



© Р.И. Загиров, Ю.Ю. Трунин, Н.К. Серова, Н.А. Сергеева, М.В. Галкин,
И.Н. Пронин, А.С. Кузнецова, А.В. Голанов

Стереотаксическое облучение менингиом зорительного нерва в режиме гипофракционирования*

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

© Ruslan I. Zagirov, Yury Yu. Trunin, Nataliya K. Serova, Nataliya A. Sergeeva,
Mikhail V. Galkin, Igor N. Pronin, Anastasiia S. Kuznetsova, Andrey V. Golanov

Hypofractionated Stereotactic Radiotherapy for Optic Nerve Sheath Meningiomas

Burdenko Neurosurgical Institute, Moscow, the Russian Federation

Введение. Менингиома зорительного нерва — редко встречающаяся опухоль у пациентов преимущественно взрослого возраста, в том числе с нейрофиброматозом II типа, сопровождающаяся снижением зорительных функций и экзофтальмом. Возможные варианты ведения пациентов: динамическое наблюдение, хирургическое удаление опухоли или декомпрессия зорительного нерва, лучевая терапия, а также комбинация данных методов. Лучевая терапия может быть рекомендована пациентам с сохранными зорительными функциями, при отсутствии выраженного экзофтальма и трофических изменений глаза. Стандартом лучевого лечения является классический режим фракционирования. В настоящей работе рассматривается наш опыт применения режима гипофракционирования на менингиомы зорительного нерва.

Цель. Оценить безопасность и эффективность лучевого лечения пациентов с менингиомой зорительного нерва в режиме гипофракционирования.

Материалы и методы. С марта 2010 по май 2020 г. 18 пациентов с менингиомами зорительного нерва прошли лечение на линейных ускорителях Cyber-Knife и Novalis в режиме гипофракционирования с разовой очаговой дозой 5,5 Гр, пять фракций до суммарной очаговой дозы 27,5 Гр: 16 взрослых пациентов в возрасте от 25 до 70 лет (медиана — 51 год; IQR — 21) и двое детей 8 и 14 лет. Медиана объема опухоли составила 1,5 см³ (от 0,34 до 6,49 см³).

Результаты. Медиана наблюдения составила 57 мес. (от 11 до 102 мес.; IQR — 49). Контроль роста опухоли достигнут у всех 18 пациентов, частичный ответ опухоли, в виде уменьшения объема на 40 % и более, наблюдался у пяти (27,8 %) больных. Ухудшения зорительных функций не было ни у одного пациента; улучшение остроты зрения отмечено в 6/14 (42,9 %) случаях. Расширение границ полей зрения наблюдалось у пяти (62,5 %) из восьми пациентов, у которых изначально была возможность оценки границ полей зрения. После облучения у семи (50 %) из 14 пациентов размеры экзофтальма уменьшились на 1 мм и более.

Выводы. Лучевое лечение в режиме гипофракционирования показало свою безопасность и эффективность при лечении пациентов с менингиомой зорительного нерва.

Ключевые слова: менингиома зорительного нерва; гипофракционирование; мультисессионная радиохирургия; кибернож

Introduction. Optic nerve sheath meningioma (ONSM) is a rare tumor predominantly affecting adult patients, including those with neurofibromatosis type II, and is characterized by visual function impairment and exophthalmos. Management options include active surveillance, surgical resection, optic nerve decompression, radiation therapy, or combination strategies. Radiation therapy may be recommended for patients with preserved visual function, absent severe exophthalmos, and without trophic ocular changes. While conventional fractionation remains the standard radiotherapeutic approach, this study presents our institutional experience with hypofractionated stereotactic radiotherapy for ONSM.

Aim. To evaluate the safety and efficacy of hypofractionated stereotactic radiotherapy in patients with optic nerve sheath meningioma.

Materials and Methods. Between March 2010 and May 2020, 18 patients with ONSM underwent hypofractionated stereotactic radiotherapy using CyberKnife® or Novalis® platforms. The treatment protocol delivered 5.5 Gy per fraction over five fractions to a total dose of 27.5 Gy. The cohort included 16 adults (median age: 51 years; IQR: 21; range: 25–70 years) and two pediatric patients (8 and 14 years). Median tumor volume was 1.5 cm³ (range: 0.34–6.49 cm³).

Results. With a median follow-up of 57 months (range: 11–102 months; IQR: 49), tumor control was achieved in all 18 patients. Partial response (≥40% volume reduction) was observed in 5 patients (27.8%). No patients experienced visual function deterioration. Visual acuity improved in 6/14 evaluable cases (42.9%), and visual field expansion occurred in 5/8 patients (62.5%) with baseline perimetry data. Exophthalmos reduction ≥1 mm was documented in 7/14 patients (50%).

Conclusion. Hypofractionated radiation therapy demonstrates both safety and efficacy in the management of optic nerve sheath meningioma.

Keywords: CyberKnife®; optic nerve sheath meningioma; multisession radiosurgery; hypofractionated stereotactic radiotherapy

* Статья содержит онлайн-приложение, в котором размещены дополнительные материалы <https://voprosyonkologii.ru/index.php/journal/article/view/5-25-Hypofractionated>

Для цитирования: Загиров Р.И., Трунин Ю.Ю., Серова Н.К., Сергеева Н.А., Галкин М.В., Пронин И.Н., Кузнецова А.С., Голанов А.В. Стереотаксическое облучение менингиом зрительного нерва в режиме гипофракционирования. *Вопросы онкологии*. 2025; 71(5): 987-994.-DOI 10.37469/0507-3758-2025-71-5-OF-2318

For Citation: Ruslan I. Zagirov, Yury Yu. Trunin, Nataliya K. Serova, Nataliya A. Sergeeva, Mikhail V. Galkin, Igor N. Pronin, Natalia A. Antipina, Anastasiia S. Kuznetsova, Andrey V. Golanov. Hypofractionated stereotactic radiotherapy for optic nerve sheath meningiomas. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2025; 71(5): 987-994.-DOI: DOI 10.37469/0507-3758-2025-71-5-OF-2318

✉ Контакты: Загиров Руслан Ирекович, rzagirov@nsi.ru

Введение

Менингиомы зрительного нерва (МЗН) преимущественно встречаются у взрослых, в пять-шесть раз чаще у женщин, чем у мужчин, и составляют 1–2 % всех интракраниальных менингиом, 8–14 % образований орбиты [1–3]. Опухоли развиваются спорадически, но также выявляются и у пациентов на фоне нейрофиброматоза II типа [4–6].

МЗН могут проявляться снижением остроты зрения, дефектами в поле зрения, экзофтальмом, отеком и/или атрофией зрительного нерва.

Диагноз ставится на основании клинико-рентгенологических данных и, как правило, не вызывает сомнения. Характерные признаки: накапливающее контрастное вещество веретенообразное или округлое образование, с относительно неизмененным зрительным нервом в центре.

Тактика ведения пациентов: динамическое наблюдение, хирургическое удаление или декомпрессия зрительного нерва, лучевая терапия, и комбинация этих методов [7–9].

Хирургическое удаление может приводить к усугублению зрительных нарушений [10], поэтому может выполняться у пациентов с низкими функциями зрения, с выраженным экзофтальмом и при наличии трофических изменений. При резком ухудшении зрительных функций целесообразно проведение декомпрессии зрительного нерва [11, 12].

Лучевая терапия — метод выбора лечения МЗН у пациентов с сохранными функциями зрения при отсутствии выраженного экзофтальма и трофических нарушений в тканях орбиты. Чаще всего применяется и наиболее исследован стандартный режим фракционирования: за 28–30 фракций с разовой очаговой дозой (РОД) до 1,8 Гр, с суммарной очаговой дозой (СОД) от 50,4 до 54 Гр. По данным большинства авторов, лучевая терапия в стандартном режиме способствует достижению контроля роста опухоли, уменьшению объема опухоли, частичному восстановлению зрительных функций [13–18]. Некоторые авторы, при отсутствии или низкой функции зрения, предлагают проведение более интенсивного метода облучения — радиохирургии [19–22].

Ряд авторов рассматривает режим гипофракционирования как более оптимальный [23–27]. Гипофракционный режим сочетает в себе эффек-

ты стереотаксической радиохирургии и лучевой терапии в стандартном режиме фракционирования, проводится за три-пять фракций с РОД от 5 до 7,5 Гр. Целью данного исследования стала оценка безопасности и эффективности лучевого лечения пациентов с МЗН в режиме гипофракционирования с РОД = 5,5 Гр до СОД = 27,5 Гр за пять фракций.

Материалы и методы

В отделении радиотерапии НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко с марта 2010 по май 2020 г. было пролечено 18 пациентов с МЗН в режиме гипофракционирования.

Среди больных — 16 взрослых в возрасте от 25 до 70 лет (медиана — 51 год; IQR — 21), а также двое детей 8 и 14 лет. Преобладали пациенты женского пола — 16 (88,9 %). У одной пациентки выявлен нейрофиброматоз II типа.

Диагноз установлен по данным МРТ головного мозга: изоинтенсивное на Т1-взвешенном изображении образование зрительного нерва, накапливающее контрастное вещество, с трубчатым, веретенообразным или экзофитным ростом. Зрительный нерв прослеживался преимущественно на всем протяжении. Основной патогномоничный признак — синдром трамвайных рельсов, как показано на рис. 1 (см. приложение онлайн).

Перед лучевым лечением одной пациентке было выполнено частичное удаление компримирующей опухоли, другому больному проведена биопсия с целью гистологической верификации опухоли.

До начала лучевого лечения у двух (11,1 %) пациентов отмечено умеренное снижение зрения, выраженное снижение наблюдалось у двух (11,1 %), практическая слепота — у пяти (27,8 %), светоощущение — у двух (11,1 %), и слепота — у семи (38,9 %) больных. (рис. 2, приложение онлайн).

У 11 (61,1 %) пациентов проведена оценка полей зрения: единичные скотомы установлены в одном (5,6 %) случае, сужение поля зрения на $\frac{1}{2}$ — в шести (33,3 %), сужение поля зрения на $\frac{3}{4}$ — в четырех (22,2 %) наблюдениях. У семи (38,9 %) пациентов поле зрения (по причине низкой остроты зрения) оценить не удалось (рис. 3, приложение онлайн).

У 17 (94,4 %) больных экзофтальм составил от 1 до 4,5 мм (медиана — 2; IQR — 2).

Период между проведением лучевого лечения и установлением диагноза составил 2–120 мес. (медиана — 6 мес.; IQR — 6).

Для проведения облучения больные проходили МРТ головного мозга с контрастным усилением с тонкими срезами 0,8–1 мм. У 10 (55,6 %) пациентов образование располагалось в глазнице; у трех (16,7 %) больных наблюдалось распространение в зрительный канал; у трех (16,7 %) — интракраниально; а также у двух пациентов (11,1 %) образование распространялось на передний наклоненный отросток и частично прилежало к хиазме. У 12 (66,7 %) человек поражение было справа, у шести (33,3 %) — слева.

Лучевое лечение проводилось на линейном ускорителе электронов (ЛУЭ) Cyber-Knife (Accuray, США) 12 (66,7 %) пациентам и на ЛУЭ Novalis (BrainLab, Германия) — шести (33,3 %).

Основной объем мишени — GTV (Gross Tumor Volume), формировался на основании данных МРТ в режиме T1 с контрастным усилением. Медиана объема опухоли GTV составила 1,5 см³ (диапазон — от 0,34 до 6,49 см³). Дополнительный захват — CTV (Clinical Tumor Volume), формировался с учетом потенциально возможного изменения положения МЗН в глазнице при изменении положения зрительного нерва. Как правило, проводился захват области орбиты за глазом. Пример контуров представлен на рис. 4 (приложение-онлайн).

Больным проводился режим гипофракционирования с РОД 5,5 Гр до СОД 27,5 Гр. Сред-

ние изодозные кривые в системе планирования MultiPlan составили от 70 до 84 % (медиана — 79,5 %; IQR 2). В табл. 1 показаны характеристики доза-объем для мишени CTV с минимальной (D_{\min}), средней (D_{mean}) и максимальными (D_{\max}) дозами, а также для зрительных структур на ипсилатеральной стороне. Зрительный нерв отграничивался от опухолевой ткани, прослеживался преимущественно на всем протяжении.

Оценка динамики объема опухоли осуществлялась на основании данных МРТ до облучения и катамнестических исследований. Совмещение изображений и оконтуривание опухоли проводилось в системе планирования iPlan. Отсутствие изменения объема опухоли расценивалось как стабилизация процесса; частичный ответ опухоли расценивался при уменьшении объема опухоли на 40 % от исходного.

Результаты

Удалось собрать катамнез у всех 18 (100 %) пациентов. Медиана наблюдения составила 57 мес. (от 11 до 102 мес.; IQR — 49). Контроль роста опухоли достигнут у всех пациентов. Частичный ответ в виде уменьшения объема на 40 % и более наблюдался у пяти (27,8 %) пациентов; у 13 (72,2 %) человек отмечена стабилизация. Медиана объема опухоли после облучения составила 1,38 см³ (от 0,24 до 5,15 см³), что на 8 % меньше медианы объема до лучевого лечения. Изменение объема до и после облучения было статистически значимым, $p < 0,01$, рис. 5 (приложение-онлайн).

Table 1. Dose characteristics for targets and organs at risk

Структура	Медиана, Гр	Минимум–максимум, Гр
CTV		
D_{\min}	21,7	17,6–26,4
D_{mean}	27,5	25–27,8
D_{\max}	30,1	27,9–31,9
Зрительный нерв		
D_{mean}	22,7	2,8–27,2
D_{\max}	28,7	19,4–30,1
0,2 см ³	27,4	4,7–28,4
0,035 см ³	27,6	11–29,2
Хиазма		
D_{\max}	20,5	0,6–25,7
Глаз		
D_{\max}	23,6	6,3–29,9
Хрусталик		
D_{\max}	4,1	0,2–10

Примечание: Min — минимальное значение; Mean — среднее значение; Max — максимальное значение.

Structure	Median (Gy)	Min-max (Gy)
CTV		
D_{\min}	21.7	17.6–26.4
D_{mean}	27.5	25–27.8
D_{\max}	30.1	27.9–31.9
Optic nerve		
D_{mean}	22.7	2.8–27.2
D_{\max}	28.7	19.4–30.1
0.2 см ³	27.4	4.7–28.4
0.035 см ³	27.6	11–29.2
Optic chiasm		
D_{\max}	20.5	0.6–25.7
Eye		
D_{\max}	23.6	6.3–29.9
Lens		
D_{\max}	4.1	0.2–10

Note: Min — minimum value; Mean — average value; Max — highest value.

Таблица 2. Динамика остроты зрения на пораженной стороне у пациентов с менингиомой зрительного нерва до и после проведения облучения

Острота зрения до лучевой терапии		Острота зрения в динамике		
Группа	Кол-во	Улучшение	Стабилизация	Ухудшение
0,1–0,5, умеренное снижение	2	2	0	0
0,04–0,1, выраженное снижение	1	1	0	0
< 0,04, практическая слепота	4	3	1	0
Светоощущение	1	0	1	0
Слепота	6	0	6	0
Всего	14	6	8	0

Table 2. Visual acuity dynamics on the affected side in patients with optic nerve sheath meningioma before and after radiation therapy

Baseline visual acuity		Visual acuity in dynamic		
Group	Number	Improvement	Stabilization	Deterioration
0.1–0.5, Moderate impairment	2	2	0	0
0.04–0.1, Severe impairment	1	1	0	0
< 0.04, Profound impairment	4	3	1	0
Blindness	1	0	1	0
Total blindness	6	0	6	0
Total	14	6	8	0

Осмотр нейроофтальмолога прошли 14 (77,8 %) из 18 больных. У 6/14 (42,9 %) пациентов наблюдалось улучшение остроты зрения, а также уменьшение объема опухолевой ткани более чем на 14 %. У 8/14 (57,1 %) изменений остроты зрения не обнаружено; ухудшения остроты зрения не было отмечено ни у одного из пациентов (рис. 6, приложение-онлайн). В табл. 2 представлена динамика.

У пяти (62,5 %) из восьми больных, доступных катамнезу, у которых изначально была возможность определения полей зрения, наблюдалось расширение границ полей зрения после проведения лучевой терапии; у трех (37,5 %) пациентов поля зрения остались на прежнем уровне (рис. 7, приложение-онлайн).

После облучения у семи (50 %) из 14 пациентов размеры экзофталма уменьшились на 1 мм и более.

Клиническое наблюдение

У пациентки Ц. 70 лет при подборе очков в 2004 г. отмечено снижение зрения справа; по данным МР-исследования, выявлено объемное образование правого зрительного нерва — вероятнее всего, менингиома. Пациентка сообщила, что справа зрение снижено с детства. При осмотре нейроофтальмолога в НМИЦ нейрохирургии зафиксирована острота зрения на правый глаз 0,4; диск зрительного нерва — обесцвеченный,

отечный; экзофталм — 2 мм. В связи с отсутствием ухудшения остроты зрения рекомендовано динамическое наблюдение.

При осмотре нейроофтальмолога в декабре 2013 г. обнаружилось появление зрительных нарушений в виде дефектов поля зрения, также пациентка сообщила о переходящих приступах снижения зрения. По МР-данным отмечено увеличение опухоли правого зрительного нерва — менингиомы.

Перед проведением облучения при осмотре нейроофтальмолога отмечено ухудшение зрения до 0,1; на диске зрительного нерва появились шунты; экзофталм — 3 мм; при определении полей зрения выявилась парасентральная скотома. С 25.08.2014 по 29.08.2014 проведена стереотаксическая лучевая терапия в режиме гипофракционирования на ЛУЭ Cyber-Knife с РОД = 5,5 Гр до СОД = 27,5 Гр, предписанная доза 25,8 Гр вписана по краю 80 %-ной изодозной линии. Лечение перенесла удовлетворительно. Через 4 мес. после облучения пациентка отметила улучшение зрения на правый глаз.

Через 55 мес. по МР-данным отмечено уменьшение объема опухоли (рис. 8, приложение-онлайн). При осмотре нейроофтальмолога выявлено улучшение остроты зрения правого глаза до 0,4 (с 0,1), восстановление цветового восприятия в носовой половине и гипоксия на белый цвет в носовой половине; регресс экзофталма на 1 мм.

Обсуждение

У пациентов с менингиомой зрительного нерва основным методом лечения является лучевая терапия, которая позволяет добиться контроля за ростом опухоли и при этом сохранить или улучшить зрительные функции, в том числе у пациентов с сохранными функциями зрения.

На сегодняшний день методом выбора считается лучевая терапия в стандартном режиме фракционирования до СОД 50,4–54 Гр, с РОД 1,8 Гр, толерантной для зрительного нерва. По данным большинства авторов, локальный контроль составляет от 95 до 100 %; удается сохранить или восстановить остроту зрения у 77–92 % пациентов; восстановление или расширение полей зрения отмечается в 85–91 % случаев [13–18].

Альтернативой стандартному режиму облучения выступает режим гипофракционирования за четыре–пять фракций. Первая работа по оценке результатов лечения в режиме гипофракционирования была опубликована в 2007 г. Romanelli на трех пациентах, затем, расширив в 2011 г. количество пациентов до пяти, автор показал обнадеживающие по эффективности и безопасности результаты лечения МЗН в режиме гипофракционирования на кибер-ноже. Наиболее крупными являются работы Marchetti и соавт. (2011) — в ней представлена выборка из 21 пациента, а также Senger и соавт. (2011) — с выборкой из 25 пациентов, включая двух человек с двусторонними менингиомами; то есть серия, состоящая из 27 менингиом зрительных нервов (см. табл. 3, приложение онлайн).

Таблица 3. Обзор результатов работ за последние 18 лет (с 2007 г.)

Автор, год	Кол-во пациентов	Кол-во фракций	СОД, Гр	Медиана катамнеза, мес.	Контроль роста; продолженный рост	Острота зрения	Поля зрения	Экзофталм
Лечение в режиме гипофракционирования								
Загиров, 2025	18	5	27,5	57	100 % (27,8 % ЧО)	42,9 % Ул 57,1 % Стаб (из 14)	62,5 % Ул 37,5 % Стаб (из 8)	50 % Ул 50 % Стаб (из 14)
Senger, 2021	25 (27 МЗН)	1	14–15	37	96 % (11 % ЧО); 4 % ПР	31 % Ул 56 % Стаб 13 % Ух (из 16)	–	–
		4	20					
		5	25					
Marchetti, 2011	21	5	25	30	100 % (10 % ЧО)	27 % Ул 73 % Стаб (из 15)	35 % Ул 65 % Стаб (из 17)	15 % Ул 85 % Стаб (из 13)
Romanelli, 2011	5	4	20	78	100 %	80 % Ул 20 % Стаб	80 % Ул 20 % Стаб	50 % Ул 50 % Стаб (из 2)
Romanelli, 2007	3	4	20	37	100 %	100 % Ул	100 % Ул	–

Примечание: СОД — суммарная очаговая доза; ЧО — частичный ответ; ПР — продолженный рост; Ул — улучшение; Стаб — стабилизация; Ух — ухудшение.

Table 3. Overview of published studies over the past 18 years (since 2007)

Author, year	Patients (n)	Fractions (n)	TFD(Gy)	Follow-up (months)	Local Control (%)	Visual Acuity (%)	Visual Field (%)	Exophthalmos
Treatment in hypofractionation mode								
Zagirov, 2025	18	5	27.5	57	100 (27.8 PR)	42.9 Im 57.1 St (n=14)	62.5 Im 37.5 St (n=8)	50 Im 50 St (n=14)
Senger, 2021	25 (27 ONSM)	1	14–15	37	96 (11 PR); 4 PD	31 Im 56 St 13 Det (n=16)	–	–
		4	20					
		5	25					
Marchetti, 2011	21	5	25	30	100 (10 PR)	27 Im 73 St (n=15)	35 Im 65 St (n=17)	15 Im 85 St (n=13)
Romanelli, 2011	5	4	20	78	100	80 Im 20 St	80 Im 20 St	50 Im 50 St (n=2)
Romanelli, 2007	3	4	20	37	100	100 Im	100 Im	–

Note: TFD — total focal dose; PR — partial remission; PD — progressive disease; Im — improvement; St — stabilization; Det — deterioration, ONSM — optic nerve sheath meningiomas.

В 2019 г. группой RANO предложен двумерный критерий оценки ответа менингиомы как основной метод, позволяющий достоверно определить динамику опухоли [28]. В нашей работе предпочтение оценки динамики опухоли отводилось методу 3D-волюметрии как наиболее точному, что подтверждалось в других исследованиях [29, 30]. В представленной серии контроль роста опухоли достигнут у всех 18 пациентов, у которых не было отмечено увеличение объема образования по сравнению с «долучевым» исследованием. Оперативное вмешательство после курса лучевой терапии не требовалось ни одному пациенту. Лечение проводилось по отработанной в отделении радиотерапии НМИЦ нейрохирургии методике [31, 32].

Частичный ответ в виде уменьшения объема опухоли более чем на 40 % от исходного наблюдался у пяти (27,8 %) больных; в 13 (72,2 %) случаях отмечалась стабилизация, то есть обнаруженные изменения объема не превышали 40 %. При этом среди шести пациентов, у которых отмечено улучшение зрительных функций, уменьшение объема составило более 14 %. Наши результаты аналогичны данным зарубежных авторов. В работе Senger и соавт. проанализированы результаты лечения с 27 МЗН: из них у одного пациента (4 %) отмечен продолженный рост опухоли, у остальных достигнут контроль роста (96 %), из которых частичный ответ наблюдался у 11 % пациентов [27]. В работе Marchetti и соавт. контроль роста МЗН достигнут у всех — 21 пациента; частичный ответ опухоли обнаружен у двоих (10 %) [25].

В работе Senger и соавт. отмечены ограничения по нагрузке для критических структур при облучении за пять фракций: на $\leq 0,2 \text{ см}^3$ объема зрительного нерва не превышалась доза 23 Гр; на $\leq 0,035 \text{ см}^3$ объема зрительного нерва не превышалась максимальная доза 25 Гр [27]. В нашей работе медиана дозы на $0,2 \text{ см}^3$ объема зрительного нерва составила 27,4 Гр (от 4,7 до 28,4 Гр), а медиана дозы на $0,035 \text{ см}^3$ объема зрительного нерва — 27,6 Гр (от 11 до 29,2 Гр). Ухудшения остроты зрения не было отмечено ни у одного больного. У 57,1 % пациентов острота зрения осталась сохрannой — это пациенты со светоощущением, практической слепотой и слепотой, возможность улучшения зрительных функций у которых были под сомнением. Улучшение остроты зрения наблюдалось у 6/14 (42,9 %) пациентов. Таким образом, доза на зрительные нервы была достоверно выше, чем указано в литературе; при этом мы не получили ухудшения зрительных функций, что говорит о том, что облучение зрительного нерва в более высоких дозах может быть безопасным для его функции. В работе Senger

и соавт в группе 16 МЗН, доступных для осмотра, отмечено улучшение остроты зрения у 31 % пациентов, стабилизация — у 56 %, и ухудшение у 13 %. В работе Marchetti и соавт. отмечено улучшение остроты зрения у 27 % пациентов, и у 73 % — стабилизация.

Также в нашей работе не говорилось о сужении границ полей зрения ни у одного пациента; у восьми больных, у которых изначально была возможность оценки границ полей зрения, в 37,5 % случаев существенной динамики не наблюдалось; в 62,5 % отмечалось расширение границ полей зрения. У 50 % пациентов с экзофтальмом отмечено уменьшение размеров, по крайней мере на 1 мм. В работе Marchetti и соавт. также говорится об улучшении полей зрения у 35 % пациентов, стабилизации — у 65 %, и уменьшении экзофтальма у 15 % пациентов.

Заключение

Лучевое лечение пациентов с менингиомами зрительного нерва в режиме гипофракционирования (5 фр. x 5,5 Гр) может быть эффективным и безопасным методом лучевого воздействия. У всех них достигнут контроль за ростом опухоли и не отмечено ухудшения зрительных функций. Необходимы дальнейшие исследования данного режима лучевого лечения с более длительным периодом катамнеза и большим количеством пациентов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding

The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА в редакции 2013 г. Все пациенты, включенные в исследование, получали лечение в рамках рутинной практики после подписания информированного согласия на лечение. Персональные данные пациентов не использовались при проведении исследования.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

This trial was conducted in accordance with the World Medical Association (WMA) Declaration of Helsinki, as amended in 2013. All patients included in the study received treatment as part of routine practice after signing informed consent for treatment. The patients' personal data was not used during the study.

Участие авторов

Загиров Р.И. — подбор источников литературы, обзор международных данных, написание текста статьи, оформление рисунков;

Трунин Ю.Ю. — ведение и лучевое лечение больных, анализ научной работы с внесением ценного интеллектуального содержания;
 Серова Н.К. — анализ научной работы, критический пересмотр с внесением ценного интеллектуального содержания;
 Сергеева Н.А. — ведение больных, сбор материала исследования;
 Галкин М.В. — ведение и лучевое лечение больных, статистическая обработка данных, аналитика;
 Пронин И.Н. — пересмотр данных магнитно-резонансной томографии по теме научной статьи;
 Кузнецова А.С. — анализ данных дозного распределения;
 Голанов А.В. — идея публикации, анализ научной работы, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contributions

Zagirov R.I.: literature review, review of international data, manuscript drafting, figure preparation;
 Trunin Yu.Yu.: patient management, radiation therapy, intellectual input;
 Serova N.K.: data analysis, critical revision with intellectual input;
 Sergeeva N.A.: patient management, data collection;
 Galkin M.V.: patient management, radiation therapy, statistical analysis;
 Pronin I.N.: revision of MRI data related to the topic of the article;
 Kuznetsova A.S.: dosimetry analysis;
 Golovan A.V.: study conception, data analysis, manuscript review and final approval.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dutton J.J. Optic nerve sheath meningiomas. *Survey of Ophthalmology*. 1992; 37(3): 167–183.-DOI: [https://doi.org/doi:10.1016/0039-6257\(92\)90135-g](https://doi.org/doi:10.1016/0039-6257(92)90135-g).
2. Wilhelm H. Primary optic nerve tumours. *Current Opinion in Neurology*. 2009; 22(1): 11-18.-DOI: <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e32831fd9f5>.
3. Саакян С.В., Пантелейева О.Г., Шашлов М.А. Анализ отдаленных результатов лечения опухолей зрительного нерва. *Российский офтальмологический журнал*. 2012; 4: 69–73. [Saakyan S.V., Panteleeva O.G., Shashlov M.A. Analysis of remote results of treatment of optic nerve tumors. *Russian Ophthalmological Journal*. 2012; 4: 69–73 (In Rus)].
4. Bosch M.M., Wichmann W.W., Boltshauser E., Landau K. Optic nerve sheath meningiomas in patients with neurofibromatosis type 2. *Archives of Ophthalmology* (Chicago, Ill. : 1960). 2006; 124(3): 379-385.-DOI: <https://doi.org/10.1001/archopht.124.3.379>.
5. Lekovic G.P., Schwartz M.S., Hanna G., Go J. Intra-orbital meningioma causing loss of vision in neurofibromatosis type 2: Case series and management considerations. *Frontiers in Surgery*. 2018; 5: 60.-DOI: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2018.00060>.
6. Wang M.X., Dillman J.R., Guccione J., et al. Neurofibromatosis from head to toe: What the radiologist needs to know. Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 2022; 42(4): 1123-1144.-DOI: <https://doi.org/10.1148/radiographics.210235>.
7. Kim J.W., Rizzo J.F., Lessell S. Controversies in the management of optic nerve sheath meningiomas. *Int Ophthalmol Clin*. 2005; 45(4): 15-23.-DOI: <https://doi.org/10.1097/01.iio.0000176367.16758.f4>.
8. Miller N.R. New concepts in the diagnosis and management of optic nerve sheath meningioma. *JNO*. 2006; 26(3): 200-208.-DOI: <https://doi.org/10.1097/01.wno.0000235569.19131.ac>.
9. Shapey J., Sabin H.I., Danesh-Meyer H.V., Kaye A.H. Diagnosis and management of optic nerve sheath meningiomas. *JCN*. 2013; 20(8): 1045-1056.-DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2013.03.008>.
10. Turbin R.E., Thompson C.R., Kennerdell J.S., et al. A long-term visual outcome comparison in patients with optic nerve sheath meningioma managed with observation, surgery, radiotherapy, or surgery and radiotherapy. *Ophthalmology*. 2002; 109(5): 890-899.-DOI: [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(02\)01017-5](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01017-5).
11. Maza G., Subramaniam S., Yanez-Siller J.C., et al. The role of endonasal endoscopic optic nerve decompression as the initial management of primary optic nerve sheath meningiomas. *J Neurosurg. Part B, Skull base*. 2019; 80(6): 568-576.-DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677689>.
12. Meeker A.R., Ko M.W., Carruth B.P., et al. Diagnosis of optic nerve sheath meningioma during optic nerve sheath decompression. *Orbit* (Amsterdam, Netherlands). 2017; 36(1): 35-38.-DOI: <https://doi.org/10.1080/01676830.2017.1279648>.
13. Kheir V., Faouzi M., Borruat F.-X. Visual outcomes of fractionated radiotherapy in optic nerve sheath meningioma: A retrospective study [Visuelle Ergebnisse der fraktionierten Strahlentherapie beim Sehnervenscheidenmeningiom: eine retrospektive Studie (in Germ)]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019; 236(4): 526-529.-DOI: <https://doi.org/10.1055/a-0828-7335>.
14. Ratnayake G., Oh T., Mehta R., et al. Long-term treatment outcomes of patients with primary optic nerve sheath meningioma treated with stereotactic radiotherapy. *JCN*. 2019; 68: 162-167.-DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.07.005>.
15. Hamilton S.N., Nichol A., Truong P., et al. Visual outcomes and local control after fractionated stereotactic radiotherapy for optic nerve sheath meningioma. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2018; 34(3): 217-221.-DOI: <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000000914>.
16. Paulsen F., Doerr S., Wilhelm H., et al. Fractionated stereotactic radiotherapy in patients with optic nerve sheath meningioma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012; 82(2): 773-778.-DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2010.11.018>.
17. Pacelli R., Cella L., Conson M., et al. Fractionated stereotactic radiation therapy for orbital optic nerve sheath meningioma — a single institution experience and a short review of the literature. *J Radiat Res*. 2011; 52(1): 82-87.-DOI: <https://doi.org/10.1269/jrr.10139>.
18. Landert M., Baumert B.G., Bosch M.M., et al. The visual impact of fractionated stereotactic conformal radiotherapy on seven eyes with optic nerve sheath meningiomas. *J Neuroophthalmol*. 2005; 25(2): 86-91.-DOI: <https://doi.org/10.1097/01.wno.0000165105.78365.22>.
19. Xu D., Liu D., Zhang Z., et al. Gamma Knife surgery in the management of orbital tumors. *J Neurosurg*. 2010; 113 Suppl: 34-38.-DOI: <https://doi.org/10.3171/2010.7.GKS10857>.
20. Vakharia K., Hasegawa H., Stafford S.L., Link M.J. Salvage radiosurgery for optic nerve sheath meningioma. *Cureus*. 2021; 13(7): 1.-DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.16450>.
21. Liu D., Xu D., Zhang Z., et al. Long-term results of Gamma Knife surgery for optic nerve sheath meningioma. *J Neurosurg*. 2010; 113: 28-33.-DOI: <https://doi.org/10.3171/2010.7.GKS10869>.

22. Bunevicius A., Anand R.K., Suleiman M., et al. Stereotactic radiosurgery for perioptic meningiomas: An international, multicenter study. *Neurosurgery*. 2021; 88(4): 828-837.-DOI: <https://doi.org/10.1093/neuros/nyaa544>.
23. Romanelli P., Wowra B., Muacevic A. Multisession CyberKnife radiosurgery for optic nerve sheath meningiomas. *Neurosurg Focus*. 2007; 23(6): 11.-DOI: <https://doi.org/10.3171/FOC-07/12/E11>.
24. Romanelli P., Bianchi L., Muacevic A., Beltramo G. Staged image guided robotic radiosurgery for optic nerve sheath meningiomas. *Comput Aided Surg*. 2011; 16(6): 257-266.-DOI: <https://doi.org/10.3109/10929088.2011.622615>.
25. Marchetti M., Bianchi S., Milanesi I., et al. Multisession radiosurgery for optic nerve sheath meningiomas an effective option: preliminary results of a single-center experience. *Neurosurgery*. 2011; 69(5): 1116-1123.-DOI: <https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31822932fe>.
26. Jin J., Joo J.D., Han J.H., et al. Optic nerve sheath meningioma: Preliminary analysis of the role of radiation therapy. *Brain Tumor Res Treat*. 2018; 6(1): 8-12.-DOI: <https://doi.org/10.14791/btrt.2018.6.e2>.
27. Senger C., Kluge A., Kord M., et al. Effectiveness and safety of robotic radiosurgery for optic nerve sheath meningiomas: A single institution series. *Cancers*. 2021; 13(9): 1.-DOI: <https://doi.org/10.3390/cancers13092165>.
28. Huang R.Y., Bi W.L., Weller M., et al. Proposed response assessment and endpoints for meningioma clinical trials: report from the Response Assessment in Neuro-Oncology Working Group. *Neuro-oncology*. 2019; 21(1): 26-36.-DOI: <https://doi.org/10.1093/neuonc/noy137>.
29. Graillon T., Ferrer L., Siffre J., et al. Role of 3D volume growth rate for drug activity evaluation in meningioma clinical trials: the example of the CEVOREM study. *Neuro-oncology*. 2021; 23(7): 1139-1147.-DOI: <https://doi.org/10.1093/neuonc/noab019>.
30. Faye Borenstein S., Eliahou R., Amiel A., et al. Effect of bevacizumab on refractory meningiomas: 3D volumetric growth rate versus response assessment in neuro-oncology criteria. *Neurooncol Ad*. 2024; 6(1): 1-8.-DOI: <https://doi.org/10.1093/noajnl/vdae128>.
31. Коновалов А.Н., Голанов А.В., Горлачев Г.Е. и др. Использование роботизированной радиохирургической системы Кибер-Нож для лечения нейрохирургических больных. *Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко*. 2012; 76(1): 3-12. [Konovalov A.N., Golovanov A.V., Gorlaev G.E., et al. Application of robotized system for radiosurgery CyberKnife for treatment of neurosurgical patients. *Burdenko's J Neurosurg*. 2012;76(1): 3-12 (In Rus)].
32. Голанов А.В. Стереотаксическое облучение патологии ЦНС на аппарате КиберНож. М.: ИП “Т.А. Алексеева”. 2017; 576.-ISBN: 978-5-905221-3. [Golanov A.V. Stereotactic irradiation of CNS pathology using a CyberKnife device. Moscow: IE «T.A. Alekseeva». 2017; 576.-ISBN: 978-5-905221-3 (in Rus)].

Поступила в редакцию / Received / 12.03.2025
 Прошла рецензирование / Reviewed / 30.07.2025
 Принята к печати / Accepted for publication / 25.09.2025

Сведения об авторах / Author Information / ORCID

- Руслан Ирекович Загиров / Ruslan I. Zagirov / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3965-4426>.
 Юрий Юрьевич Трунин / Yury Yu. Trunin / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4240-5036>
 Наталья Константиновна Серова / Nataliya K. Serova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0148-7298>.
 Наталия Александровна Сергеева / Nataliya A. Sergeeva / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4408-2370>.
 Михаил Викторович Галкин / Mikhail V. Galkin / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-0010>.
 Игорь Николаевич Пронин / Igor N. Pronin / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4480-0275>.
 Анастасия Сергеевна Кузнецова / Anastasiia S. Kuznetsova / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-1614-3208>.
 Андрей Владимирович Голанов / Andrey V. Golanov / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0976-4547>.

