



DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_18

РАННИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ МЕТАСТАТИЧЕСКИХ ОПУХОЛЕЙ ПОЗВОНКОВ С СИНДРОМОМ ЭПИДУРАЛЬНОЙ КОМПРЕССИИ

Д. Е. Закондырин, Э. Е. Росторгуев, С. Э. Кавицкий, О. В. Пандова, О. И. Кит

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону, 14-я линия, 63

РЕЗЮМЕ.

Целью исследования была оценка эффективности декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у больных с метастатической эпидуральной компрессией спинного мозга в раннем послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. В исследование включено 70 пациентов с метастатическими опухолями позвонков, из числа оперированных в период с 01.01.2014 по 31.08.2021 гг. Больным выполнено хирургическое лечение в объеме декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлено наличие достоверной положительной динамики функционального состояния в группе больных при отсутствии статистически значимой динамики неврологического статуса в течение 30 дней после хирургической декомпрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства в лечении метастатической опухолевой компрессии нервных структур в раннем послеоперационном периоде показывают эффективность в отношении восстановления функционального статуса пациентов, но позволяют получить регресс неврологических расстройств лишь у статистически незначимого числа больных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: опухоли позвонков, эпидуральная компрессия, малоинвазивная хирургия

Для цитирования: Закондырин Д. Е., Росторгуев Э. Е., Кавицкий С. Э., Кит О. И. Ранние результаты декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в хирургическом лечении метастатических опухолей позвонков с синдромом эпидуральной компрессии. 2023;15(1):18–23. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_18

EARLY RESULTS OF DECOMPRESSION AND STABILIZATION INTERVENTIONS IN THE SURGICAL TREATMENT OF METASTATIC VERTEBRAL TUMORS WITH EPIDURAL COMPRESSION SYNDROME

D. E. Zakondyrin, E. E. Rostorguev, S. E. Kavitskiy, O. V. Pandova, O. I. Kit

National Medical Research Centre for Oncology

SUMMARY.

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of various options for decompression and stabilization interventions in patients with metastatic epidural compression of the spinal cord in the early postoperative period.

MATERIALS AND METHODS. The study included 70 patients with metastatic vertebral tumors, operated on from 01.01.2014 to 31.08.2021. Patients underwent surgical treatment in the amount of decompression and stabilization intervention.

RESULTS. The presence of significant positive dynamics of the functional state in the group of patients was revealed in the absence of statistically significant dynamics of the neurological status during the 30 days after surgical decompression.

CONCLUSION. Decompression and stabilization interventions in the treatment of metastatic tumor compression of neural structures in the early postoperative period show effectiveness in restoring the functional status of patients, but allow regression of neurological disorders only in a statistically insignificant number of patients.

KEY WORDS: vertebral tumors, epidural compression, minimally invasive surgery.

For citation: Zakondyrin D. E., Rostorguev E. E., Kavitskiy S. E., Kit O. I. Early results of decompression and stabilization interventions in the surgical treatment of metastatic vertebral tumors with epidural compression syndrome. Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova. 2023;15(1):18–23. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_18

Введение. Исследования показывают, что почти у 70 % пациентов с наиболее распространенными злокачественными образованиями (рак молочной

железы, легких, предстательной железы) выявляются метастазы в костях, в том числе в позвоночнике. Нередко метастатическое поражение тел позвонков

осложняется эпидуральной компрессией спинного мозга (epidural spinal cord compression или ESCC) Bilsky M. H. с соавт. [1] (члены Spine Oncology Study Group (SOSG)) предложили шкалу степени эпидуральной компрессии, имеющую 6 градаций и получившую всеобщее признание.

Польза хирургической декомпрессии при развившихся явлениях выраженной эпидуральной компрессии спинного мозга опухолью, кажется очевидной. Younsil A. с соавт. [2] на основании анализа результатов лечения 101 пациента с симптомной метастатической эпидуральной компрессией, пришли к выводу о целесообразности декомпрессивной ламинэктомии как экстренного мероприятия в лечении данной категории пациентов. Однако, согласно данным Uei H. с соавт. [3] и Maseda M. с соавт. [4] корреляция между степенью эпидуральной компрессии и выраженностью двигательных расстройств отсутствует, при выраженной компрессии (2–3 степень) лишь повышается риск быстрого прогрессирования парезов.

В последние годы отмечается тенденция отказа от радикальных вмешательств в пользу методик, направленных на декомпрессию невралных структур, в комбинации с адьювантными методами [5, 6, 7]. Таким образом, декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства из заднего доступа при метастатических опухолях позвонков широко распространены, однако недостаточно изучена эффективность их выполнения у пациентов с эпидуральной компрессией спинного мозга различной степени выраженности.

Целью исследования была оценка эффективности декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с метастатической эпидуральной компрессией спинного мозга в раннем послеоперационном периоде.

Материалы и методы. В исследование включено 70 больных с метастатическими опухолями позвонков, из числа оперированных в период с 01.01.2014 по 31.08.2021 гг. Работа носит характер ретроспективно-проспективного когортного нерандомизированного исследования. Критериями включения в исследование были: локализация опухоли в теле позвонка с передней и переднебоковой компрессией невралных 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 невралных структур позвоночного канала, а также больные с первичными доброкачественными и злокачественными опухолями позвонков.

Для оценки неврологического статуса и состояния пациентов использовали шкалы Frankel и Karnofsky в день поступления и выписки пациента из стационара. Для оценки нестабильности в пораженном позвоночно-двигательном сегменте пользовались шкалой SINS.

Всем пациентам выполнено хирургическое лечение, представленное декомпрессивно-стабилизиру-

ющими вмешательствами. На грудном и поясничном отделе позвоночника операция включала двустороннюю транспедикулярную фиксацию позвоночника на 2 уровня выше и 2 уровня ниже пораженного позвонка. В шейном отделе позвоночника выполнялась аналогичная фиксация ламинарными системами, в крестцовом отделе — винтовая пояснично-тазовая фиксация. Декомпрессия выполнялась в объеме ламинэктомии, гемиламинэктомии или транспедикулярной корпорэктомии с циторедуктивным удалением опухоли. Выбор объема декомпрессии во всех случаях оставался за хирургом и определялся преимущественно степенью эпидуральной компрессии невралных структур.

Все необходимые данные пациентов фиксировали в электронной базе данных Microsoft Excel, после чего проводили анализ данных в программе Statistica 7.0. Для каждой группы показателей определяли тип распределения данных (построение гистограмм по критерию согласия Колмогорова–Смирнова). Если применение критерия показывало нормальное распределение данных для описания использовали среднее, ошибку среднего ($M \pm m$). При отличии распределения от нормального закона для описания использовали значения медианы, 1-го и 3-го квартилей (Me [Q1; Q3]). Сравнение связанных переменных было выполнено с использованием теста Уилкоксона. Пороговый уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты. Исследуемая группа пациентов проанализирована по таким признакам, как пол, возраст, уровень и степень опухолевой компрессии спинного мозга, степень нестабильности по шкале SINS, гистологический тип первичной опухоли (данные приведены в таблице 1.). Среди пациентов преобладали больные с метастазами рака наиболее распространенных локализаций (55 %): легкого, молочной железы и почки.

Периоперационные характеристики выполненных оперативных вмешательств в т.ч. анализ периоперационных осложнений, а также объем хирургической декомпрессии представлены в таблицах 2 и 3.

Наиболее часто применялась декомпрессия позвоночного канала в объеме ламинэктомии (68 %), реже всего — в объеме гемиламинэктомии (при преимущественно одностороннем расположении интраканального компонента опухоли) (8 %). Интраоперационные осложнения в виде повреждения твердой мозговой оболочки и мальпозиции педикулярных винтов встречались с частотой 7,5 % и потребовали повторных вмешательств в послеоперационном периоде у 3 (4 %) пациентов. Выраженное ухудшение с развитием глубокого нижнего парапареза у неврологически интактного пациента наблюдалось лишь в 1 (1,5 %) случае. У одной больной с метастазом рака легкого в раннем послеоперационном периоде отмечалось осложненное течение основного заболевания в виде нарастания гидроторакса и ателектаза легкого.

Таблица 1. Демографические и клинические характеристики пациентов

Table 1. Demographic and clinical characteristics of patients

Признак	Значение показателя
Возраст, лет (M±m)	57,4±1,2
<i>Пол</i>	
Мужской	32 (46 %)
женский	38 (54 %)
<i>Уровень поражения</i>	
Шейный	2 (3 %)
Грудной	28 (40 %)
Поясничной	38 (54 %)
Крестцовый	2 (3 %)
<i>Степень эпидуральной компрессии</i>	
0 (компрессия корешка)	3 (4 %)
1	29 (41 %)
2	19 (27,5 %)
3	19 (27,5 %)
Нестабильность по SINS, баллы (M±m)	7,7±0,3
<i>Гистология первичной опухоли:</i>	
рак легкого	17 (23 %)
рак молочной железы	12 (17 %)
рак почки	10 (15 %)
рак предстательной железы	5 (7,5 %)
рак шейки матки	5 (7,5 %)
колоректальный рак	3 (4 %)
рак яичников	2 (3 %)
рак мочевого пузыря	2 (3 %)
меланома кожи	2 (3 %)
рак желудка	1 (1,5 %)
рак печени	1 (1,5 %)
аденокарцинома	1 (1,5 %)
феохромацитома	1 (1,5 %)
саркома мягких тканей	1 (1,5 %)
хондросаркома костей	1 (1,5 %)
неизвестной локализации	6 (8 %)

Таблица 3. Периоперационные характеристики выполненных оперативных вмешательств

Table 3. Perioperative characteristics of performed surgical interventions

Признак	Значение показателя
Продолжительность операции, мин Me [Q1; Q3]	278 [210; 350]
Интраоперационная кровопотеря, мл Me [Q1; Q3]	600 [300; 900]
Продолжительность госпитализации, сут Me [Q1; Q3]	20 [15; 23]
Периоперационные осложнения	10 (15 %)
Осложнения интраоперационные:	5 (7,5 %)
• повреждение твердой мозговой оболочки	1 (1,5 %)
• мальпозиция металлоконструкций	4 (6 %)
- асимптомная	2 (3 %)
- симптомная	2 (3 %)
Осложнения послеоперационные:	5 (7,5 %)
• неврологические осложнения	2 (3 %)
- появление двигательных нарушений	1 (1,5 %)
- нарастание двигательных нарушений	1 (1,5 %)
• послеоперационный двусторонний гидроторакс и ателектаз легкого	1 (1,5 %)
• раневые осложнения:	2 (3 %)
- нагноение раны	1 (1,5 %)
- раневая ликворея	1 (1,5 %)

Проанализированы в группе пациентов также динамика выраженности неврологических расстройств по шкале Frankel, функционального статуса по шкале Karnofsky в течение 30 дней после хирургической декомпрессии (представлены в таблице 4).

Выявлено наличие достоверной положительной динамики функционального состояния (за счет регресса болевого синдрома и восстановления мобильности) в группе больных при отсутствии статистически значимой динамики неврологического статуса за период госпитализации. Только у 6 (8 %) пациентов с предоперационными грациями D и C по шкале Frankel отмечалось уменьшение выраженности нижнего парапареза и переход в группу E. Ни у одного больного с предоперационной нижней параплегией (грация A по шкале Frankel) не отмечалось неврологического восстановления.

Таблица 2. Соотношение объема декомпрессии и степени эпидуральной опухолевой компрессии

Table 2. Correlation between the volume of decompression and the degree of epidural tumor compression

Степень эпидуральной компрессии	Объем декомпрессии			Всего
	Ламинэктомия	Гемиламинэктомия	Транспедикулярная корпорэктомия	
0 (компрессия корешка)	2	0	1	3 (4 %)
1	16	3	10	29 (41 %)
2	16	2	1	19 (27,5 %)
3	14	0	5	19 (27,5 %)
Итого	48 (69,5 %)	5 (7,5 %)	17 (23 %)	70 (100 %)

Таблица 4. Динамика неврологического и функционального статуса пациентов после хирургической декомпрессии
Table 4. Dynamics of the neurological and functional status of patients after surgical decompression

Признак	До операции	После операции	P
Неврологический статус по шкале Frankel после операции			p>0,05
E	37 (53 %)	43 (61 %)	
D	15 (22 %)	13 (19 %)	
C	12 (17 %)	8 (12 %)	
A+B	6 (8 %)	6 (8 %)	
Динамика неврологического статуса по шкале Frankel			-
Улучшение	12 (17 %)		
Ухудшение	3 (4 %)		
без динамики	55 (79 %)		
Функциональный статус по шкале Karnofsky, баллы Me [Q1; Q3]	70 [50; 70]	70 [60; 80]	p<<0,05*
Динамика функционального статуса по шкале Karnofsky			-
Улучшение	40 (57 %)		
Ухудшение	4 (6 %)		
без динамики	26 (37 %)		

* наличие статистически достоверного отличия между группами.

Обсуждение результатов. Очевидно, что оперативное вмешательство даже при самой высокой степени радикальности может быть эффективно только в отношении локального контроля метастазов и неспособно предотвратить прогрессирование метастатического поражения в целом. Bhanot K. с соавт. [8] на основании анализа результатов хирургического лечения 2646 больных с метастатическим поражением позвоночника за 10 лет пришли к выводу, что постепенное снижение смертности было достигнуто не за счет изменения хирургической тактики, а за счет применения адъювантных методов лечения и внедрения дифференцированного подхода в зависимости от гистологического типа первичной опухоли. По данным Disch A. C. с соавт. [9] более 80 % хирургических вмешательств при опухолях позвоночника носит паллиативный характер. Главными целями лечения пациента с опухолью позвоночника, сдавливающей структуры позвоночного канала, являются декомпрессия нервных структур для улучшения функционального и неврологического статуса больного и достижение локального контроля новообразования. Хирургическая декомпрессия и стабилизация, согласно данным различных авторов, достоверно способствует регрессу развившихся на фоне эпидуральной компрессии неврологических расстройств независимо от уровня компрессии и гистологического типа первичной опухоли [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Meyer H. S. с соавт. [16] установили, что наибольшие шансы на неврологическое восстановление имеют пациенты, оперированные в первые 12–16 часов после развития пареза или паралича. Gao X. с соавт. [17] и Lak A. M. с соавт. [18] подчеркивают улучшение качества жизни у больных с эпидуральной компрессией спинного мозга даже

при ожидаемой продолжительности жизни менее 6 месяцев. Kakutani K. с соавт. [19], сравнивая группу больных, получавших изолированное хирургическое лечение, и группу пациентов, не получавших вообще никакой терапии, пришли к выводу о положительном влиянии хирургической декомпрессии на продолжительность жизни и сохранение способности к самостоятельному передвижению в течение первых 3 месяцев после операции.

Рациональное уменьшение радикальности удаления новообразования за счет комбинации хирургического лечения и адъювантной терапии становится трендом спинальной онкологии. Alshareef M. A. С соавт. [20] сравнили результаты хирургического лечения 51 пациента с метастатической эпидуральной компрессией, оперированных с использованием различных по степени радикальности методик. При сходных функциональных исходах при операциях, связанных с резекцией пораженного опухолью тела позвонка, частота осложнений и интраоперационная кровопотеря значительно превышали таковые при выполнении только декомпрессии и транспедикулярной фиксации.

Объем декомпрессии в данном исследовании в каждом отдельном случае определялся хирургом, при более высоких степенях компрессии предпочтение отдавалось ламинэктомии. Shi X. с соавт. [21] придерживаются сходной тактики, предпочитая больший объем декомпрессии при 2–3 степенях эпидуральной компрессии. Uei H. с соавт. [22] при выборе объема декомпрессии ведущим фактором считают не степень эпидуральной компрессии, а выраженность пареза нижних конечностей и рекомендуют применять декомпрессии при степени пареза

D2 и более. Согласно данным тех же авторов, прямой корреляции между выраженностью пареза и степенью эпидуральной компрессии не существует.

Анализ результатов исследования показывает, что использование декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств в раннем послеоперационном периоде позволяет у 57 % пациентов получить достоверное улучшение функционального статуса за счет регресса болевого синдрома. При этом значимого регресса неврологических расстройств у большинства пациентов не наблюдается, а улучшение неврологического статуса в раннем послеоперационном периоде отмечается лишь у 8 % больных, способных к самостоятельному передвижению до операции. Полученные результаты согласуются с данными литературы, согласно которым наличие у пациента глубокого нижнего парапареза до операции является плохим прогностическим фактором для восстановления возможности ходить в послеоперационном периоде [23].

Ограничения. Исследование имело несколько ограничений. Во-первых, оно носило характер ретроспективного когортного, но, к сожалению, нерандомизированного исследования. Во всех случаях выбор объема хирургической декомпрессии оставался за оперирующим хирургом. Во-вторых, проводилось исследование только ранних результатов оперативного лечения без учета эффективности локального контроля опухоли и выживаемости больных после прохождения адъювантной терапии.

Выводы.

Декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства в лечении метастатической опухолевой компрессии невралгических структур в раннем послеоперационном периоде показывают эффективность в отношении восстановления функционального статуса пациентов, но позволяют получить регресс неврологических расстройств лишь у статистически незначимого числа больных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

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

ORCID авторов / ORCID of authors

Дмитрий Евгеньевич Закондырин
<https://orcid.org/000000020925415X>

Эдуард Евгеньевич Росторгуев
<https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Сергей Эммануилович Кавицкий
<https://orcid.org/0000-0002-6924-8974>

Олег Иванович Кут
<https://orcid.org/0000-0003-3061-6108>

Литература/References

1. Bilsky MH, Laufer I, Fourny DR, Groff M, Schmidt MH, Varga PP, Vronis FD, Yamada Y, Gerszten PC, Kuklo TR. Reliability analysis of the epidural spinal cord compression scale. *J Neurosurg Spine*. 2010; 13: 324–328. PMID: 20809724. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09459.
2. Younsil 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. PMID: 31960230. PMCID: PMC7138774. DOI: 10.1007/s10585-019-10016-z.
3. Uei H, Tokuhashi Y, Masada 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. PMID: 28816824; PMCID: PMC5895138. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002378.
4. Masada 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.
5. Conti A, Acker G, Kluge A, Loebl F, Kreimeier A, Budach V, Vajkoczy P, Ghatti I, Germano AF, Senger C. Decision Making in Patients With Metastatic Spine. The Role of Minimally Invasive Treatment Modalities. *Front Oncol*. 2019;9:915. PMID: 31608228. PMCID: PMC6761912. DOI: 10.3389/fonc.2019.00915.
6. Кит ОИ, Вошедский ВИ, Сакун ПГ, Гусарева МА, Власов СГ, Мусейко КН, Командиров МА, Култышева ЮА. Опыт применения радиохирургического комплекса Novalis TX в практике ФГБУ «НМИЦ онкологии» Минздрава России. Южно-российский онкологический журнал. 2020; 1 (4): 32–37. <https://doi.org/10.37748/2687-0533-2020-1-4-4>. [Kit OI, Voshedskii VI, Sakun PG, Gusareva MA, Vlasov SG, Museiko KN, Komandirov MA, Kultysheva Yu A. 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. <https://doi.org/10.37748/2687-0533-2020-1-4-4>. (In Russ.)]
7. Barzilai O, Robin AM, O'Toole JE, Laufer I. Minimally Invasive Surgery Strategies: Changing the Treatment of Spine Tumors. *Neurosurg Clin N Am*. 2020; 31(2):201–209. PMID: 32147011; PMCID: PMC7703710. DOI: 10.1016/j.nec.2019.11.003.
8. Bhanot K., Jessica Widdifield J., Huang A., Paterson M., Shultz D.B., Finkelstein J. Survival after surgery for spinal metastases: a population-based study *Can J Surg*. 2022; 65(4): E512-E518. PMID: 35926885. PMCID: PMC9363129. DOI: 10.1503/cjs.000921
9. Disch AC, Kleber C, Redemann D. Current surgical strategies for treating spinal tumors: Results of a questionnaire survey among

- members of the German Spine Society (DWG). *Eur J Surg Oncol.* 2020;46(1):89–94. PMID: 31506180. DOI: 10.1016/j.ejso.2019.08.019.
10. Lei M., Yu J., Yan S., Xiao An X., Liu Y. Clinical outcomes and risk factors in patients with cervical metastatic spinal cord compression after posterior decompressive and spinal stabilization surgery *Ther Clin Risk Manag.* 2019; 11(15):119–127. doi: 10.2147/TCRM.S184497.
 11. Miyoshi Y., Kawahara T., Yao M., Uemura H. Clinical outcome of surgical management for symptomatic metastatic spinal cord compression from prostate cancer *MC Urol.* 2020 5;20(1):143. PMID: 32891133; PMCID: PMC 7487855; DOI: 10.1186/s12894-020-00713-3
 12. Saenmanot, N., Ruangchainikom, M., Ariyawatkul, T., Korwutthikulrangsri, E., Saenmanot, S., Luksanaprukha, P., Sutipornpalangkul, W. Wilatratsami, S., & Chotigavanichaya, C. Survival Analysis of and Prognostic Factors for Metastatic Epidural Spinal Cord Compression Compared between Preoperative Known and Unknown Primary Tumors. *Siriraj Medical Journal.* 2022; 74(10): 684–692.
 13. Utsumi N., Kurosaki H., Miura K., Baba S., Koyama Y. Improvement of Metastatic Spinal Cord Compression After Decompression Surgery and Radiotherapy in a Patient Initially Treated for Rectal Cancer *Cureus.* 2022; 11;14(1): e21134. PMID: 35186512 PMCID: PMC8846261; DOI: 10.7759/cureus.21134.
 14. Tzagozis P., Bayer H. C. Outcome of Surgical Treatment for Spinal Cord Compression in Patients With Hematological Malignancy. *Int J Spine Surg.* 2019; 13(2): 186–191. PMCID: PMC6510190. PMID: 31131219. DOI: 10.14444/6025
 15. Suvithayasiri S., Santipas B., Wilatratsami S., Ruangchainikom M., Luksanaprukha P. Non-fusion palliative spine surgery without reconstruction is safe and effective in spinal metastasis patients: retrospective study *Sci Rep.* 2021; 11(1):17486. PMID: 34471204. PMCID: PMC8410841. DOI: 10.1038/s41598-021-97056-2.
 16. Meyer H. S., Wagner A., Raufer A., Joerger A. K., Gempt J., Meyer B. Surgery in Acute Metastatic Spinal Cord Compression: Timing and Functional Outcome *Cancers (Basel).* 2022;14(9):2249. PMID: 35565376. PMCID: PMC9099617. DOI: 10.3390/cancers14092249
 17. Gao X., Zhang K., Shuang Cao S., Hou S., Wang T., Guo W., Wu Z., Jia Q., Liu T., Xiao J. Surgical Treatment of Spinal Cord Compression Caused by Metastatic Small Cell Lung Cancer: Ten Years of Experience in a Single Center *Cancer Manag Res.* 2020;12:3571–3578. PMID: 32547194. PMCID: PMC7245442. DOI: 10.2147/CMAR.S250422
 18. Lak A. M., Rahimi A., Abunimer A. M., Tafel I., Devi S., Premkumar A., Ida F., Lu Y., Chi J. H., Tanguturi S., Groff M. W., Zaidi H. A. Quantifying the impact of surgical decompression on quality of life and identification of factors associated with outcomes in patients with symptomatic metastatic spinal cord compression *J Neurosurg Spine.* 2020; 3;1–8. PMID: 32244218. DOI: 10.3171/2020.1.SPINE191326
 19. Kakutani K., Sakai Y., Zhang Z., Yurube T., Takeoka Y., Kanda Y., Miyazaki K., Ohnishi H., Matsuo T., Ryu M., Kuroshima K., Kumagai N., Hiranaka Y., Hayashi S., Hoshino Y., Hara H., Kuroda R. Survival Rate after Palliative Surgery Alone for Symptomatic Spinal Metastases: A Prospective Cohort Study *J. Clin. Med.* 2022; 11(21): 6227. doi:10.3390/jcm11216227
 20. Alshareef MA, Klaphthor G, Lowe SR, Barley J, Cachia D, Frankel BM. Strategies for posterior-only minimally invasive surgery in thoracolumbar metastatic epidural spinal cord compression *Surg Neurol Int.* 2020; 22 (11): 462. doi:10.25259/SNI_815_2020.
 21. Shi X., Cui Y., Mi C., Wang B., Li C., Pan Y., Lin Y. Minimally-invasive Tubular Surgery Versus Conventional Surgery in the Treatment of Spinal Metastasis: a Retrospective Case-control Study. <https://assets.researchsquare.com/files/rs-434880/v1/c9c40c12-64d4-4db4-951e-83904750fc89.pdf?c=1631881562>. doi: 10.21203/rs.3.rs-434880/v1
 22. Uei H, Tokuhashi Y, Maseda M, Nakahashi M, Sawada H, Nakayama E, Soma H. 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. PMID: 29661205; PMCID: PMC5902997. DOI: 10.1186/s13018-018-0777-2.
 23. Asad M, Lak AM, Rahimi A, Abunimer AM, Tafel I, Devi S, Premkumar A, Ida F, Lu Y, Chi JH, Tanguturi S, Groff MW, Zaidi HA Quantifying the impact of surgical decompression on quality of life and identification of factors associated with outcomes in patients with symptomatic metastatic spinal cord compression. *Neurosurg Spine* 2020; 3: 1–8. PMID: 32244218. DOI: 10.3171/2020.1.SPINE191326.