

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКОЙ РАДИОХИРУРГИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У РЕБЕНКА С ВНЕСКЕЛЕТНОЙ САРКОМОЙ ЮИНГА

Т. С. Рогова[✉], П. Г. Сакун, В. И. Вошедский, С. Г. Власов, Л. Я. Розенко, Е. А. Карнаухова, О. Г. Родионова, М. А. Командиров, Е. А. Горбунова, С. А. Кузнецов, М. В. Старжецкая, Г. А. Мкртчян, Д. Ю. Юрченко, Е. Е. Пак, А. И. Беспалова

НМИЦ онкологии, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

✉ coffeecreeps@yahoo.com

РЕЗЮМЕ

Саркома Юинга – второе по распространенности онкологическое заболевание костей и мягких тканей у детей и подростков, которое характеризуется быстрым ростом и ранним метастазированием. Метастатическое поражение головного мозга (МПГМ) встречается в 10–12 % случаев и является фактором неблагоприятного прогноза заболевания. Возможности хирургического лечения зачастую ограничены локализацией метастатической опухоли, а подавляющее большинство химиопрепаратов не проникает через гематоэнцефалический барьер, поэтому важнейшим методом лечения является лучевая терапия, в частности, стереотаксическая радиохирургия, принципом которой является однократное подведение высокой дозы (15–24 Гр) ионизирующего излучения к патологическому очагу. Высокая точность облучения опухоли обеспечивается жесткой иммобилизацией пациента (использование стереотаксических рам или индивидуальных трехслойных термoplastических масок) в сочетании с позиционированием пациента и контролем его положения по ортогональным рентгеновским снимкам. По данным различных авторов применение методики стереотаксической радиохирургии обеспечивает локальный контроль над МПГМ у 90 % пациентов вне зависимости от гистологического типа первичного очага, возраста и пола пациента. В статье описан клинический случай успешного радиохирургического лечения ребенка, страдающего внескелетной саркомой Юинга, у которого после комплексного лечения было выявлено прогрессирование заболевания – множественное метастатическое поражение головного мозга; кумулятивный объем метастатических очагов составил 2,3 см³, а ввиду близкого расположения ствола мозга, а также во избежании превышения толерантной нагрузки на здоровые ткани головного мозга суммарная очаговая доза не превысила 16 Гр. Полный ответ на терапию в виде регресса всех очагов отмечен через полгода после проведенного лечения. К моменту исследования период безрецидивного наблюдения составил 9 мес. На сегодняшний день опубликовано крайне мало данных о применении методики стереотаксической радиохирургии в детской онкологии, но в имеющейся литературе авторы демонстрируют эффективность и безопасность лечения. Необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния радиохирургического метода на организм ребенка.

Ключевые слова:

стереотаксическая радиохирургия, саркома Юинга, метастатическое поражение головного мозга

Для корреспонденции:

Рогова Татьяна Сергеевна – врач-онколог, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

Адрес: 344037, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. 14-я линия, д. 63

E-mail: coffeecreeps@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0074-0044>

SPIN: 8280-9470, AuhtorID: 1113449

ResearcherID: AAG-1260-2021

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования:

Рогова Т. С., Сакун П. Г., Вошедский В. И., Власов С. Г., Розенко Л. Я., Карнаухова Е. А., Родионова О. Г., Командиров М. А., Горбунова Е. А., Кузнецов С. А., Старжецкая М. В., Мкртчян Г. А., Юрченко Д. Ю., Пак Е. Е., Беспалова А. И. Опыт применения методики стереотаксической радиохирургии при лечении метастатического поражения головного мозга у ребенка с внескелетной саркомой Юинга. Южно-Российский онкологический журнал. 2022; 3(3): 24-31. <https://doi.org/10.37748/2686-9039-2022-3-3-3>

Статья поступила в редакцию 13.05.2022; одобрена после рецензирования 06.07.2022; принята к публикации 02.09.2022.

© Рогова Т. С., Сакун П. Г., Вошедский В. И., Власов С. Г., Розенко Л. Я., Карнаухова Е. А., Родионова О. Г., Командиров М. А., Горбунова Е. А., Кузнецов С. А., Старжецкая М. В., Мкртчян Г. А., Юрченко Д. Ю., Пак Е. Е., Беспалова А. И., 2022

STEREOTACTIC RADIOSURGERY FOR BRAIN METASTASES IN A CHILD WITH EXTRA-SKELETAL EWING'S SARCOMA

T. S. Rogova[✉], P. G. Sakun, V. I. Voshedskii, S. G. Vlasov, L. Ya. Rozenko, E. A. Karnaukhova, O. G. Rodionova, M. A. Komandirov, E. A. Gorbuniva, S. A. Kuznetsov, M. V. Starzhetskaya, G. A. Mkrtychyan, D. Yu. Yurchenko, E. E. Pak, A. I. Bespalova

National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

✉ coffeecreeps@yahoo.com

ABSTRACT

Ewing's sarcoma is the second most common oncological disease of bones and soft tissues in children and adolescents, which is characterized by rapid growth and early metastasis. Brain metastases (BMs) occur in 10–12 % of cases and constitute a factor in the unfavorable prognosis of the disease. The possibilities of surgical treatment are often limited by the localization of a metastatic tumor, and the vast majority of chemotherapy drugs don't penetrate the blood-brain barrier, therefore radiation therapy, particularly stereotactic radiosurgery, the principle of which is a single high dose (15–24 Gy) of ionizing radiation to the pathological focus, is the most important method of treatment. High accuracy of tumor irradiation is ensured by rigid immobilization of the patient (using stereotactic frames or individual three-layer thermoplastic masks) in combination with positioning of the patient and control of his position by orthogonal X-rays. According to various authors, the use of stereotactic radiosurgery provides local control over BMs in 90 % of patients, regardless of the histological type of the primary focus, age and gender of the patient. The article describes a clinical case of successful radiosurgical treatment of a child suffering from extra-skeletal Ewing's sarcoma, in which following the complex treatment, progression of the disease, represented by multiple metastatic brain damage was revealed; the cumulative volume of metastatic foci was 2.3 cm³ and due to the proximity of the brain stem, as well as in order to avoid exceeding the tolerant load on healthy brain tissues, the total focal dose did not exceed 16 Gy. A complete response to therapy in the form of regression of all foci was noted six months after the treatment. To date, insufficient data has been published on the use of stereotactic radiosurgery in pediatric oncology, but in the available literature, the authors demonstrate the effectiveness and safety of treatment. Further research is needed to study the effect of the radiosurgical method on the children.

Keywords:
stereotactic radiosurgery, Ewing's sarcoma, brain metastases

For correspondence:

Tatiana S. Rogova – oncologist at the National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation.

Address: 63 14 line str., Rostov-on-Don 344037, Russian Federation

E-mail: coffeecreeps@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0074-0044>

SPIN: 8280-9470, AuhtorID: 1113449

ResearcherID: AAG-1260-2021

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: authors report no conflict of interest.

For citation:

Rogova T. S., Sakun P. G., Voshedskiy V. I., Vlasov S. G., Rozenko L. Ya., Karnaukhova E. A., Rodionova O. G., Komandirov M. A., Gorbuniva E. A., Kuznetsov S. A., Starzhetskaya M. V., Mkrtychyan G. A., Yurchenko D. Yu., Pak E. E., Bespalova A. I. Stereotactic radiosurgery for brain metastases in a child with extra-skeletal Ewing's sarcoma. South Russian Journal of Cancer. 2022; 3(3): 24-31. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37748/2686-9039-2022-3-3-3>

ВВЕДЕНИЕ

Саркома Юинга занимает второе место среди опухолей костей и мягких тканей детского и подросткового возраста. Заболевание характеризуется крайне быстрым и агрессивным течением; отдаленные метастазы к моменту постановки диагноза определяются у трети пациентов [1; 2]. Чаще всего поражаются легкие (40–85 %), кости (30–70 %), лимфатические узлы (10–35 %), а также головной мозг, где метастазы развиваются в 10–12 % случаев. Локализация и размер метастатического очага имеют первостепенное значение для прогноза заболевания [3]. Метастатическое поражение головного мозга (МПГМ) является фактором неблагоприятного прогноза с медианой выживаемости 51 день [4]. Возможности хирургического лечения зачастую ограничены локализацией метастатической опухоли, а подавляющее большинство химиопрепаратов не проникает через гематоэнцефалический барьер, поэтому важнейшим методом лечения является лучевая терапия.

Стереотаксическая радиохирургия (СРХ, SRS, англ. Stereotactic Radiosurgery) – это современная методика лучевой терапии, основанная на однократном подведении высокой дозы (15–24 Гр) ионизирующего излучения к патологическому очагу, в то время как лучевая терапия в режиме классического фракционирования предусматривает разовую очаговую дозу 1,8–2,2 Гр за несколько фракций в зависимости от предписанной суммарной очаговой дозы. Высокая точность облучения опухоли обеспечивается жесткой иммобилизацией пациента (использование стереотаксических рам или индивидуальных трехслойных термопластических масок) в сочетании с позиционированием пациента и контролем его положения по ортогональным рентгеновским снимкам. По данным различных авторов [4–6] локальный контроль над интракраниальными новообразованиями вторичного генеза может быть достигнут у 90 % пациентов вне зависимости от гистологического типа первичного очага, возраста и пола пациента.

На сегодняшний день опубликовано крайне мало данных о применении методики СРХ в детской онкологии, но в имеющейся литературе авторы демонстрируют эффективность и безопасность лечения. В исследовании Napieralska и соавт. [7] радиохирургическое лечение в дозе от 6 до 15 Гр по поводу рецидива медуллобластомы или эпендимомы по-

лучили 14 пациентов, в том числе четыре ребенка в возрасте от 3 до 10 лет. Авторы заявляют о развитии локального постлучевого отека головного мозга у всех пациентов, который не проявлялся клинически и определялся лишь на снимках МРТ. При дальнейшем диспансерном наблюдении в течение двух лет не было выявлено других ранних или поздних постлучевых повреждений, а отек был устранен посредством введения системных глюкокортикостероидов в течение недели. Nicolato и соавт. [8] изучали облучение артериовенозных мальформаций высокими дозами (от 9 до 26,4 Гр) у 100 детей в возрасте от 3 до 18 лет. Кровотечение наблюдалось у 9 % пациентов и было обусловлено особенностью патологии, о других осложнениях заявлено не было.

Цель исследования: продемонстрировать клиническую эффективность применения методики стереотаксической радиохирургии при метастатическом поражении головного мозга у детей.

Описание клинического случая

Пациент Б., 3 мес., направлен педиатром в ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростова-на-Дону для обследования и определения тактики лечения по поводу образования в области мягких тканей спины, которое, со слов родителей, отмечается с рождения. УЗИ мягких тканей спины от 29.09.2017 г. – в мягких тканях спины слева лоцируется гипозоногенное образование с ровными, четкими контурами, неоднородной структуры, размерами 1,4 × 2,7 см. СРКТ органов грудной, брюшной полости, органов малого таза от 13.10.2017 г.: легочная ткань без очагов, жидкости в плевральных полостях нет, плевра не изменена, печень диффузно-неоднородная, селезенка, поджелудочная железа не изменены, асцит нет. Надпочечники, почки – без патологии, забрюшинные лимфатические узлы не увеличены, внутригрудные л/у не увеличены. В ребрах, грудине, костях таза без деструкции. Слева определяется паравертебральное многоузловое мягкотканное образование 4,5 × 3,7 × 3,0 см с неоднородной структурой, кальцинатами, распространяется через 6,7 межреберья в мягкие ткани спины. 16.10.2017 г. в условиях медикаментозного сна с целью верификации опухолевого процесса больному выполнена core-биопсия опухоли. Гистологический анализ № 70830/17 от 16.10.2017 г.: морфологическая картина более всего характерна для саркомы Юинга, необходимо дифференцировать с нейробластомой, рабдомиосаркомой, лимфомой. ИГХ с парафино-

Рогова Т. С., Сакун П. Г., Вошедский В. И., Власов С. Г., Розенко Л. Я., Карнаухова Е. А., Родионова О. Г., Командиров М. А., Горбунова Е. А., Кузнецов С. А., Старжецкая М. В., Мкртчян Г. А., Юрченко Д. Ю., Пак Е. Е., Беспалова А. И. / Опыт применения методики стереотаксической радиохирургии при лечении метастатического поражения головного мозга у ребенка с внескелетной саркомой Юинга

вого блока № 70830/17 от 23.10.2017 г. – морфологическая картина и иммунофенотип опухолевых клеток более всего характерны для внескелетной саркомы Юинга. На основании вышеуказанных данных выставлен клинический диагноз: саркома Юинга с паравертебральным ростом на уровне 6, 7, 8 межреберья слева, с ростом в мягкие ткани спины, Т3N0M0, стадия III. Клиническая группа 2.

В период с ноября 2017 г. по ноябрь 2018 г. пациенту было проведено 6 курсов неoadъювантной химиотерапии по протоколу EURO Ewing 2008. 02.04.2018 г. выполнено хирургическое вмешательство в объеме: удаление остаточной опухоли мягких тканей средней трети спины слева, гистологическое заключение № 30576–81/18 от 06.04.2018 г. – саркома Юинга с выраженными дис-

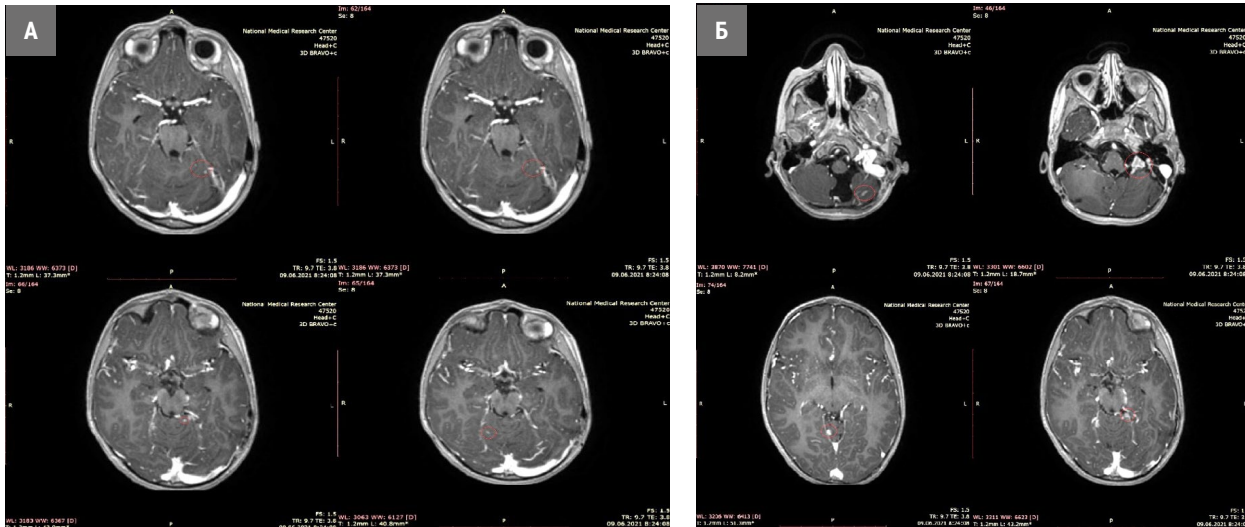


Рис. 1. Выявленные метастатические очаги на МРТ головного мозга от 09.06.2022 г.

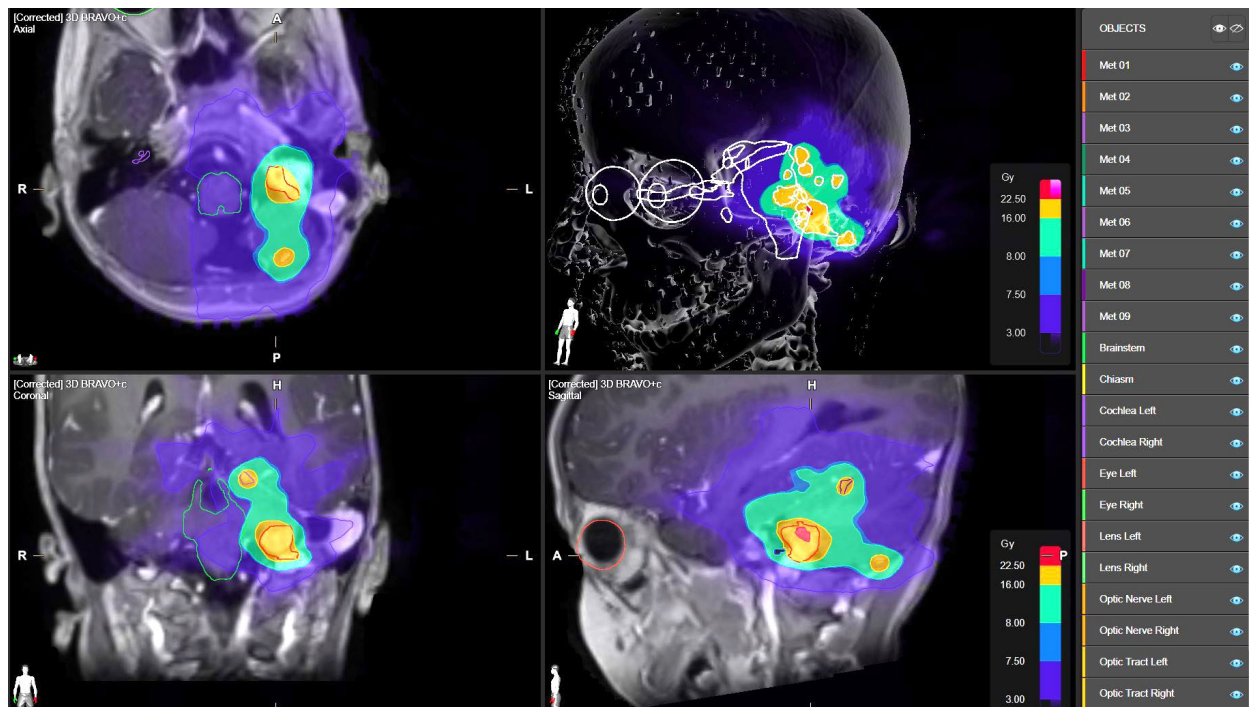


Рис. 3. План стереотаксической радиохирургии.

трофическими изменениями опухолевых клеток, обширными очагами фиброза, с участками ангиоматоза. Образование удалено в пределах здоровых тканей. Проведена дистанционная лучевая терапия

на линейном ускорителе Novalis Tx, Varian согласно намеченному плану: с 2-х арок с использованием технологии объемно-модулируемой арк-терапии (VMAT) на область первичного опухолевого рас-

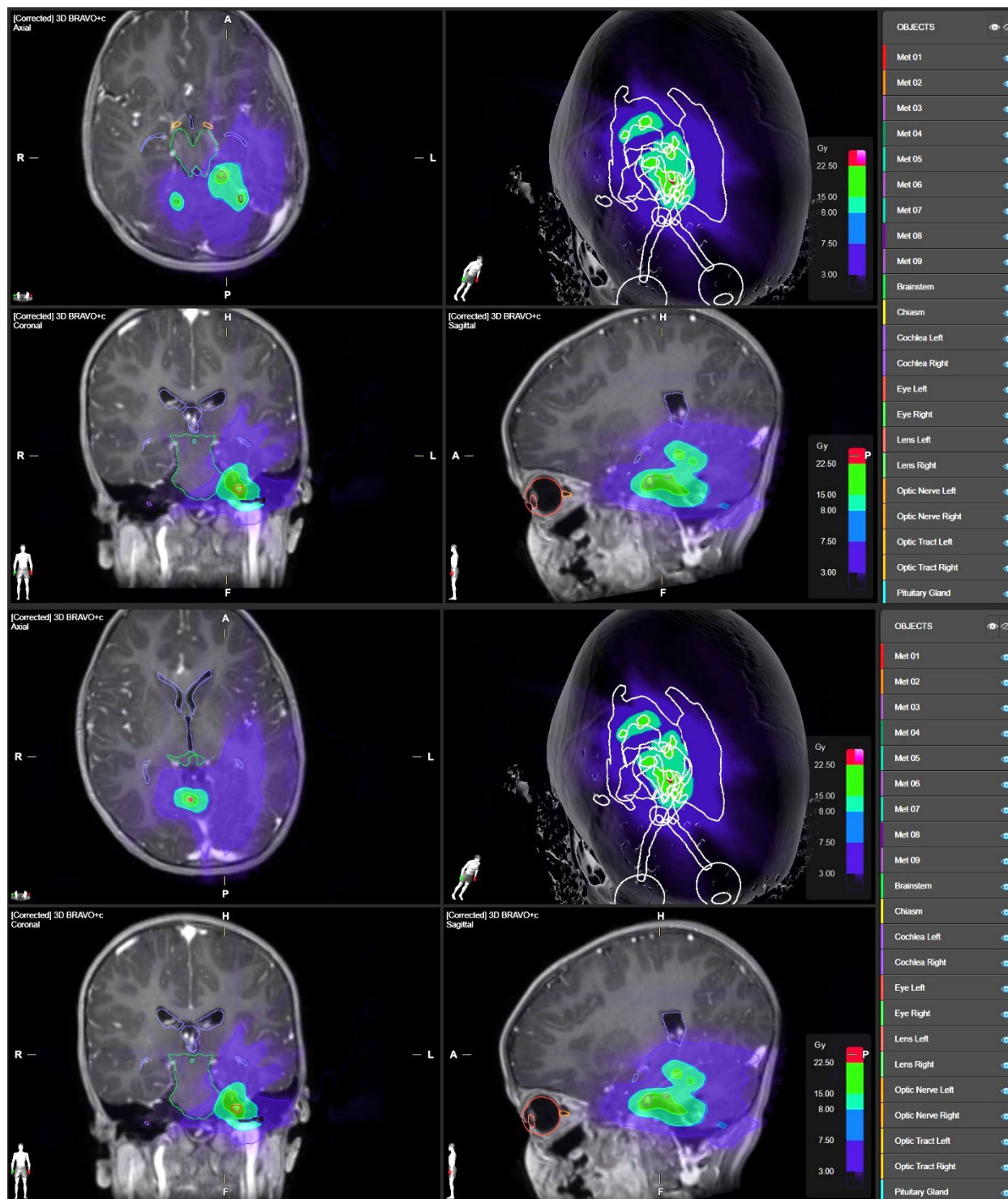


Рис. 4. План стереотаксической радиохирургии.

пространения на фоне медикаментозного сна, РОД 1,8 Гр до СОД 40 Гр. Лечение проводилось на фоне медикаментозного сна. В дальнейшем пациент получил 8 курсов адъювантной химиотерапии по вышеуказанному протоколу.

21.03.2020 г. со слов родителей, во сне упал с дивана, сильно кричал. 22.03.2020 г. родители отметили шаткость походки, наклон головы влево. Проведена спиральная компьютерная томография (СРКТ) головного мозга, заключение: справа в гемисфере мозжечка определяется образование до 16 мм. В левой гемисфере мозжечка парасаггитально определяется объемное образование 33 × 38 × 30 мм с кистозным компонентом 32 × 22 × 30 мм с кальцинатами, сдавливающее и деформирующее 4 желудочек, срединные структуры не смещены. 27.03.2020 г. проведена МРТ головного мозга: срединные структуры смещены вправо на уровне задней черепной ямки (ЗЧЯ) до 8,3 мм. В правом полушарии мозжечка кистозно-солидное образование с умеренным вазогенным отеком по периферии, общими размерами до 28 × 42 мм. Кистозно-солидной структуры образование червя, левой гемисферы, средней ножки мозжечка, левых отделов варолиева моста с небольшим отеком по периферии, размерами 55 × 51 мм. Компрессия IV-го желудочка, водопровода мозга, ствола, ножек мозжечка, левой ножки мозга. Смещение левой миндалины мозжечка ниже уровня БЗО на 6,4 мм. После

внутривенного усиления определяется активное гетерогенное накопление контраста солидным компонентом опухолей: справа размером 18 × 17 × 13 мм, слева 29 × 26 × 33 мм. Наличие контакта опухоли со стенками левого сигмовидного венозного синуса, без внутрипросветной инвазии. Боковые желудочки мозга асимметричны, D < S, умеренно расширены, без перивентрикулярного отека. III-й желудочек – до 5,5 мм. Заключение: МР-картина однотипных кистозно-солидных образований в правом полушарии мозжечка, в левых отделах мозжечка, ствола мозга. Дифференцировать метастаз и гемангиобластому. Сдавление водопровода мозга и IV-го желудочка с компенсированной внутренней гидроцефалией. Латеральная дислокация срединных структур на уровне ЗЧЯ, начальные проявления нисходящего аксиального вклинения. 27.03.2020 г. проведена операция – удаление метастатических опухолей мозжечка. ГА, ИГХ № 32105/20, 800/20: морфологическая картина и иммунофенотип опухолевых клеток с учетом клинических данных характерны для метастаза саркомы Юинга, Ki 67–60 %.

С 15.04.2020 г. по 21.09.2020 г. проведено 6 противорецидивных курсов полихимиотерапии (иринотекан, темозоломид). В дальнейшем пациент находился под динамическим наблюдением, МРТ головного мозга 1 раз в 3 мес., СРКТ органов грудной клетки, брюшной полости, малого таза 1 раз в 3 мес.

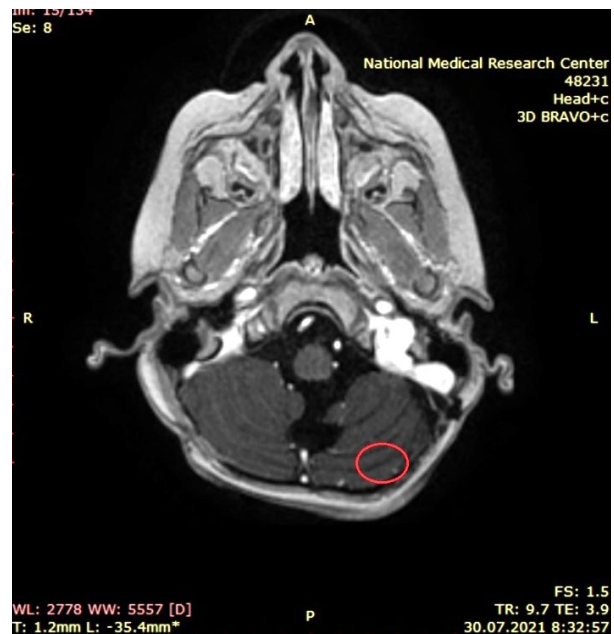
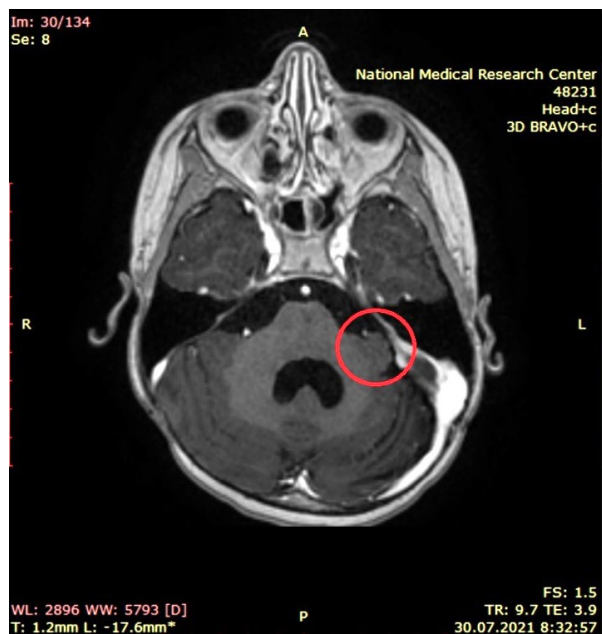


Рис. 5. Регресс метастатических очагов спустя месяц после лечения, контрольное МРТ головного мозга от 28.02.2022 г.

На очередном контрольном МРТ головного мозга с контрастным усилением от 09.06.2021 г. обнаружены множественные метастатические очаги следующих размеров и локализаций: 7 × 4 мм, 2 × 2 мм и 2 × 1 мм в левой гемисфере мозжечка, 13 × 11 мм в левом мосто-мозжечковом углу, 5 × 6 мм и 2 × 2 в краниальном отделе червя мозжечка, 5 × 4 мм и 3 × 3 мм в левой гемисфере мозжечка на уровне четверохолмий, 3 × 2 мм в правой гемисфере мозжечка (рис. 1). Консилиумом врачей ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России рекомендовано проведение сеанса стереотаксической радиохирургии. Пациент госпитализирован в отделение радиотерапии ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростова-на-Дону.

15.06.2021 г. проведена предварительная топометрическая подготовка: в условиях медикаментозного сна, изготовлено индивидуальное фиксирующее устройство – трехслойная термопластическая маска для стереотаксической лучевой терапии, установлены рентгенконтрастные метки, определен изоцентр с помощью системы лазерной навигации LAP Laser, выполнена топометрическая томография на компьютерном томографе Siemens Somatom, эффективная доза за исследование составила 3,7 мЗв. Выполнена обработка данных предварительной топометрии на станции виртуальной симуляции Singo Via. С помощью программного обеспечения Elements (BrainLab) произведено сегментирование. Проведены расчет и формирование плана лечения (3D-планирование) (рис. 3, 4) для линейного ускорителя Novalis Tx (Varian, USA).

17.06.2021 г. в условиях медикаментозного сна проведен сеанс СРХ на линейном ускорителе Novalis Tx, Varian на выявленные метастатические очаги, суммарный объем которых составил 2,3 см³, с использованием методики СРХ с энергией облучения 6 МэВ и следующими параметрами покрытия мишени: $V_{100\%} \geq 95\%$, $D_{max} \leq 150\%$ (рис. 3). Ввиду близкого расположения ствола мозга, а также во избежание превышения толерантной нагрузки на здоровые ткани головного мозга ($V_{12Gy} \leq 10\text{ см}^3$), предписанная очаговая доза

составила 16 Гр. Позиционирование было произведено с использованием системы Exastrac (BrainLab). Период после облучения проходил на фоне стандартной противоотечной терапии. Лучевых реакций не наблюдалось, лечение перенес удовлетворительно.

Через месяц после проведения сеанса СРХ при контрольной МРТ головного мозга от 30.07.2021 г., согласно критериям RANO-ВМ, отмечается стабилизация процесса в головном мозге: регресс метастатического очага в левой сфере мозжечка и очага в левом мосто-мозжечковом углу (рис. 5). Суммарный объем очагов уменьшился на 23 % и составил 1,77 см³ (ранее 2,3 см³). Полный ответ на терапию в виде регресса всех ранее определявшихся метастатических очагов отмечен через полгода при контрольной МРТ головного мозга от 01.12.2021 г.

В настоящее время проводится поддерживающая химиотерапия. Проводится динамическое обследование. Данных о прогрессировании не отмечается.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные методы лечения позволяют продлить жизнь пациентов в сложных клинических ситуациях. Несмотря на множественное метастатическое поражение головного мозга с помощью радиохирургического лечения удалось добиться полного регресса очагов без снижения качества жизни ребенка. К моменту исследования не было выявлено ранних (тошнота, рвота, головная боль, лихорадка, постлучевой дерматит) или поздних (задержка роста костей черепа) постлучевых повреждений. Период безрецидивного наблюдения составляет 9 мес.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика стереотаксической радиохирургии в детской онкологии может зарекомендовать себя как безопасный и эффективный неизвазивный метод лечения. Необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния радиохирургического метода на организм ребенка.

Список источников

1. Grünewald TGP, Cidre-Aranaz F, Surdez D, Tomazou EM, de Álava E, Kovar H, et al. Ewing sarcoma. *Nat Rev Dis Primers*. 2018 Jul 5;4(1):5. <https://doi.org/10.1038/s41572-018-0003-x>
2. Кит О. И., Юрченко Д. Ю., Бурцев Д. В., Кузнецов С. А., Поповян О. П., Барашев А. А. и др. Клинический случай успешного лечения подростка с саркомой Юинга IV стадии. *Сибирский онкологический журнал*. 2020;19(3):172–179. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-3-172-179>

Рогова Т. С. [✉], Сакун П. Г., Вошедский В. И., Власов С. Г., Розенко Л. Я., Карнаухова Е. А., Родионова О. Г., Командиров М. А., Горбунова Е. А., Кузнецов С. А., Старжецкая М. В., Мкртчян Г. А., Юрченко Д. Ю., Пак Е. Е., Беспалова А. И. / Опыт применения методики стереотаксической радиохирургии при лечении метастатического поражения головного мозга у ребенка с внескелетной саркомой Юинга

3. Степанян М. А., Черкаев В. А., Кушель Ю. В., Ротин Д. Л. Метастаз саркомы Юинга в пирамиде височной кости. Онкохирургия. 2013;5(1):46–50. Доступно по: http://oncology.ru/specialist/journal_oncology/archive/2013/29/, Дата обращения: 04.05.2022.
4. Вошедский В. И., Сакун П. Г., Гусарева М. А., Дженкова Е. А., Енгибарян М. А., Рогова Т. С. и др. Непосредственные результаты стереотаксической радиохирургии метастатического поражения головного мозга в ФГБУ «НМИЦ онкологии» МЗ РФ. Главный врач Юга России. 2021;(5(80)):11–15.
5. Fanous AA, Prasad D, Mathieu D, Fabiano AJ. Intracranial stereotactic radiosurgery. J Neurosurg Sci. 2019 Feb;63(1):61–82. <https://doi.org/10.23736/S0390-5616.17.04210-2>
6. Коваленко Н. В., Жаворонкова В. В., Иванов А. И., Петрова Е. Б., Беляевская Е. Ю., Ненарокомов А. Ю. и др. Первый опыт клинического применения стереотаксической лучевой терапии в режиме гипофракционирования и радиохирургии при метастатическом поражении головного мозга. Вестник ВолГМУ. 2021;(1(77)):25–28. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1\(77\)-25-28](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-1(77)-25-28)
7. Napieralska A, Bączlik I, Radwan M, Mandra M, Blamek S. Radiosurgery or hypofractionated stereotactic radiotherapy after craniospinal irradiation in children and adults with medulloblastoma and ependymoma. Childs Nerv Syst. 2019 Feb;35(2):267–275. <https://doi.org/10.1007/s00381-018-4010-8>
8. Weprin BE, Hall WA, Cho KH, Sperduto PW, Gerbi BJ, Moertel C. Stereotactic radiosurgery in pediatric patients. Pediatr Neurol. 1996 Oct;15(3):193–199. [https://doi.org/10.1016/s0887-8994\(96\)00166-x](https://doi.org/10.1016/s0887-8994(96)00166-x)

Информация об авторах:

Рогова Татьяна Сергеевна [✉] – врач-онколог, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0074-0044>, SPIN: 8280-9470, AuthorID: 1113449, ResearcherID: AAG-1260-2021

Сакун Павел Георгиевич – к.м.н., заведующий отделением радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 3790-9852, AuthorID: 734600, Scopus Author ID: 56531945400

Вошедский Виталий Игоревич – врач-радиотерапевт отделения радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1405-8329>, SPIN: 4732-4005, AuthorID: 1032685, ResearcherID: Q-6122-2019

Власов Станислав Григорьевич – аспирант, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4680-8991>, SPIN: 3001-7426, AuthorID: 1087319

Розенко Людмила Яковлевна – д.м.н., профессор, врач-радиотерапевт отделения радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7032-8595>

Карнаухова Елена Александровна. – к.м.н., врач-радиотерапевт отделения радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

Родионова Ольга Геннадьевна – к.м.н., врач-радиотерапевт отделения радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация.

Командиров Максим Александрович – медицинский физик отделения радиотерапии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN:9331-1278 AuthorID: 843316

Горбунова Екатерина Андреевна – клинический ординатор, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1323-4127>, ResearcherID: ADH-9101-2022

Кузнецов Сергей Алексеевич – к.м.н., заведующий отделением детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 4104-3755, AuthorID: 736961

Старжецкая Мария Владимировна – к.м.н., врач-детский онколог отделения детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 7855-2512, AuthorID: 794721

Мкртчян Гульнара Агабалаевна – к.м.н., врач-детский хирург отделения детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 1861-5165, AuthorID: 794720

Юрченко Дарья Юрьевна – врач-детский онколог отделения детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 8008-0113, AuthorID: 1012112

Пак Елена Ермаковна – к.м.н., врач-детский онколог отделения детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 8750-9120, AuthorID: 935968

Беспалова Александра Ивановна – врач-детский онколог отделения детской онкологии № 2, ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация. SPIN: 6779-1744, AuthorID: 899997

Вклад авторов:

Рогова Т. С. – концепция и дизайн исследования, написание текста, обработка материала;

Сакун П. Г., Вошедский В. И. – сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи, техническое редактирование;

Власов С. Г., Карнаухова Е. А., Родионова О. Г., Кузнецов С. А., Мкртчян Г. А., Юрченко Д. Ю., Пак Е. Е. – сбор, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи;

Розенко Л. Я. – научное редактирование;

Командиров М. А., Старжецкая М. В. – сбор, анализ и интерпретация данных, научное редактирование;

Горбунова Е. А., Беспалова А. И. – сбор, анализ и интерпретация данных.