

<https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-21-27>



Особенности хирургического лечения синдрома эпидуральной компрессии у пациентов со злокачественными опухолями позвонков

О.И. Кит¹, Д.Е. Закондырин^{2*}, Э.Е. Росторгуев¹, С.В. Юндин²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии, Россия, Ростов-на-Дону

² Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Россия, Москва

* **Контакты:** Закондырин Дмитрий Евгеньевич, e-mail russiantdoctor@mail.ru

Кит Олег Иванович — д.м.н., профессор, чл.-корр. РАН, orcid.org/0000-0003-3061-6108

Закондырин Дмитрий Евгеньевич — к.м.н., нейрохирургическое отделение, orcid.org/0000-0002-0925-415X

Росторгуев Эдуард Евгеньевич — д.м.н., отделение нейроонкологии, orcid.org/0000-0003-2937-0470

Юндин Сергей Викторович — к.м.н., нейрохирургическое отделение, orcid.org/0000-0001-6382-5622

Аннотация

Введение. Синдром эпидуральной компрессии спинного мозга (ESCC) — это наиболее частое осложнение с неврологическими проявлениями при метастатических опухолях позвонков.

Материалы и методы. В исследование включены 87 пациентов со злокачественными опухолями позвонков из числа оперированных в период с 01.01.2014 по 30.09.2021 г. Всем пациентам выполнено паллиативное хирургическое лечение, представленное одним из трех типов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств: стандартное из заднего доступа (СДСВ, 55 больных), минимально-инвазивное из заднего доступа (МДСВ, 22 больных), из переднего доступа (ПДСВ, 10 больных).

Результаты. По объему продолжительности оперативного вмешательства, продолжительности госпитализации, частоте и видам послеоперационных осложнений группы пациентов статистически значимо не отличались. Выявлено достоверное отличие группы пациентов после ПРСВ от двух других по объему интраоперационной кровопотери. При сравнении показателей по шкалам Френкеля и Карновского до и после операции в каждой из групп отмечалось статистически значимое улучшение функционального статуса по шкале Карновского ($p < 0,05$) при отсутствии статистически значимого изменения неврологического статуса по шкале Френкеля ($p > 0,05$). Анализ кривых Каплана — Майера показал отсутствие значимых отличий в выживаемости больных при различных методах хирургического лечения.

Обсуждение. Анализ результатов исследования показывает, что оптимальными следует считать вмешательства из заднего доступа. В данном исследовании отмечено отсутствие статистически значимых различий в динамике неврологического и функционального статуса в послеоперационном периоде у больных обеих групп, что позволяет рекомендовать МДСВ всем пациентам с минимальной степенью эпидуральной компрессии.

Заключение. Задний подход с циторедуктивным удалением опухолевой ткани при переднем сдавлении спинного мозга обладает преимуществами перед передней хирургией. Оперативные вмешательства из заднего доступа с минимальной декомпрессией позвоночного канала рекомендуется всем пациентам с 1-й степенью эпидуральной опухолевой компрессии.

Ключевые слова. эпидуральная опухолевая компрессия, сдавление спинного мозга, опухоли позвонков, новообразований метастазы, ламинэктомия, хирургическая декомпрессия, минимально-инвазивная декомпрессия

Для цитирования: Кит О.И., Закондырин Д.Е., Росторгуев Э.Е., Юндин С.В. Особенности хирургического лечения синдрома эпидуральной компрессии у пациентов со злокачественными опухолями позвонков. Креативная хирургия и онкология. 2022;12(1):21–27. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-21-27>

Specifics of Epidural Compression Syndrome Surgery in Patients with Spinal Malignancy

Oleg I. Kit — Dr. Sci. (Med.), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, orcid.org/0000-0003-3061-6108

Dmitry E. Zakondyryn — Cand. Sci. (Med.), Department of Neurosurgery, orcid.org/0000-0002-0925-415X

Eduard E. Rostorguev — Dr. Sci. (Med.), Department of Neuro-Oncology, orcid.org/0000-0003-2937-0470

Sergey V. Yundin — Cand. Sci. (Med.), Department of Neurosurgery, orcid.org/0000-0001-6382-5622

Oleg I. Kit¹, Dmitry E. Zakondyryn^{2}, Eduard E. Rostorguev¹, Sergey V. Yundin²*

¹National Medical Research Centre for Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation

²A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

***Correspondence to:** Dmitry E. Zakondyryn, e-mail russiandoctor@mail.ru

Abstract

Background. Epidural spinal cord compression (ESCC) is the most common neurological complication in metastatic spinal tumours.

Materials and methods. The study included 87 spinal malignancy patients operated within 01.01.2014–30.09.2021. All patients had a type of palliative decompressive and stabilising surgery: standard posterior access (SPA, 55 patients), minimally invasive posterior access (MPA, 22 patients) or anterior access (AA, 10 patients).

Results. The patient cohorts did not differ significantly by the duration of surgery, length of hospital stay, rates and types of postoperative complications. The AA cohort revealed a statistical difference by intraoperative blood loss. A Karnofsky performance status was statistically improved post- vs. pre-surgery ($p < 0.05$) at no significant change of Frankel neurological function status ($p > 0.05$). A Kaplan — Meier curve analysis showed no significant survival rate variation among the surgical techniques.

Discussion. Our results suggest that posterior access interventions should be considered optimal. We report no statistical difference in the postoperative neurological and performance status dynamics between both cohorts, which encourages the MPA use in all patients with minimal epidural compression.

Conclusion. Posterior access with cytoreductive tumour removal in anterior spinal cord compression is advantageous over anterior surgery. A posterior access surgery with minimal spinal canal decompression is recommended in all patients with grade 1 tumoural epidural compression.

Keywords: tumoural epidural compression, spinal cord compression, spinal tumours, neoplastic metastasis, laminectomy, surgical decompression, minimally invasive decompression

For citation: Kit O.I., Zakondyryn D.E., Rostorguev E.E., Yundin S.V. Specifics of epidural compression syndrome surgery in patients with spinal malignancy. *Creative Surgery and Oncology*. 2022;12(1):21–27. <https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-1-21-27>

Введение

Синдром эпидуральной компрессии спинного мозга (epidural spinal cord compression или ESCC) — это наиболее частое осложнение с неврологическими проявлениями при метастатических опухолях позвонков [1]. М. Н. Bilsky и соавт. [2] разработали и внедрили в клиническую практику шкалу эпидуральной компрессии, имеющую 5 градаций: стадия 0 — поражение только кости, стадия 1a — распространение в эпидуральное пространство без деформации дурального мешка, стадия 1b — деформация дурального мешка без признаков воздействия на спинной мозг, стадия 1c — деформация дурального мешка с признаками воздействия на спинной мозг, стадия 2 — компрессия спинного мозга с сохранением резервных ликворных пространств, стадия 3 — компрессия спинного мозга без сохранения ликворных пространств.

А. Younsi и соавт. [3] проанализировали результаты лечения 101 пациента с симптомной метастатической эпидуральной компрессией и пришли к выводу о пользе декомпрессивной ламинэктомии как экстренного мероприятия в лечении данной категории пациентов. R. A. Patchell и соавт. [4] показали в ходе многоцентрового рандомизированного исследования преимущества комбинации циркулярной хирургической декомпрессии и последующей лучевой терапии над лучевой терапией как единственным методом лечения у больных с метастатической эпидуральной компрессией спинного мозга. А. Al-Omair и соавт. [5] сообщали о достоверно лучших показателях локального контроля опухоли после хирургического лечения и стереотаксической лучевой терапии в группе пациентов с низкими степенями эпидуральной компрессии после операции по сравнению с больными, у которых в послеоперационном периоде сохранялась высокая степень эпидуральной компрессии. Таким образом, полная хирургическая декомпрессия мешка твердой мозговой оболочки и последующая лучевая терапия являются оптимальным терапевтическим сочетанием при выраженной эпидуральной компрессии спинного мозга.

Н. Uei и соавт. [6] не выявили наличия корреляции между степенью эпидуральной компрессии и выраженностью двигательных расстройств. Авторы пришли к выводу, что при выраженной компрессии (2–3-я степень) лишь повышается риск быстрого прогрессирования парезов. М. Maseda и соавт. [7] подчеркивают отсутствие статистически значимой разницы в риске прогрессирования пареза в группах больных, которым выполнялись декомпрессивно-стабилизирующие и стабилизирующие (без декомпрессии) вмешательства и даже лучевая терапия без операции. Некоторые авторы сообщают о преимуществах стабилизации без декомпрессии над декомпрессивно-стабилизирующим вмешательством у больных с метастатическим поражением позвонков даже со 2–3-й степенью эпидуральной компрессии без неврологического дефицита [8, 9]. Полученные данные свидетельствуют о возможной избыточности классической ламинэктомии как объема декомпрессивного вмешательства.

В современной литературе отчетливо прослеживается тенденция отказа от радикальных вмешательств в пользу так называемой *separative surgery* (операции по локальному отделению спинного мозга от опухоли с последующей стереотаксической лучевой терапией) [10, 11, 12]. Большинство авторов приходят к выводу о статистически достоверно меньшей интраоперационной кровопотере и длительности госпитализации (послеоперационного койко-дня) у больных, оперированных с использованием малоинвазивных технологий, при отсутствии статистически значимых различий по продолжительности операции и ближайшим результатам лечения по сравнению с группой пациентов, которым выполнено стандартное декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство. Очевидным недостатком всех проведенных исследований является отсутствие сравнения групп оперированных больных по степени выраженности эпидуральной компрессии в дооперационном периоде.

Таким образом, в доступной литературе отсутствует единая точка зрения на показания для выбора объема декомпрессии позвоночного канала и объема резекции метастатической опухоли у пациентов с синдромом эпидуральной компрессии различной степени.

Целью исследования была оценка эффективности различных вариантов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с метастатической эпидуральной компрессией спинного мозга различной степени выраженности.

Материалы и методы

В исследование включены 87 больных со злокачественными опухолями позвонков из числа оперированных в период с 01.01.2014 по 30.09.2021 г. в отделении нейроонкологии Национального медицинского исследовательского центра онкологии и отделении нейрохирургии Клинического медицинского центра Московского государственного медико-стоматологического университета им. А. И. Евдокимова. Критериями включения в исследование были: локализация опухоли в теле позвонка с передней и переднебоковой компрессией невральных структур позвоночного канала, отсутствие данных за первичный характер новообразования. Из исследования исключены больные, которым выполнялись только перкутанные вмешательства; пациенты, не имевшие данных за опухолевую компрессию невральных структур позвоночного канала; а также больные с первичными доброкачественными и злокачественными опухолями позвонков. Всем пациентам при поступлении выполняли компьютерную томографию органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза, а также магнитно-резонансную томографию пораженного отдела позвоночного столба, по показаниям и больным пожилого и старческого возраста — эхокардиографию, ультразвуковое исследование вен нижних конечностей и проводили консультации профильных специалистов (кардиолога, сосудистого хирурга и т.д.).

Средний возраст больных составил $57,0 \pm 1,1$ года, минимальный — 26 лет, максимальный — 80 лет. В шейном отделе позвоночника опухоль располагалась у 4 (6 %),

Признак	Группа СДСВ, n = 55	Группа МДСВ, n = 22	Группа ПРСВ, n = 10	P
Возраст, лет Me [Q1; Q3]	58 [51; 64]	58,5 [51; 64]	59,5 [52; 61]	>0,05
Пол				>0,05
Мужской	27 (49 %)	7 (32 %)	2 (20 %)	
женский	28 (51 %)	15 (68 %)	8 (80 %)	
Уровень поражения				
Шейный	2 (4 %)	0	2 (20 %)	<0,05*
Грудной	21 (38 %)	9 (41 %)	7 (70 %)	
Поясничный	31 (56 %)	12 (54,5 %)	1 (10 %)	
Крестцовый	1 (2 %)	1 (4,5 %)	0	
Степень эпидуральной компрессии				<0,05*
0 (компрессия корешка)	2 (4 %)	1 (4,5 %)	1 (10 %)	
1	16 (29 %)	16 (73 %)	6 (60 %)	
2	18 (33 %)	3 (13,5 %)	2 (20 %)	
3	19 (34 %)	2 (9 %)	1 (10 %)	
Нестабильность по SINS, баллы Me [Q1; Q3]	7,8 [6; 10]	7,3 [5; 9]	7,9 [6; 10]	>0,05
Неврологический статус по шкале Френкеля				<0,05*
E	25 (45 %)	16 (73 %)	5 (50 %)	
D	14 (26 %)	2 (9 %)	2 (20 %)	
C	9 (16 %)	4 (18 %)	3 (30 %)	
A + B	7 (13 %)	0	0	
Функциональный статус по шкале Карновского, баллы Me [Q1; Q3]	62,0 [50; 70]	65,9 [60; 70]	61,0 [50; 70]	>0,05

Примечание: * — выявлены статистически значимые различия между группами.
Note: * — statistically significant inter-cohort differences.

Таблица 1. Демографические и клинические характеристики групп пациентов
Table 1. Demographic and clinical cohort profiles

в грудном — у 37 (42 %), в поясничном — у 44 (49 %), в области крестца — у 2 (3 %) пациентов.

Для оценки неврологического статуса и состояния пациентов использовали шкалы Френкеля и Карновского. Клиническая картина заболевания у пациентов была представлена двигательными нарушениями у 41 (47 %) больных. Среди них к группе D по Френкелю отнесены 18 (44 %) больных, к группе C — 16 (39 %), к группам A и B — 7 (17 %).

Для оценки нестабильности в пораженном позвоночно-двигательном сегменте пользовались шкалой SINS, средний балл среди всех пациентов по данной шкале составил $7,6 \pm 0,3$.

Всем пациентам выполнено паллиативное хирургическое лечение, представленное одним из трех типов вмешательств: стандартным декомпрессивно-стабилизирующим вмешательством из заднего доступа, малоинвазивным декомпрессивно-стабилизирующим вмешательством из заднего доступа или резекционно-стабилизирующим вмешательством из переднего доступа. Выбор метода лечения во всех случаях оставался за хирургом.

Стандартное декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство (СДСВ) включало двустороннюю транспедикулярную фиксацию позвоночника на 2 уровня выше и 2 уровня ниже пораженного позвонка и декомпрессию в объеме ламинэктомии с циторедуктивным удалением опухоли (рис. 1а).

Малоинвазивное декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство (МДСВ) включало двустороннюю транспедикулярную фиксацию позвоночника на один уровень выше и один уровень ниже пораженного позвонка (в отдельных случаях при выраженной нестабильности применялась фиксация на 2 уровня выше и 2 уровня ниже пораженного позвонка) и декомпрессию в объеме либо односторонней интерламинэктомии, либо гемиламинэктомии с циторедуктивным удалением опухоли (рис. 1б).

Резекционно-стабилизирующее вмешательство из переднего доступа (ПРСВ) включало внутривнутриопухолевую резекцию новообразования из переднего доступа с последующим межтеловым спондилодезом (у нескольких пациентов предварительно проводилась транспедикулярная фиксация из заднего доступа) (рис. 1в).

Все необходимые данные пациентов фиксировались в электронной базе Microsoft Excel, после чего проводили анализ данных в программе Statistica 7.0. Для каждой

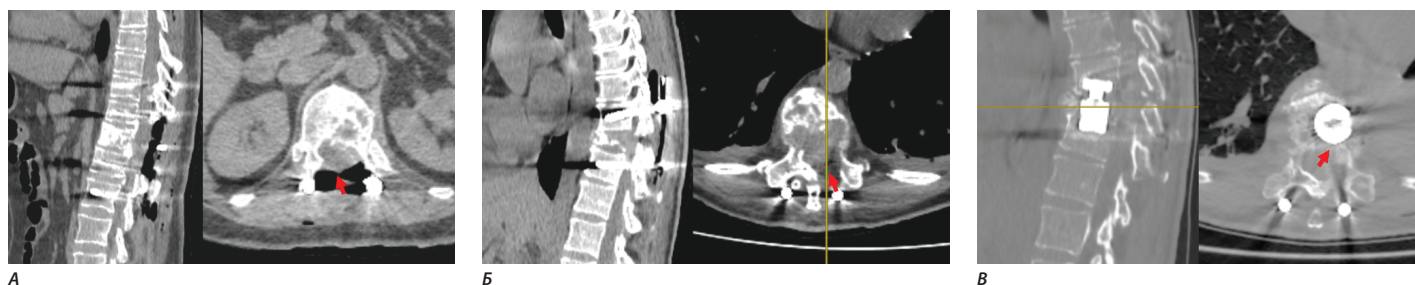


Рисунок 1. Данные компьютерной томографии пациентов после выполнения различных видов декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств (красной стрелкой обозначена зона декомпрессии): А — после СДСВ, Б — после МДСВ, В — после ПРСВ
Figure 1. Computed tomography after decompression and stabilisation surgeries (red arrow marks decompression zone): А — post-SPA, Б — post-MPA, В — post-AA.

группы показателей определяли тип распределения данных (построение гистограмм по критерию согласия Колмогорова — Смирнова). Если применение критерия показывало нормальное распределение данных, для описания использовалось среднее, ошибка среднего ($M \pm m$). При отличии распределения от нормального закона для описания использовались значения медианы, 1-го и 3-го квартилей ($Me [Q1; Q3]$), а при дальнейшем сравнении групп — методы непараметрической статистики. При сравнении двух независимых групп использовался критерий Манна — Уитни, трех независимых групп — медианный тест и метод Краскела — Уоллиса, при сравнении связанных переменных — тест Уилкоксона. Общую выживаемость оценивали методом Каплана — Майера. Пороговый уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты

В группу пациентов, которым было выполнено СДСВ, вошли 55 человек, в группу больных, которым было выполнено МДСВ, — 22, а в группу пациентов после ПРСВ — 10. Проведено сопоставление групп по таким признакам, как: пол, возраст, уровень и степень компрессии спинного мозга, степень нестабильности по шкале SINS, выраженность неврологических расстройств по шкале Френкеля, функциональный статус по шкале Карновского (данные приведены в таблице 1). По большинству признаков все три группы при множественном сравнении были однородны, кроме уровня поражения и степени эпидуральной компрессии, а также выраженности неврологического дефицита. В парном тесте Манна — Уитни выявлено достоверное отличие группы пациентов после СДСВ от двух других по тяжести неврологического дефицита и выраженности эпидуральной компрессии спинного мозга. Также выявлено достоверное отличие группы больных после ПРСВ от двух других по уровню поражения позвоночного столба.

Периоперационные характеристики групп пациентов представлены в таблице 2. По объему продолжительности оперативного вмешательства, числу проведенных в стационаре койко-дней, частоте и видам послеоперационных осложнений группы пациентов статистически значимо не отличались. В парном тесте Манна — Уитни выявлено достоверное отличие группы пациентов после ПРСВ от двух других по объему интраоперационной кровопотери.

Сравнение групп пациентов по ближайшим исходам хирургического лечения представлено в таблице 3. Выявлено достоверное отличие между группами по неврологическому статусу в послеоперационном периоде. В парном тесте Манна — Уитни выявлено достоверное отличие группы пациентов после СДСВ от двух других в виде преобладания больных с более выраженным неврологическим дефицитом (как и в дооперационном периоде).

При сравнении показателей по шкалам Френкеля и Карновского до и после операции в каждой из групп с использованием критерия Уилкоксона отмечалось

Признак	Группа СДСВ, n = 55	Группа МДСВ, n = 22	Группа ПРСВ, n = 10	P
Продолжительность операции, мин <i>Me [Q1; Q3]</i>	278 [210; 350]	278 [205; 360]	257 [240; 280]	>0,05
Интраоперационная кровопотеря, мл <i>Me [Q1; Q3]</i>	600 [300; 900]	550 [400; 1000]	900 [800; 2000]	<0,05*
Продолжительность госпитализации, сут. <i>Me [Q1; Q3]</i>	20 [15; 21]	21 [15; 26]	18 [13; 22]	>0,05
Периоперационные осложнения	12 (22 %)	2 (9 %)	4 (40 %)	
мальпозиция педикулярных винтов / межтелового импланта	3 (5 %)	1 (4,5 %)	2 (20 %)	
повреждение твердой мозговой оболочки	3 (5 %)	0	0	>0,05
нарастание неврологического дефицита	4 (8 %)	1 (4,5 %)	0	
раневые осложнения	2 (4 %)	0	2 (20 %)	
эмболические осложнения	0	0	0	

Примечание: * — выявлены статистически значимые различия между группами.
Note: * — statistically significant inter-cohort differences.

Таблица 2. Периоперационные характеристики групп больных
Table 2. Perioperative cohort values

Признак	Группа СДСВ, n = 55	Группа МДСВ, n = 22	Группа ПРСВ, n = 10	P
Неврологический статус по шкале Френкеля после операции				
E	28 (51%)	18 (82 %)	5 (50 %)	<0,05*
D	12 (22%)	2 (9 %)	2 (20 %)	
C	8 (14%)	2 (9 %)	3 (30 %)	
A + B	7 (13 %)	0	0	
Функциональный статус по шкале Карновского после операции, баллы ($M \pm m$)	70 [60; 80]	80 [70; 80]	65 [50; 70]	>0,05
Динамика неврологического статуса по шкале Френкеля				
Улучшение	9 (16 %)	3 (14 %)	0	>0,05
Ухудшение	4 (7 %)	0	0	
Без динамики	42 (74 %)	19 (86 %)	10 (100 %)	
Динамика функционального статуса по шкале Карновского				
Улучшение	27 (49 %)	15 (68 %)	2 (20 %)	>0,05
Ухудшение	4 (7 %)	1 (5 %)	0	
Без динамики	24 (44 %)	6 (27 %)	8 (80 %)	

Примечание: * — выявлены статистически значимые различия между группами.
Note: * — statistically significant inter-cohort differences.

Таблица 3. Ближайшие исходы хирургического лечения
Table 3. Immediate surgical outcomes

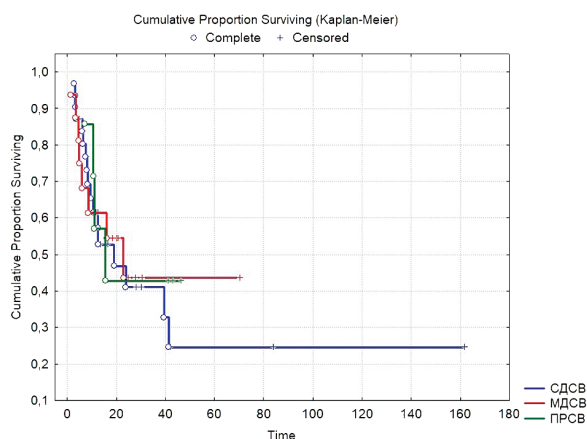


Рисунок 2. Кривые общей выживаемости больных в различных группах хирургического лечения (время наблюдения за больными указано в месяцах)

Figure 2. Overall survival curves in surgery cohorts (follow-up time indicated in months).

статистически значимое улучшение функционального статуса по шкале Карновского ($p < 0,05$) при отсутствии статистически значимого изменения неврологического статуса по шкале Френкеля ($p > 0,05$).

Среди 87 больных катамнез на момент написания статьи прослежен у 56 (64 %) пациентов в период от 20,8 до 162 месяцев. Все больные проходили комбинированное или комплексное лечение. По продолжительности наблюдения за пациентами и медиане общей выживаемости все три группы при множественном сравнении были однородны ($p > 0,05$). Выполнено также построение кривых общей выживаемости по методу Каплана — Майера, представленных на рисунке 2. Анализ кривых показывает отсутствие значимых отличий в выживаемости больных при различных методах хирургического лечения.

Обсуждение

Анализ результатов исследования показывает, что использование более радикальных вмешательств из переднего доступа не оказывает влияния на ближайшие исходы хирургического лечения и выживаемость больных, но сопровождается большей интраоперационной кровопотерей. Поэтому оптимальными следует считать декомпрессивно-стабилизирующие операции из заднего доступа с циторедуктивным удалением опухоли и последующим адъювантным лечением.

Использование малоинвазивных декомпрессивно-стабилизирующих задних вмешательств вместо стандартных существенно не влияет на продолжительность операции, что согласуется с данными литературы. Вопреки результатам некоторых авторов, в данном исследовании не отмечено уменьшения интраоперационной кровопотери и продолжительности госпитализации несмотря на ожидаемую меньшую травматичность малоинвазивных вмешательств по сравнению со стандартными. Меньшая травматичность малоинвазивного вмешательства косвенно подтверждается меньшей частотой периоперационных осложнений в группе больных после МДСВ.

Анализ демографических и клинических характеристик групп больных после МДСВ и СДСВ показал, что при определении объема вмешательства при выраженной эпидуральной компрессии и неврологическом дефиците хирурги отдавали предпочтение СДСВ. Данный факт не позволяет судить об эффективности использования малоинвазивной декомпрессии позвоночного канала при 2–3-й степенях эпидуральной компрессии невралных структур. Однако отсутствие статистически значимых различий в динамике неврологического и функционального статуса в послеоперационном периоде у больных обеих групп позволяет рекомендовать МДСВ всем пациентам с 1-й степенью эпидуральной компрессии.

Заключение

Задний подход с циторедуктивным удалением опухолевой ткани при переднем сдавлении спинного мозга обладает преимуществами перед передней хирургией с внутриопухолевой резекцией новообразования при сопоставимых ранних результатах хирургического лечения и выживаемости больных после проведения адъювантной терапии. Декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства из заднего доступа с минимальной декомпрессией позвоночного канала позволяют достигнуть схожих с ламинэктомией результатов в раннем послеоперационном периоде у больных с 1-й степенью метастатической эпидуральной компрессией невралных структур.

Информация о конфликте интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Информация о спонсорстве. Данная работа не финансировалась.

Список литературы

- 1 Кит О.И., Балязин-Парфенов И.В., Балязина Е.В., Балязин В.А., Франциянц Е.М., Росторгуев Э.Е., и др. Опухоли, проникающие в полость черепа и позвоночный канал. В кн.: Цитологическая, морфологическая и иммуногистохимическая диагностика опухолей центральной нервной системы. Новочеркасск: Лик; 2015. 156 с.
- 2 Bilsky M.H., Laufer I., Fournier D.R., Groff M., Schmidt M.H., Varga P.P., et al. Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale. J Neurosurg Spine. 2010;13(3):324-8. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09459.
- 3 Younsi A., Riemann L., Scherer M., Unterberg A., Zweckberger K. Impact of decompressive laminectomy on the functional outcome of patients with metastatic spinal cord compression and neurological impairment. Clin Exp Metastasis. 2020;37(2):377-390. DOI: 10.1007/s10585-019-10016-z.
- 4 Patchell R.A., Tibbs P.A., Regine W.F., Payne R., Saris S., Kryscio R.J., et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. Lancet. 2005;366(9486):43-48. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66954-1.
- 5 Al-Omair A., Masucci L., Masson-Cote L., Campbell M., Atenafu E.G., Parent A., et al. Surgical resection of epidural disease improves local control following postoperative spine stereotactic body radiotherapy. Neuro Oncol. 2013;15(10):1413-9. DOI: 10.1093/neuonc/not101.
- 6 Uei H., Tokuhashi Y., Maseda M. Analysis of the relationship between the epidural spinal cord compression (ESCC) scale and paralysis caused by metastatic spine tumors. Spine (Phila Pa 1976). 2018;43(8):E448-E455. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002378.
- 7 Maseda M., Uei H., Nakahashi M., Sawada H., Tokuhashi Y. Neurological outcome of treatment for patients with impending paralysis due to epidural spinal cord compression by metastatic spinal tumor. J Orthop Surg Res. 2019;14(1):291. DOI:10.1186/s13018-019-1348-x.

- 8 Uei H., Tokuhashi Y., Maseda M., Nakahashi M., Sawada H., Nakayama E., et al. Comparison between minimally invasive spine stabilization with and without posterior decompression for the management of spinal metastases: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):87. DOI: 10.1186/s13018-018-0777-2.
- 9 Jung J.M., Chung C.K., Kim C.H., Yang S.H. Minimally invasive surgery without decompression for hepatocellular carcinoma spinal metastasis with epidural spinal cord compression grade 2. *J Korean Neurosurg Soc.* 2019;62(4):467-475. DOI: 10.3340/jkns.2018.0199.
- 10 Conti A., Acker G., Kluge A., Loebel F., Kreimeier A., Budach V., et al. Decision making in patients with metastatic spine. The role of minimally invasive treatment modalities. *Front Oncol.* 2019;9:915. DOI: 10.3389/fonc.2019.00915.
- 11 Кит О.И., Вошедский В.И., Сакун П.Г., Гусарева М.А., Власов С.Г., Мусейко К.Н., и др. Опыт применения радиохирургического комплекса Novalis TX в практике ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России. Южно-российский онкологический журнал. 2020;1(4):32-37. DOI:10.37748/2687-0533-2020-1-4-4.
- 12 Barzilai O., Robin A.M., O'Toole J.E., Laufer I. Minimally invasive surgery strategies: changing the treatment of spine tumors. *Neurosurg Clin N Am.* 2020;31(2):201-209. DOI: 10.1016/j.nec.2019.11.003.
- 4 Patchell, R.A., Tibbs P.A., Regine W.F., Payne R., Saris S., Kryscio R.J., et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. *Lancet.* 2005;366(9486):43-48. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66954-1.
- 5 Al-Omair A., Masucci L., Masson-Cote L., Campbell M., Atenafu E.G., Parent A., et al. Surgical resection of epidural disease improves local control following postoperative spine stereotactic body radiotherapy. *Neuro Oncol.* 2013;15(10):1413-9. DOI: 10.1093/neuonc/not101.
- 6 Uei H., Tokuhashi Y., Maseda M. Analysis of the relationship between the epidural spinal cord compression (ESCC) scale and paralysis caused by metastatic spine tumors. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018;43(8):E448-E455. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002378.
- 7 Maseda M., Uei H., Nakahashi M., Sawada H., Tokuhashi Y. Neurological outcome of treatment for patients with impending paralysis due to epidural spinal cord compression by metastatic spinal tumor. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):291. DOI:10.1186/s13018-019-1348-x.
- 8 Uei H., Tokuhashi Y., Maseda M., Nakahashi M., Sawada H., Nakayama E., et al. Comparison between minimally invasive spine stabilization with and without posterior decompression for the management of spinal metastases: a retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2018;13(1):87. DOI: 10.1186/s13018-018-0777-2.
- 9 Jung J.M., Chung C.K., Kim C.H., Yang S.H. Minimally invasive surgery without decompression for hepatocellular carcinoma spinal metastasis with epidural spinal cord compression grade 2. *J Korean Neurosurg Soc.* 2019;62(4):467-475. DOI: 10.3340/jkns.2018.0199.
- 10 Conti A., Acker G., Kluge A., Loebel F., Kreimeier A., Budach V., et al. Decision making in patients with metastatic spine. The role of minimally invasive treatment modalities. *Front Oncol.* 2019;9:915. DOI: 10.3389/fonc.2019.00915.
- 11 Кит О.И., Voshedskii V.I., Sakun P.G., Gusareva M.A., Vlasov S.G., Museiko K.N., et al. Novalis Tx radiosurgical platform experience in National Medical Research Centre for Oncology of the Ministry of Health of Russian. *South Russian Journal of Cancer.* 2020;1(4):32-37. (In Russ.) DOI:10.37748/2687-0533-2020-1-4-4.
- 12 Barzilai O., Robin A.M., O'Toole J.E., Laufer I. Minimally invasive surgery strategies: changing the treatment of spine tumors. *Neurosurg Clin N Am.* 2020;31(2):201-209. DOI: 10.1016/j.nec.2019.11.003.

References

- 1 Кит О.И., Balyazin-Parfenov I.V., Balyazina E.V., Balyazin V.A., Franzants E.M., Rostorguev E.E., et al. Tumors penetrating into the cranial cavity and spinal canal. In: *Cytological, morphological and immunohistochemical diagnostics of tumors of the central nervous system.* Novocherkassk: Lik; 2015. 156 p. (In Russ.).
- 2 Bilsky M.H., Laufer I., Fourney D.R., Groff M., Schmidt M.H., Varga P.P., et al. Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale. *J Neurosurg Spine.* 2010;13(3):324-8. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09459.
- 3 Younsi A., Riemann L., Scherer M., Unterberg A., Zweckberger K. Impact of decompressive laminectomy on the functional outcome of patients with metastatic spinal cord compression and neurological impairment. *Clin Exp Metastasis.* 2020;37(2):377-390. DOI: 10.1007/s10585-019-10016-z.