующийся с религиозными практиками, предполагает намеренный отказ от приема пищи или от определенных видов продуктов на определенный срок. В онкологии длительное голодание (в течение нескольких недель или месяцев) может быть нежелательно для больных, т. к. как оно может привести к непреднамеренной потере веса, а это часто контрпродуктивно. Однако краткосрочные протоколы голодания, рассчитанные на несколько недель и включающие периоды голодания от 12 до 72 часов с последующим неограниченным приемом пищи в определенные промежутки времени, более приемлемы [31]. Интервальное голодание (ИГ), при котором периоды приема пищи чередуются с периодами голодания, как правило, включает в себя ограничение калорийности рациона на 1-3 дня в неделю. Эта система вызывает растущий интерес во всем мире, особенно в области онкологии, т. к. связано с тем, что ИГ может регулировать метаболизм питательных веществ и энергетический гомеостаз, поддерживать общее состояние здоровья и, возможно, влиять на развитие и прогрессирование заболеваний [32].

Возвращаясь к основной нашей теме, подведем итог сказанному: потенциал ИИ и цифрового мониторинга в интегративной профилактике заключается в создании систем поддержки принятия решений, которые «вшивают» рекомендации по образу жизни и напоминания о скрининге в повседневную практику пациента и врача [33].

Теперь коснемся такого перспективного направления интегративной онкологии, как воздействие на опухолевое окружение. Микробиом в интегративной диагностике рака рассматривается как источник новых биомаркеров риска, инструмент раннего выявления опухоли. Было установлено, что характеристики микробиома в биологических жидкостях могут указывать на тип рака и позволяют отличить здоровые ткани от раковых, что указывает на значительный по-

Таблица 1.

**Рекомендации по профилактике рака, разработанные в 2018 году  
Всемирной федерацией исследований рака и Американским институтом исследований рака**

Рекомендации	Цели	Совет
Масса тела должна быть в пределах нормы, следить, чтобы не набирался вес с годами.	Вес тела в подростковом возрасте должен быть близок к нижней границе нормы для взрослого человека. вес в пределах нормы на протяжении всей жизни (ИМТ от 18,5 до 24,9). В рационе должно быть не менее 30 г клетчатки в день.	В рационе должны быть злаки, овощи, фрукты (темно-зеленые, красные и оранжевые) и бобовые, например, фасоль. Ограничение употребления «фастфуда» и других полуфабрикатов с высоким содержанием жиров, крахмала или сахара. Некрахмалистые корнеплоды и клубни (например, морковь, артишоки, корень сельдерея, брюква и репа) Сокращение потребления подслащенных сахаром напитков. Чтобы поддерживать водный баланс, полезно пить воду или чай без сахара. Некоторые продукты с высоким содержанием жиров, например, оливковое масло, авокадо и орехи.
Физическая активность в повседневной жизни: больше двигайтесь и меньше сидите на месте.	Умеренные физические упражнения и соблюдение национальных рекомендаций.	Ходьба, езда на велосипеде, домашние дела, работа в саду, плавание и танцы. Высокоинтенсивные виды активности: бег, быстрое плавание, езда на велосипеде, аэробика и командные виды спорта. 150–300 минут умеренной физической активности или 75–150 минут интенсивной активности каждую неделю (или их сочетание). Идеально, если уделять физической активности не менее 300 минут в неделю.
Сократить потребление красного мяса и мясных полуфабрикатов. Употребление красного мяса (говядины, свинины и баранины) в небольших количествах. Отказ от мясных полуфабрикатов.	Не рекомендуется употреблять красное мясо чаще трех раз в неделю, отказ от переработанного мяса.	Что касается РМЖ, КРП и рака простаты, не стоит полностью отказываться от красного мяса, поскольку оно является источником питательных веществ, особенно белка, железа, цинка и витамина В12.
Сократите употребление алкоголя или откажитесь от него. Для лучшей профилактики рака полностью исключите употребление алкоголя.	Алкоголь повышает риск развития рака, поэтому от его употребления лучше отказаться	Риск развития рака связан с количеством употребляемого алкоголя, и даже небольшие дозы повышают риск развития различных видов рака.

тенциал микробных биомаркеров для раннего скрининга и диагностики рака [34]. С помощью метода анализа состава микробиома с коррекцией смещения (ANCOM-BC) и критерия  $\chi$ -квадрат было выявлено 109 таксонов микроорганизмов, различающихся по своим свойствам, благодаря чему специалисты смогли обучить модели классификации на основе метода «случайного леса» (Random Forest, RF), чтобы различать здоровых людей, пациентов с аденомой и

колоректальным раком. Кроме того, была разработана шкала микробного риска (Microbial Risk Score, MRS), основанная на методологии оценки полигенного риска (Polygenic Risk Score, PRS). Эта шкала показала значительное повышение риска развития колоректального рака во всех когортах. Увеличение количества патогенов, связанных с колоректальным раком, таких как *Fusobacterium nucleatum* и *Porphyromonas gingivalis*, подтвердило биологическую обоснован-

ность полученных результатов. Эти результаты продемонстрировали потенциал сигнатур микробиома кишечника в сочетании с машинным обучением как масштабируемого неинвазивного подхода к раннему выявлению колоректального рака и аденом [35].

Взаимосвязь между микробиотой кишечника и раком становится все более очевидной, однако взаимодействие между внекишечной микробиотой и раковыми опухолями в других органах остается неясным. Несмотря на то, что технологии одномоментного анализа эффективно обрабатывают большие объемы данных о микробиоте, они не позволяют изучить механизмы, связывающие микробные биомаркеры с фенотипами рака. Будущее исследований микробных биомаркеров опухолей связано с применением мультиомиксных подходов для выявления более эффективных биомаркеров и определения истинной роли микробиоты в развитии рака. Несмотря на то, что некоторые вопросы все еще остаются без ответа, нельзя отрицать, что микробные биомаркеры обладают огромным потенциалом для применения в клинической практике [36]. Выделены модели, в которых объединенный профиль нескольких микробных родов (например, *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Collinsella*) дает значимое улучшение чувствительности по сравнению с одиночными маркерами.

Предыдущие исследования в основном были сосредоточены на микробиоте вне опухоли, однако недавние работы показали, что внутриопухолевая микробиота также связана с прогнозом и может стать новым классом прогностических маркеров. В будущих исследованиях следует использовать мультиомиксные технологии для анализа микробных сигналов в различных биологических жидкостях, в том числе во внутриопухолевой микробиоте, чтобы выявить дополнительные микробные прогностические маркеры [37].

Среди общих мер профилактики онкозаболеваний на уровне населения рекомендуется контроль канцерогенов: мониторинг загрязнения воздуха, воды и почвы канцерогенными веществами, а также

контроль профессионального облучения на производстве и защита от ультрафиолетового излучения

Эффективная профилактика требует многоуровневого подхода, включающего не только индивидуальные усилия, но и общую политику государства (например, повышение налогов на табачные изделия), различные социальные программы и работу системы здравоохранения [38].

Важно отметить, что несмотря на высокие затраты на здравоохранение в целом, доля инвестиций именно в профилактику часто остается низкой, хотя исследования показывают их высокую экономическую эффективность и отдачу. Современные меры и методы профилактики разрабатываются на основе данных об эпидемиологии и факторах риска, в отношении которых доказана причинно-следственная связь с развитием этой патологии [39].

Сегодня профилактика рака включает в себя комплексный подход: от модификации поведения на индивидуальном уровне до государственных стратегий, таких как вакцинация и скрининговые программы. Учитывая важность правильного и здорового образа жизни для профилактики рака, глобальные институты должны разрабатывать стратегии и среду, которые поощряют людей к здоровому поведению.

## Заключение

Современная онкопрофилактика трансформируется в высокотехнологичную область медицины, в которой объединение молекулярного мониторинга и ИИ-аналитики позволяет выявлять болезнь еще на стадии «предрака». Ключевой задачей на ближайшие годы остается обеспечение глобального доступа к этим технологиям и их стандартизация в рамках государственных систем здравоохранения.

Концепция «Vision Zero» (нулевая смертность от предотвратимых причин), успешно применяемая в безопасности дорожного движения, должна стать ориентиром и для онкологии, смещая фокус с дорогостоящего лечения на эффективные профилактические меры.

## Список литературы

1. Marino P. Healthy Lifestyle and Cancer Risk: Modifiable Risk Factors to Prevent Cancer / P. Marino, M. Minni, G. Deiana et al. // *Nutrients*. – 2024. – Vol. 16, No. 6. – P. 800.
2. Cong Z., Tran O., Nelson J., Silver M., Chung K. Productivity Loss and Indirect Costs for Patients Newly Diagnosed with Early-versus Late-Stage Cancer in the USA: A Large-Scale Observational Research Study // *Applied Health Economics and Health Policy*. – 2022. – Vol. 20, No. 6. – P. 845–856.
3. Chorley A.J., Hirst Y., Vrinten C., Wagner C.V., Wardle J., Waller J. Public understanding of the purpose of cancer screening: a population-based survey // *Journal of Medical Screening*. – 2018. – Vol. 25, No. 2. – P. 64–69.
4. Amato O., Guarneri V., Girardi F. Epidemiology trends and progress in breast cancer survival: earlier diagnosis, new therapeutics // *Current Opinion in Oncology*. – 2023. – Vol. 35, No. 6. – P. 612–619.
5. Ильницкий А.П. Первичная профилактика рака – первая линия обороны в противораковой борьбе – [Электронный источник]. – Режим доступа: [https://oncology.ru/specialist/lecture/general\\_questions/002.pdf](https://oncology.ru/specialist/lecture/general_questions/002.pdf). – Дата обращения: 04.03.2026.

6. Тумаренко А.В., Меднова Д.А., Калинин Е.И., Халилова У.А. Профилактика онкологических заболеваний // Медицинская сестра. – 2016. – № 2. – С. 3–7.
7. Zhang K, Fu R, Liu R, Su Z. Circulating cell-free DNA-based multi-cancer early detection // Trends in Cancer. – 2024. – Vol. 10, No. 2. – P. 161–174.
8. Krusen B.M., Gimotty P.A., Donabue G., Till J.E., Yin M., Carlson E.E., Bamlet W.R., Carpenter E.L., Majumder S., Oberg A.L., Zaret K.S. Improving a Plasma Biomarker Panel for Early Detection of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma with Aminopeptidase N and Polymeric Immunoglobulin Receptor // Clinical Cancer Research. – 2026. – Vol. 32, No. 4. – P. 756–769.
9. Schwab A., Meyering S.S., Lepene B., Jordanskiy S., van Hoek M.L., Hakami R.M. Extracellular vesicles from infected cells: potential for direct pathogenesis // Frontiers in Microbiology. – 2015. – Vol. 6. – P. 1132.
10. van Niel G., D'Angelo G., Raposo G. Shedding light on the cell biology of extracellular vesicles // Nature Reviews Molecular Cell Biology. – 2018. – Vol. 19, No. 4. – P. 213–228.
11. Li W., Li C., Zhou T., Liu X., Liu X., Li X. Role of exosomal proteins in cancer diagnosis // Molecular Cancer. – 2017. – Vol. 16. – P. 1–12.
12. Chen I.H., Xue L., Hsu C.C., Paez J.S., Pan L., Andaluz H. Phosphoproteins in extracellular vesicles as candidate markers for breast cancer // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2017. – Vol. 114, No. 12. – P. 3175–3180.
13. Elewally M.I. Blood-Based Cancer Screening/Early Cancer Detection // Cancer Challenges. – 2025. – Vol. 10.
14. Advanced Research Projects Agency for Health. Program POSEIDON – [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://arpa-h.gov/explore-funding/programs/poseidon>. – Дата обращения: 04.03.2026.
15. Zafar M. European Journal of Medical Research // European Journal of Medical Research. – 2025. – Vol. 30. – P. 760.
16. Kbangar S. Clinical Cancer Bulletin // Clinical Cancer Bulletin. – 2025. – Vol. 4. – P. 24.
17. Martin-Alonso C., Alamdari S., Samad T.S. Deep learning guided design of protease substrates // Nature Communications. – 2026. – Vol. 17. – P. 54.
18. На Урале создали тест-систему для определения рака на ранней стадии // РИА Новости. Наука – [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://ri.ria.ru/20250228/наука-2002009540.html>. – Дата обращения: 04.03.2026.
19. Arbyn M., Xu L., Simoens C., Martin-Hirsch P.P. Prophylactic vaccination against human papillomaviruses to prevent cervical cancer and its precursors // The Lancet. – 2020. – Vol. 395. – P. 575–590.
20. World-first lung cancer prevention vaccine LungVax enters phase 1 trial – [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://www.openaccessgovernment.org/world-first-lung-cancer-prevention-vaccine-lungvax-enters-phase-1-trial/201348/>. – Дата обращения: 04.03.2026.
21. Hidig S.M., Kitagbenda F.K. Next-generation Cancer Screening and Prevention: The Convergence of Liquid Biopsy Diagnostics, Artificial Intelligence and Precision Medicine // Comprehensive Cancer Detection and Prevention. – 2025. – Vol. 1, No. 1. – P. 001–005.
22. Torres Á., Quintanilla F., Barnafi E. Dietary Interventions for Cancer Prevention: An Update to ACS International Guidelines // Nutrients. – 2024. – Vol. 16, No. 17. – P. 2897.
23. Lyman G.H., Greenlee H., Boblke K., Bao T., DeMichele A.M., Deng G.E., Fouladbakhsb J.M., Gil B., Hershman D.L., Mansfield S., Mussallem D.M., Mustian K.M., Price E., Rafte S., Cohen L. Integrative Therapies During and After Breast Cancer Treatment // Journal of Clinical Oncology. – 2018. – Vol. 36, No. 25. – P. 2647–2655.
24. Latte-Naor S., Mao J.J. Putting Integrative Oncology Into Practice: Concepts and Approaches // Journal of Oncology Practice. – 2019. – Vol. 15, No. 1. – P. 7–14.
25. Fu J., Tan L.J., Lou S., Shin W.K., Kang D., Shin S. Association between adherence to cancer prevention guidelines and cancer risk: a comprehensive systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies // EClinicalMedicine. – 2025. – Vol. 89. – P. 103569.
26. Anandasabapathy S., Asirwa C., Grover S., Mungo C. Cancer burden in low-income and middle-income countries // Nature Reviews Cancer. – 2024. – Vol. 24, No. 3. – P. 167–170.
27. Patel A.V., Friedenreich C.M., Moore S.C. American College of Sports Medicine roundtable report on physical activity, sedentary behavior, and cancer prevention and control // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2019. – Vol. 51, No. 11. – P. 2391–2402.
28. Cavaliere S., Bruno E., Serafini M.S. Dietary intervention for tertiary prevention in head and neck squamous cell carcinoma survivors: clinical and translational results of a randomized phase II trial // Frontiers in Oncology. – 2024. – Vol. 13. – Article 1321174.
29. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research Diet, Nutrition, Physical Activity and Cancer: a Global Perspective – London: WCRF. – 2018.
30. Veronese N., Li Y., Manson J.E., Willett W.C., Fontana L., Hu F.B. Combined associations of body weight and lifestyle factors with all cause and cause specific mortality in men and women: prospective cohort study // BMJ. – 2016. – Vol. 355. – P. i5855.
31. Doyle C., Kushi L.H., Byers T., Courneya K.S., Demark-Wahnefried W., Grant B., McTiernan A., Rock C.L., Thompson C., Gansler T. Nutrition and physical activity during and after cancer treatment: An American Cancer Society guide for informed choices // CA: A Cancer Journal for Clinicians. – 2006. – Vol. 56. – P. 323–353.

32. *Brandborst S., Choi I.Y., Wei M., Cheng C.W., Sedrakyan S., Navarrete G., Dubeau L., Yap W.K., Park R., Vinciguerra M.* A periodic diet that mimics fasting promotes multi-system regeneration, enhanced cognitive performance, and healthspan // *Cell Metabolism*. – 2015. – Vol. 22. – P. 86–99.
33. *Hundal J.* Integrating lifestyle medicine into cancer care: A new paradigm // *Journal of Clinical Oncology*. – 2024. – Vol. 42. – P. 179.
34. *Dzutsev A., Trinchieri G.* Microbial DNA signature in plasma enables cancer diagnosis // *Nature Reviews Clinical Oncology*. – 2020. – Vol. 17, No. 8. – P. 453–454.
35. *Tsai Y.J., Lyu W.N., Liao N.S., Chen P.C., Tsai M.H., Chuang E.Y.* Gut microbiome-based machine learning model for early colorectal cancer and adenoma screening // *Gut Pathogens*. – 2025. – Vol. 17, No. 1. – P. 80.
36. *Dai J.H., Tan X.R., Qiao H., Liu N.* Emerging clinical relevance of microbiome in cancer: promising biomarkers and therapeutic targets // *Protein and Cell*. – 2024. – Vol. 15, No. 4. – P. 239–260.
37. *Sheng D., Yue K., Li H.* The interaction between intratumoral microbiome and immunity is related to the prognosis of ovarian cancer // *Microbiology Spectrum*. – 2023. – Vol. 11, No. 2. – e0354922.
38. *Gorin S.S., Hirko K.* Primary Prevention of Cancer: A Multilevel Approach to Behavioral Risk Factor Reduction in Racially and Ethnically Minoritized Groups // *The Cancer Journal*. – 2023. – Vol. 29, No. 6. – P. 354–361.
39. *Левшин В.Ф., Слепченко Н.И.* Меры первичной профилактики колоректального рака и технологии их внедрения в практическое здравоохранение // *Профилактическая медицина*. – 2024. – № 6. – С. 111–117.

## References

1. *Marino P., Mininni M., Deiana G., Marino G., Divella R., Bochicchio I., Giuliano A., Lapadula S., Lettini A.R., Sanseverino F.* Healthy lifestyle and cancer risk: modifiable risk factors to prevent cancer. *Nutrients*. 2024 Mar 11;16(6):800. doi:10.3390/nu16060800.
2. *Cong Z., Tran O., Nelson J., Silver M., Chung K.* Productivity loss and indirect costs for patients newly diagnosed with early-versus late-stage cancer in the USA: a large-scale observational research study. *Appl Health Econ Health Policy*. 2022 Dec;20(6):845-856. doi:10.1007/s40258-022-00762-0.
3. *Chorley A.J., Hirst Y., Vrinten C., Wagner C.V., Wardle J., Waller J.* Public understanding of the purpose of cancer screening: a population-based survey. *J Med Screen*. 2018 Jun;25(2):64-69. doi:10.1177/0969141317694875.
4. *Amato O., Guarneri V., Girardi F.* Epidemiology trends and progress in breast cancer survival: earlier diagnosis, new therapeutics. *Curr Opin Oncol*. 2023 Nov;35(6):612-619. doi:10.1097/CCO.0000000000000945.
5. [Ильинский А.П. Первичная профилактика рака – первая линия обороны в противораковой борьбе. Available at: [https://oncology.ru/specialist/lecture/general\\_questions/002.pdf](https://oncology.ru/specialist/lecture/general_questions/002.pdf). Accessed at: 04.03.2026. (In Russ)].
6. [Тумаренко А.В., Меднова Д.А., Калинин Е.И., Халилова У.А. Профилактика онкологических заболеваний. Медицинская сестра. 2016;(2):3-7. (In Russ)].
7. *Zhang K., Fu R., Liu R., Su Z.* Circulating cell-free DNA-based multi-cancer early detection. *Trends Cancer*. 2024 Feb;10(2):161-174. doi:10.1016/j.trecan.2023.12.004.
8. *Krusen B.M., Gimotty P.A., Donahue G., Till J.E., Yin M., Carlson E.E., Bamlet W.R., Carpenter E.L., Majumder S., Oberg A.L., Zaret K.S.* Improving a plasma biomarker panel for early detection of pancreatic ductal adenocarcinoma with aminopeptidase N and polymeric immunoglobulin receptor. *Clin Cancer Res*. 2026 Feb;32(4):756-769. doi:10.1158/1078-0432.CCR-25-3297. PMID: 41593855; PMCID: PMC12854516.
9. *Schwab A., Meyering S.S., Lepene B., Iordanskiy S., van Hoek M.L., Hakami R.M.* Extracellular vesicles from infected cells: potential for direct pathogenesis. *Front Microbiol*. 2015 Jul 14;6:1132. doi:10.3389/fmicb.2015.01132.
10. *van Niel G., D'Angelo G., Raposo G.* Shedding light on the cell biology of extracellular vesicles. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2018 Apr;19(4):213-228. doi:10.1038/nrm.2017.125.
11. *Li W., Li C., Zhou T., Liu X., Liu X., Li X.* Role of exosomal proteins in cancer diagnosis. *Mol Cancer*. 2017 Dec;16:145. doi:10.1186/s12943-017-0706-8.
12. *Chen I.H., Xue L., Hsu C.C., Paez J.S., Pan L., Andaluz H.* Phosphoproteins in extracellular vesicles as candidate markers for breast cancer. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017 Mar 21;114(12):3175-3180. doi:10.1073/pnas.1618082114.
13. *Elewally M.I.* Blood-based cancer screening/early cancer detection. *Cancer Challenges*. 2025;10. doi.org/10.1007/978-3-032-00775-9\_322
14. Advanced Research Projects Agency for Health. Program POSEIDON. Available at: <https://arpa-h.gov/explore-funding/programs/poseidon>. Accessed at: 04.03.2026.
15. *Zafar M.* *European Journal of Medical Research*. Eur J Med Res. 2025;30:760. doi.org/10.1186/s40001-025-03003-6
16. *Khargar S.* *Clinical Cancer Bulletin*. Clin Cancer Bull. 2025;4:24. doi.org/10.1007/s44272-025-00046-y
17. *Martin-Alonso C., Alamdari S., Samad T.S.* Deep learning guided design of protease substrates. *Nat Commun*. 2026 Jan 3;17:54. doi.org/10.1038/s41467-025-67226-1
18. [На Урале создали тест-систему для определения рака на ранней стадии // *RIA Novosti. Nauka*. In Russ] Available at: <https://ri.ria.ru/20250228/nauka-2002009540.html>. Accessed at: 04.03.2026.
19. *Arbyn M., Xu L., Simoens C., Martin-Hirsch P.P.* Prophylactic vaccination against human papillomaviruses to prevent cervical cancer and its precursors. *Lancet*. 2020 Feb 15;395:575-590. doi:10.1016/S0140-6736(19)32472-X.
20. World-first lung cancer prevention vaccine LungVax enters phase 1 trial. Open Access Government. 2026. Available at: <https://www.openaccessgovernment.org/world-first-lung-cancer-prevention-vaccine-lungvax-enters-phase-1-trial/201348/>. Accessed at: 04.03.2026.

21. *Hidig S.M., Kitagbenda F.K.* Next-generation cancer screening and prevention: the convergence of liquid biopsy diagnostics, artificial intelligence and precision medicine. *Compr Cancer Detect Prev.* 2025;1(1):001-005.
22. *Torres A., Quintanilla F., Barnafi E.* Dietary interventions for cancer prevention. *Nutrients.* 2024 Sep;16(17):2897. doi:10.3390/nu16172897.
23. *Lyman G.H., Greenlee H., Bohlke K., Bao T., DeMichele A.M., Deng G.E., Fouladbakhsb J.M., Gil B., Hershman D.L., Mansfield S., Mussallem D.M., Mustian K.M., Price E., Rafta S., Coben L.* Integrative therapies during and after breast cancer treatment. *J Clin Oncol.* 2018 Sep 1;36(25):2647-2655. doi:10.1200/JCO.2018.79.2721.
24. *Latte-Naor S., Mao J.J.* Putting integrative oncology into practice. *J Oncol Pract.* 2019 Jan;15(1):7-14. doi:10.1200/JOP.18.00541.
25. *Fu J., Tan L.J., Lou S., Shin W.K., Kang D., Shin S.* Association between adherence to cancer prevention guidelines and cancer risk. *EClinicalMedicine.* 2025;89:103569.
26. *Anandasabapathy S., Asirwa C., Grover S., Mungo C.* Cancer burden in low-income and middle-income countries. *Nat Rev Cancer.* 2024 Mar;24(3):167-170. doi:10.1038/s41568-024-00651-0.
27. *Patel A.V., Friedenreich C.M., Moore S.C., et al.* American College of Sports Medicine roundtable report on physical activity, sedentary behavior, and cancer prevention and control. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Nov;51(11):2391-2402. doi:10.1249/MSS.0000000000002117.
28. *Cavalieri S., Bruno E., Serafini M.S., et al.* Dietary intervention for tertiary prevention in head and neck squamous cell carcinoma survivors. *Front Oncol.* 2024;13:1321174. doi:10.3389/fonc.2023.1321174.
29. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research. *Diet, nutrition, physical activity and cancer: a global perspective.* London: WCRF; 2018.
30. *Veronese N., Li Y., Manson J.E., Willett W.C., Fontana L., Hu F.B.* Combined associations of body weight and lifestyle factors with mortality. *BMJ.* 2016 Sep 14;355:i5855. doi:10.1136/bmj.i5855.
31. *Doyle C., Kushi L.H., Byers T., Courneya K.S., Demark-Wahnefried W., Grant B., McTiernan A., Rock C.L., Thompson C., Gansler T.* Nutrition and physical activity during and after cancer treatment: an American Cancer Society guide for informed choices. *CA Cancer J Clin.* 2006 Nov;56(6):323-353. doi: 10.3322/canjclin.56.6.323. PMID: 17135688.
32. *Brandhorst S., Choi I.Y., Wei M., Cheng C.W., Sedrakyan S., Navarrete G., Dubeau L., Yap W.K., Park R., Vinciguerra M.* A periodic diet that mimics fasting promotes multi-system regeneration, enhanced cognitive performance, and healthspan. *Cell Metab.* 2015 Jul 7;22(1):86-99. doi: 10.1016/j.cmet.2015.05.012. PMID: 26094889.
33. *Hundal J.* Integrating lifestyle medicine into cancer care: a new paradigm. *J Clin Oncol.* 2024 Jan 10;42(2):179. doi: 10.1200/JCO.23.02045. PMID: 37870538.
34. *Dzutsev A., Trinchieri G.* Microbial DNA signature in plasma enables cancer diagnosis. *Nat Rev Clin Oncol.* 2020 Aug;17(8):453-454. doi: 10.1038/s41571-020-0395-5. PMID: 32439975.
35. *Tsai Y.J., Lyu W.N., Liao N.S., Chen P.C., Tsai M.H., Chuang E.Y.* Gut microbiome-based machine learning model for early colorectal cancer and adenoma screening. *Gut Pathog.* 2025 Dec;17(1):80. doi: 10.1186/s13099-025-00678-4. PMID: 39987654.
36. *Dai J.H., Tan X.R., Qiao H., Liu N.* Emerging clinical relevance of microbiome in cancer: promising biomarkers and therapeutic targets. *Protein Cell.* 2024 Apr;15(4):239-260. doi: 10.1093/procel/pwad045. PMID: 37523009.
37. *Sheng D., Yue K., Li H.* The interaction between intratumoral microbiome and immunity is related to the prognosis of ovarian cancer. *Microbiol Spectr.* 2023 Apr 12;11(2):e0354922. doi: 10.1128/spectrum.03549-22. PMID: 37067424.
38. *Gorin S.S., Hirko K.* Primary prevention of cancer: a multilevel approach to behavioral risk factor reduction in racially and ethnically minoritized groups. *Cancer J.* 2023 Nov-Dec 01;29(6):354-361. doi: 10.1097/PPO.0000000000000685. PMID: 37921422.
39. *[Levsbin V.F., Slepchenko N.I.]* Measures of primary prevention of colorectal cancer and technologies for their implementation in practical healthcare. *Prophyl Med.* 2024;(6):111-117. (In Russ). doi: 10.17116/profilmed202427061111.