Научная статья

УДК 616-006.04-08:615.849.1

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЭКСТРАКРАНИАЛЬНОМ ОЛИГОМЕТАСТАТИЧЕСКОМ ЗАБОЛЕВАНИИ: РОЛЬ КЛИНИЧЕСКОГО ФЕНОТИПА И ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕТАСТАЗОВ

Кочуева Марина Владимировна, кандидат медицинских наук,
Приволжский исследовательский медицинский университет, Россия,
Нижний Новгород, m.kochueva@mail.ru

Аннотация. Олигометастатическое заболевание объединяет клинические состояния с ограниченным метастатическим распространением, однако само по себе небольшое число очагов не определяет биологическое течение опухолевого процесса и не позволяет обоснованно прогнозировать эффект локального лечения. Цель исследования состояла в сравнительной оценке эффективности и безопасности стереотаксической лучевой терапии при экстракраниальном олигометастатическом поражении с учётом клинического фенотипа заболевания, первичной локализации опухоли и анатомической области метастазирования. Выполнен аналитический обзор клинических исследований, метаанализов, проспективных регистров и консенсусных работ. Основным показателем эффективности принят локальный контроль облучённого очага в течение первого и второго года наблюдения. Выживаемость без прогрессирования и общая выживаемость, время до начала или смены системной терапии и частота нежелательных явлений рассматривались как самостоятельные вторичные исходы. Такой подход позволил избежать отождествления радиологического контроля отдельной метастатической мишени с системным противоопухолевым эффектом. В современной когорте EORTC–ESTRO OligoCare de novo, repeat и induced oligometastatic disease составляли соответственно 56, 32 и 12% наблюдений, что подтверждает

клиническую неоднородность популяции, традиционно объединяемой критерием ограниченного числа метастазов. Частота острых нежелательных явлений, связанных со стереотаксическим облучением и достигавших 3-й степени или выше, составила в этом регистре 0,5%, однако редкие тяжёлые осложнения сохраняют значение при расположении мишени вблизи критических органов. Анализ рандомизированных данных показал, что высокая вероятность контроля облучённых метастазов не во всех ситуациях сопровождается увеличением безпрогрессивной выживаемости. Наиболее показательно это различие проявляется при сопоставлении олигопрогрессирования немелкоклеточного рака лёгкого и рака молочной железы, а также в исследованиях гетерогенных опухолевых когорт. Для метастазов в печени и внепозвоночных костях современные метааналитические оценки подтверждают высокий локальный контроль при приемлемой частоте тяжёлых осложнений, тогда как при поражении лёгких, надпочечников и паравертебральных структур результат существенно зависит от движения мишени, её объёма, соседства с органами риска и режима фракционирования. Сделан вывод, что показания к стереотаксической лучевой терапии при олигометастатическом заболевании должны определяться не формальным числом метастазов, а сочетанием клинического фенотипа, биологии первичной опухоли, темпа предшествующего заболевания, возможности локального воздействия на все клинически значимые очаги, достижимой биологически эффективной дозы и индивидуального риска лучевых повреждений.

Ключевые слова: олигометастатическое заболевание; стереотаксическая лучевая терапия; SBRT; SABR; локальный контроль; олигопрогрессирование; биологически эффективная доза; метастазы в лёгких; метастазы в печени; костные метастазы; лучевая токсичность; системная терапия.

Original article

EFFICACY AND SAFETY OF STEREOTACTIC BODY RADIOTHERAPY FOR EXTRACRANIAL OLIGOMETASTATIC DISEASE: THE ROLE OF CLINICAL PHENOTYPE AND METASTATIC SITE

Kochueva Marina Vladimirovna, Candidate of Medical Sciences, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia, m.kochueva@mail.ru

Abstract. Oligometastatic disease encompasses several clinically distinct states characterized by a limited metastatic burden; however, the number of detectable lesions alone does not adequately describe tumor biology or predict the benefit from local ablative treatment. The aim of this study was to comparatively assess the efficacy and safety of stereotactic body radiotherapy for extracranial oligometastatic disease according to the clinical phenotype, primary tumor type, and anatomical site of metastases. Clinical trials, prospective registries, meta-analyses, and consensus publications issued between 2024 and 2026 were analyzed. Local control of the irradiated lesion at one to two years was regarded as the principal efficacy endpoint, whereas progression-free survival, overall survival, start-or-switch of systemic therapy-free survival, and treatment-related toxicity were considered separate secondary outcomes. This distinction was necessary because successful ablation of an individual metastasis does not necessarily translate into durable control of systemic disease. Contemporary EORTC–ESTRO OligoCare data demonstrate substantial heterogeneity within the oligometastatic population, while randomized trials show that the systemic effect of metastasis-directed radiotherapy differs markedly between tumor types and clinical settings. Particularly relevant differences are observed between de novo or recurrent oligometastatic disease and oligoprogression during otherwise effective systemic treatment. Current data support high local efficacy of SBRT for appropriately selected pulmonary, hepatic, osseous, renal-cell carcinoma, and other extracranial metastases. Nevertheless, dose delivery is constrained by lesion volume, respiratory motion, anatomical proximity to critical organs, prior irradiation, and

concurrent systemic therapy. Severe SBRT-related toxicity is uncommon in prospective real-world cohorts but cannot be considered uniform across metastatic sites. The findings support a phenotype- and site-adapted strategy in which patient selection incorporates performance status, control of the primary tumor, metastatic interval, histology, total disease burden, prior systemic treatment, feasibility of treating all clinically relevant lesions, biologically effective dose, and organ-at-risk constraints. SBRT should therefore be regarded as a component of a multidisciplinary treatment strategy rather than as a treatment defined merely by the presence of one to five metastases.

Keywords: oligometastatic disease; stereotactic body radiotherapy; SBRT; SABR; local control; oligoprogression; biologically effective dose; lung metastases; liver metastases; bone metastases; radiation toxicity; systemic therapy.

Введение. Расширение возможностей системной противоопухолевой терапии и совершенствование методов визуализации изменили само клиническое содержание понятия ограниченного метастатического процесса. Пациент, у которого на ПЭТ/КТ или при компьютерной томографии высокого разрешения выявлены два метастаза, сегодня не обязательно принадлежит к одной и той же прогностической группе с другим больным, имеющим такое же число очагов. Для выбора лечебной тактики имеют значение обстоятельства возникновения метастатического состояния, длительность предшествующего контроля заболевания, гистологический и молекулярный вариант опухоли, ответ на лекарственное лечение, объём каждого метастаза, анатомическое распределение поражения и возможность радикального локального воздействия на все клинически значимые опухолевые очаги. Современный анализ поэтому постепенно смещается от арифметического определения олигометастазирования к характеристике его клинического фенотипа [1, 3, 19].

Это изменение имеет непосредственное значение для лучевой терапии. Стереотаксическая лучевая терапия позволяет подвести к ограниченному объёму

высокую дозу и получить выраженный локальный противоопухолевый эффект при резком градиенте дозы за пределами мишени. Вместе с тем термин SBRT описывает технологию, но не объясняет, какой пациент получит клинически значимое преимущество от её применения. Даже технически совершенная аблация всех видимых очагов не способна компенсировать быстрое формирование новых метастазов при агрессивном течении опухолевого заболевания. И, напротив, у части больных с длительным метастатическим интервалом и ограниченной скоростью диссеминации устранение одного или нескольких очагов способно на продолжительное время изменить естественное течение заболевания или отсрочить необходимость перехода к следующей линии лекарственной терапии.

Проспективный регистр OligoCare наглядно показывает, насколько неоднородна реальная популяция пациентов, направляемых на стереотаксическое облучение. Среди 1468 больных, вошедших в анализ острой токсичности, de novo OMD имело место у 56%, повторное, или repeat OMD, — у 32%, а индуцированное олигометастатическое состояние — у 12%. Уже это распределение свидетельствует, что термин OMD объединяет несколько различных клинических траекторий, для которых одна и та же конечная точка не всегда обладает одинаковым смыслом [3].

Особенно отчётливо проблема проявилась после публикации современных рандомизированных исследований. В CURB локальное воздействие на очаги олигопрогрессирования сопровождалось существенным увеличением медианы безпрогрессивной выживаемости у пациентов с немелкоклеточным раком лёгкого, тогда как при раке молочной железы аналогичного эффекта не зарегистрировано. В STOP улучшение контроля непосредственно облучённых метастазов также не трансформировалось в статистически значимое увеличение ВБП или общей выживаемости. Наконец, исследование NRG-LU002 не подтвердило преимущества рутинного добавления локальной консолидирующей терапии к первой линии лечения пациентов с олигометастатическим НМРЛ,

большинство из которых получали иммунотерапию [5, 7, 9]. Эти результаты не опровергают ценность стереотаксической лучевой терапии. Они показывают, что вопрос о её эффективности нельзя ставить в форме «работает ли SBRT при олигометастазах». Научно и клинически существеннее установить, при каком фенотипе, какой первичной опухоли, какой локализации и при каких дозиметрических условиях локальная аблация способна дать наилучшее соотношение противоопухолевого эффекта и риска.

Целью настоящего исследования стала сравнительная оценка современных данных об эффективности и безопасности стереотаксической лучевой терапии экстракраниальных олигометастазов с определением клинических и анатомических признаков, которые следует учитывать при отборе больных и интерпретации результатов лечения.

Обзор литературы. Результаты современных исследований не позволяют рассматривать олигометастатическое заболевание как однородное состояние, определяемое единым пороговым числом метастазов. Формальное ограничение одним–пятью метастазами сохраняет практическое значение для набора пациентов в исследования, но в клинической интерпретации оно недостаточно. Термином de novo OMD обозначают впервые выявленное олигометастатическое заболевание. В этой группе принципиально различаются синхронное заболевание и метахронное метастазирование после периода контроля первичной опухоли. Повторное олигометастатическое заболевание (repeat OMD) характеризуется появлением новых ограниченных метастатических очагов после предшествующего лечения. Индуцированное олигометастатическое заболевание (induced OMD) возникает при исходно более распространённом опухолевом процессе, когда системная терапия уменьшает опухолевую нагрузку или обеспечивает контроль большинства очагов, а активными остаются лишь немногочисленные резистентные метастазы. Практически особенно важен вариант олигопрогрессирования, при котором отдельные клоны приобретают устойчивость, тогда как остальное заболевание продолжает контролироваться

действующей схемой лекарственного лечения [3, 17, 19].

Различие этих состояний затрагивает саму цель стереотаксического облучения. При истинном олигометастатическом заболевании — впервые выявленном или повторном — целью локального лечения является максимально полное устранение всех выявленных опухолевых очагов. Если один из известных метастазов сознательно остаётся необлучённым без иной радикальной локальной процедуры, исследуется уже не полная аблация олигометастатического состояния, а иной вариант локального лечения. При олигопрогрессировании логика другая: облучению подлежат очаги, утратившие чувствительность к проводимой системной терапии, в то время как остальные метастазы могут оставаться стабильными на прежнем лекарственном режиме. В этом случае наиболее содержательным исходом становится не только ВБП в её классическом понимании, но и время до начала или смены системной терапии.

Последнее обстоятельство получило формальное развитие в консенсусе EORTC–ESTRO OligoCare 2026 г. После анализа 121 сравнительного исследования эксперты признали, что одной традиционной ВБП недостаточно для описания результата метастаз-направленного лечения. Наряду с общей и безпрогрессивной выживаемостью согласованными показателями стали выживаемость без прогрессирования полиметастатического заболевания и выживаемость без начала или смены системной терапии. Эти конечные точки позволяют учитывать повторное локальное лечение новых ограниченных очагов, не приравнивая каждый такой эпизод к окончательной неудаче всей лечебной стратегии [17].

Не менее заметна неоднородность дозовых режимов. В промежуточном анализе OligoCare 999 пациентов с НМРЛ, раком молочной железы, колоректальным и предстательной железы получали в среднем пять фракций, а медиана дозы на фракцию составляла 9,7 Гр. Наиболее частыми мишенями были внепозвоночные костные метастазы, очаги в лёгких и отдалённых лимфатических узлах. При многофакторном анализе предписанная

биологически эффективная доза зависела как от первичной опухоли, так и от органа, где находился метастаз. Более высокие значения применялись, в частности, для лёгочных и печёночных очагов. Иными словами, реальная современная практика уже фактически отказалась от универсального режима SBRT для всех вариантов OMD [1].

Это наблюдение имеет физико-биологическое объяснение. Возможность эскалации дозы определяется не только предполагаемой радиочувствительностью метастаза, но и геометрией мишени. Периферический узел в лёгком, небольшой костный очаг и метастаз надпочечника, непосредственно прилежащий к двенадцатиперстной кишке, представляют принципиально разные задачи. В первом случае высокую аблативную дозу нередко ограничивает главным образом объём функционирующей лёгочной ткани; во втором требуется оценивать механическую прочность кости; в третьем критическим условием становится допустимая доза на желудок, кишку, почку и другие структуры верхнего этажа брюшной полости. Консенсус DEGRO/DGMP 2024 г., основанный на двухэтапной процедуре Delphi, сформулировал отдельные положения для лёгкого, печени, поджелудочной железы, надпочечников и почки, тем самым закрепив органоспецифический принцип назначения и документирования SBRT [14].

Сопоставление клинических исследований также показывает, что локальный контроль лучше рассматривать как необходимое, но не достаточное условие успеха. Метаанализ стереотаксического лечения метастазов печени, включивший 3101 пациента и 4437 очагов, показал совокупный локальный контроль около 85% через год, 75% через два и 68% через три года; тяжёлая токсичность 3–4-й степени составляла приблизительно 3% [8]. Для внепозвоночных костных метастазов отдельный метаанализ оценил однолетний локальный контроль в 94,6%, общий ответ со стороны боли через три месяца — в 87,7%, а частоту осложнений 3–5-й степени — лишь в 0,5%; патологические переломы наблюдались приблизительно в 3,1% случаев [11]. Высокие

показатели непосредственно в зоне облучения, однако, не позволяют сделать вывод о сопоставимой общей выживаемости, поскольку последняя в большей степени определяется системной биологией заболевания.

Накопившиеся данные тем самым формируют более сложную модель применения SBRT. Она должна учитывать одновременно фенотип OMD, гистологию, динамику заболевания, локализацию метастатических очагов, их суммарный объём, достижимую дозу и состояние органов риска. Именно такое понимание положено в основу настоящего анализа.

Материалы и методы исследования. Для анализа отбирались рандомизированные исследования, проспективные клинические исследования и регистры, систематические обзоры и метаанализы, а также российские клинические серии, позволяющие оценить локальный контроль, выживаемость или профиль лучевой токсичности. Основное внимание уделялось немелкоклеточному раку лёгкого, раку молочной железы, колоректальному и почечно-клеточному раку; материалы по отдельным анатомическим локализациям использовались для оценки органоспецифической эффективности и риска.

Из анализа исключалось стереотаксическое лечение внутричерепных метастазов, поскольку радиохирургия головного мозга имеет самостоятельные принципы выбора объёма облучения, фракционирования и оценки нейротоксичности. Не объединялись с SBRT традиционные паллиативные режимы дистанционной лучевой терапии. Не предпринималась попытка статистически объединить исследования, существенно различавшиеся по гистологической структуре, фенотипу OMD и системной терапии: подобное усреднение создало бы формально точную, но клинически малоинформативную оценку.

В качестве основного показателя эффективности рассматривался локальный контроль облучённой мишени, преимущественно через один и два года после SBRT. Безпрогрессивная выживаемость, общая выживаемость,

длительность сохранения текущей лекарственной терапии и время до начала системного лечения анализировались раздельно. Профиль безопасности оценивался по частоте нежелательных явлений, прежде всего CTCAE grade ≥3, с обязательным учётом анатомического расположения облучённой мишени. Подобное разделение необходимо, поскольку локальная неудача относится к очагу, а ВБП и ОВ — к пациенту и зависят от появления метастазов вне зоны облучения.

Для стратификации использована клиническая логика ESTRO–EORTC, реализованная в современных исследованиях OligoCare. Клинические варианты олигометастатического заболевания представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Клинические варианты олигометастатического заболевания и смысл локального лечения

Клинический вариант	Характер опухолевого процесса	Предполагаемая задача SBRT	Наиболее информативные показатели
Новый OMD, синхронный вариант	Ограниченное число метастазов выявляется в период первичной диагностики опухоли	Полная локальная аблация всех клинически значимых очагов как часть комплексного лечения	Локальный контроль, ВБП, ОВ
Новый OMD, метахронный вариант	Ограниченное метастазирование развивается после периода контроля первичного заболевания	Устранение вновь возникшей ограниченной опухолевой нагрузки	Локальный контроль, ВБП, время до новой системной терапии
Повторение OMD	После ранее успешно леченного олигометастатического эпизода появляются новые ограниченные очаги	Повторное метастаз-направленное лечение при сохранении индолентного системного течения	Интервал до полиметастатического прогрессирования, ОВ, число повторных MDT
Внедрение OMD	Первоначально более распространённое заболевание после системной терапии становится ограниченным по объёму	Консолидация остаточной резистентной опухолевой нагрузки у строго отобранных больных	ВБП, ОВ, безопасность сочетания с лекарственной терапией

Олиго-прогрессирование	Небольшое число очагов прогрессирует на фоне контроля остальных проявлений болезни	Эрадикация резистентных очагов без преждевременной смены эффективной системной линии	Локальный контроль, время до смены терапии, polymetastatic PFS

Источник: составлено автором по данным современных публикаций EORTC–ESTRO OligoCare [3, 17, 19].

При интерпретации исследований с несколькими метастазами у одного пациента локальный контроль должен рассматриваться с учётом внутрипациентской зависимости наблюдений. В оригинальном клиническом исследовании оптимальным решением представлялась бы иерархическая модель либо регрессия с frailty-компонентом или кластер-робастной оценкой дисперсии. Простое включение каждого метастаза как статистически независимого наблюдения искусственно увеличивает эффективный размер выборки и занижает неопределённость оценки. Для анализа локальной неудачи смерть до развития рецидива в облучённой зоне необходимо учитывать как конкурирующее событие. На уровне пациента ВБП и ОВ могут анализироваться методом Каплана—Майера и многофакторной регрессией Кокса с предварительно установленными клиническими ковариатами.

Принцип отбора пациентов, предложенный на основании рассмотренной доказательной базы, схематично представлен на рисунке 1.

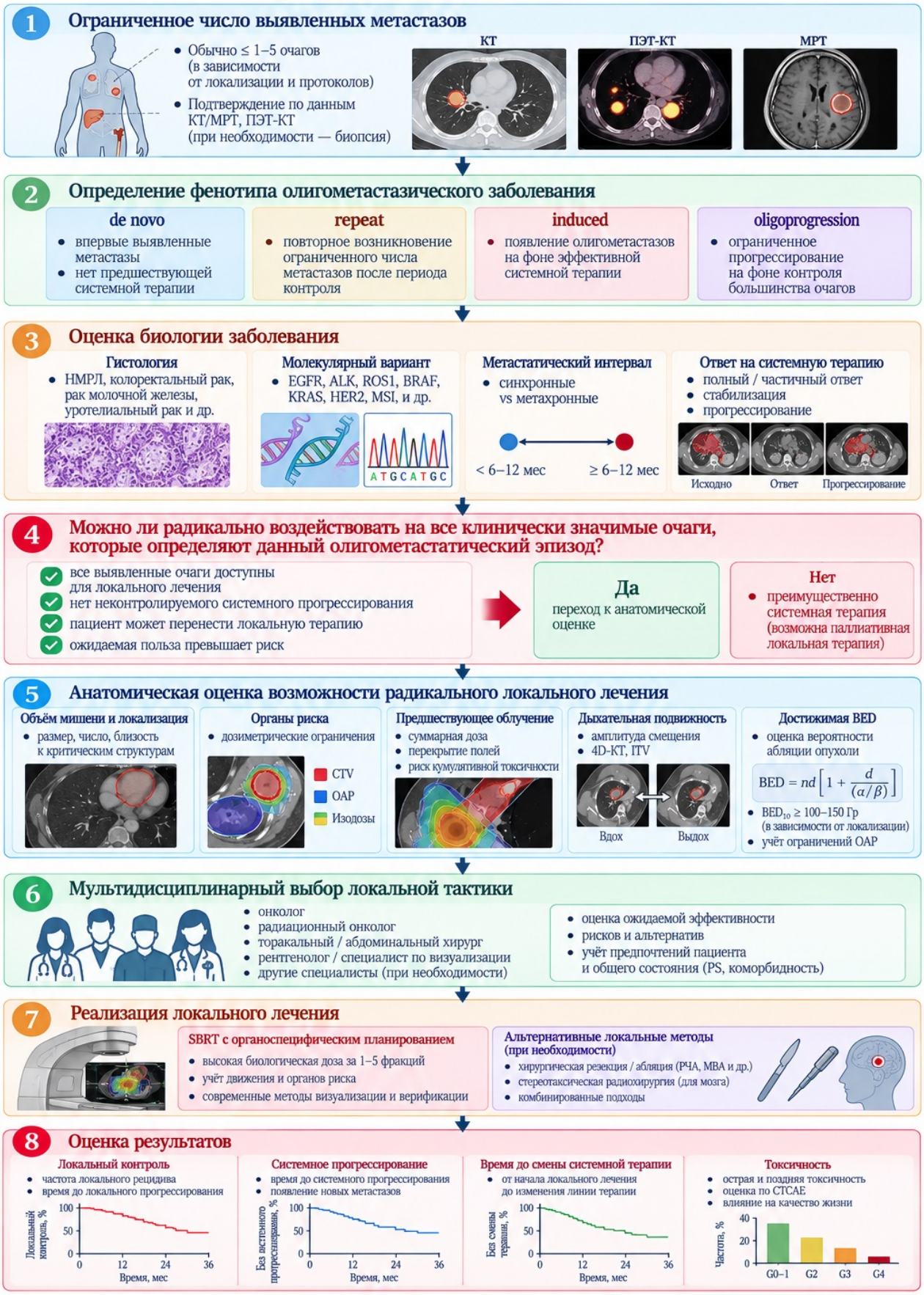


Рисунок 1 - Логика отбора пациента с экстракраниальным ограниченным метастатическим процессом для SBRT (источник: разработано автором)

Результаты исследования и их обсуждение. Сопоставление современных исследований подтверждает принципиальный методический вывод: терапевтический результат SBRT необходимо оценивать минимум на двух уровнях. Первый уровень характеризует судьбу конкретного облучённого очага. Здесь стереотаксическая лучевая терапия во многих анатомических областях демонстрирует высокую эффективность. Второй отражает течение заболевания у пациента в целом. Его определяет уже не только качество локального облучения, но и скорость возникновения новых метастазов, биология первичной опухоли, чувствительность к лекарственной терапии и наличие невыявленных микрометастазов.

Эта разница отчётливо прослеживается в современных клинических работах, обобщённых в таблице 2.

Таблица 2 — Основные клинические данные, характеризующие эффективность и безопасность SBRT при ограниченном метастатическом процессе

Исследование	Клиническая ситуация	Основной результат	Значение для интерпретации
Christ et al., 2024, OligoCare [1]	999 больных с НМРЛ, РМЖ, КРР и РПЖ	Режимы дозирования существенно зависели от первичной опухоли и локализации метастаза	Универсального режима SBRT для всех OMD не существует
Alongi et al., 2024, OligoCare [3]	1468 пациентов, de novo/repeat/induced OMD	Острая токсичность ≥3 степени — 0,5%; два летальных события	Общая безопасность высокая, однако редкая тяжёлая токсичность не исключена
Iyengar et al., 2024, NRG-LU002 [5]	Ограниченно метастатический НМРЛ после первой линии, преимущественно с иммунотерапией	HR ВБП 0,93; преимущества по ОВ не получено; пневмонит ≥3 степени 10% против 1%	Рутинная консолидация всей популяции современного НМРЛ не обоснована
Tsai et al., 2024, CURB [7]	Олигопрогрессирование НМРЛ и РМЖ	В общей группе медиана ВБП 7,2 против 3,2 мес; выраженный эффект у НМРЛ, отсутствие достоверного эффекта у РМЖ	Биология первичной опухоли модифицирует клиническую ценность SBRT

Schellenberg et al., 2025, STOP [9]	Олигопрогрессирование различных солидных опухолей	Контроль очагов 70 против 38%, но достоверного улучшения ВБП и ОВ нет	Улучшение локального контроля не означает улучшения исходов лечения пациента в целом
Franzese et al., 2025 [8]	Метастазы в печени	Объединённая оценка локального контроля: 85% через 1 год, 75% через 2 года, 68% через 3 года; тяжёлая токсичность около 3%	Печёночная SBRT эффективна, но зависит от дозы, объёма и гистологии
Singh et al., 2024 [11]	Внепозвоночные костные метастазы	Однолетний ЛК 94,6%; токсичность 3–5-й степени 0,5%; переломы 3,1%	Высокий локальный эффект при необходимости учитывать механический риск
Магомедова и соавт., 2026 [6]	Множественные метастазы в лёгких	ЛК после SBRT 96,2% через 1 и 3 года; RTOG 1 пневмонит у 35,1%	Высокий локальный контроль возможен и при нескольких лёгочных очагах у отобранных больных
Katipally et al., 2026 [13]	1–5 очагов почечно-клеточного рака	5-летняя кумулятивная частота локальной неудачи 6,7%; медиана до системной терапии 2,6 года; grade ≥3 не зарегистрировано	У части больных ПКР SBRT позволяет продолжительно отложить системное лечение
Viani et al., 2026, SABRINA [12]	Олигометастатический и олигопрогрессирующий РМЖ	ЛК выше при de novo ОМ, чем при ОР; системные результаты также лучше при de novo-фенотипе	Фенотип заболевания важнее простого подсчёта метастазов

Источник: составлено автором по данным [1, 3, 5–9, 11–13].

Полученные данные позволяют рассмотреть сначала фенотип заболевания, а затем анатомическую локализацию. Такой порядок анализа важен, поскольку даже высокое качество облучения не устраняет различий между медленно протекающим повторным олигометастатическим заболеванием и прогрессированием отдельных очагов на фоне формирования устойчивости к системной терапии.

При новом OMD локальное лечение всех определяемых метастатических очагов имеет наиболее последовательное биологическое обоснование. Однако

даже здесь ограниченное число очагов не следует воспринимать как самостоятельный предиктор длительного ответа. Синхронное возникновение метастазов, короткий интервал до диссеминации, большой суммарный метастатический объём и невозможность радикального воздействия на первичную опухоль могут характеризовать процесс, который анатомически выглядит ограниченным, но биологически уже является системным. Напротив, длительный безрецидивный интервал после лечения первичной опухоли, небольшой объём поражения и отсутствие новых очагов при последовательной визуализации повышают вероятность того, что локальная аблация затрагивает действительно ограниченную популяцию клинически значимых метастатических клонов.

Повторение OMD представляет отдельный интерес. Сам факт появления нового ограниченного метастатического эпизода после ранее успешной локальной терапии не равнозначен немедленному переходу заболевания в полиметастатическую фазу. У части больных последовательные эпизоды сохраняют ограниченный характер. В этой ситуации стандартная ВБП может быть чрезмерно жёсткой конечной точкой, поскольку новый единичный метастаз регистрируется как прогрессирование, хотя пациент после повторного локального воздействия способен ещё длительное время обходиться без смены системной терапии. Именно поэтому предложенный в 2026 г. показатель polymetastatic progression-free survival имеет существенное практическое значение [17].

Иной клинический смысл имеет индуцированное OMD. Небольшое число остаточных очагов после системной терапии может свидетельствовать о выраженном ответе большинства опухолевых очагов на лечение либо, напротив, об отборе устойчивых клеточных клонов. В первом случае локальная консолидация потенциально устраняет остаточную макроскопическую болезнь. Во втором она воздействует лишь на видимую часть формирующейся лекарственной резистентности. Разграничить эти ситуации одним

количественным критерием невозможно, поэтому в исследованиях индуцированного OMD необходима характеристика предшествующей системной терапии, глубины ответа, длительности достигнутого контроля и характера последующего прогрессирования.

Особого внимания заслуживает олигопрогрессирование, поскольку именно здесь наиболее убедительно выявлено различие между нозологиями. В CURB 106 пациентов с олигопрогрессирующим НМРЛ или раком молочной железы были рандомизированы между продолжением стандартного лечения и добавлением SBRT. В совокупной когорте медиана ВБП увеличилась с 3,2 до 7,2 мес, HR составил 0,53. Однако результат был обусловлен преимущественно НМРЛ: медиана ВБП достигла 10,0 мес против 2,2 мес, HR 0,41. Для рака молочной железы показатели оказались практически одинаковыми — 4,4 и 4,2 мес. Таким образом, при одинаковых критериях олигопрогрессирования эффективность локальной аблации может различаться в зависимости от типа опухоли [7].

В исследовании STOP картина была ещё более показательной. У 90 пациентов с 127 прогрессирующими метастазами SABR обеспечила контроль отдельных очагов у 70% больных по сравнению с 38% в группе стандартного лечения. Тем не менее медиана ВБП 8,4 против 4,3 мес статистически не различалась, как не различалась и общая выживаемость. Важным ограничением исследования стало нарушение протокола частью контрольной группы, где некоторые пациенты всё же получали аблативное лечение. Но даже с учётом этого обстоятельства STOP подчёркивает: способность лучевой терапии уничтожить конкретный резистентный очаг и способность изменить дальнейшую системную эволюцию опухоли — разные явления [9].

Для немелкоклеточного рака лёгкого современная доказательная база не допускает универсального заключения о пользе локальной консолидации. Результаты NRG-LU002 особенно важны потому, что исследование проводилось в эпоху иммунотерапии: 90% включённых пациентов получали иммунотерапию

в составе первой линии лечения. Среди 215 больных добавление локального консолидирующего лечения после достижения как минимум стабилизации не улучшило ВБП: HR составил 0,93 для всей группы и 0,90 среди пациентов, получавших иммунотерапию. Двухлетняя ВБП составила 36% в группе поддерживающей системной терапии и 40% при добавлении LCT. Общая выживаемость также не улучшилась. Одновременно частота пневмонита 3-й степени или выше, связанного с лечением, увеличилась с 1 до 10%. При буквальном прочтении эти данные могли бы рассматриваться как аргумент против SBRT при ограниченно метастатическом НМРЛ. Однако положительный результат CURB в олигопрогрессирующей группе показывает более сложную зависимость: значение имеют момент вмешательства и биологический контекст, а не только гистологический диагноз [5, 7, 20].

Иначе выглядит рак молочной железы. Современные обзоры подчёркивают отсутствие оснований для рутинного использования метастаз-направленной аблации у всех пациенток с ограниченным поражением [15]. CURB не выявил значимого увеличения ВБП при олигопрогрессировании РМЖ. В опубликованном в сентябре 2026 г. метаанализе SABRINA, включившем 25 когорт, 1577 пациентов и 2211 метастазов, однолетний локальный контроль составил 92,5%, двухлетний — 84,6%. При этом исходы последовательно различались в зависимости от фенотипа: для de novo OMD локальный контроль, ВБП и ОВ оказались лучше, чем для олигопрогрессирования. Авторы не обнаружили достаточных оснований считать, что высокая местная эффективность автоматически доказывает системное преимущество для всей популяции. Это наблюдение хорошо согласуется с необходимостью учитывать молекулярный подтип опухоли, длительность предшествующего ответа и характер лекарственной резистентности [12, 15].

При колоректальном раке дополнительное значение приобретает относительная радиорезистентность части метастатических очагов и необходимость полноценной дозы. В крупной работе, опубликованной

российской группой в 2025 г. на английском языке, 91 пациент с 152 печёночными метастазами КРР получал 40–60 Гр за 4–5 фракций. Трёхлетний локальный контроль составил 62,6%, при этом худший результат был связан с диаметром метастаза не менее 2,7 см и наличием трёх и более очагов. Более высокая BED ассоциировалась с меньшим риском местной неудачи. Одновременно мутация RAS, больший размер и синхронный характер метастазирования ухудшали общую выживаемость, то есть дозиметрические и биологические факторы действовали не на одном уровне [22].

Проспективное исследование II фазы 2026 г. у больных с 1–3 печёночными или лёгочными олигометастазами КРР дополнительно продемонстрировало возможность достижения двухлетнего локального контроля 95% при высокодозной методике, хотя выборка включала лишь 23 пациента. Ни одного нежелательного явления 3-й степени или выше не наблюдалось. Именно сочетание высокого ЛК и малого размера исследования требует аккуратной трактовки: результат подтверждает потенциал оптимизированной SBRT, но не устраняет вопроса о воспроизводимости эффекта в широкой клинической популяции [23].

Для почечно-клеточного рака значение стереотаксической терапии определяется ещё и возможностью отложить лекарственное лечение. В проспективном исследовании Katipally и соавт., опубликованном в 2026 г., 15 пациентов с 1–5 очагами получили SBRT на все выявленные метастазы. При медиане наблюдения 4,8 года пятилетняя кумулятивная частота локальной неудачи составляла 6,7%, тяжёлых нежелательных явлений ≥3 степени не зарегистрировано, а медиана времени до последующей системной терапии достигла 2,6 года. Малый размер выборки не позволяет переносить результаты на все варианты метастатического ПКР, однако исследование показывает, что в отдельных клинических ситуациях показатель «время до начала системной терапии» имеет самостоятельное значение [13]. В систематическом обзоре и метаанализе 2025 г. наиболее высокая доля пациентов, остававшихся без

системной терапии после SBRT, также отмечалась именно при почечно-клеточном раке — около 87% в анализируемой временной точке [16].

Следовательно, использование показателя «отсрочка системного лечения» для общей смешанной когорты НМРЛ, РМЖ, КРР и ПКР методологически неправильно. При НМРЛ системная терапия зачастую является неотъемлемой частью исходной лечебной стратегии. При олигопрогрессировании речь чаще идёт о сохранении уже действующей линии.

Если клинический фенотип определяет, зачем выполняется стереотаксическое облучение, анатомическая локализация во многом определяет, как именно оно может быть выполнено и какой риск сопровождает подведение аблативной дозы.

Таблица 3 — Клинически значимые особенности SBRT в зависимости от локализации экстракраниального метастаза

Локализация	Основная техническая проблема	Наиболее значимые органы и факторы риска	Современные данные об эффективности
Лёгкое	Дыхательная подвижность; центральное или периферическое расположение; несколько мишеней	Нормальная лёгочная ткань, проксимальное бронхиальное дерево, пищевод, сердце, крупные сосуды	В российских сериях 2025–2026 гг. 1-летний ЛК превышал 95% у отобранных пациентов [2, 6]
Печень	Значительная респираторная экскурсия и различие между видимой и фактической траекторией мишени	Необлучённая паренхима печени, желудок, двенадцатиперстная и тонкая кишка, желчные структуры	Метааналитический ЛК около 85% через год и 75% через два года [8]
Надпочечник	Подвижность верхнего этажа живота; близость полых органов	Желудок, двенадцатиперстная кишка, кишечник, почка, печень; при двустороннем поражении — риск эндокринной недостаточности	Эффективность определяется возможностью соблюсти OAR-ограничения без критического снижения дозы [18]
Внепозвоночная кость	Неоднородность костной структуры, возможный мягкотканный компонент	Риск патологического перелома, суставные поверхности, прилежащие мышцы и нервы	Однолетний ЛК около 94,6%, переломы около 3,1% [11]

Позвоночник	Минимальное расстояние между опухолью и спинным мозгом; эпидуральный компонент; стабильность	Спинной мозг или конский хвост, позвоночная нестабильность, компрессия	В российской серии 2024 г. ЛК 92% через 6 мес и 83% через год [4]
Отдалённые лимфатические узлы	Близость кишечника и мочевыводящих структур; частая необходимость повторного облучения	Тонкая кишка, двенадцатиперстная кишка, мочеточник, крупные сосуды	Одна из наиболее часто облучаемых локализаций в OligoCare; результат требует отдельной оценки по анатомической зоне [1]

Источник: составлено автором по данным [1, 2, 4, 6, 8, 11, 14, 18].

Лёгочные метастазы позволяют особенно наглядно показать взаимосвязь техники и безопасности. В российской работе Черниченко и соавт. 2025 г. при солитарном поражении периферические мишени облучались с более высокой дозой на фракцию, тогда как для центрального расположения применялись более фракционированные режимы. Контроль дыхания выполнялся с помощью Active Breathing Coordinator, положение мишени проверялось перед каждой фракцией. Одно- и трёхлетний локальный контроль после SBRT составлял соответственно около 97 и 95,5%. Смысл этих данных заключается не только в высоком ЛК. Работа показывает, что понятие «метастаз в лёгком» должно быть дополнено как минимум указанием его центрального или периферического положения и способом управления дыхательным движением [2].

В более поздней российской серии 2026 г. проанализированы 64 пациента с множественными метастазами в лёгких, 37 из которых получили SBRT. В группе стереотаксического лечения локальный контроль сохранялся на уровне 96,2% в течение трёх лет. У 35,1% больных был зарегистрирован лучевой пневмонит RTOG 1, не требовавший специального лечения; тяжёлых лучевых осложнений не отмечено. При этом часть пациентов подвергалась одновременному облучению нескольких очагов, а часть — последовательным курсам с интервалом между эпизодами метастазирования. Такое различие фактически разделяет одномоментное OMD и повторение OMD, даже если

исследование исходно было сформировано по анатомическому признаку [6].

При метастазах в печени ограничивающим фактором становится сочетание движения органа и близости желудочно-кишечного тракта. Современный метаанализ ISRS показывает, что SBRT обеспечивает высокий локальный контроль при умеренной частоте тяжёлых осложнений, однако результирующая вероятность местной неудачи неодинакова для разных первичных опухолей и размеров очага [8]. При КРР зависимость от дозы проявляется особенно заметно. Следовательно, снижение BED ради соблюдения ограничений на критические органы нельзя рассматривать как нейтральную техническую модификацию: оно способно непосредственно изменить вероятность контроля метастаза. С другой стороны, эскалация ради достижения номинального порога не оправдана, если нарушаются ограничения для желудка, кишки или функционирующей печени.

Надпочечниковые метастазы представляют ещё более показательный пример приоритета анатомии над шаблонной схемой. Современное практическое руководство 2025 г. рассматривает размер поражения, его взаимоотношения с желудком и двенадцатиперстной кишкой, дыхательную экскурсию, объём функционирующей почечной ткани и предшествующее лечение как факторы выбора фракционирования. При двустороннем поражении либо единственном функционирующем надпочечнике к обычной оценке лучевой токсичности добавляется эндокринологический риск [18]. Поэтому объединение надпочечниковых метастазов с лёгочными или костными очагами в единую строку «токсичность SBRT» лишает анализ клинического содержания.

Для костных метастазов анатомическая стратификация также обязательна. Внепозвоночное поражение в метаанализе Singh и соавт. характеризовалось однолетним локальным контролем 94,6%, однако примерно у 3,1% пациентов возникал патологический перелом. Позвоночные метастазы требуют самостоятельного рассмотрения вследствие риска повреждения спинного мозга, наличия эпидурального компонента и механической нестабильности [11]. Российская работа Кит и соавт. 2024 г., хотя и включала только 12 пациентов,

показала 92% локального контроля через шесть месяцев и 83% через год, а уменьшение болевого синдрома наблюдалось у 67% больных [4]. Малый объём выборки не позволяет сопоставлять эти цифры непосредственно с крупными международными сериями, но работа подтверждает практическую применимость стереотаксического лечения позвоночных метастазов в отечественной клинической практике.

Результаты OligoCare опровергают упрощённое представление о том, что все варианты SBRT можно сопоставить только по суммарной физической дозе. При одинаковых 50 Гр режим 5×10 Гр имеет совсем иной радиобиологический профиль, чем более длительное фракционирование. В то же время и BED не должна становиться формальным универсальным критерием качества. Высокое расчётное значение бесполезно, если план не обеспечивает воспроизводимого покрытия движущейся мишени; напротив, умеренная номинальная BED может быть клинически оправдана при ультрацентральной локализации, если попытка эскалации создаёт неприемлемый риск для критических структур.

Практически режим следует описывать как минимум четырьмя взаимосвязанными характеристиками: число и величина фракций, покрытие мишени, дозовая неоднородность внутри PTV и ограничения для органов риска. Консенсус DEGRO/DGMP 2024 г. специально подчёркивает необходимость многопараметрического описания назначения в соответствии с принципами ICRU 91. Высокий экспертный консенсус после второго Delphi-раунда был достигнут для 29 из 31 обсуждавшегося положения. При этом степень согласия для верхнего этажа брюшной полости оказалась ниже, чем для лёгких, что отражает реальную сложность выбора между тумороцидной дозой и защитой желудочно-кишечных структур [14].

Управление движением мишени становится частью дозового назначения. Для лёгких и печени планирование без характеристики дыхательной экскурсии может создать ложное впечатление точности. В зависимости от оборудования и характера движения применяются 4D-КТ, ITV-подход, задержка дыхания,

respiratory gating либо tracking. Чем выше доза на фракцию и меньше геометрический запас, тем сильнее ошибка позиционирования влияет на фактически полученную опухолью дозу. При нескольких лёгочных метастазах одновременно возрастает и задача сохранения достаточного объёма нормальной паренхимы.

Крупнейшим современным проспективным материалом для оценки ранней токсичности остаётся OligoCare. Из 1468 больных острые связанные со SBRT нежелательные явления 3-й степени или выше возникли у восьми, то есть у 0,5%. Шесть событий имели 3-ю степень; зарегистрированы два события 5-й степени. Абсолютная частота тем самым была низкой, но ненулевой. Важнее другое: перечень осложнений включал эмпиему, пневмонию, лучевой пневмонит, кожное повреждение, снижение аппетита и костную боль. Следовательно, единый показатель CTCAE grade ≥3 полезен для общей характеристики безопасности, но плохо описывает механизм риска [3].

Эта проблема особенно заметна при сочетании локального и системного лечения. В NRG-LU002 тяжёлый пневмонит возникал заметно чаще после добавления LCT к поддерживающей системной терапии — 10% против 1%. Нельзя автоматически приписывать всю разницу исключительно SBRT, поскольку локальная терапия могла включать разные методы, а пациенты получали современное лекарственное лечение. Тем не менее результат демонстрирует, что профиль безопасности должен оцениваться в контексте сочетания методов, а не только по геометрии отдельного лучевого плана [5].

Российские данные дают полезный контраст. В исследовании множественных лёгочных метастазов 2026 г. пневмонит первой степени был достаточно распространён, но клинически тяжёлых реакций не отмечалось [6]. Это подчёркивает разницу между радиологически обнаруживаемым постлучевым изменением и осложнением, ограничивающим лечение или качество жизни.

Исследование Зозули и соавт. 2025 г., в котором SBRT сочеталась с

ингибиторами контрольных точек у больных распространёнными солидными опухолями, даёт ещё один методически важный пример. Авторы облучали один из очагов режимом 3×8 Гр главным образом в попытке модифицировать системный иммунный ответ; трёхмесячный локальный контроль составил 75%, но к шести месяцам снизился до 44,4%. Эта работа не должна напрямую сопоставляться с аблативными исследованиями OMD, поскольку цель, полнота охвата опухолевого процесса и подведённая доза были иными. Именно подобные различия объясняют, почему само слово «SBRT» не является достаточной характеристикой лечения [10].

Вопрос об отсрочке лекарственного лечения заслуживает отдельного рассмотрения. Метаанализ Willmann и соавт. 2025 г. включил 29 исследований и 2074 пациента, которым выполнялась метастаз-направленная SBRT без немедленного начала системной терапии. В метааналитическую часть вошли 984 больных; объединённая вероятность сохранения периода без системной терапии через один или два года составляла 69,7%. Наибольшее значение было отмечено при почечно-клеточном раке — 87,0%, далее следовал рак предстательной железы. Тяжёлая токсичность отсутствовала в большинстве опубликованных серий [16].

Однако данный исход следует использовать только там, где отказ или отсрочка системной терапии в принципе представляет допустимую клиническую стратегию. Это, в частности, следует учитывать у пациентов с впервые диагностированным метастатическим НМРЛ, которым показана эффективная системная терапия. При олигопрогрессировании корректнее определять время до смены действующей линии. В отличие от этого, при медленно текущем метахронном ПКР после нефрэктомии лечение всех ограниченных метастазов действительно может позволить пациенту значимый период обходиться без хронической лекарственной терапии.

Сопоставление исследований позволяет сформировать практическую матрицу, в которой число метастазов занимает лишь одно из нескольких мест.

Таблица 4 — Факторы, которые необходимо учитывать при отборе больных для SBRT и стратификации результатов

Фактор	Клиническое содержание	Предполагаемое влияние на интерпретацию результата
ECOG / общее функциональное состояние	Способность перенести комбинированное лечение и вероятность конкурирующей неонкологической смертности	Худший статус снижает вероятность реализации долгосрочной пользы даже при высоком ЛК
Контроль первичной опухоли	Наличие либо отсутствие активно прогрессирующего первичного очага	Неконтролируемая первичная опухоль уменьшает смысл изолированной аблации метастазов
Фенотип OMD	De novo, repeat, induced, oligoprogression	Определяет цель SBRT и выбор конечной точки
Синхронность / метастатический интервал	Время между лечением первичной опухоли и появлением метастазов	Длительный интервал чаще соответствует более медленной биологии заболевания
Число очагов	Количественная характеристика распространённости	Должно оцениваться вместе с суммарным опухолевым объёмом, а не изолированно
Суммарный объём метастатической нагрузки	Размер и совокупная масса всех мишеней	Влияет на вероятность скрытой диссеминации и возможность безопасной эскалации дозы
Первичная гистология и молекулярный вариант	НМРЛ, РМЖ, КРР, ПКР и их биологические подтипы	Существенно изменяет вероятность системного эффекта локальной терапии
Предшествующая системная терапия	Линия лечения, длительность ответа, механизм резистентности	Позволяет отличать истинное ограниченное заболевание от селекции устойчивых клонов
Полнота локального воздействия	Облучены ли все очаги, определяющие текущий OMD-фенотип	Критически важна для интерпретации концепции полной аблации
Локализация метастаза	Лёгкое, печень, надпочечник, кость, позвоночник, лимфатический узел	Определяет достижимую дозу, необходимые методы контроля движения мишени и характер ожидаемых нежелательных явлений
BED и покрытие мишени	Биологическая интенсивность лечения с учётом фактической дозиметрии	Связаны с вероятностью местной неудачи, особенно при радиорезистентных гистологиях
Органы риска и предшествующее облучение	Анатомическое ограничение дозы	Может изменить режим фракционирования и соотношение польза/риск

Источник: разработано автором на основании анализа [1, 3, 5, 7, 9, 12–19].

Эта матрица помогает объяснить, почему формулировка «пациенты с 1–5 метастазами» недостаточна даже для описания выборки. Два больных с тремя

очагами могут радикально различаться: у первого три небольших метахронных лёгочных метастаза возникли через несколько лет после радикального лечения контролируемого первичного рака; у второго три прогрессирующих очага выявлены через несколько недель на фоне быстро нарастающей множественной микрометастатической болезни. В обоих случаях число метастазов одинаково, однако вероятность длительной пользы от SBRT для этих пациентов различается.

Значение отбора подтверждает и современная литература по раку молочной железы. В SABRINA de novo-олигометастатическое заболевание сопровождалось лучшими результатами, чем олигопрогрессирование, несмотря на применение одной и той же категории локальной технологии [12]. При ПКР, напротив, даже повторные метастаз-направленные вмешательства могут сохранять клиническую ценность у небольшой, благоприятно отобранной группы [13, 21]. Анализ OMD поэтому должен начинаться с оценки того, соответствует ли наблюдаемая картина биологически ограниченному этапу заболевания.

Совокупность рассмотренных данных позволяет сформулировать центральное положение настоящей работы. Локальный контроль является непосредственным результатом SBRT, в то время как ВБП и ОВ представляют интегральные показатели всего онкологического процесса. Между ними существует причинная связь, но она не является линейной.

Если локальная неудача развивается быстро, стереотаксическое лечение очевидно не реализовало свою основную функцию. В таком случае говорить о системной пользе тем более трудно. Однако обратное утверждение неверно: превосходный локальный контроль не гарантирует длительной ВБП. После полного исчезновения облучённого очага пациент может через несколько недель получить новые метастазы в других органах. STOP является прямым клиническим подтверждением этой ситуации: локальный контроль улучшился статистически значимо, а PFS и OS — нет [9].

Отсюда следует важное требование к будущим исследованиям. Если несколько очагов у одного пациента анализируются как самостоятельные мишени, модель локального контроля должна учитывать их кластеризацию. Если конечной точкой является утрата локального контроля, смерть до её наступления необходимо учитывать при анализе конкурирующих рисков, а не рассматривать как обычное цензурирование. Если же исследуется время до смены системной терапии, необходимо заранее определить, считается ли повторное SBRT нового одиночного очага неудачей исходной стратегии. Отсутствие таких определений способно изменить вывод исследования даже при одном и том же клиническом материале.

Современный консенсус по конечным точкам метастаз-направленной терапии фактически подтверждает необходимость такого перехода от упрощённой модели. Помимо традиционных OS и PFS, эксперты выделили выживаемость без прогрессирования полиметастатического заболевания и выживаемость без начала или смены системной терапии, позволяющие точнее описывать стратегию последовательной локальной аблации ограниченных эпизодов заболевания [17].

Выводы. Стереотаксическая лучевая терапия обеспечивает высокий уровень контроля экстракраниальных метастатических очагов при правильно выбранной мишени и современном планировании. В крупнейшей проспективной когорте OligoCare острая токсичность 3-й степени или выше, связанная с SBRT, зарегистрирована у 0,5% пациентов, однако наличие редких тяжёлых и летальных осложнений исключает возможность рассматривать стереотаксическое облучение как одинаково безопасное независимо от локализации метастаза. Риск определяется положением мишени относительно критических органов, её подвижностью, объёмом облучения, предшествующей радиотерапией и сочетанием с лекарственным лечением.

Клиническая эффективность SBRT не должна оцениваться исключительно через число метастазов. Современные данные подтверждают необходимость

разделения de novo, repeat и induced OMD, а также олигопрогрессирования. Для истинного олигометастатического состояния принципиальное значение имеет возможность аблации всех клинически значимых очагов. При олигопрогрессировании лечебная задача иная: локальное воздействие направлено на резистентные мишени с целью сохранить контроль остального заболевания и, при обоснованных показаниях, продолжить действующую системную терапию.

Локальный контроль и системный результат являются взаимосвязанными, но не эквивалентными конечными точками. Рандомизированные данные показывают, что повышение вероятности контроля облучённой мишени может не сопровождаться увеличением ВБП или общей выживаемости. Особенно важен характер первичной опухоли: при олигопрогрессировании НМРЛ в исследовании CURB был получен выраженный выигрыш по ВБП, тогда как аналогичный эффект у больных раком молочной железы отсутствовал. Исследование STOP, в свою очередь, продемонстрировало улучшение контроля без достоверного изменения PFS и OS. Эти результаты делают нозологическую и фенотипическую стратификацию обязательным условием интерпретации SBRT.

Анатомическая локализация метастазов непосредственно влияет и на эффективность, и на токсичность. Лёгочные очаги требуют стандартизованного контроля дыхательного движения и отдельной оценки центральной локализации; печёночные — учёта функционирующей паренхимы и желудочно-кишечных органов риска; надпочечниковые — особенно тщательного контроля дозы на желудок, двенадцатиперстную кишку и почки; костные очаги — оценки риска перелома; позвоночные метастазы — учёта эпидурального распространения, стабильности позвоночного сегмента и дозы на спинной мозг. Поэтому суммарная частота CTCAE-токсичности без распределения по органам недостаточна для полноценного анализа безопасности.

Биологически эффективная доза остаётся важным инструментом

сопоставления режимов фракционирования, но не может использоваться отдельно от геометрии дозового распределения, гистологического типа опухоли и ограничений органов риска. Современная практика OligoCare показывает, что дозы уже фактически адаптируются к первичной нозологии и локализации метастаза. Перспективным направлением является не поиск одного универсального порога BED для всех олигометастазов, а определение диапазона доз, обеспечивающего высокий локальный контроль при приемлемом органоспецифическом риске.

Наиболее обоснованными кандидатами для SBRT представляются пациенты с удовлетворительным функциональным статусом, контролируемой первичной опухолью, ограниченным суммарным объёмом метастатической нагрузки, отсутствием признаков быстрого полиметастатического распространения и технической возможностью полноценного локального воздействия на очаги, определяющие текущий фенотип заболевания. Количество метастазов должно оставаться частью отбора, но не его единственным основанием.

Дальнейшие исследования целесообразно строить с предварительной стратификацией по гистологии, фенотипу OMD, синхронности, локализации и объёму метастазов. Для локальной неудачи необходимо учитывать кластеризацию нескольких мишеней у одного пациента и конкурирующий риск смерти. Наряду с ВБП и ОВ следует использовать endpoints, отражающие специфику метастаз-направленного лечения: время до полиметастатического прогрессирования и время до начала либо смены системной терапии. Такой дизайн позволит перейти от общего утверждения о высокой локальной эффективности SBRT к более клинически значимому вопросу — у каких пациентов локальная аблация действительно способна изменить дальнейшее течение заболевания без неоправданного увеличения токсичности.

Список литературы

1. Christ S.M., Alongi F., Ricardi U., Scorsetti M., Livi L., Balermpas P. et al.

Cancer-specific dose and fractionation schedules in stereotactic body radiotherapy for oligometastatic disease: An interim analysis of the EORTC-ESTRO E2-RADIatE OligoCare study // Radiotherapy and Oncology. 2024. Vol. 195. Art. 110235. DOI: 10.1016/j.radonc.2024.110235.

2. Черниченко А.В., Магомедова К.М., Пикин О.В., Старинский В.В., Мещерякова И.А., Плавник Р.Н. и др. Выбор локального метода лечения при солитарных метастазах в легких: хирургия или стереотаксическая лучевая терапия // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2025. Т. 14. № 3. С. 7–13. DOI: 10.17116/onkolog2025140317.

3. Alongi F., Nicosia L., Ricardi U., Scorsetti M., Greto D., Balermpas P. et al. Acute toxicity in patients with oligometastatic cancer following metastasis-directed stereotactic body radiotherapy: An interim analysis of the E2-RADIatE OligoCare cohort // Radiotherapy and Oncology. 2024. Vol. 199. Art. 110466. DOI: 10.1016/j.radonc.2024.110466.

4. Кит О.И., Закондырин Д.Е., Росторгуев Э.Е., Сакун П.Г., Вошедский В.И., Командиров М.А. Опыт стереотаксической лучевой терапии и радиохирургического лечения метастатических опухолей позвонков // Южно-Российский онкологический журнал. 2024. Т. 5. № 2. С. 6–13. DOI: 10.37748/2686-9039-2024-5-2-1.

5. Iyengar P., Hu C., Gomez D.R., Timmerman R.D., Simone C.B., Robinson C.G. et al. NRG-LU002: Randomized phase II/III trial of maintenance systemic therapy versus local consolidative therapy plus maintenance systemic therapy for limited metastatic non-small cell lung cancer // Journal of Clinical Oncology. 2024. Vol. 42. Suppl. 16. Abstract 8506. DOI: 10.1200/JCO.2024.42.16_suppl.8506.

6. Магомедова К.М., Черниченко А.В., Пикин О.В., Старинский В.В., Мещерякова И.А., Плавник Р.Н. и др. Возможности стереотаксической лучевой терапии при множественных метастазах в легких // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2026. Т. 15. № 3. С. 6–12. DOI: 10.17116/onkolog2026150316.

7. Tsai C.J., Yang J.T., Shaverdian N., Patel J., Shepherd A.F., Eng J. et al.

Standard-of-care systemic therapy with or without stereotactic body radiotherapy in patients with oligoprogressive breast cancer or non-small-cell lung cancer (CURB oligoprogression): an open-label, randomised, controlled, phase 2 study // The Lancet. 2024. Vol. 403. No. 10422. P. 171–182. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)01857-3.

8. Franzese C., Louie A.V., Kotecha R., Zhang Z., Guckenberger M., Kim M.S. et al. Stereotactic Body Radiation Therapy for Liver Metastases: Systematic Review and Meta-Analysis With International Stereotactic Radiosurgery Society Practice Guidelines // Practical Radiation Oncology. 2025. Vol. 15. No. 2. P. e172–e188. DOI: 10.1016/j.prro.2024.09.011.

9. Schellenberg D., Gabos Z., Duimering A., Debenham B., Fairchild A., Huang F. et al. Stereotactic Ablative Radiation for Oligoprogressive Cancers: Results of the Randomized Phase 2 STOP Trial // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2025. Vol. 121. No. 1. P. 28–38. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2024.08.031.

10. Зозуля А.Ю., Мусаелян А.А., Новиков С.Н., Орлов С.В., Одинцова С.В., Соловьева Е.П. и др. Изучение эффективности комбинации стереотаксической лучевой терапии и иммунотерапии у пациентов с метастатическими солидными опухолями // Сибирский онкологический журнал. 2025. Т. 24. № 5. С. 17–26. DOI: 10.21294/1814-4861-2025-24-5-17-26.

11. Singh R., Valluri A., Lehrer E.J., Cao Y., Upadhyay R., Trifiletti D.M. et al. Clinical Outcomes After Stereotactic Body Radiation Therapy for Nonspinal Bone Metastases: A Systematic Review and Meta-analysis // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2024. Vol. 119. No. 4. P. 1099–1109. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2023.12.051.

12. Viani G.A., Hamamura A.C., Arruda C.V., Cardoso C.E., Salmon H.A., Amaral G.O. Stereotactic ablative radiotherapy for oligometastatic breast cancer: A systematic review and meta-analysis (SABRINA) // Radiotherapy and Oncology. 2026. Art. 111789. DOI: 10.1016/j.radonc.2026.111789.

13. Katipally R.R., Rajeev-Kumar G., Solanki A.A., Arif F., Eggener S.E., Sidana A. et al. A Prospective Study of Stereotactic Body Radiation Therapy in

Oligometastatic Renal Cell Carcinoma // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2026. Vol. 125. No. 1. P. 164–170. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2025.05.059.

14. Brunner T.B., Boda-Heggemann J., Bürgy D., Corradini S., Dieckmann U.K., Gawish A. et al. Dose prescription for stereotactic body radiotherapy: general and organ-specific consensus statement from the DEGRO/DGMP Working Group Stereotactic Radiotherapy and Radiosurgery // Strahlentherapie und Onkologie. 2024. Vol. 200. No. 9. P. 737–750. DOI: 10.1007/s00066-024-02254-2.

15. Yoon S.M., Bazan J.G. Navigating Breast Cancer Oligometastasis and Oligoprogression: Current Landscape and Future Directions // Current Oncology Reports. 2024. Vol. 26. No. 6. P. 647–664. DOI: 10.1007/s11912-024-01529-2.

16. Willmann J., von Wachter C., Zehnder R., Dee E.C., Chen H., Hendriks L.E.L. et al. Stereotactic Body Radiotherapy Without Systemic Therapy for Oligometastatic Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis // JAMA Network Open. 2025. Vol. 8. No. 12. Art. e2549685. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025.49685.

17. Widder J., Bol G.M., Simek I.M., Ehret F., Abdel-Aty H., Basic S. et al. Clinical trial endpoints for metastases-directed therapy in oligometastatic cancer: a review and Delphi consensus on behalf of the EORTC-ESTRO OligoCare consortium // The Lancet Oncology. 2026. Vol. 27. No. 5. P. e238–e247. DOI: 10.1016/S1470-2045(26)00075-6.

18. Ehret F., Ebner D.K., Kutuk T., Shakeri A., Shrestha S., Skalina K.A. et al. Stereotactic Body Radiation Therapy for the Treatment of Adrenal Metastases — A Case-Based Radiosurgery Society Practice Guide and Review // Practical Radiation Oncology. 2025. Vol. 15. No. 6. P. 597–609. DOI: 10.1016/j.prro.2025.06.011.

19. Imano N. Stereotactic body radiotherapy for oligometastatic disease: current evidence and future perspectives // International Journal of Clinical Oncology. 2025. Vol. 30. No. 8. P. 1505–1521. DOI: 10.1007/s10147-025-02776-4.

20. Wan B., Lecavalier-Barsoum M. The Role of Stereotactic Body Radiotherapy in Oligometastatic Non-Small Cell Lung Cancer // Current Oncology. 2024. Vol. 31. No.

12. P. 7971–7978. DOI: 10.3390/curroncol31120588.

21. Stavrou C., Thet M., Sandhu K., Siva S., Udovicich C., Lawrentschuk N., Perera M. Oligometastatic RCC: Challenges and Emerging Therapeutic Strategies // Cancers. 2026. Vol. 18. No. 12. Art. 1956. DOI: 10.3390/cancers18121956.

22. Moskalenko A., Chernykh M., Ichshanov D., Malinina K., Ikonnikova A., Lyadov V. Stereotactic Body Radiotherapy of Colorectal Cancer Oligometastases to the Liver: Three Years Follow-Up // Cancers. 2025. Vol. 17. No. 17. Art. 2823. DOI: 10.3390/cancers17172823.

23. Nishimura S., Takeda A., Tsurugai Y., Sanuki N., Eriguchi T., Nemoto T. Phase II Study of Dose-Escalated and Convergent Stereotactic Body Radiotherapy for Liver and Pulmonary Oligometastases from Colorectal Cancer // Cancers. 2026. Vol. 18. No. 8. Art. 1263. DOI: 10.3390/cancers18081263.

References

1. Christ S.M., Alongi F., Ricardi U., Scorsetti M., Livi L., Balermpas P. et al. Cancer-specific dose and fractionation schedules in stereotactic body radiotherapy for oligometastatic disease: An interim analysis of the EORTC-ESTRO E2-RADIatE OligoCare study // Radiotherapy and Oncology. 2024. Vol. 195. Art. 110235. DOI: 10.1016/j.radonc.2024.110235.

2. Chernichenko A.V., Magomedova K.M., Pikin O.V., Starinskij V.V., Meshheryakova I.A., Plavnik R.N. i dr. Vy`bor lokal`nogo metoda lecheniya pri solitarny`x metastazax v legkix: xirurgiya ili stereotaksicheskaya luchevaya terapiya // Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gercena. 2025. T. 14. № 3. S. 7–13. DOI: 10.17116/onkolog2025140317.

3. Alongi F., Nicosia L., Ricardi U., Scorsetti M., Greto D., Balermpas P. et al. Acute toxicity in patients with oligometastatic cancer following metastasis-directed stereotactic body radiotherapy: An interim analysis of the E2-RADIatE OligoCare cohort // Radiotherapy and Oncology. 2024. Vol. 199. Art. 110466. DOI: 10.1016/j.radonc.2024.110466.

4. Kit O.I., Zakondy`rin D.E., Rostorguev E`.E., Sakun P.G., Voshedskij V.I.,

Komandirov M.A. Opy`t stereotaksicheskoj luchevoj terapii i radioxirurgicheskogo lecheniya metastaticheskix opuxolej pozvonkov // Yuzhno-Rossijskij onkologicheskij zhurnal. 2024. T. 5. № 2. S. 6–13. DOI: 10.37748/2686-9039-2024-5-2-1.

5. Iyengar P., Hu C., Gomez D.R., Timmerman R.D., Simone C.B., Robinson C.G. et al. NRG-LU002: Randomized phase II/III trial of maintenance systemic therapy versus local consolidative therapy plus maintenance systemic therapy for limited metastatic non-small cell lung cancer // Journal of Clinical Oncology. 2024. Vol. 42. Suppl. 16. Abstract 8506. DOI: 10.1200/JCO.2024.42.16_suppl.8506.

6. Magomedova K.M., Chernichenko A.V., Pikin O.V., Starinskij V.V., Meshheryakova I.A., Plavnik R.N. i dr. Vozmozhnosti stereotaksicheskoj luchevoj terapii pri mnozhestvenny`x metastazax v legkix // Onkologiya. Zhurnal im. P.A. Gercena. 2026. T. 15. № 3. S. 6–12. DOI: 10.17116/onkolog2026150316.

7. Tsai C.J., Yang J.T., Shaverdian N., Patel J., Shepherd A.F., Eng J. et al. Standard-of-care systemic therapy with or without stereotactic body radiotherapy in patients with oligoprogressive breast cancer or non-small-cell lung cancer (CURB oligoprogression): an open-label, randomised, controlled, phase 2 study // The Lancet. 2024. Vol. 403. No. 10422. P. 171–182. DOI: 10.1016/S0140-6736(23)01857-3.

8. Franzese C., Louie A.V., Kotecha R., Zhang Z., Guckenberger M., Kim M.S. et al. Stereotactic Body Radiation Therapy for Liver Metastases: Systematic Review and Meta-Analysis With International Stereotactic Radiosurgery Society Practice Guidelines // Practical Radiation Oncology. 2025. Vol. 15. No. 2. P. e172–e188. DOI: 10.1016/j.prro.2024.09.011.

9. Schellenberg D., Gabos Z., Duimering A., Debenham B., Fairchild A., Huang F. et al. Stereotactic Ablative Radiation for Oligoprogressive Cancers: Results of the Randomized Phase 2 STOP Trial // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2025. Vol. 121. No. 1. P. 28–38. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2024.08.031.

10. Zozulya A.Yu., Musaelyan A.A., Novikov S.N., Orlov S.V., Odinczova S.V., Solov`eva E.P. i dr. Izuchenie e`ffektivnosti kombinacii stereotaksicheskoj luchevoj terapii i immunoterapii u pacientov s metastaticheskimi solidny`mi opuxolyami //

Sibirskij onkologicheskij zhurnal. 2025. T. 24. № 5. S. 17–26. DOI: 10.21294/1814-4861-2025-24-5-17-26.

11. Singh R., Valluri A., Lehrer E.J., Cao Y., Upadhyay R., Trifiletti D.M. et al. Clinical Outcomes After Stereotactic Body Radiation Therapy for Nonspinal Bone Metastases: A Systematic Review and Meta-analysis // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2024. Vol. 119. No. 4. P. 1099–1109. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2023.12.051.

12. Viani G.A., Hamamura A.C., Arruda C.V., Cardoso C.E., Salmon H.A., Amaral G.O. Stereotactic ablative radiotherapy for oligometastatic breast cancer: A systematic review and meta-analysis (SABRINA) // Radiotherapy and Oncology. 2026. Art. 111789. DOI: 10.1016/j.radonc.2026.111789.

13. Katipally R.R., Rajeev-Kumar G., Solanki A.A., Arif F., Eggener S.E., Sidana A. et al. A Prospective Study of Stereotactic Body Radiation Therapy in Oligometastatic Renal Cell Carcinoma // International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics. 2026. Vol. 125. No. 1. P. 164–170. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2025.05.059.

14. Brunner T.B., Boda-Heggemann J., Bürgy D., Corradini S., Dieckmann U.K., Gawish A. et al. Dose prescription for stereotactic body radiotherapy: general and organ-specific consensus statement from the DEGRO/DGMP Working Group Stereotactic Radiotherapy and Radiosurgery // Strahlentherapie und Onkologie. 2024. Vol. 200. No. 9. P. 737–750. DOI: 10.1007/s00066-024-02254-2.

15. Yoon S.M., Bazan J.G. Navigating Breast Cancer Oligometastasis and Oligoprogression: Current Landscape and Future Directions // Current Oncology Reports. 2024. Vol. 26. No. 6. P. 647–664. DOI: 10.1007/s11912-024-01529-2.

16. Willmann J., von Wachter C., Zehnder R., Dee E.C., Chen H., Hendriks L.E.L. et al. Stereotactic Body Radiotherapy Without Systemic Therapy for Oligometastatic Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis // JAMA Network Open. 2025. Vol. 8. No. 12. Art. e2549685. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2025.49685.

17. Widder J., Bol G.M., Simek I.M., Ehret F., Abdel-Aty H., Basic S. et al. Clinical trial endpoints for metastases-directed therapy in oligometastatic cancer: a review and

Delphi consensus on behalf of the EORTC-ESTRO OligoCare consortium // The Lancet Oncology. 2026. Vol. 27. No. 5. P. e238–e247. DOI: 10.1016/S1470-2045(26)00075-6.

18. Ehret F., Ebner D.K., Kutuk T., Shakeri A., Shrestha S., Skalina K.A. et al. Stereotactic Body Radiation Therapy for the Treatment of Adrenal Metastases — A Case-Based Radiosurgery Society Practice Guide and Review // Practical Radiation Oncology. 2025. Vol. 15. No. 6. P. 597–609. DOI: 10.1016/j.prro.2025.06.011.

19. Imano N. Stereotactic body radiotherapy for oligometastatic disease: current evidence and future perspectives // International Journal of Clinical Oncology. 2025. Vol. 30. No. 8. P. 1505–1521. DOI: 10.1007/s10147-025-02776-4.

20. Wan B., Lecavalier-Barsoum M. The Role of Stereotactic Body Radiotherapy in Oligometastatic Non-Small Cell Lung Cancer // Current Oncology. 2024. Vol. 31. No. 12. P. 7971–7978. DOI: 10.3390/curroncol31120588.

21. Stavrou C., Thet M., Sandhu K., Siva S., Udovicich C., Lawrentschuk N., Perera M. Oligometastatic RCC: Challenges and Emerging Therapeutic Strategies // Cancers. 2026. Vol. 18. No. 12. Art. 1956. DOI: 10.3390/cancers18121956.

22. Moskalenko A., Chernykh M., Ichshanov D., Malinina K., Ikonnikova A., Lyadov V. Stereotactic Body Radiotherapy of Colorectal Cancer Oligometastases to the Liver: Three Years Follow-Up // Cancers. 2025. Vol. 17. No. 17. Art. 2823. DOI: 10.3390/cancers17172823.

23. Nishimura S., Takeda A., Tsurugai Y., Sanuki N., Eriguchi T., Nemoto T. Phase II Study of Dose-Escalated and Convergent Stereotactic Body Radiotherapy for Liver and Pulmonary Oligometastases from Colorectal Cancer // Cancers. 2026. Vol. 18. No. 8. Art. 1263. DOI: 10.3390/cancers18081263.

Статья поступила в редакцию 04.08.2026; одобрена после рецензирования 24.09.2026; принята к публикации 26.09.2026.

The article was submitted 04.08.2026; approved after reviewing 24.09.2026; accepted for publication 26.09.2026.