

*Санкт-Петербургский
клинический научно-
практический центр
специализированных видов
медицинской помощи
(онкологический)
им. Н.П. Напалкова
(Санкт-Петербург, Россия)*

ЭВОЛЮЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ОНКОЛОГИИ

В.В. Егоренков, Н.М. Волков, В.М. Моисеенко

EVOLUTION OF SURGICAL APPROACHES IN ONCOLOGY

В.В. Егоренков

*Кандидат медицинских наук, заместитель директора по медицинской части,
ГБУЗ «СПбКНЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова»,
197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, Ленинградская ул., д. 68А.*

Н.М. Волков

*Кандидат медицинских наук, врач первой квалификационной категории,
начальник отделений химиотерапевтического и радиотерапевтического профиля
ГБУЗ «СПбКНЦСВМП(о) им. Н.П. Напалкова».*

В.М. Моисеенко

*Член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор,
директор Государственного бюджетного учреждения здравоохранения
«Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр
специализированных видов медицинской помощи
им. Н.П. Напалкова».*

ORCID: 0000-0003-4807-7915.

V.V. Egorenkov

*Candidate of Sciences, Deputy Director for Medical Affairs, St. Petersburg Clinical Research
and Practical Center of Specialized Types for Medical Care (Oncological)
named after N.P. Napalkov.
197758, Saint Petersburg, Pesochny, Leningradskaya str., 68A, lit. A.*

N.M. Volkov

*Candidate of Medicine, Candidate of Medicine, Head of chemotherapy and radiotherapy
departments St. Petersburg Clinical Research and Practical Center of specialized types of
medical care (Oncological) named after N.P. Napalkov.
SPIN-code: 1605-0256.*

V.M. Moiseenko

*Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, DSc, MD, Professor, Director
of St. Petersburg Clinical Scientific and Practical Center for Specialized Types of Medical
Care (Oncological) named after N.P. Napalkov.
ORCID: 0000-0003-4807-7915.*

История хирургического лечения злокачественных новообразований демонстрирует фундаментальную смену научных парадигм: от концепции строго локального процесса, требовавшего максимального анатомического радикализма, – к системному взгляду на онкогенез. Ключевым драйвером этой эволюции стало углубление понимания биологии рака – его генетической гетерогенности, роли микроокружения и механизмов уклонения опухоли от иммунного ответа. Изучение взаимодействия злокачественного новообразования с иммунной системой привело к расцвету иммуноонкологии, в рамках которой хирургическое вмешательство все чаще рассматривается как этап, потенцирующий эффект противоопухолевой терапии.

Параллельно с развитием фундаментальных знаний технологический прогресс кардинально изменил и оперативную технику, открыв переход от эры расширенных резекций к эре прецизионности. Внедрение методик интра-

операционной визуализации (флуоресцентная навигация, УЗИ), роботизированных систем (например, da Vinci), преодолевших ограничения традиционной лапароскопии, а также широкое применение энергетических методов диссекции позволили минимизировать кровопотерю и выполнять сложные вмешательства с беспрецедентной точностью и безопасностью.

В настоящее время онкохирургия представляет собой результат совокупности биологического понимания болезни и высочайших технологий. Данный подход нацелен на максимальное сохранение качества жизни пациента без ущерба для онкологической радикальности, что и определяет современный путь развития клинической медицины.

Ключевые слова: эволюция хирургии в онкологии, смена парадигм, прецизионная хирургия, биология рака.

The history of surgical treatment for malignant neoplasms demonstrates a fundamental shift in scientific paradigms: from the concept of a strictly local process requiring maximum anatomical radicalism to a systemic view of oncogenesis. The key driver of this evolution has been a deeper understanding of cancer biology – its genetic heterogeneity, the role of the tumor microenvironment, and the mechanisms by which tumors evade the immune response. The study of the interaction between malignancies and the immune system has led to the flourishing of immuno-oncology, where surgical intervention is increasingly seen as a step that potentiates the effect of antitumor therapy.

Parallel to the development of these fundamental concepts, technological progress has radically changed the landscape of surgical technique, marking the transition from the era of extended resections to the era of precision. The introduction of intraoperative imaging methods (fluorescence navigation, ultrasound), robotic systems (such as da Vinci) that overcame the limitations of traditional laparoscopy, as well as the widespread use of energy-based dissection techniques, have made it possible to minimize blood loss and perform complex interventions with unprecedented accuracy and safety.

Currently, modern surgical oncology represents a synthesis of a deep biological understanding of the disease and cutting-edge technology. This synthesis is aimed at maximizing the preservation of the patient's quality of life without compromising oncological radicality, and it defines the contemporary path of development in clinical medicine.

Key words: evolution of surgical oncology, paradigm shift, precision surgery, cancer biology.

Введение

История хирургического лечения злокачественных новообразований представляет собой один из важнейших разделов клинической медицины, демонстрирующий ключевые закономерности ее развития. На протяжении более чем 130 лет этот путь отражает не просто совершенствование ремесленных навыков хирургов, но и фундаментальную смену научных парадигм.

Ключевым драйвером этой эволюции стали изменения в понимании биологии рака. Концепция опухоли как строго локального процесса, требовавшего максимального анатомического радикализма, уступила место системному взгляду на онкогенез. Сегодня онкология оперирует такими понятиями, как генетическая гетерогенность опухоли, роль микроокружения в прогрессировании заболевания и механизмы уклонения клеток от иммунного ответа [1].

Именно изучение взаимодействия злокачественной опухоли с иммунной системой организма привело к расцвету иммуноонкологии, в рамках которой хирургическое вмешательство все чаще рассматривается не как изолированный метод, а как этап, потенцирующий эффект противоопухолевой терапии.

Технологический прогресс, стремительно происходивший параллельно с накоплением фундаментальных знаний, кардинально изменил облик медицинской техники. От эпохи расширенных и сверхрадикальных вмешательств хирургия перешла к эре прецизионности [2]. Первоначально это выразилось во внедрении методик интраоперационной визуализации (флуоресцентная навигация, интраопе-

рационное УЗИ), позволяющих в реальном времени оценивать границы резекции. Затем развитие роботизированных систем, к примеру комплекса da Vinci, позволило преодолеть ограничения традиционной лапароскопии, обеспечив хирургу беспрецедентную эргономику, точность и трехмерную визуализацию в условиях минимального доступа. Кроме того, широкое применение энергетических методов диссекции (ультразвуковая, биполярная коагуляция) позволило минимизировать кровопотерю и выполнять сложные этапы операций с высокой степенью безопасности для пациента [3].

Таким образом, современная хирургия рака представляет собой синтез глубокого биологического понимания болезни и высочайших технологий, нацеленный на максимальное сохранение качества жизни пациента без ущерба для онкологической радикальности.

Становление радикального подхода в хирургической онкологии (1880–1950-е гг.)

Конец XIX века ознаменовался формированием научных основ хирургической онкологии. Доминирующей в этой области стала теория лимфогенного распространения опухоли, сформулированная У.С. Холстедом (W.S. Halsted; 1852–1922). В своей основополагающей работе «The Results of Operations for the Cure of Cancer of the Breast Performed at the Johns Hopkins Hospital from June, 1889, to January, 1894» (Результаты операций по излечению рака молочной

железы, проведенных в больнице Джона Хопкинса с июня 1889 по январь 1894 года) он обосновал необходимость удаления первичной опухоли, всего органа и регионарных лимфоузлов единым блоком (en-bloc resection). Согласно модели, выстроенной Холстедом, злокачественная опухоль метастазирует строго упорядоченно: от первичного очага к регионарным лимфоузлам и лишь затем – системно. Следовательно, радикальное излечение возможно только при максимально широком удалении тканей в пределах здоровых границ [4].

Наиболее известным примером реализации парадигмы максимального анатомического радикализма стала мастэктомия по Холстеду (Halsted radical mastectomy), разработанная в 1889 г. Это вмешательство предполагало удаление единым блоком не только самой молочной железы, но и всех трех уровней регионарных лимфоколлекторов – подмышечных, подключичных и парастеральных лимфатических узлов. Хирурги того времени были убеждены, что только такой тотальный подход способен механически остановить распространение раковых клеток по лимфатическим путям [5].

В течение большей части XX века эта калечащая операция оставалась неоспоримым «золотым стандартом» лечения рака молочной железы. Техника вмешательства постоянно оттачивалась и детализировалась в хирургических школах по всему миру. Однако по мере накопления отдаленных результатов лечения стали очевидны тяжелейшие последствия такого подхода. Главный парадокс заключался в том, что, несмотря на достижение превосходного локального контроля над опухолью (рецидивы в области операции возникали редко), цена этого контроля оказывалась неприемлемо высокой для пациента [6].

К числу наиболее инвалидизирующих последствий радикальной мастэктомии относились приводящая контрактура плеча – стойкое ограничение подвижности в плечевом суставе из-за удаления мышц и рубцевания тканей, лишавшую женщину возможности полноценно пользоваться рукой. Не меньшим злом оказалась и лимфедема верхней конечности – хронический отек руки на стороне операции, возникающий вследствие нарушения оттока лимфы после тотального удаления лимфоузлов, что приводило не только к косметическому дефекту, но и к частым инфекционным осложнениям (таким как рожистое воспаление).

Те же принципы максимального анатомического радикализма, доминировавшие в хирургии рака молочной железы, были в полной мере применены и в колоректальной хирургии. Их наиболее ярким воплощением стала операция на прямой кишке, разработанная английским хирургом У.Э. Майлсом (W.E. Miles; 1869–1947) и впервые подробно описанная в его работе «A method of performing abdominoperineal excision for carcinoma of the rectum and

of the terminal portion of the pelvic colon» (Метод выполнения брюшно-промежностной экстирпации при карциноме прямой кишки и конечного отдела ободочной кишки), опубликованной в 1908 г. [7]. Майлс, как и Холстед, исходил из убеждения, что рак распространяется центробежно – сначала в пределах органа, а затем в регионарные лимфатические узлы, расположенные как вверх, так и в стороны и вниз от опухоли. Исходя из этой логики, для радикального излечения требовалось удалить прямую кишку единым блоком со всеми возможными путями метастазирования. Операция предполагала полное удаление прямой кишки вместе с заднепроходным каналом (анусом) и окружающей клетчаткой. Это достигалось двумя доступами одновременно: через разрез на передней брюшной стенке (брюшной этап) и через промежностный доступ (промежностный этап). Неизбежным следствием такого объема резекции было формирование постоянной одностольной колостомы, поскольку естественный путь дефекации устранялся полностью.

Важно понимать, что операция Майлса выполнялась в эпоху, когда хирурги еще не осознавали критической важности сохранения мезоректальной фасции (висцеральная фасция, окружающая прямую кишку и ее жировую клетчатку). В те годы диссекция велась вслепую, в непосредственной близости от крестца и стенок таза, что сопровождалось массивным кровотечением, повреждением крестцовых нервов и тазовых органов. В результате это вмешательство было одним из самых травматичных в абдоминальной хирургии. В ранних сериях наблюдений послеоперационная летальность достигала 42%, что задокументировал в своем обзоре «The principles and practice of rectal surgery» (Принципы и практика хирургии прямой кишки) выдающийся хирург У.Б. Габриэл (W.B. Gabriel; 1893–1975) [8]. Пациенты погибали от геморрагического шока, сепсиса, перитонита и тромбоэмболических осложнений [9]. Несмотря на высокую летальность и инвалидизацию (пожизненная колостома, импотенция у мужчин, нарушения мочеиспускания), данная операция на протяжении более полувека воспринималась медицинским сообществом как единственно возможный из радикальных методов лечения рака прямой кишки. В условиях отсутствия эффективной лучевой терапии и химиотерапии любой шанс на удаление опухоли казался оправданным, какой бы высокой ни была цена. Лишь во второй половине XX века развитие анестезиологии и понимания анатомии таза (в частности, с внедрением концепции тотальной мезоректумэктомии), привело к возможности выполнения сфинктеросохраняющих операций с гораздо меньшей летальностью и лучшим качеством жизни. Операцию по Майлсу выполняют и сегодня, но лишь для строго ограниченного контингента пациентов с очень низкорасположенными опухолями [10].

Принципы сверхрадикализма, сформулированные У. Холстедом в хирургии молочной железы и У.Э. Майлсом в колоректальной хирургии, нашли свое закономерное продолжение и в гинекологической онкологии. Анатомическая близость органов женской репродуктивной системы, общность лимфоотока и страх перед диссеминацией опухоли побуждали хирургов к расширению границ резекции далеко за пределы пораженного органа. Наиболее показательными примерами этой тенденции стали вмешательства, разработанные в середине XX века: расширенная вульвэктомия и тазовая экзентерация.

В 1919 году американский гинеколог Ф.Дж. Тауссиг (F.J. Taussig; 1872–1943) опубликовал свою фундаментальную работу «Cancer of the vulva: an analysis of 155 cases» (Рак вульвы: анализ 155 случаев) [11]. Автор обосновал в ней необходимость выполнения расширенной вульвэктомии с двусторонней тазовой (пахово-бедренной) лимфаденэктомией. Логика Тауссига заключалась в том, что рак вульвы склонен к лимфогенному метастазированию в паховые и бедренные лимфоузлы, и чтобы предотвратить рецидив заболевания, эти узлы должны удаляться единым блоком с первичной опухолью независимо от их клинического статуса. Операция подразумевала иссечение больших массивов кожи и подкожной клетчатки промежности, клитора, малых и больших половых губ, а также обширную лимфодиссекцию в области бедренного треугольника. Это вмешательство действительно спасало жизнь, но лишь ценой тяжелейшей травмы: пациентки сталкивались с длительно незаживающими ранами, грубыми рубцами, лимфедемой нижних конечностей и гениталий, а также с глубокими психологическими проблемами, связанными с утратой телесной идентичности.

В 1950 году хирург Э.Дж. Брикер (E.J. Bricker; 1883–1956) опубликовал работу «Bladder substitution after pelvic evisceration» (Замещение мочевого пузыря после тазовой экзентерации), которая заложила основы тазовой экзентерации – одной из самых калечащих операций в истории медицины. Тазовая экзентерация представляет собой удаление единым блоком всех тазовых органов: при передней экзентерации удаляются мочевой пузырь и женские половые органы (матка, влагалище, яичники); при задней – прямая кишка и половые органы; при тотальной – и мочевой пузырь, и прямая кишка, и все половые органы [12].

Брикер разработал эту операцию для лечения местнораспространенных форм рака шейки матки и прямой кишки, которые прорастали в соседние органы, но еще не давали отдаленных метастазов. При этом он руководствовался следующей хирургической логикой: если опухоль вышла за пределы одного органа, значит, необходимо удалить все потенциально пораженные структуры в пределах таза. Однако последствия подобных вмешательств были катастрофическими. Пациенты лишались функций

мочеиспускания (формировалась уростомы – выведение мочеточников на кожу или в изолированный сегмент кишки), дефекации (колостомы), а также половой функции и репродуктивных органов.

Подобные вмешательства, призванные обеспечить максимальный онкологический радикализм, действительно позволяли добиться локального контроля над запущенными опухолями, которые иначе были бы фатальными. Однако плата за это была непомерно высокой. Как отмечал в своем анализе К.В. Меньшиков, выжившие пациенты сталкивались с глубокой инвалидизацией: помимо очевидных физических дефектов и нарушения функций тазовых органов, у них развивались хронические болевые синдромы, лимфостаз нижних конечностей, тяжелые депрессивные расстройства, связанные с утратой телесной целостности и социальной изоляцией [13].

Постепенно приходило осознание того, что выживание любой ценой не является синонимом излечения, поскольку качество жизни после операции оказывалось несовместимым с полноценным существованием. Именно это стало важнейшим фактором, заставившим хирургов пересмотреть границы радикализма. Сегодня тазовая экзентерация выполняется крайне редко, строго по отобранному показанию и только в специализированных центрах; при этом обязательным условием является тщательное предоперационное обследование и мультидисциплинарный подход с участием пластических хирургов для скорейшей реконструкции.

К середине XX века стали очевидны все недостатки сверхрадикального подхода в онкохирургии. Накопление критических данных неуклонно росло, а анализ получаемых проспективных данных демонстрировал, что выживаемость при многих локализациях достигла плато, но проблема локальных рецидивов при этом сохранялась [14].

Таким образом, следует заключить, что фундаментальный недостаток сверхрадикального подхода заключался в игнорировании системной природы злокачественного заболевания, что впоследствии было подтверждено обнаружением циркулирующих опухолевых клеток. Эра хирургического радикализма подготовила почву для последующей революции в онкологии, убедительно доказав, что для эффективного контроля над заболеванием одной лишь агрессивной анатомической резекции явно недостаточно.

Сдвиг парадигмы: органосохранение и мультимодальность (1950–1990-е гг.)

Вторая половина XX века стала периодом фундаментального пересмотра онкологических принципов под влиянием двух ключевых факторов: развития эффективных адъювантных методов лечения и результатов масштабных рандомизированных клинических исследований. Ключевую роль в этом процессе сыграл научный прорыв, совершенный Бернардом

Фишером (Bernard Fisher; 1918–2019) и его коллегами из группы National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project (NSABP). Работы этих ученых опровергли теорию Холстеда. В своей основополагающей статье «Laboratory and clinical research in breast cancer – a personal adventure: the David A. Karnofsky memorial lecture» (Лабораторные и клинические исследования рака молочной железы – личное приключение: лекция памяти Д.А. Карнофски) Фишер предложил оригинальную гипотезу распространения опухоли, согласно которой рак молочной железы с самого начала является системным заболеванием, а состояние регионарных лимфоузлов представляет собой индикатор (маркер) прогноза, а не механический барьер [15]. Из этой концепции следовал важнейший практический вывод: объем локальной терапии не должен кардинально влиять на общую выживаемость, что открыло путь к развитию органосохраняющих операций и мультимодального подхода к лечению [16]. В то же время было предложено несколько поистине революционных новаций, изменивших подход к адьювантной терапии [17].

В публикациях Б. Фишера «Five-year results of a randomized clinical trial comparing total mastectomy and segmental mastectomy with or without radiation in the treatment of breast cancer» (Пятилетние результаты рандомизированного клинического исследования, в котором сравнивались тотальная мастэктомия и сегментарная мастэктомия с облучением или без него при лечении рака молочной железы) и «Twenty-year follow-up of a randomized trial comparing total mastectomy, lumpectomy, and lumpectomy plus irradiation for the treatment of invasive breast cancer» (Двадцатилетнее наблюдение за рандомизированным исследованием, в котором сравнивались тотальная мастэктомия, лампэктомия и лампэктомия с облучением для лечения инвазивного рака молочной железы) было окончательно доказано, что у пациенток с опухолями до 4 см лампэктомия, т.е. органосохраняющая резекция с послеоперационной лучевой терапией обеспечивает такую же общую и безрецидивную выживаемость, как и тотальная мастэктомия [18, 19].

В статье «Rectal cancer: the Basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997» (Рак прямой кишки: опыт тотального мезоректального удаления в Бейсингстоке, 1978–1997), которую вследствие ее огромного хронологического охвата следует считать этапной, был представлен опыт по тотальной мезоректумэктомии, показавший, что точное анатомическое иссечение прямой кишки вместе с ее мезоректумом в неповрежденном фасциальном футляре резко снижает частоту локальных рецидивов (до 5–8%) и позволяет выполнить сфинктеросохраняющую переднюю резекцию; напрашивался однозначный вывод в ее пользу вместо экстирпации по Майлсу [20, 21].

В статье «Technical details of intraoperative lymphatic mapping for early stage melanoma» (Технические дета-

ли интраоперационного лимфатического картирования при ранней стадии меланомы) ее автор, Д. Мортон, впервые описал методику биопсии сторожевого лимфоузла [22]. Вскоре многоцентровое исследование MSLT-I доказало, что данный подход позволяет избежать калечащей полной лимфодиссекции у 80% пациентов с клинически отрицательными лимфоузлами, при этом не ухудшая онкологических исходов.

Таким образом, хирургия перестала быть единственным методом лечения, интегрировавшись в мультимодальные стратегии. Критерием успеха стала не только выживаемость, но и качество жизни. Отныне радикальность более не тождественна и даже не синонимична калечащему объему.

Технологическая революция: минимально инвазивная и роботическая хирургия (1990-е – 2000-е гг.)

Развитие видеоэндоскопической техники инициировало вторую волну трансформации онкологической хирургии, принципиально сместив фокус с экстенсивного увеличения объема резекции на оптимизацию метода доступа. Прорывным событием, открывшим эру малоинвазивной хирургии, стало выполнение первой лапароскопической холецистэктомии. Успех этой операции стимулировал хирургов к освоению лапароскопического доступа для лечения онкологических заболеваний. Однако внедрение данных методик в клиническую практику столкнулось с серьезными препятствиями, главным из которых был вопрос онкологической безопасности.

В исследованиях конца XX в. которые ныне принято относить к «ранним», появлялись тревожные сообщения о метастазировании опухолей, прооперированных малоинвазивным методом. Такова была, в частности, работа Дж. Мартинеса «Port site metastasis. An unresolved problem in laparoscopic surgery» (Метастазы в портальном участке. Нерешенная проблема для лапароскопических хирургов), в которой сообщалось о риске имплантационных метастазов в местах введения троакаров, что ставило под сомнение радикальность метода. Критики также указывали на возможность неадекватной лимфодиссекции из-за ограниченного обзора и сложности манипуляций [23].

Не менее значимым барьером стали эргономические ограничения видеоэндоскопической техники первого поколения. Отсутствие трехмерного изображения (2D-визуализация) нивелировало привычное для хирурга восприятие глубины, а несовершенство инструментов ограничивало естественную подвижность кисти. В совокупности это создавало технические сложности, особенно при выполнении реконструктивных этапов операций, что требовало длительного обучения и ставило под сомнение воспроизводимость результатов в широкой клинической практике.

Но в публикации «A comparison of laparoscopically assisted and open colectomy for colon cancer» (Срав-

нение результатов лапароскопической и открытой колэктомии при раке толстой кишки, клинических результатов хирургического лечения в основной группе) было продемонстрировано, что лапароскопическая резекция не уступает открытой по онкологическим результатам (выживаемость, частота рецидивов), подтвердив при этом преимущества в виде меньшей кровопотери, интенсивности послеоперационного болевого синдрома и сроков госпитализации. Аналогичные результаты были получены в европейском исследовании COLOR и британском CLASICC [24]. А статья «Effect of Laparoscopic Distal Gastrectomy vs Open Distal Gastrectomy on Long-term Survival Among Patients With Stage I Gastric Cancer: The KLASS-01 Randomized Clinical Trial» (Влияние лапароскопической дистальной резекции желудка по сравнению с открытой дистальной резекцией желудка на долгосрочную выживаемость пациентов, страдающих раком желудка I стадии: Рандомизированное клиническое исследование KLASS-01) подтвердила сопоставимую эффективность лапароскопической дистальной резекции желудка на поздних сроках наблюдения по показателю общей выживаемости [25].

И все же подлинным прорывом стало появление робот-ассистированной хирургии (da Vinci Surgical System). Появление роботических систем в начале 2000-х гг. решило многие технические проблемы лапароскопии: 3D-видеоизображение высокой четкости, 7 степеней свободы инструментов, масштабирование движений и фильтрация тремора [26]. Это позволило выполнять прецизионные операции в глубоких и узких анатомических пространствах.

Роботический доступ быстро стал стандартом в хирургическом лечении рака предстательной железы. В многочисленных исследованиях было показано, что использование роботической техники обеспечивает улучшенную визуализацию сосудисто-нервных пучков. Это, в свою очередь, ведет к лучшим функциональным результатам (сохранение эрекции и удержание мочи) при сохранении онкологической эффективности, сопоставимой с традиционными методами [27].

Исследования ROLARR и ROBOTIC-II не продемонстрировали однозначного превосходства роботической хирургии над лапароскопией по всем параметрам, но подтвердили ее техническую выполнимость и безопасность, особенно в сложных анатомических условиях [28].

Современная эра: хирургическая прецизионность, онкопластика и ERAS (2010–е гг. – настоящее время)

Современный этап развития хирургии характеризуется стремлением к максимальной индивидуализации лечения и интеграции хирургического этапа в непрерывный лечебно-диагностический процесс. Принцип «резекция плюс реконструкция в одну опе-

рацию» стал общепринятым стандартом. Например, в хирургии молочной железы применение онкопластических техник позволяет достичь превосходных эстетических результатов без ущерба для онкологического радикализма [29].

Дальнейшее развитие технологии привело к внедрению методов компьютерного планирования в трехмерной графике (Virtual Surgical Planning, VSP), позволяющих с высокой точностью моделировать контуры удаляемого сегмента и изготавливать индивидуальные реконструктивные пластины. Это не только повысило эстетические и функциональные результаты (восстановление формы), но и сократило продолжительность оперативных вмешательств [30].

Развитие идеи одноэтапной реконструкции потребовало совершенствования не только хирургической техники, но и методов интраоперационной визуализации. Так, флуоресцентная ангиография с индоцианином зеленым позволила в реальном времени оценивать перфузию анастомозов и выявлять опухолевые очаги. В исследовании «Real-time identification of liver cancers by using indocyanine green fluorescent imaging» (Идентификация рака печени в режиме реального времени с помощью флуоресцентной визуализации индоцианиновым зеленым) была доказана высокая чувствительность метода для обнаружения мелких очагов в печени, что открыло новые возможности для выполнения точных резекций и одноэтапных реконструкций [31].

Дальнейшее развитие органосохраняющих и функционально-щадящих операций стало возможным благодаря внедрению высокотехнологичных методов визуализации, прежде всего однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, совмещенной с рентгеновской компьютерной томографией (SPECT/CT) и интраоперационной МРТ. Эти технологии принципиально меняют подход к хирургии, позволяя не просто «увидеть больше», но и интегрировать диагностическую информацию непосредственно в ход операции.

Вышеупомянутая SPECT/CT представляет собой гибридный метод, который накладывает функциональные данные о работе органов и накоплении радиофармпрепарата на точную анатомическую карту. В онкохирургии это имеет критическое значение – например, при поиске сторожевых лимфоузлов. В отличие от обычной лимфосцинтиграфии, дающей лишь двухмерную проекцию, SPECT/CT позволяет с высокой точностью локализовать узел в трехмерном пространстве, определить его отношение к окружающим структурам (мышцам, сосудам) и даже выявить «нестандартные» пути лимфооттока, которые невозможно обнаружить другими методами.

Значимость этого подхода подтверждена клиническими рекомендациями. В частности, в новейшем «Guideline for use of nuclear medicine in sentinel lymph node mapping for melanoma» (Руководстве по ис-

пользованию ядерной медицины для картирования сторожевых лимфатических узлов при меланоме) применение SPECT/CT настоятельно рекомендуется в сложных клинических случаях: при локализации первичной опухоли в областях с непредсказуемым лимфооттоком (голова, шея, туловище вблизи срединной линии), у пациентов с измененной анатомией после предыдущих операций, а также в тех случаях, когда сторожевые узлы не визуализируются на стандартных планарных скинтиграммах [32]. Использование этой технологии позволяет хирургу действовать прецизионно, минимизируя объем диссекции и снижая риск послеоперационных осложнений.

В свою очередь, интраоперационная МРТ выводит точность на новый уровень, предоставляя хирургу возможность контролировать ход операции в режиме реального времени. Это особенно важно в нейрохирургии (например, при удалении глиом, когда необходимо максимально удалить опухоль, но сохранить функционально значимые зоны мозга) и при операциях на органах, которые смещаются или деформируются в ходе вмешательства. Возможность выполнить сканирование непосредственно во время операции позволяет сразу оценить радикальность резекции и при необходимости скорректировать ход вмешательства, избегая повторных операций.

Таким образом, SPECT/CT и интраоперационная МРТ не просто «повышают точность» – они реализуют принцип персонализированной хирургии, где анатомия и функция оцениваются и учитываются с максимально возможной на сегодняшний день детализацией непосредственно в процессе лечения.

Принципиальной новацией в настоящее время является и алгоритм ускоренного восстановления после операции (Enhanced Recovery After Surgery; ERAS). Он представляет собой целостную, научно обоснованную мультимодальную стратегию ведения пациентов в периоперационном периоде, охватывающую все этапы – от принятия решения об операции до полного восстановления. В основе подхода лежит принципиально иной взгляд на хирургический стресс: вместо пассивного ожидания неизбежных последствий травмы (боль, парез кишечника, катаболические процессы) ERAS предлагает анализировать и модифицировать каждый элемент ухода, который замедляет восстановление.

Протокол включает 3 ключевых этапа. На предоперационном этапе предусмотрены отказ от длительного голодания (углеводные напитки за 2 часа до операции), отказ от рутинной подготовки кишечника и нутритивная поддержка. Интраоперационно применяются минимально инвазивные доступы, сбалансированная анестезия с ограничением опиоидов, профилактика гипотермии и ограничение инфузионной нагрузки. В послеоперационном периоде ключевое значение имеют мультимодальная аналгезия, раннее удаление дренажей и катетеров, ранняя активация

пациента, а также раннее начало энтерального питания и стимуляция моторики кишечника.

Наиболее показательны результаты внедрения ERAS в высокотравматичную хирургию, например, при панкреатодуоденальной резекции, которая исторически сопровождалась высокой частотой осложнений и длительной госпитализацией. В метаанализе и рекомендациях Общества ERAS «Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations» (Рекомендации Общества по периоперационному уходу (ERAS) при панкреатодуоденэктомии: ускоренное восстановление после операции) были продемонстрированы впечатляющие результаты: снижение частоты осложнений на 30–50% (от инфекций до панкреатических свищей) и сокращение сроков госпитализации в среднем на 2–5 дней [33].

Таким образом, ERAS представляет собой пример доказательной медицины, которая одновременно улучшает результаты лечения, обеспечивая меньшее число осложнений, и повышает эффективность использования коечного фонда, оставаясь полностью ориентированной на благо пациента.

Будущее: биология опухоли, искусственный интеллект и иммунология

Современный этап развития медицины характеризуется конвергенцией хирургии, молекулярной биологии и информационных технологий. Наиболее ярко эта тенденция проявляется в эволюции подходов к лечению солидных опухолей, где хирургическое вмешательство все чаще рассматривается в контексте неоадьювантной системной терапии. Переломным моментом в данной области стало исследование СНЕСКМАТЕ-816 [34]. По его итогам можно констатировать, что применение комбинации ниволумаба с химиотерапией у пациентов с резектабельным немелкоклеточным раком легкого продемонстрировало значимое увеличение частоты патологического полного ответа и общей выживаемости, а это фактически изменило существующий стандарт лечения.

Если исследование СНЕСКМАТЕ-816 ознаменовало смену стандарта лечения, доказав эффективность комбинации «иммунотерапия + хирургия», то работы последних лет формируют принципиально новую парадигму. В ней хирургическое вмешательство перестает быть просто методом удаления опухоли и рассматривается как мощный модулятор противоопухолевого иммунного ответа. Теоретическое обоснование такой концепции представлено в обзорной статье O. Demaria et al. [35]. Авторы детально рассматривают двустороннюю связь хирургии и иммунной системы. С одной стороны, операционная травма может временно подавлять иммунитет, что диктует необходимость поиска оптимальных схем для периоперационной иммунотерапии. С другой стороны, удаленная опухоль является ценнейшим источником

антигенного материала, который может быть использован для создания аутологичных дендритно-клеточных или мРНК-вакцин.

Интеграция искусственного интеллекта в хирургическую практику открывает возможности, которые еще десятилетие назад казались фантастикой, и охватывает все этапы ведения пациента – от первичной консультации до послеоперационного прогноза [36].

На дооперационном этапе ключевую роль играет предиктивное моделирование. Алгоритмы машинного обучения, анализируя огромные массивы данных, включающих геномику опухоли, коморбидность пациента и демографические показатели, способны прогнозировать риски осложнений и вероятность рецидива с точностью, недоступной традиционным статистическим моделям. Это позволяет хирургу еще до вмешательства выбрать оптимальную стратегию, взвесив все потенциальные риски и преимущества.

Если предиктивные модели отвечают на вопрос «стоит ли оперировать и чего ждать», то технологии интраоперационной диагностики решают задачу «как сделать идеально прямо сейчас». Компьютерное зрение, интегрированное в лапароскопические и роботические системы, трансформирует операционное поле. Хирург видит не просто анатомию, а изображение, дополненное реальностью: система в реальном времени распознает критические структуры (сосуды, нервы), оценивает перфузию тканей и даже идентифицирует края опухоли, минимизируя риск позитивного края резекции.

Вершиной же этой цифровой трансформации становится концепция «цифровых двойников» (Digital Twins). Речь идет о создании полной виртуальной копии пациента – от анатомических деталей до моделирования физиологических процессов. Такой подход открывает эпоху истинно персонализированного прецизионного планирования: хирург может «отрепетировать» сложное вмешательство на цифровой модели, предсказать реакцию организма на анестезию и хирургическую травму, а также смоделировать отдаленные результаты применения различных стратегий лечения еще до того, как скальпель коснется реального пациента.

Идея дистанционной хирургии долгое время оставалась фантастикой. В 2001 году коллектив под руководством J. Marescaux совершил прорыв в данном направлении. В статье «Transatlantic robot-assisted telesurgery» (Трансатлантическая робот-ассистированная хирургия) они описали первую в истории трансокеанскую операцию – знаменитый проект «Линдберг», когда хирург из Нью-Йорка успешно про-

вел операцию пациенту во Франции, доказав саму возможность отдаленного телеприсутствия хирурга во время операции [37]. Однако технологии начала XXI века не могли полностью обеспечить стабильность и безопасность проводимого вмешательства, главным образом из-за задержек сигнала. Ситуация кардинально поменялась с внедрением сетей пятого поколения (5G). Как отмечали S. Wu и его коллеги в исследовании 2020 года, характеристики 5G – это сверхмалая задержка (менее 10 мс), высокая скорость передачи данных и надежность соединения. Все это делает дистанционную хирургию не просто возможной, а клинически реалистичной [38]. Теперь хирург-эксперт может управлять роботизированным комплексом, находясь за сотни или тысячи километров от операционного стола, но при этом тактильные ощущения и визуальный ряд передаются практически без ощутимой задержки. Это открывает новую эру хирургии, где лучшие мировые специалисты смогут оперировать пациентов в отдаленных регионах и в экстремальных условиях, не покидая своей операционной.

Заключение

Анализ динамики развития онкохирургии позволяет выявить устойчивый вектор ее трансформации: от парадигмы максимально допустимого объема резекции к концепции минимально необходимого, но максимально точного и биологически обоснованного вмешательства. Эволюция критериев успеха прошла путь от оценки непосредственной выживаемости через интеграцию показателей качества жизни к комплексному понятию «качество излечения», которое аккумулирует онкологический, функциональный и психосоциальный результаты.

В сложившейся парадигме фигура хирурга-онколога также претерпевает фундаментальные изменения. Он более не является исключительно техническим экспертом, но выступает в роли клинического стратега, интегрирующего в рамках мультидисциплинарной команды данные о биологии опухоли и высокотехнологичной визуализации.

Будущее специальности лежит в области цифровой, персонализированной хирургии. Хирургическое вмешательство будет адаптировано не только к традиционным параметрам стадии и локализации, но и к уникальному молекулярному и иммунному ландшафту опухоли конкретного пациента. Данный подход знаменует становление новой парадигмы прецизионной онкологической помощи, в которой хирургия становится неразрывной частью комплексного лечения.

Список литературы

1. Kim S.K., Cho S.W. The Evasion Mechanisms of Cancer Immunity and Drug Intervention in the Tumor Microenvironment // *Frontiers in Pharmacology*. – 2022. – Vol. 13. – P. 868695.

2. Aldousari S., Almarzouq A., Hassan A., et al. The era of telesurgery: insights from ultra-long-distance Asia to Middle East human telesurgery robotic assisted radical prostatectomy // *Journal of Robotic Surgery*. – 2025. – Vol. 19, № 1. – P. 108.
3. Ciocan R.A., Graur F., Ciocan A., et al. Robot-Guided Ultrasonography in Surgical Interventions // *Diagnostics (Basel)*. – 2023. – Vol. 13, № 14. – P. 2456.
4. Wyld L., Audisio R.A., Poston G.J. The evolution of cancer surgery and future perspectives // *Nature Reviews Clinical Oncology*. – 2015. – Vol. 12, № 2. – P. 115–124.
5. Plesca M., Bordea C., El Houcheimi B., et al. Evolution of radical mastectomy for breast cancer // *Journal of Medicine and Life*. – 2016. – Vol. 9, № 2. – P. 183–186.
6. Giuliano A.E., Haigh P.I., Brennan M.B., et al. Prospective observational study of sentinel lymphadenectomy without further axillary dissection in patients with sentinel node-negative breast cancer // *Journal of Clinical Oncology*. – 2000. – Vol. 18. – P. 2553–2559.
7. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon (1908) // *CA Cancer J Clin*. – 1971 Nov-Dec. – Vol. 21, № 6. – P. 361–4.
8. Gabriel W.B. William Bashall Gabriel 1893–1975 // *Diseases of the Colon & Rectum*. – 1984. – Vol. 27. – P. 336–342.
9. Hawkins A.T., Albutt K., Wise P.E., Alavi K., Sudan R., Kaiser A.M., Bordeianou L. Continuing Education Committee of the SSAT. Abdominoperineal Resection for Rectal Cancer in the Twenty-First Century: Indications, Techniques, and Outcomes // *J Gastrointest Surg*. – 2018 Aug. – Vol. 22, № 8. – P. 1477–1487.
10. Hawkins A.T., Albutt K., Wise P.E., et al. Abdominoperineal Resection for Rectal Cancer in the Twenty-First Century: Indications, Techniques, and Outcomes // *Journal of Gastrointestinal Surgery*. – 2018. – Vol. 22, № 8. – P. 1477–1487.
11. Podratz K.C., Symmonds R.E., Taylor W.F. Carcinoma of the vulva: Analysis of treatment failures // *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. – 1982. – Vol. 143, № 3. – P. 340–351.
12. Bricker E.M. Bladder substitution after pelvic evisceration // *Surgical Clinics of North America*. – 1950. – Vol. 30, № 5. – P. 1511–1521.
13. Меньшиков К.В. Эволюция хирургического лечения рака вульвы // *Российский онкологический журнал*. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 154–160.
14. Cummins C., Kumar S., Long J., et al. Investigating the Impact of Ultra-Radical Surgery on Survival in Advanced Ovarian Cancer Using Population-Based Data in a Multicentre UK Study // *Cancers (Basel)*. – 2022. – Vol. 14, № 18. – P. 4362.
15. Fisher B. Laboratory and clinical research in breast cancer—a personal adventure: the David A. Karnofsky memorial lecture // *Cancer Research*. – 1980. – Vol. 40, № 11. – P. 3863–3874.
16. Nayyar R., Saini S., Sharma A., et al. Systemic dissemination of tumor cells during transurethral resection in patients with bladder tumor and its clinical relevance: A follow up study // *Urologic Oncology*. – 2021. – Vol. 39, № 8. – P. 497.e17–497.e22.
17. Chew H.K. Adjuvant therapy for breast cancer: who should get what? // *Western Journal of Medicine*. – 2001. – Vol. 174, № 4. – P. 284.
18. Fisher B., Bauer M., Margolese R., et al. Five-year results of a randomized clinical trial comparing total mastectomy and segmental mastectomy with or without radiation in the treatment of breast cancer // *New England Journal of Medicine*. – 1985. – Vol. 312, № 11. – P. 665–673.
19. Michel C.J., Carr A.A. Lumpectomy Versus Mastectomy for Early-Stage Breast Cancer: Are they Equally Effective? // *Current Breast Cancer Reports*. – 2025. – Vol. 17. – P. 49.
20. Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D., et al. Rectal cancer: the Basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997 // *Archives of Surgery*. – 1998. – Vol. 133, № 8. – P. 894–899.
21. Cho M.S., Bae H.W., Kim N.K. Essential knowledge and technical tips for total mesorectal excision and related procedures for rectal cancer // *Annals of Coloproctology*. – 2024. – Vol. 40, № 4. – P. 384–411.
22. Morton D.L., Thompson J.F., Cochran A.J., et al. Final trial report of sentinel-node biopsy versus nodal observation in melanoma // *New England Journal of Medicine*. – 2014. – Vol. 370, № 7. – P. 599–609.
23. Martinez J., Targarona E.M., Balagué C., et al. Port site metastasis. An unresolved problem in laparoscopic surgery. A review // *International Surgery*. – 1995. – Vol. 80, № 4. – P. 315–321.
24. Deijen C.L., Vasmel J.E., de Lange-de Klerk E.S.M., et al. Ten-year outcomes of a randomised trial of laparoscopic versus open surgery for colon cancer // *Surgical Endoscopy*. – 2017. – Vol. 31, № 6. – P. 2607–2615.
25. Kim H.H., Han S.U., Kim M.C., et al. Effect of Laparoscopic Distal Gastrectomy vs Open Distal Gastrectomy on Long-term Survival Among Patients With Stage I Gastric Cancer: The KLASS-01 Randomized Clinical Trial // *JAMA Oncology*. – 2019. – Vol. 5, № 4. – P. 506–513.
26. Lanfranco A.R., Castellanos A.E., Desai J.P., et al. Robotic surgery: a current perspective // *Annals of Surgery*. – 2004. – Vol. 239, № 1. – P. 14–21.
27. Huynh L.M., Ahlering T.E. Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Step-by-Step Guide // *Journal of Endourology*. – 2018. – Vol. 32, № S1. – P. S28–S32.
28. Jayne D.G., Copeland J. Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial // *JAMA*. – 2017. – Vol. 318, № 16. – P. 1569–1580.
29. Mok C.W., Lai H.W. Evolution of minimal access breast surgery // *Gland Surgery*. – 2019. – Vol. 8, № 6. – P. 784–793.

30. Wilkat M., Kübler N., Rana M. Advances in the Resection and Reconstruction of Midfacial Tumors Through Computer Assisted Surgery // *Frontiers in Oncology*. – 2021. – Vol. 11. – P. 719528.
31. Ishizawa T., Fukubima N., Shibahara J., et al. Real-time identification of liver cancers by using indocyanine green fluorescent imaging // *Cancer*. – 2009. – Vol. 115, № 11. – P. 2491–2504.
32. Schmidt M., Hobberg M., Felcht M., et al. DGN-Handlungsempfehlung (S1-Leitlinie) – Version 3 [Nuclear medicine procedure guideline for sentinel lymph node localization]. – 2024.
33. Lassen K., Coolsen M.M.E., Slim K., et al. Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations // *Clinical Nutrition*. – 2013. – Vol. 32, № 1. – P. 142–144.
34. Forde P.M., Spicer J., Lu S., et al. Neoadjuvant Nivolumab plus Chemotherapy in Resectable Lung Cancer // *New England Journal of Medicine*. – 2022. – Vol. 386, № 21. – P. 1973–1985.
35. Demaria O., Cornen S., Daëron M., et al. Harnessing innate immunity in cancer therapy // *Nature*. – 2019. – Vol. 574, № 7776. – P. 45–56.
36. Hashimoto D.A., Rosman G., Rus D., Meireles O.R. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils // *Annals of Surgery*. – 2020. – Vol. 268, № 1. – P. 70–76.
37. Marescaux J., Leroy J., Gagner M., et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery // *Nature*. – 2001. – Vol. 413. – P. 379–380.
38. Wu S., Wu D., Ye R., et al. Pilot Study of Robot-Assisted Teleultrasound Based on 5G Network: A New Feasible Strategy for Early Imaging Assessment During COVID-19 Pandemic // *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*. – 2020. – Vol. 67, № 11. – P. 2241–2248.

References

1. Kim S.K., Cho S.W. The Evasion Mechanisms of Cancer Immunity and Drug Intervention in the Tumor Microenvironment. *Frontiers in Pharmacology*. 2022; 13: 868695.
2. Aldousari S., Almarzouq A., Hassan A., et al. The era of telesurgery: insights from ultra-long-distance Asia to Middle East human telesurgery robotic assisted radical prostatectomy. *Journal of Robotic Surgery*. 2025; 19(1): 108.
3. Ciocan R.A., Graur F., Ciocan A., et al. Robot-Guided Ultrasonography in Surgical Interventions. *Diagnostics (Basel)*. 2023; 13(14): 2456.
4. Wyld L., Audisio R.A., Poston G.J. The evolution of cancer surgery and future perspectives. *Nature Reviews Clinical Oncology*. 2015; 12(2): 115-124.
5. Plesca M., Bordea C., ElHoucheimi B., et al. Evolution of radical mastectomy for breast cancer. *Journal of Medicine and Life*. 2016; 9(2): 183-186.
6. Giuliano A.E., Haigh P.I., Brennan M.B., et al. Prospective observational study of sentinel lymphadenectomy without further axillary dissection in patients with sentinel node-negative breast cancer. *Journal of Clinical Oncology*. 2000; 18: 2553-2559.
7. Miles W.E. A method of performing abdomino-perineal excision for carcinoma of the rectum and of the terminal portion of the pelvic colon (1908). *CA Cancer J Clin*. 1971 Nov-Dec; 21(6): 361-4.
8. Gabriel W.B. William Bashall Gabriel 1893–1975. *Diseases of the Colon & Rectum*. 1984; 27: 336-342.
9. Hawkins A.T., Albutt K., Wise P.E., Alavi K., Sudan R., Kaiser A.M., Bordeianou L. Continuing Education Committee of the SSAT. Abdominoperineal Resection for Rectal Cancer in the Twenty-First Century: Indications, Techniques, and Outcomes. *J Gastrointest Surg*. 2018 Aug; 22(8): 1477-1487.
10. Hawkins A.T., Albutt K., Wise P.E., et al. Abdominoperineal Resection for Rectal Cancer in the Twenty-First Century: Indications, Techniques, and Outcomes. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2018; 22(8): 1477-1487.
11. Podratz K.C., Symmonds R.E., Taylor W.F. Carcinoma of the vulva: Analysis of treatment failures. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 1982; 143(3): 340-351.
12. Bricker E.M. Bladder substitution after pelvic evisceration. *Surgical Clinics of North America*. 1950; 30(5): 1511-1521.
13. [Mensbikov K.V. Evolution of surgical treatment for vulvar cancer. *Russian Journal of Oncology*. 2020; 25(4): 154-160 (In Russ)].
14. Cummins C., Kumar S., Long J., et al. Investigating the Impact of Ultra-Radical Surgery on Survival in Advanced Ovarian Cancer Using Population-Based Data in a Multicentre UK Study. *Cancers (Basel)*. 2022; 14(18): 4362.
15. Fisher B. Laboratory and clinical research in breast cancer--a personal adventure: the David A. Karnofsky memorial lecture. *Cancer Research*. 1980; 40(11): 3863-3874.
16. Nayyar R., Saini S., Sharma A., et al. Systemic dissemination of tumor cells during transurethral resection in patients with bladder tumor and its clinical relevance: A follow up study. *Urologic Oncology*. 2021; 39(8): 497.e17-497.e22.
17. Chew H.K. Adjuvant therapy for breast cancer: who should get what? *Western Journal of Medicine*. 2001; 174(4): 284.
18. Fisher B., Bauer M., Margolese R., et al. Five-year results of a randomized clinical trial comparing total mastectomy and segmental mastectomy with or without radiation in the treatment of breast cancer. *New England Journal of Medicine*. 1985; 312(11): 665-673.

19. *Michet C.J., Carr A.A.* Lumpectomy Versus Mastectomy for Early-Stage Breast Cancer: Are they Equally Effective? *Current Breast Cancer Reports.* 2025; 17: 49.
20. *Heald R.J., Moran B.J., Ryall R.D., et al.* Rectal cancer: the Basingstoke experience of total mesorectal excision, 1978–1997. *Archives of Surgery.* 1998; 133(8): 894-899.
21. *Cho M.S., Bae H.W., Kim N.K.* Essential knowledge and technical tips for total mesorectal excision and related procedures for rectal cancer. *Annals of Coloproctology.* 2024; 40(4): 384-411.
22. *Morton D.L., Thompson J.F., Cochran A.J., et al.* Final trial report of sentinel-node biopsy versus nodal observation in melanoma. *New England Journal of Medicine.* 2014; 370(7): 599-609.
23. *Martinez J., Targarona E.M., Balagué C., et al.* Port site metastasis. An unresolved problem in laparoscopic surgery. A review. *International Surgery.* 1995; 80(4): 315-321.
24. *Deijen C.L., Vasmel J.E., de Lange-de Klerk E.S.M., et al.* Ten-year outcomes of a randomised trial of laparoscopic versus open surgery for colon cancer. *Surgical Endoscopy.* 2017; 31(6): 2607-2615.
25. *Kim H.H., Han S.U., Kim M.C., et al.* Effect of Laparoscopic Distal Gastrectomy vs Open Distal Gastrectomy on Long-term Survival Among Patients With Stage I Gastric Cancer: The KLASS-01 Randomized Clinical Trial. *JAMA Oncology.* 2019; 5(4): 506-513.
26. *Lanfranco A.R., Castellanos A.E., Desai J.P., et al.* Robotic surgery: a current perspective. *Annals of Surgery.* 2004; 239(1): 14-21.
27. *Huynh L.M., Ablering T.E.* Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Step-by-Step Guide. *Journal of Endourology.* 2018; 32(S1): S28-S32.
28. *Jayne D.G., Copeland J.* Effect of Robotic-Assisted vs Conventional Laparoscopic Surgery on Risk of Conversion to Open Laparotomy Among Patients Undergoing Resection for Rectal Cancer: The ROLARR Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017; 318(16): 1569-1580.
29. *Mok C.W., Lai H.W.* Evolution of minimal access breast surgery. *Gland Surgery.* 2019; 8(6): 784-793.
30. *Wilkat M., Kübler N., Rana M.* Advances in the Resection and Reconstruction of Midfacial Tumors Through Computer Assisted Surgery. *Frontiers in Oncology.* 2021; 11: 719528.
31. *Isbizawa T., Fukushima N., Shibahara J., et al.* Real-time identification of liver cancers by using indocyanine green fluorescent imaging. *Cancer.* 2009; 115(11): 2491-2504.
32. *Schmidt M., Hobberg M., Felcht M., et al.* DGN-Handlungsempfehlung (S1-Leitlinie) – Version 3 [Nuclear medicine procedure guideline for sentinel lymph node localization]. 2024.
33. *Lassen K., Coolson M.M.E., Slim K., et al.* Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations. *Clinical Nutrition.* 2013; 32(1): 142-144.
34. *Forde P.M., Spicer J., Lu S., et al.* Neoadjuvant Nivolumab plus Chemotherapy in Resectable Lung Cancer. *New England Journal of Medicine.* 2022; 386(21): 1973-1985.
35. *Demaria O., Cornen S., Daëron M., et al.* Harnessing innate immunity in cancer therapy. *Nature.* 2019; 574(7776): 45-56.
36. *Hashimoto D.A., Rosman G., Rus D., Meireles O.R.* Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Annals of Surgery.* 2020; 268(1): 70-76.
37. *Marescaux J., Leroy J., Gagner M., et al.* Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature.* 2001; 413: 379-380.
38. *Wu S., Wu D., Ye R., et al.* Pilot Study of Robot-Assisted Teleultrasound Based on 5G Network: A New Feasible Strategy for Early Imaging Assessment During COVID-19 Pandemic. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control.* 2020; 67(11): 2241-2248.