

DOI: 10.58168/ScTrRea2025_37-45

УДК 616-006

АКТУАЛЬНОСТЬ РАДИОТЕРАПИИ В СОВРЕМЕННОЙ ОНКОЛОГИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

RELEVANCE OF RADIOTHERAPY IN MODERN ONCOLOGY: PROSPECTS AND CHALLENGES

Сезина А.В., студентка 4 курса **Sezina A.V.**, Student of 4th year, «Voronezh «Воронежский государственный State Medical University named after медицинский университет им. N.N. Burdenko» Voronezh, Russia Н.Н. Бурденко», г. Воронеж, Россия

Цуверкалов А.Е., преподаватель **Tsouverkalov A.E.**, Lecturer, «Voronezh «Воронежский государственный State Medical University named after медицинский университет им. N.N. Burdenko», Voronezh, Russia Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

Фролов В.В., студент 4 курса **Frolov V.V.**, Student of 4th year, «Воронежский государственный «Voronezh State Medical University named медицинский университет им. after N.N. Burdenko», Voronezh, Russia Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальность радиотерапии как одного из ключевых методов лечения онкологических заболеваний. Радиотерапия, основанная на использовании ионизирующего излучения, позволяет эффективно уничтожать раковые клетки, минимизируя повреждение здоровых тканей. В статье подробно описаны современные методы радиотерапии, такие как стереотаксическая радиохирургия, интенсивно-модулированная радиотерапия (IMRT) и протонная терапия с учётом индивидуального подхода к каждому пациенту. Рассмотрены преимущества и недостатки методов, а также приведены примеры успешного применения радиотерапии в лечении различных видов рака в различных странах. Целью исследования является: 1. Изучение новых методов, позволяющих улучшить эффективность лечения. 2. Снижение рисков и развития побочных эффектов. 3. Преимущества и недостатки радиотерапии. 4. Приведение примеров использования методов радиотерапии в зарубежных странах.

Ключевые слова: радиотерапия, онкология, ионизирующее излучение,

стереотаксическая радиохирургия, протонная терапия, побочные эффекты, индивидуальное лечение, радиация.

Abstract: This article examines the relevance of radiotherapy as one of the key cancer treatment methods. Radiotherapy based on the use of ionizing radiation can effectively destroy cancer cells, minimizing damage to healthy tissues. The article describes in detail modern methods of radiotherapy, such as stereotactic radiosurgery, intensive modulated radiotherapy (IMRT) and proton therapy, taking into account an individual approach to each patient. The advantages and disadvantages of the methods are considered, as well as examples of the successful use of radiotherapy in the treatment of various types of cancer in different countries.

The purpose of the study is: 1. The study of new methods to improve the effectiveness of treatment. 2. Reducing the risks and side effects. 3. Advantages and disadvantages of radiotherapy. 4. Giving examples of the use of radiotherapy methods in foreign countries.

Keywords: radiotherapy, oncology, ionizing radiation, stereotactic radiosurgery, proton therapy, side effects, individual treatment, radiation.

Радиотерапия, или лучевая терапия, уже более века остается одним из основных методов борьбы с онкологическими заболеваниями. Ее принцип основан на использовании ионизирующего излучения для разрушения раковых клеток и подавления их роста. Однако за последние десятилетия эта область претерпела значительные изменения благодаря внедрению инновационных технологий, которые позволяют не только повысить эффективность лечения, но и минимизировать воздействие на здоровые ткани. Это достигается за счёт использования сложных систем планирования лечения, таких как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), которые помогают определить точное расположение опухоли и её размеры. Сегодня радиотерапия представляет собой высокоточный и персонализированный подход, который открывает новые возможности для пациентов с различными видами рака [1].

К новым методам радиотерапии относятся:

1. Трёхмерная конформная лучевая терапия (3D-CRT). С помощью КТ создается трёхмерная модель опухоли и окружающих тканей. Это позволяет точно настроить форму и направление пучка излучения, чтобы он соответствовал контурам новообразования. В результате здоровые ткани получают минимальную дозу радиации, что снижает риск побочных эффектов.

2. Интенсивно-модулированная лучевая терапия. Это метод позволяет

изменять интенсивность излучения в пределах одного пучка, что обеспечивает ещё более точное воздействие на опухоль сложной формы. IMRT особенно эффективна при лечении рака предстательной железы, головы и шеи, а также опухолей, расположенных вблизи критически важных органов.

3. Стереотаксическая радиохирургия (SRS) и стереотаксическая лучевая терапия (SRT). Стереотаксическая радиохирургия используется для лечения небольших опухолей головного мозга и других локализаций. Она позволяет доставить высокую дозу радиации точно в цель за один или несколько сеансов. SRT, в свою очередь, применяется для лечения опухолей за пределами головного мозга, таких как рак легких или печени. Оба метода обеспечивают минимальное воздействие на окружающие ткани.

4. Протонная терапия. В данном методе используют протоны вместо традиционных рентгеновских лучей. Протоны обладают уникальным свойством: они выделяют максимальную энергию на определенной глубине (пик Брэгга), что позволяет минимизировать повреждение тканей за пределами опухоли. Этот метод особенно эффективен для лечения опухолей у детей, а также новообразований вблизи критически важных органов, таких как спинной мозг или глаза.

5. Лучевая терапия с визуальным контролем (IGRT). Это метод, который позволяет врачам визуализировать опухоль непосредственно перед или во время сеанса облучения. Это особенно важно при лечении опухолей, которые могут смещаться, например, при дыхании или изменении положения тела. IGRT повышает точность доставки излучения и снижает риск повреждения здоровых тканей.

6. Лучевая терапия с модуляцией по глубине (VMAT). Метод, который сочетает в себе преимущества IMRT и IGRT. Она позволяет врачам быстро и точно доставлять излучение, вращая линейный ускоритель вокруг пациента. Это сокращает время сеанса и повышает точность лечения, что особенно важно для пациентов с ограниченной подвижностью.

7. FLASH-терапия. Экспериментальный метод, который предполагает доставку сверхвысоких доз радиации за очень короткое время (миллисекунды). Предварительные исследования показывают, что такой подход может минимизировать повреждение здоровых тканей при сохранении высокой эффективности против опухоли. Хотя метод ещё находится на стадии клинических испытаний, он обещает стать прорывом в радиотерапии [8].

Одним из основных преимуществ радиотерапии является возможность точно направленного воздействия. С помощью современного оборудования специалисты могут точно дозировать лучи так, чтобы они направлялись только

на определенную область тела, где находится опухоль, минимизируя при этом ущерб для здоровых тканей. Такой подход позволяет снизить побочные эффекты и повысить эффективность лечения. Эффективность радиотерапии уже давно доказана в лечении различных видов рака, таких как рак груди, рак простаты, рак шейки матки, рак легкого и других. Этот метод лечения может помочь как в начальных стадиях заболевания, так и в случаях рецидива или метастазов. Важно отметить, что радиотерапия является безопасным и относительно малоинвазивным методом лечения, который обычно хорошо переносится пациентами.

Главными достоинства радиотерапии являются:

1. **Эффективность.** Радиотерапия является одним из наиболее эффективных методов лечения рака, особенно в комбинации с другими методами, такими как химиотерапия и хирургическое вмешательство. Радиоактивное излучение способно уничтожить раковые клетки и предотвратить их дальнейшее развитие.

2. **Минимальный инвазивный характер.** Радиотерапия не требует хирургического вмешательства и не оставляет шрамов на теле пациента. Это делает этот метод лечения более приятным и менее травматичным для пациента.

3. **Локализация воздействия.** С помощью радиотерапии можно точно определить области тканей, подверженных раковому процессу, и направить излучение только на них. Это позволяет минимизировать повреждение здоровых тканей и органов.

4. **Возможность комбинированного лечения.** Радиотерапию можно успешно сочетать с химиотерапией, иммунотерапией и другими методами лечения рака. Это позволяет повысить эффективность лечения и повысить выживаемость пациентов.

5. **Специализация.** Современные клиники и больницы оборудованы современным оборудованием для проведения радиотерапии. Команда специалистов, включая онкологов, радио-терапевтов и медицинских физиков, работают сообща для достижения наилучших результатов в лечении рака.

Но, несмотря на все преимущества, радиотерапия не лишена недостатков. Наиболее распространённые побочные эффекты включают усталость, раздражение кожи и нарушения в работе желудочно-кишечного тракта. В редких случаях могут возникать долгосрочные осложнения, такие как фиброз тканей или вторичные опухоли. Однако современные методы, такие как IMRT и протонная терапия, позволяют значительно снизить эти риски [4, 5].

Процесс радиотерапии начинается с планирования лечения. Врачи

проводят специальные прецизионные исследования для определения точного расположения опухоли и окружающих её тканей. На основе полученных данных разрабатывается индивидуальный план лечения, который определяет дозу излучения, частоту сеансов и область облучения. Сеансы радиотерапии проводятся в специализированных отделениях радиологии. Пациенту надевают специальные защитные приспособления, которые помогают точно направить лучи на опухоль. Сами сеансы длительностью всего несколько минут, их проводят каждый день в течение нескольких недель. Пациент не ощущает боль или дискомфорт во время облучения, но возможны побочные эффекты, такие как усталость, раздражение кожи и дискомфорт в области облучения. Радиотерапия может применяться как основной метод лечения рака, так и в комбинации с хирургическим вмешательством и химиотерапией.

Она может применяться для уменьшения размера опухоли перед операцией, после операции для уничтожения оставшихся раковых клеток или в качестве паллиативного лечения для уменьшения боли и симптомов у пациентов в терминальной стадии заболевания. Радиотерапия активно применяется врачами по всему миру для лечения различных видов онкологических заболеваний. Ниже приведены конкретные примеры использования радиотерапии в разных странах, которые демонстрируют её эффективность и разнообразие подходов [8].

В США протонная терапия стала важным инструментом для лечения онкологических заболеваний у детей.

Например, в Детской больнице Филадельфии протонная терапия используется для лечения опухолей головного мозга и позвоночника. Преимущество протонной терапии заключается в том, что она позволяет минимизировать облучение здоровых тканей, что особенно важно для растущего организма детей. Это снижает риск долгосрочных побочных эффектов, таких как нарушения роста и развития. В 2023 году в этой больнице успешно пролечили 8-летнего пациента с медуллобластомой (опухоль мозга). После хирургического удаления была проведена протонная терапия для уничтожения оставшихся раковых клеток. Протонная терапия позволила уничтожить опухоль, не повредив окружающие здоровые ткани мозга, что значительно улучшило прогноз пациента.

В Великобритании стереотаксическая радио-хирургия широко применяется для лечения опухолей головного мозга, которые трудно удалить хирургическим путём. В Королевской больнице Марсден SRS используется для лечения как злокачественных, так и доброкачественных опухолей, таких как менингиомы и акустические невриномы.

Пример: В 2023 году в этой больнице был пролечен пациент с акустической невриномой (доброкачественная опухоль слухового нерва). Благодаря SRS опухоль была успешно уменьшена без необходимости хирургического вмешательства, что позволило сохранить слух пациента и избежать осложнений.

В Германии SRS активно используется для лечения метастазов в головной мозг. В Университетской клинике Гейдельберга этот метод позволяет точно нацеливать излучение на опухоль.

Пример: В 2023 году в клинике был пролечен пациент с множественными метастазами в мозг от рака лёгких. SRS позволила уничтожить метастазы без необходимости хирургического вмешательства, что значительно улучшило качество жизни пациента.

В Национальном онкологическом центре Японии этот метод используется для лечения рака печени, особенно у пациентов, которым хирургическое вмешательство противопоказано.

Пример: В 2023 году в центре был пролечен пациент с гепатоцеллюлярной карциномой (рак печени). Протонная терапия позволила уничтожить опухоль, не повредив окружающие здоровые ткани печени. Это особенно важно для пациентов с циррозом печени, у которых сохранение функции органа критически важно.

В Канаде томотерапия активно применяется для лечения рака лёгких. В Онкологическом центре принцессы Маргарет в Торонто этот метод используется для адаптации лечения к движению опухоли во время дыхания пациента [6].

Пример: В 2023 году в центре был пролечен пациент с немелкоклеточным раком лёгкого. Томотерапия позволила точно нацелить излучение на опухоль, несмотря на её движение во время дыхания. Это значительно повысило эффективность лечения и снизило риск повреждения здоровых тканей лёгких.

В Швейцарии радиотерапия используется для лечения меланомы глаза (увеальной меланомы). В Университетской больнице Цюриха применяется метод брахитерапии с использованием радиоактивных пластин, которые размещаются непосредственно на глазу.

Пример: В 2022 году в больнице был пролечен пациент с увеальной меланомой. Брахитерапия позволила сохранить зрение пациента и уничтожить опухоль без необходимости удаления глаза.

Во Франции брахитерапия (внутренняя радиотерапия) широко применяется для лечения рака шейки матки. В Институте Кюри в Париже этот метод используется для доставки высокой дозы излучения непосредственно в

опухоль, что позволяет минимизировать воздействие на окружающие органы.

Пример: В 2022 году в институте была пролечена пациентка с раком шейки матки на поздней стадии. Брахитерапия в сочетании с внешней лучевой терапией позволила значительно уменьшить размер опухоли и улучшить качество жизни пациентки, уменьшив боль и другие симптомы.

В Австралии кибернож активно используется для лечения опухолей позвоночника. В Онкологическом центре Питера Маккаллума в Мельбурне этот метод применяется для точного облучения опухолей, которые находятся вблизи критически важных структур, таких как спинной мозг.

Пример: В 2022 году в центре был пролечен пациент с метастазами в позвоночник. Кибернож позволил точно нацелить излучение на опухоль, не повредив спинной мозг. Это значительно уменьшило боль и улучшило качество жизни пациента.

В Швейцарии радиотерапия используется для лечения меланомы глаза (увеальной меланомы). В Университетской больнице Цюриха применяется метод брахитерапии с использованием радиоактивных пластин, которые размещаются непосредственно на глазу.

Пример: В 2022 году в больнице был пролечен пациент с увеальной меланомой. Брахитерапия позволила сохранить зрение пациента и уничтожить опухоль без необходимости удаления глаза [7].

Таким образом радиотерапия остаётся одним из самых важных методов лечения онкологических заболеваний. Её актуальность обусловлена высокой эффективностью, минимальной инвазивностью и возможностью комбинирования с другими методами лечения. Благодаря постоянному развитию методов, таких как протонная терапия, стереотаксическая радиохирургия, радиотерапия становится всё более точной, безопасной и доступной для пациентов по всему миру. В будущем это направление будет продолжать развиваться, что позволит ещё больше повысить эффективность лечения и улучшить качество жизни для пациентов по всему миру

Список литературы

1. История научных конференций по электромагнитной биологии, радиобиологии и гигиене неионизирующих излучений в России за прошедшие сто лет / В. А. Алексеева, О. А. Григорьев, А. С. Прокофьева, М. Е. Гошин // Актуальные вопросы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений: сборник докладов всероссийской научной конференции. – Москва, 2019. – С. 178-182.
2. Дворниченко, В. В. Состояние и перспективы развития ядерной

медицины, лучевой терапии на современном этапе / В. В. Дворниченко, Л. И. Галченко // Байкальский медицинский журнал. – Иркутск, 2018. – С. 61-67.

3. Сезина, А. В. Применение микроволн в медицине / А. В. Сезина, А. Е. Цуверкалов // Наука преобразует реальность. – Воронеж, 2023. – С. 129-131. 4 (16-4). – С. 27-29. – Международная молодежная научно-практическая конференция «Моделирование в автоматизированном управлении лесным комплексом» проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-31-10478), Воронеж, 08-11 декабря 2015 года.

4. Сезина, А. В. Радиационное воздействие при использовании радиоактивных нуклидов в медицине / А. В. Сезина, А. Е. Цуверкалов // Наука преобразует реальность. – Воронеж, 2023. – С. 132-134.

5. Сезина, А. В. Вклад отечественных ученых в исследования по воздействию радиоволн СВЧ-диапазона на нервную систему человека / А. В. Сезина, О. И. Проскурина // Молодежный инновационный вестник. – Воронеж, 2022. – С. 183-187.

6. The International EMF Project // World Health Organization. – URL: http://www.who.int/docstore/peh-mf/publications/factspressfact_english.htm.

7. Microwave technology, uses and dangers of microwaves // SCIENCE ONLINE. – URL: <https://www.online-sciences.com/the-waves/the-uses-and-dangers-of-microwaves/>.

8. Сезина, А. В. Актуальность радиотерапии при лечении онкологических заболеваний / А. В. Сезина, А. Е. Цуверкалов // Наука и студенчество. – Воронеж, 2024. – С. 122-126.

References

1. History of scientific conferences on electromagnetic biology, radiobiology and hygiene of non-ionizing radiation in Russia over the past hundred years / V. A. Alekseeva, O. A. Grigoriev, A. S. Prokofieva, M. E. Goshin // Current issues of radiobiology and hygiene of non-ionizing radiation: collection of reports of the All-Russian scientific conference. – Moscow, 2019. – pp. 178-182.

2. Dvornichenko V. V., Galchenko L. I. // Baikal Medical Journal State and prospects for the development of nuclear medicine, radiation therapy at the present stage. – Irkutsk, 2018. – pp. 61-67.

3. Sezina A. V., Tsuverkalov A. E. Application of microwaves in medicine // Science transforms reality. – Voronezh, 2023. – pp. 129-131.

4. Sezina A. V., Tsuverkalov A. E. Radiation exposure when using radioactive nuclides in medicine // Science transforms reality. – Voronezh, 2023. – pp. 132-134.

5. Sezina A. V., Proskurina O. I. Contribution of domestic scientists to research on the effects of microwave radio waves on the human nervous system // Youth Innovation Bulletin. – Voronezh, 2022. – pp. 183-187.

6. The International EMF Project // World Health Organization. – URL: http://www.who.int/docstore/peh-mf/publications/factspressfact_english.htm. 7. Microwave technology, uses and dangers of microwaves // SCIENCE ONLINE. – URL: <https://www.online-sciences.com/the-waves/the-uses-and-dangers-of-microwaves/>.

7. Microwave technology, uses and dangers of microwaves // SCIENCE ONLINE. – URL: <https://www.online-sciences.com/the-waves/the-uses-and-dangers-of-microwaves/>.

8. Sezina, A.V. The relevance of radiotherapy in the treatment of oncological diseases / A.V. Sezina, A. E. Tsuverkalov // Science and studentship. Voronezh, 2024. pp. 122-126.