

DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-57-65



СОХРАНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЛИЦЕВОГО НЕРВА ПРИ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКОЙ РАДИОХИРУРГИИ ОПУХОЛЕЙ МОСТОМОЗЖЕЧКОВОЙ ЦИСТЕРНЫ

С.Р. Ильялов¹, К.М. Квашнин¹, К.Е. Медведева¹, А.А. Баулин¹, О.Г. Лепилина¹, А.М. Паршунина¹, Н.А. Сыгай²

¹Центр высокоточной радиологии Gamma Clinic (ООО «Гамма Медтехнологии»); Россия, 249031 Обнинск, ул. Королева, 4;

²АО «Национальный центр нейрохирургии»; Республика Казахстан, 010000 Нур-Султан, просп. Туран, 34/1

Контакты: Сергей Рустамович Ильялов sergeyilyalov@gmail.com

Введение. Основным методом лечения опухолей мостомозжечковой цистерны (ММЦ) остается хирургическая операция, но она несет высокий риск нарушения функции черепных нервов. Радиохирургические вмешательства обычно используются в качестве дополнительного метода лечения, но могут проводиться и как самостоятельный вариант.

Цель исследования – оценить безопасность рутинного применения радиохирургии для сохранения мимической функции при лечении опухолей различной природы, расположенных в ММЦ.

Материалы и методы. С марта 2018 г. по март 2020 г. в Центре высокоточной радиологии Gamma Clinic проведено лечение 145 пациентов с опухолями ММЦ. У 116 (80 %) пациентов выявлены вестибулярные шванномы (из них 37 – рецидивы или остатки после операции), у 22 – менингиомы (6 из которых – после открытой операции (I степень)), у 3 – тригеминальные шванномы, у 2 – фациальные шванномы, у 1 – шваннома каудальной группы нервов, у 1 – метастаз рака предстательной железы. Лицевой парез различной степени наблюдался у 31 пациента после предыдущей операции, а среди неоперированных пациентов – только у 1. Радиохирургическое вмешательство было проведено на аппарате Leksell Gamma Knife Perfexion, средняя краевая доза составила 12,2 Гр (11–15 Гр), средний объем опухоли составил 3,98 см³ (0,06–17,47 см³).

Результаты. Под дальнейшим наблюдением находились 85 пациентов. Средняя длительность наблюдения – 359,3 дня (91–776 дней), медиана – 367 дней. Уменьшение объема опухоли зарегистрировано у 27 пациентов, стабилизация процесса – у 15. Уменьшение в среднем составило 23,9 % (95 % доверительный интервал 16,8–31,0 %). Постлучевое увеличение наблюдалось в 30 случаях (только шванномы), в среднем оно составило 53,7 % (95 % доверительный интервал 38,5–68,9 %). У ранее оперированных пациентов лицевой парез во всех случаях сохранялся. Из пациентов, которые не были прооперированы до радиохирургического вмешательства, только у 1 (1,8 %) было отмечено развитие лицевого пареза (III степени по шкале House–Brackman) через 5 мес после облучения. Следует особо отметить, что функция лицевого нерва осталась сохранной (I степень по шкале House–Brackman) у обоих пациентов с фациальными шванномами. Не выявлено также ни одного случая гемифациального спазма.

Заключение. Радиохирургия опухолей ММЦ с краевой дозой от 12 до 15 Гр характеризуется высокой безопасностью в отношении лицевого нерва. Это позволяет обосновать применение радиохирургии как альтернативы традиционным нейрохирургическим вмешательствам.

Ключевые слова: радиохирургия, лицевой нерв, лицевой парез, мостомозжечковая цистерна

Для цитирования: Ильялов С.Р., Квашнин К.М., Медведева К.Е. и др. Сохранение функции лицевого нерва при стереотаксической радиохирургии опухолей мостомозжечковой цистерны. Нейрохирургия 2021;23(2):57–65. DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-57-65.

Facial nerve preservation in stereotactic radiosurgery of tumors of the cerebellopontine cistern

S.R. Ilyalov¹, K.M. Kvashnin¹, K.E. Medvedeva¹, A.A. Baulin¹, O.G. Lepilina¹, A.M. Parshunina¹, N.A. Sygay²

¹Center for high-precision radiology “Gamma Clinic” (LLC “Gamma Medtehnologii”); 4 Koroleva St., Obninsk 249031, Russia;

²JSC “National Center for Neurosurgery”; 34/1 Turan Ave., Nur-Sultan 010000, Republic of Kazakhstan

Contacts: Sergey Rustamovich Ilyalov sergeyilyalov@gmail.com

Introduction. Surgery has traditionally remained the main treatment for tumors of the cerebellopontine cistern but is associated with high risks of dysfunction of the cranial nerves. Radiosurgery is usually performed both as an adjuvant treatment and as an independent option.

The study objective is to assess the safety of routine use of radiosurgery to preserve facial nerve function in the treatment of tumors of different origins located in the cerebellopontine cistern.

Materials and methods. Since March 2018 to March 2020 there were 145 patients with tumors of cerebellopontine cistern (CPC) at the Center for High-Precision Radiology. Vestibular schwannomas were detected in 116 (80 %) patients, in 37 cases – relapses or remains after surgery. The 22 patients had meningiomas, 6 after open surgery (WHO I). Trigeminal schwannomas – in 3 patients, facial schwannomas – in 2, jugular schwannomas – in 1 and metastasis of prostate cancer – in 1. 31 patients had facial paresis of different degrees after previous surgery. Among non-operated patients, facial paresis before radiosurgery was observed in only 1 patient. Radiosurgery was performed using the Leksell Gamma Knife Perfexion, the mean marginal dose was 12.2 Gy (11–15 Gy), the mean tumor volume was 3.98 cm³ (0.06–17.47 cm³).

Results. Follow-up was performed in 85 patients. The mean follow-up was 359.3 days (91–776), the median follow-up was 367 days. Reduction of the tumor volume was detected in 27 patients, stabilization of the process in 15. The average decrease was 23.9 % (95 % CI 16.8–31.0 %). Transient postirradiation increase was observed in 30 patients only in the group of schwannomas and mean tumor volume increase was 53.7 % (95 % CI 38.5–68.9 %). In patients with previous surgery there were not cases of decline or regression facial paresis. Among patients who had not been operated on before radiosurgery, only in 1 case was the development of facial paresis (House–Brackman III) 5 months after irradiation, which amounted to 1.8 %. It should be especially noted that facial nerve function remained unchanged (House–Brackman I) in both patients with facial schwannomas. Also, not a single case of hemifacial spasm was identified.

Conclusion. Radiosurgery of CPC tumors with a marginal dose from 12 to 15 Gy has a high degree of safety in relation to the facial nerve. This makes it possible to justify radiosurgery as alternative to traditional neurosurgical interventions.

Key words: radiosurgery, facial nerve, facial palsy, cerebellopontine cistern

For citation: Ilyalov S.R., Kvashnin K.M., Medvedeva K.E. et al. Facial nerve preservation in stereotactic radiosurgery of tumors of the cerebellopontine cistern. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2020;23(2):57–65. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-57-65.

ВВЕДЕНИЕ

Задняя черепная ямка считается наиболее труднодоступным отделом внутреннего основания черепа. Основной ее объем занимают мозжечок и ствол мозга. Область, ограниченная вентральной поверхностью средней ножки мозжечка и латеральной поверхностью варолиева моста, называется мостомозжечковым углом, а субарахноидальное пространство – мостомозжечковой цистерной (ММЦ), или верхней мостомозжечковой цистерной. Это пространство в медиальном направлении ограничено понтомедулярной бороздой и боковой поверхностью моста, сверху отделено от охватывающей цистерны арахноидальной перемычкой чуть ниже тенториальной щели, снизу граничит с мозжечково-медулярной цистерной (нижней ММЦ), в латеральном направлении пролегает вдоль задней поверхности пирамиды височной кости, распространяясь во внутренний слуховой проход (ВСП) и кпереди простираясь за пределы задней черепной ямки – в меккелеву полость. Сзади цистерна накрыта гемисферой мозжечка [1]. Основное содержимое ММЦ – гассеров узел и корешок V черепного нерва, VII и VIII черепные нервы, передняя нижняя мозжечковая артерия и верхняя каменистая вена.

Наиболее часто встречающимися опухолями ММЦ (60–80 %) являются вестибулярные шванномы (ВШ) [2–4], вторыми по частоте (6–15 %) – менингиомы [5–7]. Существенно реже выявляются невестибулярные шванномы (НВШ), к которым относятся в первую очередь тригеминальные, фациальные шванномы и шванномы каудальной группы нервов (шванномы яремного отверстия).

Хирургическое удаление опухолей данной локализации связано в первую очередь с риском нарушения функции нервов мостомозжечковой группы. Повреждение лицевого нерва с нарушением мимических движений с соответствующей стороны имеет для пациентов особое значение из-за развития уродующего косметического дефекта лица, оказывающего хроническое психотравмирующее влияние. Стереотаксическая радиохирургия (СРХ) во многих случаях рассматривается как конкурирующий метод, продемонстрировавший свою эффективность в лечении опухолей ММЦ, в первую очередь ВШ и менингиом, однако данные о частоте лицевого пареза (ЛП) после радиохирургического лечения ВШ разнятся (от 0 до 20 %) [8, 9]. **Целью** данного исследования стала оценка частоты возникновения нейропатии VII черепного нерва в процессе рутинного использования метода СРХ при опухолях, локализованных в ММЦ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Центре высокоточной радиологии Gamma Clinic (ООО «Гамма Медтехнологии») с марта 2018 г. по март 2020 г. СРХ проведена 145 пациентам (102 женщинам и 43 мужчинам) соответственно с опухолями ММЦ. Средний возраст пациентов составил 50 (21–79) лет. У 116 (80 %) пациентов выявлены ВШ (из них 37 человек ранее были оперированы: 1 раз – 24 пациента, дважды – 9, трижды – 4). Размеры опухоли на момент проведения СРХ у оперированных и неоперированных пациентов оценивались по шкале T. Hasegawa и соавт. [10] (табл. 1).

Таблица 1. Распределение оперированных и неоперированных пациентов в зависимости от стадии вестибулярной шванномы по шкале T. Hasegawa и соавт.

Table 1. The distribution of operated and non-operated patients depending on the vestibular schwannoma stage according to Hasegawa scale

Пациенты Patients	Число пациентов, абс., со стадией шванномы Number of patients, abs., with schwannoma stage			
	A	B	C	D
Оперированные Operated	1	9	9	18
Неоперированные Non operated	9	27	21	22

У 22 пациентов были диагностированы менингиомы, 6 из них ранее были оперированы с гистологическим подтверждением доброкачественного характера опухоли (grade I). Локализация менингиом оценивалась по классификации M. Nakamura [11] (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пациентов в зависимости от положения менингиомы относительно внутреннего слухового прохода (по классификации M. Nakamura)

Table 2. The distribution of patients depending on the location of meningiomas relative to the meatus acusticus internus (according to Nakamura classification)

Локализация Location	Число пациентов, абс. Number of patients, abs.
Кпереди от ВСП (тип 1) Anterior to the IAC (group 1)	11
С вовлечением ВСП (тип 2) Involvement of the IAC (group 2)	8
Кверху от ВСП (тип 3) Superior to the IAC (group 3)	—
Книзу от ВСП (тип 4) Inferior to the IAC (group 4)	—
Кзади от ВСП (тип 5) Posterior to the IAC (group 5)	3

Примечание. ВСП – внутренний слуховой проход.
Note. IAC – meatus acusticus internus.

Тригеминальные шванномы (тип MP по классификации Yoshida–Kawase [12]) выявлены у 3 пациентов, фациальные шванномы (тип II по классификации Regis–Roshe [13]) – у 2, шваннома каудальной группы нервов (тип A по классификации M. Samii [14]) с оральным направлением роста – у 1. У 1 пациента был диагностирован метастаз рака предстательной железы с распространением в ММЦ с инфильтрацией оболочки и узлообразованием по ходу корешков мостомозжечковой группы нервов.

Степень дисфункции лицевого нерва оценена по шкале House–Brackman [15]. Среди ранее оперированных больных с ВШ ипсилатеральный ЛП различной

степени тяжести (>I степени по шкале House–Brackman) был у 31 (83,8 %) пациента, при этом в группе оперированных 2 раза и более зарегистрированы только грубые нарушения (IV–VI степени по шкале House–Brackman) (табл. 3).

Таблица 3. Частота нарушений функции VII черепного нерва у ранее оперированных пациентов с вестибулярными шванномами

Table 3. Frequency of VII nerve dysfunction in previously operated patients with vestibular schwannomas

Степень нарушения по шкале House–Brackman House–Brackman grade	Число пациентов, абс. Number of patients, abs.	
	1 операция 1 surgery	2 операции и более 2 or more surgery
II	1	—
III	6	—
IV	4	2
V	1	3
VI	7	7
Итого Total	19	12

В группе оперированных пациентов с менингиомами только у 1 выявлен легкий ЛП (2 балла по шкале House–Brackman).

Среди всех неоперированных больных ЛП (5 баллов по шкале House–Brackman) отмечен на момент СРХ только у 1 пациента, у которого имелось метастатическое поражение основания черепа с распространением в ММЦ. Таким образом, на момент проведения СРХ ЛП разной степени выявлен у 33 больных.

Для лечения пациентов использован аппарат Leksell Gamma Knife Perfexion с жесткой фиксацией стереотаксической рамы системы Leksell. СРХ включала 1 фракцию и осуществлялась по стандартной методике, ранее описанной в научной литературе [16, 17]. Средняя краевая доза составила 12,2 Гр (11–15 Гр). Изодозное распределение – 50 % (45–60 %). Средний объем опухоли на момент радиохирургии равнялся 3,98 см³ (0,06–17,47 см³). Исключением стало проведение стажированной (поэтапной) СРХ метастаза рака предстательной железы ввиду его большой протяженности вдоль основания черепа (до 57 мм) и объема (9,4 см³) (рис. 1, а): лечение было проведено в 2 этапа с интервалом в 1 мес. Каждый из этапов осуществлялся по классической методике с использованием стереотаксической рамы Leksell. На 1-м этапе краевая доза составила 12 Гр по 50 % предписанной изодозе, на 2-м – 15 Гр также по 50 % изодозе (рис. 1, б, в).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы контрольные данные 85 пациентов (рис. 2), были доступны сведения о неврологическом статусе 75 пациентов, данные контрольной

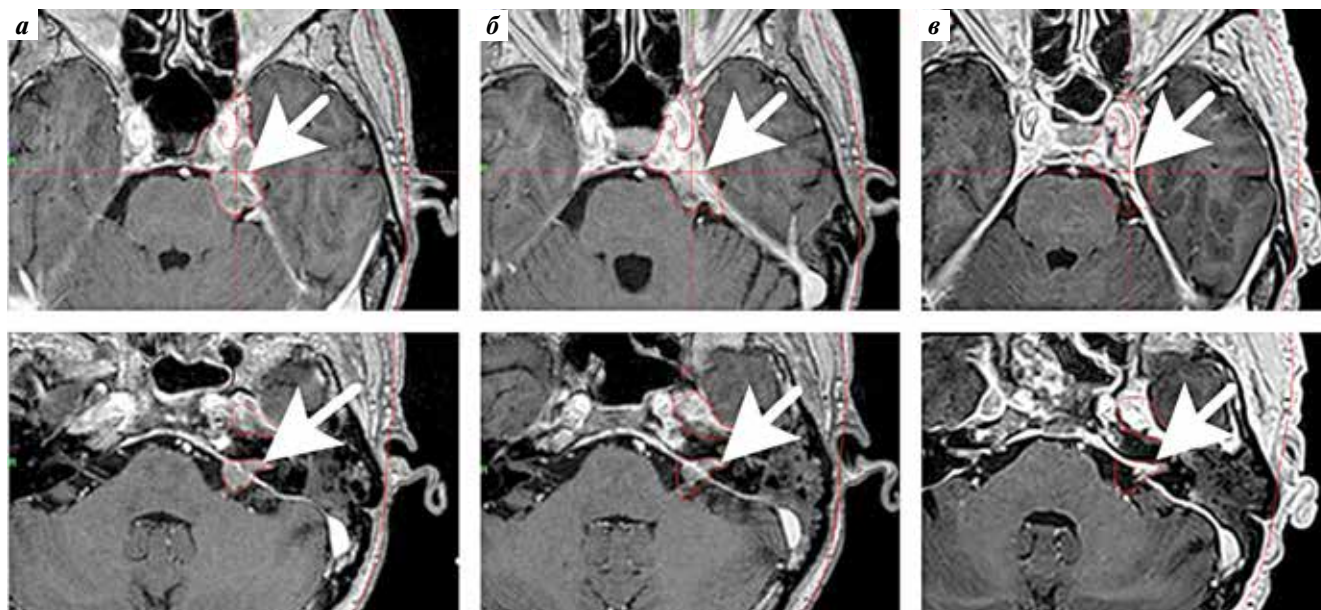


Рис. 1. Метастаз рака предстательной железы. Опухоль, стекаящая от левого кавернозного синуса вдоль всей пирамиды левой височной кости с узловым ростом по ходу V, VII и VIII черепных нервов: а – исходные границы опухоли (белая стрелка). Объем 9,4 см³. 1-й этап стазированного стереотаксического радиохирургического лечения; б – через 1 мес после 1-го сеанса облучения. Уменьшение объема опухоли до 5,1 см³. Второй этап стазированного стереотаксического радиохирургического лечения; в – через 2,5 мес после 2-го этапа. Объем опухоли 1,1 см³

Fig. 1. Prostate cancer metastasis. A tumor spreading from the left cavernous sinus along the pyramid of the left temporal bone with nodular growth along the V, VII and VIII cranial nerves: а – initial tumor borders (white arrow), I stage of stereotactic radiosurgery. Volume 9.4 cm³; б – 1 month after the first irradiation session, II stage of stereotactic radiosurgery. Decrease in volume to 5.1 cm³; в – 2.5 months after staged radiosurgery, volume 1.1 cm³

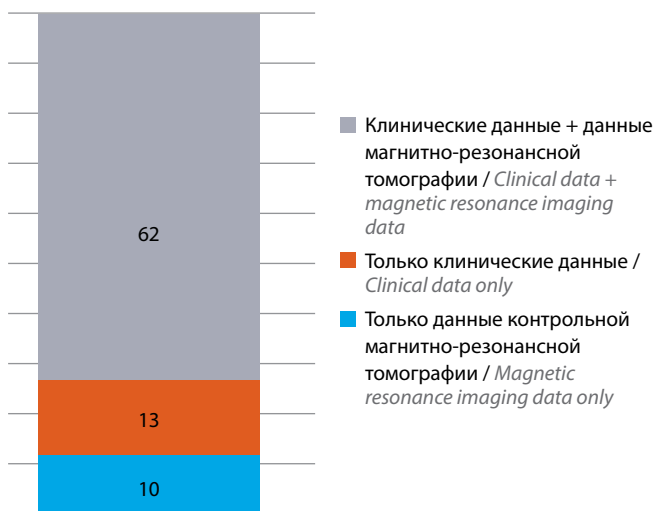


Рис. 2. Число пациентов, представивших контрольные данные
Fig. 2. Numbers of patients who submitted control data

магнитно-резонансной томографии (МРТ) 72 больных. Шестьдесят два (72,9 %) пациента предоставили данные контрольной МРТ и неврологического осмотра. Средняя длительность наблюдения составила 359,3 дня (91–776 дней), медиана 367 дней. Оценка изменения объема опухоли по данным контрольной МРТ проведена на рабочей станции с программным обеспечением Leksell Gamma Plan 10.1 по единому алгоритму.

По данным контрольной МРТ отмечено уменьшение опухоли у 27 (37,5 %) больных и стабилизация

процесса у 15 (20,8 %) из 72 человек. В среднем объем опухоли уменьшился на 23,9 % (95 % ДИ 16,8–31,0 %). При этом уменьшение было зарегистрировано у всех пациентов с менингиомами и у большого с метастазом рака. Транзиторное постлучевое увеличение отмечено у 30 (41,7 %) пациентов исключительно со шванномами (ВШ и НВШ); в среднем на 53,7 % (95 % ДИ 38,5–68,9 %). Два пациента с ВШ были оперированы после СРХ: в 1 случае – вследствие нарастания размеров дисциркуляторной ликворной кисты, возникшей после ранее перенесенной операции, и нарастания мозжечковой атаксии, в 1 – из-за постлучевого увеличения кистозной части ВШ с локальной компрессией ствола мозга, возникновением дискоординации движений, ствольных симптомов и ЛП с ипсилатеральной стороны.

Из ранее оперированных пациентов с исходным наличием ЛП контрольную оценку было возможно осуществить у 22 (62,9 %). Послеоперационные нарушения мимики у них имели стойкий характер: не выявлено ни одного случая нарастания или регресса симптомов. В группе пациентов, не оперированных до СРХ и доступных для анализа ($n = 55$), у 1 пациента с метастатическим поражением и исходным грубым ЛП (V степени по шкале House–Brackman) отмечено отчетливое улучшение мимики (до II степени) на фоне быстрого (в течение 1 мес) регресса метастаза уже ко 2-му сеансу стазированной СРХ. У другого пациента диагностировано развитие ЛП (III степени

по шкале House–Brackman) через 5 мес после облучения на фоне постлучевого увеличения опухоли. Таким образом, частота данного осложнения составила 1,8 %. Особо следует отметить, что функция VII черепного нерва осталась неизменной у обоих пациентов с фациальными шванномами. Не выявлено также ни одного случая гемифациального спазма.

ОБСУЖДЕНИЕ

Базой для правильной диагностики и определения тактики лечения любых опухолей является точное определение их исходного расположения и преимущественного распространения. В хирургии ВШ широкое применение получила классификация по стадиям роста, предложенная W.T. Koos и соавт. [18], согласно которой опухоль имеет 4 стадии роста, различающиеся максимальным линейным размером. Классификация M. Samii и соавт. [19] включает 6 стадий экспансии опухоли в зависимости от расположения и воздействия на ствол мозга, без привязки к абсолютным размерам. T. Hasegawa и соавт. (2013) упростили классификацию M. Samii, объединив в одну группу (B) опухоли стадий T2–T3: стадия A – интраканальные опухоли, стадия B – опухоли, в различной степени распространяющиеся в ММЦ, но без признаков компрессии ствола мозга, стадия C – опухоли с компрессией ствола, но без компрессии IV желудочка, стадия D – опухоли с компрессией ствола и IV желудочка [10]. Данная классификация малоизвестна, но представляется нам простой и удобной для применения по крайней мере в радиохирургической практике, так как показания к лечению и исходы радиохирουργии опухолей T2–T3 по M. Samii (стадия B по классификации T. Hasegawa) не различаются.

На основании опыта лечения более 400 менингиом данной локализации M. Nakamura (2005) предложил собственную классификацию в зависимости от их расположения по отношению к ВСП: тип 1 – впереди от ВСП, тип 2 – с вовлечением ВСП, тип 3 – сверху от ВСП, тип 4 – снизу от ВСП и тип 5 – сзади от ВСП [11]. Такая классификация помогает с большой вероятностью предсказать преимущественное направление смещения опухоли VII и VIII черепных нервов, а также типичные проблемы и осложнения при каждом из типов расположения. Например, в случае менингиом типа 2 (в проекции ВСП) ход VII и VIII черепных нервов наименее предсказуем, при этом в 29,2 % случаев опухоль не смещает, а вовлекает их, чего не бывает при других локализациях. Наименьший уровень послеоперационной сохранности функции VII черепного нерва (VI степени по шкале House–Brackman) встречался в группе менингиом, расположенных впереди от ВСП (76,3 %), несколько чаще – в группе опухолей, расположенных в проекции ВСП (79 %). Лучшие результаты ожидаемо получены в группе менингиом, расположенных сзади от ВСП.

Стратегия и тактика лечения опухолей ММЦ определяются не только отсутствием рецидивов заболевания в дальнейшем, но и сохранением мимики, слуха, отсутствием нарушений чувствительности и общим качеством жизни. В зависимости от размеров опухоли и исходных симптомов стратегия меняется от динамического наблюдения при интраканальных ВШ без нарушений слуха до комбинации субтотального хирургического удаления и последующего стереотаксического облучения при крупных ВШ [20–22]. Уровень безрецидивной выживаемости при обоих методах лечения сопоставим и при наблюдении более 10 лет колеблется от 89 % при хирургическом лечении [23] до 98 % при СРХ [8, 10]. В лечении менингиом операция традиционно остается методом первого выбора, но различные методы облучения (СРХ, гипофракционированная или стандартная лучевая терапия) используются в самостоятельном варианте при опухолях небольших размеров, высоком риске хирургических осложнений [24], а также в составе комбинированного лечения. СРХ зарекомендовала себя как эффективный и безопасный метод лечения менингиом grade I с уровнем 5- и 10-летней безрецидивной выживаемости 95,2 и 88,6 % соответственно [25]. Локальный контроль после СРХ сопоставим с таковым при радикальности хирургического удаления I степени по Simpson [26].

Риск ЛП в результате хирургического лечения ВШ зависит от размеров опухоли. В исследовании A.K. Chilawal и соавт. (2018) среди 29 больных с небольшими ВШ (T1–T3b по классификации Samii) доля пациентов с I–II степенью по шкале House–Brackman составила 97 %, с III степенью – 3 % [27]. L. Troude и соавт. (2019) среди 145 больных с крупными ВШ зарегистрировали 85 % с I–II степенью по шкале House–Brackman и 15 % с III степенью [28]. Отметим, что в последнем исследовании не было выявлено корреляции между развитием ЛП и ранее проведенной СРХ, в то время как с повторным хирургическим лечением риск данного осложнения статистически значимо коррелировал.

В сравнительном исследовании J. Régis и соавт. (2002) в группе из 97 больных после СРХ ВШ (Koos II–III) не было выявлено ни одного случая ЛП, а в группе из 110 пациентов, перенесших микрохирургическое вмешательство, – 37 % [29]. R.S. D’Amico и соавт. (2017) сравнили результаты хирургического лечения 51 (67,1 %) пациента и СРХ 25 (32,9 %) пациентов с менингиомами мостомозжечкового угла. В хирургической группе ЛП был выявлен у 8 (10,5 %) пациентов, в то время как после СРХ – ни у одного [30].

M.J. Link и соавт. (2019), анализируя опыт применения СРХ в лечении ВШ на протяжении 30 лет, отмечают, что на начальном этапе применения (в 1990–1993 гг.) использовались дозы по краю опухоли в среднем 18 Гр (16–20 Гр), при этом частота стойкого ЛП достигала 20,5 %, а преходящего – 11 %. Последовавшее далее (в 1994–1997 гг.) уменьшение предписанных доз до

15 Гр (12–16 Гр) привело к заметному снижению частоты стойкого и проходящего ЛП до 10,5 и 5 % соответственно. В дальнейшем (в 1998–2000 гг.), с применением предписанных (краевых) доз 13 Гр, частота этих осложнений снизилась максимально – до 0 и 1 % соответственно [31]. На протяжении первых двух десятилетий XXI столетия диапазон радиохирургических доз 11–13 Гр по краю ВШ является общепризнанным и включен в действующие рекомендации североамериканского Конгресса неврологических хирургов и Европейской ассоциации нейроонкологии [20, 22]. По мнению G. Bowden и соавт. (2019), актуальный риск развития ЛП любой степени при СРХ ВШ составляет <1 % [32]. Текущие рекомендации по радиохирургии менингиом grade I также подразумевают использование доз в диапазоне 12–15 Гр [33, 34].

Доля НВШ от числа всех внутричерепных шванном составляет около 10 %. Хирургическое вмешательство до сих пор остается методом первого выбора в их лечении. СРХ используется либо в комбинации с субтотальным удалением, либо в самостоятельном варианте при небольших опухолях [35]. Общепринятых



Рис. 3. Схематическое изображение тяжести травмы нервов по классификации S. Sunderland

Fig. 3. Grades of severity of nerve injury (according to S. Sunderland)

стандартов дозы облучения для НВШ не разработано, а в научной литературе рекомендуются дозы от 12 до 16 Гр. Особый интерес представляет опыт лечения фациальных шванном, так как операция несет высокий риск грубого повреждения VII черепного нерва как источника первичного роста опухоли и обычно откладывается либо до момента естественного развития дисфункции нерва, либо до момента существенного увеличения размеров опухоли с возникновением локальной компрессии мозга. СРХ с учетом опыта ее применения в лечении ВШ, напротив, представляется потенциально более безопасной. Имеются данные не только о сохранности функции VII нерва после облучения, но и о ее улучшении [36]. К сожалению, редкость фациальных шванном и разрозненность клинических данных пока не позволяют сделать более обоснованные выводы и дать рекомендации.

У пациентов с метастатическим поражением головного мозга развитие ЛП, как правило, является признаком лептоменингеального канцероматоза в задней черепной ямке, что рассматривается как показание к облучению всего головного мозга. Локальное метастазирование с образованием метастазов по ходу черепных нервов без признаков поражения оболочек мозжечка – казуистическая ситуация. СРХ метастатических опухолей подразумевает применение краевой дозы облучения от 15 до 24 Гр [37] в зависимости от размеров опухоли. В случае крупных метастазов рака (диаметром >2,5 см) и/или расположения метастазов вблизи функциональных структур обычно применяется гиподифракционированная радиотерапия на линейных ускорителях электронов или стажированная (позаэтапная) СРХ на аппарате «гамма-нож».

Как известно, ЛП после хирургического удаления опухоли проявляется с выходом больного из наркоза, в некоторых случаях нарастая в первые часы и дни после операции, что отражает острую травму нерва и происходящие в нем посттравматические изменения, вызванные тракцией корешка при удалении опухоли. ЛП после СРХ, в отличие от хирургической операции, практически никогда не развивается немедленно после воздействия. Описано лишь несколько отдельных случаев острого развития (в течение нескольких дней) [38], а в большинстве случаев от момента СРХ проходит несколько месяцев. Предположительно причиной дисфункции является либо лучевое повреждение вследствие превышения толерантной дозы (при несоблюдении рекомендованных доз по краю опухоли), либо компрессия VII черепного нерва в ВСП на фоне постлучевого увеличения ВШ через несколько месяцев после облучения и возникновения в стволе нерва зоны вторичных дисгемических нарушений и отека. Феномен транзитного увеличения шванном после радиохирургического лечения многократно описан в литературе, является ожидаемым и представляет собой временное увеличение размеров

опухоли после облучения продолжительностью от 18–24 мес до 3,5 года с последующим самостоятельным уменьшением до исходных размеров и дальнейшим уменьшением в большинстве случаев [39, 40].

В соответствии с общей теорией повреждения нервов, описанной Н. Seddon [41]), нарушение функции VII черепного нерва после СРХ, если оно происходит, развивается по типу нейропраксии, в крайнем случае с элементами аксонотмезиса (I–II степени по классификации S. Sunderland [42]) (рис. 3), поэтому имеет благоприятное и обратимое течение. При хирургическом лечении повреждение может протекать не только по типу нейропраксии или аксонотмезиса, но и по типу нейротмезиса (I–V степени по классификации S. Sunderland) либо в сочетании (VI степень по классификации S. Sunderland в модификации Mackinnon [43]), что существенно ухудшает прогноз относительно

восстановления, в тяжелых случаях требуется реконструктивное вмешательство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наш опыт проведения СРХ с рутинным применением краевых доз 12–13 Гр для шванном и до 15 Гр для менингиом и других опухолей, а также данные литературы свидетельствуют о высокой безопасности данного метода в отношении лицевого нерва. Это позволяет в целом ряде случаев рассматривать СРХ как обоснованную альтернативу традиционным нейрохирургическим вмешательствам.

Выбор оптимального метода лечения должен осуществляться мультидисциплинарной командой с участием нейрохирургов и радиационных онкологов с учетом всех нюансов заболевания и риска снижения качества жизни пациента.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Yasargil M.G. Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain, diagnostic studies, general operative techniques and pathological considerations of the intracranial aneurysms. Vol. 1. In: *Microneurosurgery in 4 vol.* NY: Thieme Stratton, 1984.
2. Greenberg M.S. *Handbook of neurosurgery.* 8th edn. Thieme, 2016. Pp. 670–87. DOI: 10.1055/b-006-149702.
3. Stangerup S.E., Caye-Thomasen P. Epidemiology and natural history of vestibular schwannomas. *Otolaryngol Clin North Am* 2012;45(2):257–68. DOI: 10.1016/j.otc.2011.12.008.
4. Lanser M.J., Sussman S.A., Frazer K. Epidemiology, pathogenesis, and genetics of acoustic tumors. *Otolaryngol Clin North Am* 1992;25:499–520.
5. Ojemann R.J. Management of cranial and spinal meningiomas (honored guest presentation). *Clin Neurosurg* 1993;40:321–83.
6. Schaller B., Merlo A., Gratzl O., Probst R. Pre-meatal and retromeatal cerebello-pontine angle meningioma. Two distinct clinical entities. *Acta Neurochir (Wien)* 1999;141(5):465–71. DOI: 10.1007/s007010050326.
7. Bassiouni H., Hunold A., Asgari S., Stolke D. Meningiomas of the posterior petrous bone: functional outcome after microsurgery. *J Neurosurg* 2004;100(6):1014–24. DOI: 10.3171/jns.2004.100.6.1014.
8. Lunsford L.D., Niranjan A., Flickinger J.C. et al. Radiosurgery of vestibular schwannomas: summary of experience in 829 cases. *J Neurosurg* 2005; 102 Suppl:195–9. DOI: 10.3171/sup.2005.102.s_supplement.0195.
9. Nath S.K., Trifiletti D.M., Zaorsky N.G., Rusthoven C.G. Central nervous system cancers. In: *Absolute clinical radiation oncology review.* Ed. by D.M. Trifiletti, N.G. Zaorsky. Springer, 2019. Pp. 115–7. DOI: 10.1007/978-3-319-96809-4_3.
10. Hasegawa T., Kida Y., Kato T. et al. Long-term safety and efficacy of stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas: evaluation of 440 patients more than 10 years after treatment with Gamma Knife surgery. *J Neurosurg* 2013;118(3): 557–65. DOI: 10.3171/2012.10.JNS12523.
11. Nakamura M. Facial and cochlear nerve function after surgery for cerebellopontine angle meningiomas. In: *Samii's essentials in neurosurgery.* Springer, 2008. Pp. 221–30. DOI: 10.1007/978-3-540-49250-4_22.
12. Yoshida K., Kawase T. Trigeminal neuromas extending into multiple fossae: surgical methods and review of the literature. *J Neurosurg* 1999;91(2):202–11. DOI: 10.3171/jns.1999.91.2.0202.
13. Littré C.F., Gourg G.P., Tamura M. et al. Gamma knife surgery for facial nerve schwannomas. *Prog Neurol Surg* 2008; 21:131–5. DOI: 10.1159/000156899.
14. Samii M., Babu R.P., Tatagiba M., Sepehrnia A. Surgical treatment of jugular foramen schwannomas. *J Neurosurg* 1995;82(6):924–32. DOI: 10.3171/jns.1995.82.6.0924.
15. House J.W., Brackmann D.E. Facial nerve grading system. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;93(2):146–7. DOI: 10.1177/019459988509300202.
16. Костюченко В.В., Ильялов С.Р., Сорокин В.С., Ковалевская Н.Г. Установка рамы и интроскопия. В кн.: *Нейрорадиохирургия на гамма-ноже.* Под ред. А.В. Голанова, В.В. Костюченко. М., 2018. С. 311–34 [Kostyuchenko V.V., Ilyalov S.R., Sorokin V.S., Kovalevs-kaya N.G. Frame fixation and introscopy. In: *Neuroradiosurgery with gamma knife.* Ed. by A.V. Golanov, V.V. Kostyuchenko. Moscow, 2018. Pp. 311–34. (In Russ.)].
17. Костюченко В.В. Дозиметрическое планирование РХГН. В кн.: *Нейрорадиохирургия на гамма-ноже.* Под ред. А.В. Голанова, В.В. Костюченко. М., 2018. С. 351–437 [Kostyuchenko V.V. GKRS dosimetric planning. In: *Neuroradiosurgery with gamma knife.* Ed. by A.V. Golanov, V.V. Kostyuchenko. Moscow, 2018. Pp. 351–437. (In Russ.)].
18. Koos W.T., Spetzler R.F., Böck F.W., Salah S. Microsurgery of cerebellopontine angle tumors. In: *Clinical microneurosurgery.* Ed. by W.T. Koos, F.W. Böck, R.F. Spetzler. Stuttgart: Thieme, 1976. Pp. 91–112.
19. Matthies C., Samii M. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): clinical presentation. *Neurosurgery* 1997;40(1):1–9. DOI: 10.1097/00006123-199701000-00001.
20. Germano I.M., Sheehan J., Parish J. et al. Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on the role of radiosurgery and radiation therapy in the management of patients with vestibular schwannomas. *Neurosurgery* 2018;82(2):E49–E51. DOI: 10.1093/neuros/nyx515.
21. Hadjipanayis C.G., Carlson M.L., Link M.J. et al. Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on surgical resection for the treatment of patients with vestibular schwannomas. *Neurosurgery* 2018;82(2):E40–E43. DOI: 10.1093/neuros/nyx512.
22. Goldbrunner R., Weller M., Regis J. et al. EANO guideline on the diagnosis

- and treatment of vestibular schwannoma. *Neuro Oncol* 2020;22(1):31–45. DOI: 10.1093/neuonc/noz153.
23. Sughrue M.E., Kaur R., Rutkowski M.J. et al. A critical evaluation of vestibular schwannoma surgery for patients younger than 40 years of age. *Neurosurgery* 2010;67(6):1646–54. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181f8d3d3.
 24. Goldbrunner R., Minniti G., Preusser M. et al. EANO guidelines for the diagnosis and treatment of meningiomas. *Lancet Oncol* 2016;17(9):e383–91. DOI: 10.1016/S1470–2045(16)30321–7.
 25. Santacrose A., Walier M., Régis J. et al. Long-term tumor control of benign intracranial meningiomas after radiosurgery in a series of 4565 patients. *Neurosurgery* 2012;70(1):32–9. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822d408a.
 26. Bir S.C., Patra D.P., Maiti T.K. et al. Direct comparison of gamma knife radiosurgery and microsurgery for small size meningiomas. *World Neurosurg* 2017;101:170–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.01.105.
 27. Chilawal A.K., Rothman A., Svrakic M., Dehdashti A.R. Surgical outcome in smaller symptomatic vestibular schwannomas. Is there a role for surgery? *Acta Neurochir (Wien)* 2018;160(11):2263–75. DOI: 10.1007/s00701-018-3674-x.
 28. Troude L., Boucekine M., Montava M. et al. Predictive factors of early postoperative and long-term facial nerve function after large vestibular schwannoma surgery. *World Neurosurg* 2019;127:e599–e608. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.03.218.
 29. Régis J., Pellet W., Delsanti C. et al. Functional outcome after gamma knife surgery or microsurgery for vestibular schwannomas. *J Neurosurg* 2002;97(5): 1091–100. DOI: 10.3171/jns.2002.97.5.1091.
 30. D'Amico R.S., Banu M.A., Petridis P. et al. Efficacy and outcomes of facial nerve-sparing treatment approach to cerebellopontine angle meningiomas. *J Neurosurg* 2017;127(6):1231–41. DOI: 10.3171/2016.10.JNS161982.
 31. Link M.J., Pollock B.E., Carlson M.L., Foote R.L. Gamma knife radiosurgery for treatment of sporadic vestibular schwannoma. In: *Comprehensive management of vestibular schwannoma*. Ed. by M.L. Carlson. Thieme, 2019. Pp. 91–101. DOI: 10.1055/b–0039–169170.
 32. Bowden G.N., Niranjana A., Lunsford L.D. Leksell radiosurgery for vestibular schwannomas. In: *Leksell Radiosurgery*. Ed. by A. Niranjana, L.D. Lunsford, H. Kano. Karger, 2019. Pp. 82–90. DOI: 10.1159/000493053.
 33. Atkins K.M., Bussièrè M., Shih H.A. Chapter 5. Meningioma. In: *Hypofractionated and stereotactic radiation therapy*. Ed. by O. Kaidar-Person, R. Chen. Springer International Publishing, 2018. Pp. 83–93. DOI: 10.1007/978-3-319-92802-9_5.
 34. Flannery T., Poots J. Gamma knife radiosurgery for meningioma. In: *Leksell Radiosurgery*. Ed. by A. Niranjana, L.D. Lunsford, H. Kano. Karger, 2019. Pp. 91–9. DOI: 10.1159/000493054.
 35. Tonn J.C., Muacevic A., Goldbrunner R. Chapter 14. Tumors of the cranial nerves. In: *Oncology of CNS tumors*. Ed. by J.C. Tonn, D.A. Reardon, J.T. Rutka, M. Westphal. Springer, 2019. Pp. 301–20. DOI: 10.1007/3-540-31260-9_14.
 36. Peker S. Non-vestibular schwannoma radiosurgery. In: *Leksell Radiosurgery*. Ed. by A. Niranjana, L.D. Lunsford, H. Kano. Karger, 2019. Pp. 159–65. DOI: 10.1159/000493060.
 37. Голанов А.В., Бекашев А.Х., Банов С.М. и др. Метастатическое поражение головного мозга. Клинические рекомендации. Ассоциация нейрохирургов России; Ассоциация онкологов России; Российское общество клинической онкологии. 2018. [Golanov A.V., Bekyashev A.Kh., Banov S.M. et al. Metastatic brain disease. Clinical recommendations. Association of Neurosurgeons of Russia; Association of Oncologists of Russia; Russian Society of Clinical Oncology. 2018. (In Russ.)].
 38. Pollack A.G., Marymont M.H., Kalapurakal J.A. et al. Acute neurological complications following gamma knife surgery for vestibular schwannoma. Case report. *J Neurosurg* 2005;103(3):546–51. DOI: 10.3171/jns.2005.103.3.0546.
 39. Delsanti C., Roche P.-H., Thomassin J.-M., Régis J. Morphological changes of vestibular schwannomas after radiosurgical treatment: pitfalls and diagnosis of failure. *Prog Neurol Surg* 2008;21:93–7. DOI: 10.1159/000156712.
 40. Breshears J.D., Chang J., Molinaro A.M. et al. Temporal dynamics of pseudoprogression after Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannomas — a retrospective volumetric study. *Neurosurgery* 2019;84(1): 123–1x31. DOI: 10.1093/neuros/nyy019.
 41. Seddon H. Three types of nerve injury. *Brain* 1943;66:237–88.
 42. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain* 1951;74(4):491–516. DOI: 10.1093/brain/74.4.491.
 43. Mackinnon S.E., Dellon A.L., Hudson A.R. et al. Alteration of neuroma formation by manipulation of its microenvironment. *Plast Reconstr Surg* 1985;76(3):345–53. DOI: 10.1097/00006534-198509000-00001.

Вклад авторов

С.Р. Ильялов: руководство научным коллективом, написание статьи;
К.М. Квашнин, К.Е. Медведева, А.М. Паршунина: лечение пациентов, сбор контрольных данных;
А.А. Баулин, О.Г. Лепилина: обработка статистических данных
Н.А. Сыгай: сбор контрольных данных.

Authors' contributions

S.R. Ilyalov: research leadership, article writing;
K.M. Kvashnin, K.E. Medvedeva, A.M. Parshunina: treatment of patients, obtaining data for analysis;
A.A. Baulin, O.G. Lepilina: statistical analysis;
N.A. Sygay: obtaining data for analysis.

ORCID авторов / ORCID of authors

С.Р. Ильялов / S.R. Ilyalov: <https://orcid.org/0000-0002-1572-5798>
К.Е. Медведева / K.E. Medvedeva: <https://orcid.org/0000-0001-6844-3076>
А.А. Баулин / A.A. Baulin: <https://orcid.org/0000-0002-8112-8043>
О.Г. Лепилина / O.G. Lepilina: <https://orcid.org/0000-0002-1868-6894>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Оригинальная работа

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.
Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study and for the publication of their data.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics

All patients gave written informed consent to participate in the study.