

## МНОЖЕСТВЕННАЯ МИЕЛОМА ПОЗВОНОЧНИКА: ВЫЖИВАЕМОСТЬ, ОСЛОЖНЕНИЯ И НЕВРОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Н.С. Заборовский<sup>1</sup>, Д.А. Пташников<sup>1,2</sup>, Д.А. Михайлов<sup>1</sup>, О.А. Смекаленков<sup>1</sup>,  
С.В. Масевнин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Минздрава России  
Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

### Реферат

**Цель исследования** – оценка выживаемости, неврологического статуса и возникших осложнений после хирургического лечения пациентов с множественной миеломой позвоночника.

**Материал и методы.** Выполнено ретроспективное исследование 44 пациентов с множественной миеломой позвоночника, прооперированных в РНИИТО им. Р.Р. Вредена с 2000 по 2015 г. Всем пациентам выполнялись декомпрессивные операции в сочетании с инструментальной стабилизацией позвоночника. Оценивались следующие параметры: демографические данные, болевой синдром, неврологический статус, выживаемость и осложнения после оперативного лечения.

**Результаты.** Результаты исследования показали эффективность хирургического лечения нестабильности позвоночника и компрессии нервных структур, вызванных множественной миеломой позвоночника. Средняя выживаемость после операции составила 63 месяца. У исследуемых пациентов после операции наблюдалось значительное улучшение параметров ВАШ и неврологической функции. Оценка болевого синдрома по ВАШ после операции составила 7,1 баллов по сравнению с 3,6 баллов до операции ( $p = 0,021$ ). Неврологический статус улучшился у 29 из 31 пациентов. Низкая продолжительность жизни была связана с неврологическим дефицитом как до, так и после операции. Всего развилось 28 осложнений. Наиболее частыми были глубокая раневая инфекция и дегенеративно-дистрофические изменения в смежных сегментах. Разницы в выживаемости между пациентами с осложнениями и без осложнений не наблюдалось ( $p = 0,942$ ).

**Заключение.** Декомпрессивные операции в сочетании с инструментацией значительно снижают интенсивность болевого синдрома и улучшают неврологическую функцию у пациентов с множественной миеломой и нестабильностью позвоночника. На выживаемость влияет наличие тяжелого неврологического дефицита как до, так и после операции. Осложнения хирургического лечения на продолжительность жизни не влияют.

**Ключевые слова:** опухоль позвоночника, множественная миелома, декомпрессионные операции, выживаемость.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-7-15.

## Multiple Myeloma of the Spine: Survival, Complications, and Neurological Status after Surgical Treatment

N.S. Zaborovskii<sup>1</sup>, D.A. Ptashnikov<sup>1,2</sup>, D.A. Mikhaylov<sup>1</sup>, O.A. Smekalenkov<sup>1</sup>,  
S.V. Masevnin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

<sup>2</sup> Mechnikov North Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

✉ Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Михайлов Д.А., Смекаленков О.А., Масевнин С.В. Множественная миелома позвоночника: выживаемость, осложнения и неврологический статус после хирургического лечения. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4): 7-15. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-7-15.

**Cite as:** Zaborovskii N.S., Ptashnikov D.A., Mikhaylov D.A., Smekalenkov O.A., Masevnin S.V. [Multiple Myeloma of the Spine: Survival, Complications, and Neurological Status after Surgical Treatment]. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(4):7-15 (in Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-7-15.

✉ Заборовский Никита Сергеевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, Россия, 195427/Nikita S. Zaborovskii. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: n.zaborovskii@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 12.09.2016. принята в печать/Accepted for publication: 15.10.2016.

**Abstract**

**Purpose** – to evaluate the survival, neurological status, and complications after surgical management of patients with multiple myeloma of the spine.

**Materials and methods.** A retrospective study of 44 patients with multiple myeloma of the spine operated in Vreden Institute of Traumatology and Orthopedics was held in the period between 2000 and 2015. Patients underwent decompressive surgery with additional spinal instrumentation. Following parameters were evaluated: demographic data, pain intensity, neurological deficit, survival, and complications after surgery.

**Results.** Overall results showed efficiency of surgical management of spinal instability and neurological compromise due to multiple myeloma of the spine. The mean postoperative survival time was 63 months. A significant improvement in VAS scale and neurological function was observed in the study population after surgery. Postoperative VAS was 7.1 scores compared with 3.6 scores preoperatively ( $p = 0.021$ ). Twenty nine of 31 patients improved their neurological status. Poor life expectancy was associated with neurological deficit both before and after surgery ( $p < 0.0001$ ). There were 28 postoperative complications. Most frequent complications were deep wound infection and adjacent degenerative disease. There was no survival difference in cohorts with and without complications ( $p = 0.942$ ).

**Conclusion.** Decompression surgery with additional instrumentation significantly decrease pain intensity and improve neurological function in selected patients affected by spinal myeloma with spinal instability. Severe neurological deficit influence on survival both before and after surgery. Survival did not depend on complications.

**Key words:** spine tumor, multiple myeloma, decompression, instrumentation, survival.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-7-15.

**Введение**

Множественная миелома позвоночника – злокачественная опухоль из плазматических клеток, разрастание которых приводит к остеолиту и развитию патологических переломов. Это заболевание успешно лечится с помощью нехирургических методов, включающих химио- и лучевую терапию [23]. По мере развития системной терапии выживаемость пациентов с множественной миеломой увеличивается [5, 19, 22, 25]. Однако в случае развития нестабильности позвоночника или неврологических нарушений вследствие компрессии нервных структур опухолью необходимо прибегать к хирургическому вмешательству. R.A. Patchell с соавторами [17] отмечают, что нестабильность позвоночного столба, вызванная опухолевым процессом на фоне химио- и лучевой терапии, является значимым фактором, влияющим на выживаемость пациентов. Тем не менее, преимущества хирургического вмешательства и результаты декомпрессивных операций, сочетающихся с инструментацией позвоночника, у пациентов с множественной миеломой позвоночника изучены недостаточно.

**Целью** данного исследования являлась оценка выживаемости, неврологического статуса и возникших осложнений после хирургического лечения пациентов с множественной миеломой позвоночника.

**Материал и методы**

Был проведен ретроспективный анализ 1482 пациентов с опухолями позвоночника, прооперированных в РНИИТО им. Р.Р. Вредена

в период с 2000 по 2015 г. Из этой когорты были выбраны пациенты с гистологически подтвержденным диагнозом множественной миеломы (по данным трепанбиопсии очага в позвоночнике или костного мозга до операции), которым были выполнены декомпрессивно-стабилизирующие операции на позвоночнике. Двум приведенным критериям включения соответствовали 44 пациента (14 мужчин, 30 женщин), средний возраст которых составил 57,8 (разброс 41–75) лет. Согласно принятому в клинике протоколу хирургического лечения пациентов с множественным опухолевым поражением, показаниями для выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств являлись нестабильность позвоночника на фоне опухоли (интенсивный болевой синдром, усиливающийся при аксиальной нагрузке и движениях; литическое поражение позвоночника, регионарная деформация, снижение высоты тела позвонка по данным лучевой диагностики) и сопутствующая эпидуральная компрессия нервных структур (по классификации Bilsky Epidural Spinal Cord Compression Scale более степени 1B [7]). Критерием исключения была невозможность проведения декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства из-за тяжелого соматического статуса пациента, что соответствовало 4 степени и более по шкале ECOG [16].

Пациентам выполнялись декомпрессивные операции из заднего доступа на уровне верхнешейного, грудного, поясничного и крестцового отделов позвоночника. Декомпрессия включала в себя удаление задних структур пораженного позвонка (дуга позвонка с остистым отростком, суставные отростки, ножки позвонка),

части дуги вышележащего позвонка и мягкотканного компонента опухоли, вызывающего сдавление спинного мозга и нервов (внутриочаговая резекция опухоли). Декомпрессию сочетали с задней инструментализацией пораженного отдела позвоночника транспедикулярной системой. На уровне шейного отдела позвоночника декомпрессию посредством удаления тела позвонка и замещения дефекта межтеловым имплантом и пластиной проводили из переднего доступа.

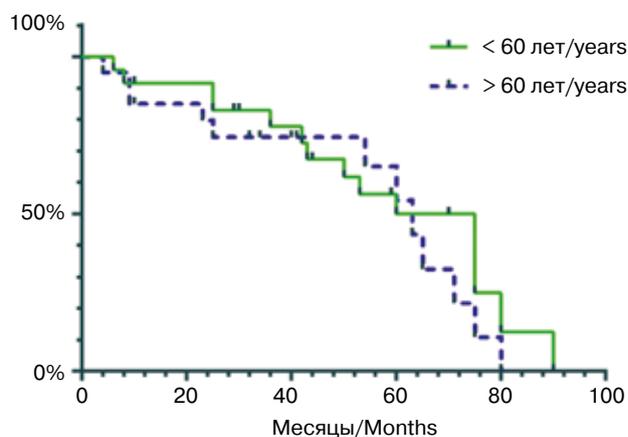
Информацию об оцениваемых параметрах получали из записей в медицинских картах пациентов. Оценка болевого синдрома проводилась по 10-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ) до операции и в послеоперационном периоде. Неврологический статус оценивался на основе шкалы Frankel [12]. Осложнениями считались случаи, которые требовали специфического лечения. Выживаемость оценивалась от момента оперативного вмешательства на позвоночнике до летального исхода или последнего контрольного наблюдения.

Статистический анализ проводился при помощи пакетов программного обеспечения SPSS 21.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) и GraphPad Prism 6.1 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, USA). Для проверки равенства средних значений в двух выборках использовался парный t-тест Стьюдента. Проверка дискретных параметров проводилась с помощью точного теста Фишера. Для оценки выживаемости пациентов использовался метод Каплана – Мейера. Для оценки выживаемости между различными группами был применен логранковый критерий (Мантель – Кокс тест). Значение параметра  $p < 0,05$  считали статистически значимым.

### Результаты

У 44 пациентов, вошедших в исследование, общая средняя выживаемость составила 63 месяца. На основании логранкового критерия не было найдено различий ( $p = 0,424$ ) по выживаемости между пациентами моложе и старше 60 лет (рис. 1).

У 9 (20,5%) пациентов присутствовала только нестабильность позвоночника на фоне опухолевого процесса; 35 (79,5%) пациентов имели компрессию нервных структур на основании клинических признаков и данных МРТ. Среди больных с компрессией нервных структур 4 (9%) пациента не имели неврологического дефицита до операции. Остальные пациенты имели различную степень нарушения неврологической функции (табл. 1).



Логранковый критерий между указанными группами  $p = 0,424$  / Log-rank test  $p = 0,424$

Рис. 1. Выживаемость в зависимости от возраста пациентов / Fig. 1. Survival by patients' age

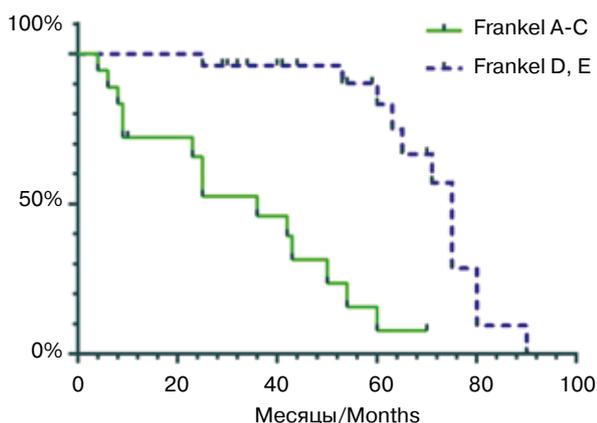
Таблица 1/ Table 1

### Характеристика пациентов/Characteristic of patients

Параметры/Parameters		Кол-во пациентов Numbers of patients
Распространенность опухолевого процесса Spread of oncology	Фокальное поражение позвоночника в сочетании с поражением других костей/Focal lesion of the spine combined with the involvement of other bones	19 (43,2%)
	Множественное поражение позвоночника Multiple lesions of the spine	25 (56,8%)
Распределение по количеству патологических переломов Numbers of pathological fractures	Один уровень/1 level	27 (61,4%)
	2 уровня/2 levels	13 (29,5%)
	3 и более уровней/3 and more levels	4 (9,1%)

	Параметры/Parameters	Кол-во пациентов Numbers of patients
Локализация патологических переломов Location of pathological fractures	Переходный отдел/Junctional region Ос-С2, С7-Th2, Th11-L1, L5-S1	31
	Мобильный отдел/Mobile region С3-С6, L2-L4	18
	Полуригидный отдел/Semirigid region Th3-Th10	14
Неврологический статус до операции Neurological status before surgery	Frankel A	3 (6,8%)
	Frankel B	5 (11,4%)
	Frankel C	10 (22,7%)
	Frankel D	13 (29,5%)
	Frankel E	13 (29,5%)
Хирургический доступ Surgical approach	Передний доступ/Anterior approach	3 (6,8%)
	Задний доступ/Posterior approach	41 (93,2%)

Из этой группы у 4 (12%) пациентов неврологические нарушения проявились резко на фоне патологического перелома. У остальных пациентов неврологический дефицит прогрессировал медленно из-за неэффективности консервативного лечения. Выживаемость была достоверно выше ( $p < 0,0001$ ) у пациентов, которые имели незначительную степень неврологического дефицита (Frankel D, E) по сравнению с пациентами, которые не могли передвигаться самостоятельно (Frankel A-C) (рис. 2).



Логранковый критерий между указанными группами  
 $p < 0,0001$  / Log-rank test  $p < 0,0001$

**Рис. 2.** Выживаемость в зависимости от степени неврологического дефицита до операции /  
**Fig. 2.** Survival by level of neurological deficit before surgery

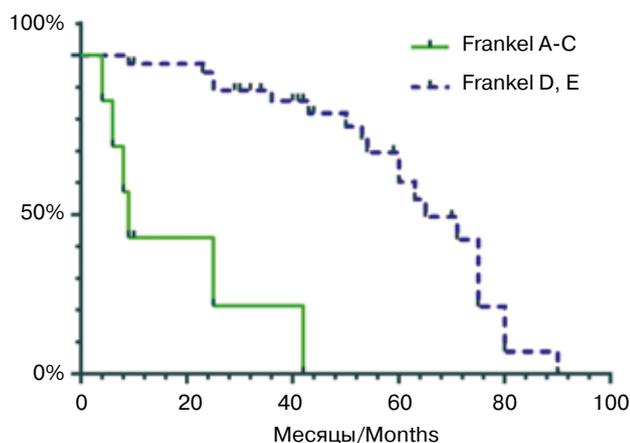
У 25 (56,8%) пациентов очаги были только в позвоночнике, у остальных присутствовало сочетанное поражение других костей скелета. Двадцать семь (61,4%) пациентов до операции на позвоночнике получали химиотерапевтическое лечение. Тринадцать (29,5%) пациентов прошли лучевую терапию.

В задачу оперативного лечения входило устранение сдавления спинного мозга и спинномозговых нервов, а также стабилизация позвоночника посредством инструментации для восстановления оси и опорной функции позвоночного столба. Шестнадцать (34,4%) пациентов прошли процедуру предоперационной эмболизации питающих опухоль сосудов. Средняя величина кровопотери во время операции у таких пациентов составила 1100,3 (разброс 600–2100) мл. Пациенты, которые не прошли процедуру эмболизации, имели среднюю величину кровопотери 1280,5 (разброс 550–3050) мл. Однако мы не нашли достоверных различий в кровопотере между двумя группами по t-критерию ( $p = 0,358$ ). Среднее количество сегментов, которые подверглись инструментации, составило 5 (разброс 3–12) при заднем доступе и 3 (разброс 3–6) при переднем доступе. У 25 (56,8%) пациентов использовали перкутанную малоинвазивную технику установки транспедикулярных винтов. Костный цемент на основе полиметилметакрилата использовался в 12 (27,3 %) случаев при многоуровневом поражении позвоночника. Для цементной фиксации использовали перфорированные винты или методику, описанную ранее (Патент РФ № 2479274).

У всех пациентов наблюдалась положительная клиническая динамика после оперативного лечения. Болевой синдром по шкале ВАШ регрессировал с 7,1 (разброс 3–10) до 3,6 (разброс 1–7) баллов, при этом t-тест показал статистически значимые различия ( $p = 0,021$ ). В послеоперационном периоде (конец периода госпитализации) 29 из 31 пациентов улучшили свой неврологический статус на основании шкалы Frankel. У пациентов с хорошим неврологическим результатом после операции (Frankel D, E) выживаемость была выше ( $p < 0,0001$ ), чем у пациентов, у которых сохранялся парез (Frankel A-C). Различия были статистически значимыми (рис. 3).

Всего у 25 пациентов наблюдалось 28 осложнений, которые перечислены в таблице 2.

Временные неврологические расстройства наблюдались у 4 пациентов. Осложнения со стороны раны развились у 9 пациентов. Наиболее часто повторные операции проводились по поводу глубокой инфекции. Осложнения инструментации в послеоперационном периоде выявились у 7 пациентов. В данной группе преобладали дегенеративно-дистрофические изменения смежных сегментов и нестабильность имплантов. Соматические осложнения наблюдались у 3 пациентов.



Логранковый критерий между указанными группами  $p < 0,0001$  / Log-rank test  $p < 0,0001$

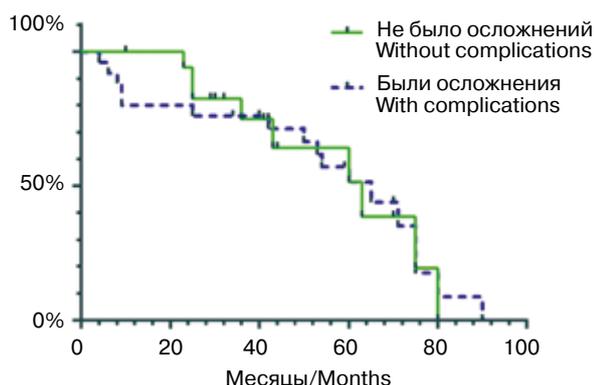
**Рис. 3.** Выживаемость в зависимости от степени неврологического дефицита после операции / **Fig. 3.** Survival by level of neurological deficit after surgery

Местный рецидив опухоли из-за неэффективности системной терапии наблюдался у 4 пациентов. Точный тест Фишера не показал значимых различий по количеству осложнений между пациентами старше и моложе 60 лет ( $p = 0,427$ ), а так же между пациентами, разделенными в зависимости от степени неврологического дефицита (Frankel A-C и Frankel D, E) ( $p = 0,302$ ). Логранковый критерий не выявил различий по выживаемости ( $p = 0,942$ ) между пациентами, у которых не было осложнений и пациентами, у которых развились осложнения за период наблюдения (рис. 4).

Таблица 2/ Table 2

**Послеоперационные осложнения/  
Postoperative complications**

Осложнение/Complication	Кол-во пациентов/ Numbers of patients
Нестабильность имплантов/ Implant instability	2
Перелом имплантов/ Implant breakage	2
Дегенеративно-дистрофические изменения смежных сегментов/ Adjacent segment disease	3
Парез после операции/ Paresis after surgery	3
Нарушение чувствительности/ Sensitive disturbance	1
Глубокая инфекция раны/ Deep wound infection	5
Послеоперационная гематома/ Postoperative hematoma	3
Ликворея/CSF leakage	2
Пневмония/Pneumonia	2
Тромбоэмболия легочной артерии/Pulmonary embolism	1
Местный рецидив опухоли/ Local recurrence of tumor	4



Логранковый критерий между указанными группами  
 $p = 0,942$  / Log-rank test  $p = 0,942$

**Рис. 4.** Выживаемость в зависимости от наличия осложнений / **Fig. 4.** Survival by presence of complications

### Обсуждение

С увеличением онкологической настороженности, расширением практики применения современных методов диагностики (ПЭТ, КТ, МРТ), проведением пункционной биопсии для выявления гистологической характеристики опухоли, прогрессом системной терапии алгоритмы лечения опухолей позвоночника за последнюю декаду претерпели изменения [6]. В настоящий момент в связи с наличием эффективной ступенчатой системной терапии существуют очень узкие показания для хирургического лечения пациентов с множественной миеломой позвоночника. Кандидатами для оперативного лечения выступают пациенты, у которых имеются признаки нестабильности позвоночника и прогрессирующий неврологический дефицит [1, 2, 9, 24].

SOSG (The Spine Oncology Study Group) определяет нестабильность позвоночника на фоне опухоли как нарушение целостности позвоночного столба, проявляющееся в виде боли при движениях, прогрессирующей деформацией и компрессией нервных структур на фоне физиологической нагрузки [10]. В недавнем исследовании Н.Ж. Kim с соавторами [14] были четко определены критерии нестабильности позвоночника на фоне опухоли. Балльная шкала SINS (Spinal Instability Neoplastic Score) позволяет стандартизировать подход к оценке стабильности позвоночника для лучшей преемственности между специалистами. К сожалению, описание результатов и изображения, полученные с помощью лучевых методов диагностики, присутствовали не во всех медицинских картах, что не позволило нам классифици-

ровать пациентов в исследовании на основании SINS. Мы заключили, что все пациенты имели нестабильность позвоночника на фоне опухоли, исходя из принятой тактики лечения (декомпрессивно-стабилизирующая операция).

Согласно представлениям Р. Vanek с соавторами [26], наличие неврологического дефицита до операции является важным фактором для прогноза выживаемости у пациентов с метастатическими опухолями позвоночника. Наши результаты показали, что пациенты с множественной миеломой позвоночника, которые сохраняли возможность передвигаться самостоятельно до операции, имели лучшие показатели выживаемости после оперативного лечения. Выживаемость таких пациентов при условии сохранения стабильности позвоночника зависит от дальнейшей эффективности системной терапии основного онкологического заболевания.

Решение о необходимости декомпрессивно-стабилизирующей операции принимает мультидисциплинарная группа специалистов, состоящая из онколога/гематолога и ортопеда/нейрохирурга [4, 14, 18]. Как показали наши результаты, пожилой возраст пациентов не является критерием отказа от оперативного лечения. Вопрос о хирургическом лечении в условиях неэффективной системной терапии и прогрессирующем ухудшении общего состояния больного остается спорным.

Сохранение стабильности позвоночника и интактность нервных структур являются важными факторами поддержания приемлемого качества жизни пациентов с множественным поражением позвоночника [20]. По данным S. Fujibayashi с соавторами [13], субъективная оценка пациентом и его родственниками результатов хирургического лечения напрямую зависит от выраженности болевого синдрома и способности к самообслуживанию после операции. Наши результаты показали эффективность проведения декомпрессии в сочетании со стабилизацией позвоночника. В послеоперационном периоде у больных наблюдался значительный регресс болевого синдрома и неврологической симптоматики. Большинство пациентов с неврологическим дефицитом улучшили показатели в период наблюдения.

Пациенты с распространенным опухолевым процессом в позвоночнике имеют высокий риск развития осложнений [8, 21]. В.Н. Lee с соавторами [15] доложили, что частота интраоперационных осложнений во время декомпрессивно-стабилизирующих операций и осложнений, развившихся за период госпитализации, составила 47,9%. В отдаленном периоде наблюдалось

28,6% осложнений. P.L. Zadnik с соавторами [27] сообщили о 64,5% осложнений после хирургического лечения пациентов с множественной миеломой позвоночника, при этом 19,4% составили инструментальные осложнения. Наши результаты показали сопоставимое количество осложнений (63,6%). Однако на продолжительность жизни возникшие осложнения не влияли. Несмотря на то, что пожилой возраст увеличивает риск развития осложнений после операции на позвоночнике [3], в нашей когорте пациентов мы не нашли связи между наличием осложнений и возрастом. Таким образом, риски хирургического лечения перекрываются возможными выгодами в виде обеспечения более длительной выживаемости при условии восстановления неврологической функции.

### Заключение

При наличии нестабильности позвоночника на фоне опухолевого процесса и прогрессирующего неврологического дефицита пациенты с множественной миеломой нуждаются в оперативном лечении. Декомпрессионно-стабилизирующие операции достоверно снижают интенсивность болевого синдрома и улучшают неврологическую функцию у данной категории пациентов. На выживаемость влияет наличие тяжелого неврологического дефицита как до, так и после операции. Осложнения хирургического лечения на продолжительность жизни не влияют.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература

1. Карагодин Д.Ф., Пташников Д.А., Усиков В.Д., Магомедов Ш.Ш. Остеосинтез позвоночника при патологических переломах на фоне распространенного метастатического поражения в сочетании с лучевой и химиотерапией. *Травматология и ортопедия России*. 2010;1(55):14-20.
2. Пташников Д.А., Микайлов И.М., Засульский Ф.Ю. Травматолого-ортопедические аспекты в комплексной терапии больных множественной миеломой (лекция). *Вестник гематологии*. 2014;3(10):60-62.
3. Aebi M. Spinal metastasis in the elderly. *Eur Spine J*. 2003;12(3) Suppl 2:S202-213. DOI: 10.1007/s00586-003-0609-9.
4. Amelot A., Moles A., Cristini J., Salaud C., Touzeau C., Hamel O. et al. Predictors of survival in patients with surgical spine multiple myeloma metastases. *Surg Oncol*. 2016;25(3):178-183. DOI: 10.1016/j.suronc.2016.05.012.
5. Attal M., Lauwers-Cances V., Marit G., Caillot D., Moreau P., Facon T. et al. IFM Investigators. Lenalidomide maintenance after stem-cell transplantation for multiple myeloma. *N Engl J Med*. 2012;366(19):1782-1791. DOI: 10.1056/NEJMoa1114138.
6. Bilsky M.H., Laufer I., Burch S. Shifting paradigms in the treatment of metastatic spine disease. *Spine*. 2009;34(22 Suppl):S101-107. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bac4b2.
7. 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.
8. Clarke M.J., Vrionis F.D. Spinal tumor surgery: management and the avoidance of complications. *Cancer Control*. 2014;21(2):124-132.
9. Denaro V., Denaro L., Albo E., Papapietro N., Piccioli A., Di Martino A. Surgical management of spinal fractures and neurological involvement in patients with myeloma. *Injury*. 2016;6. DOI: 10.1016/j.injury.2016.07.047.
10. Fisher C.G., DiPaola C.P., Ryken T.C., Bilsky M.H., Shaffrey C.L., Berven S.H. et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease: an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group. *Spine* 2010;35(22):E1221-1229. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e16ae2.
11. Fisher C.G., Schouten R., Versteeg A.L., Boriani S., Varga P.P., Rhines L.D. et al. Reliability of the Spinal Instability Neoplastic Score (SINS) among radiation oncologists: an assessment of instability secondary to spinal metastases. *Radiat Oncol*. 2014;9:69. DOI: 10.1186/1748-717X-9-69.
12. Frankel H.L., Hancock D.O., Hyslop G., Melzak J., Michaelis L.S., Ungar G.H. et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. *Paraplegia*. 1969;7(3):179-192. DOI: 10.1038/sc.1969.30.
13. Fujibayashi S., Neo M., Miyaki K., Nakayama T., Nakamura T. The value of palliative surgery for metastatic spinal disease: satisfaction of patients and their families. *Spine J*. 2010;10(1):42-49. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.06.016.
14. Kim H.J., Buchowski J.M., Moussallem C.D., Rose P.S. Modern techniques in the treatment of patients with metastatic spine disease. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(10):943-951. DOI: 10.2106/JBJS.L00192.
15. Lee B.H., Park J.O., Kim H.S., Park Y.C., Lee H.M., Moon S.H. Perioperative complication and surgical outcome in patients with spine metastases: retrospective 200-case series in a single institute. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;122:80-86. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.04.025.
16. Oken M.M., Creech R.H., Tormey D.C., Horton J., Davis T.E., McFadden E.T., Carbone P.P. Toxicity and response criteria of the Eastern Cooperative Oncology Group. *Am J Clin Oncol*. 1982;5(6):649-655. DOI: 10.1097/00000421-198212000-00014.
17. 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):643-648. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)669.
18. Quinn R.H., Randall R.L., Benevenia J., Berven S.H., Raskin K.A. Contemporary management of metastatic bone disease: tips and tools of the trade for general practitioners. *Instr Course Lect*. 2014;63:431-441.
19. San Miguel J., Weisel K., Moreau P., Lacy M., Song K., Delforge M. et al. Pomalidomide plus low-dose dexamethasone versus high-dose dexamethasone alone for patients with relapsed and refractory multiple myeloma (MM-003): a randomised, open-label, phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2013;14(11):1055-1066. DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70380-2.

20. Sciubba D.M., Petteys R.J., Dekutoski M.B., Fisher C.G., Fehlings M.G., Ondra S.L. et al. Diagnosis and management of metastatic spine disease. A review. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(1):94-108. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09202.
21. Simmons E.D., Zheng Y. Vertebral tumors: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;443:233-247. DOI: 10.1097/01.blo.0000198723.77762.0c.
22. Stewart A.K., Rajkumar S.V., Dimopoulos M.A., Masszi T., Špička I. et al. ASPIRE Investigators. Carfilzomib, lenalidomide, and dexamethasone for relapsed multiple myeloma. *N Engl J Med*. 2015;372(2):142-152. DOI: 10.1056/NEJMoa1411321.
23. Terpos E., Morgan G., Dimopoulos M.A., Drake M.T., Lentzsch S., Raje N. et al. International myeloma working group recommendations for the treatment of multiple myeloma-related bone disease. *J Clin Oncol*. 2013;31(18):2347-2357. DOI:10.1200/jco.2012.47.7901.
24. Terpos E., Berenson J., Raje N., Roodman G.D. Management of bone disease in multiple myeloma. *Expert Rev Hematol*. 2014;7(1):113-125. DOI: 10.1586/17474086.2013.874943.
25. Vallabhapurapu S.D., Noothi S.K., Pullum D.A., Lawrie C.H., Pallapati R., Potluri V. et al. Transcriptional repression by the HDAC4-RelB-p52 complex regulates multiple myeloma survival and growth. *Nat Commun*. 2015;6:8428. DOI: 10.1038/ncomms9428.
26. Vanek P., Bradac O., Trebicky F., Saur K., de Lacy P., Benes V. Influence of the preoperative neurological status on survival after the surgical treatment of symptomatic spinal metastases with spinal cord compression. *Spine*. 2015;40(23):1824-1830. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001141.
27. Zadnik P.L., Goodwin C.R., Karami K.J., Mehta A.I., Amin A.G., Groves M.L. et al. Outcomes following surgical intervention for impending and gross instability caused by multiple myeloma in the spinal column. *J Neurosurg Spine*. 2015;22(3):301-9. DOI: 10.3171/2014.9.SPINE14554.
- compression scale. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(3):324-328. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09459.
8. Clarke MJ, Vronis FD. Spinal tumor surgery: management and the avoidance of complications. *Cancer Control*. 2014;21(2):124-132.
9. Denaro V, Denaro L, Albo E, Papapietro N, Piccioli A, Di Martino A. Surgical management of spinal fractures and neurological involvement in patients with myeloma. *Injury*. 2016;6. DOI: 10.1016/j.injury.2016.07.047.
10. Fisher CG, DiPaola CP, Ryken TC, Bilsky MH, Shaffrey CI, Berven SH. et al. A novel classification system for spinal instability in neoplastic disease: an evidence-based approach and expert consensus from the Spine Oncology Study Group. *Spine* 2010;35(22):E1221-1229. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e16ae2.
11. Fisher CG, Schouten R, Versteeg AL, Boriani S, Varga PP, Rhines LD. et al. Reliability of the Spinal Instability Neoplastic Score (SINS) among radiation oncologists: an assessment of instability secondary to spinal metastases. *Radiat Oncol*. 2014;9:69. DOI: 10.1186/1748-717X-9-69.
12. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH. et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. *Paraplegia*. 1969;7(3):179-192. DOI: 10.1038/sc.1969.30.
13. Fujibayashi S, Neo M, Miyaki K, Nakayama T, Nakamura T. The value of palliative surgery for metastatic spinal disease: satisfaction of patients and their families. *Spine J*. 2010;10(1):42-49. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.06.016.
14. Kim HJ, Buchowski JM, Moussallem CD, Rose PS. Modern techniques in the treatment of patients with metastatic spine disease. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(10):943-951. DOI: 10.2106/JBJS.L00192.
15. Lee BH, Park JO, Kim HS, Park YC, Lee HM, Moon SH. Perioperative complication and surgical outcome in patients with spine metastases: retrospective 200-case series in a single institute. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;122:80-86. DOI: 10.1016/j.clineuro.2014.04.025.
16. Oken MM, Creech RH, Tormey DC, Horton J, Davis TE, McFadden ET, Carbone PP. Toxicity and response criteria of the Eastern Cooperative Oncology Group. *Am J Clin Oncol*. 1982;5(6):649-655. DOI:10.1097/00000421-198212000-00014.
17. Patchell RA, Tibbs PA, Regine WF, Payne R, Saris S, Kryscio RJ. et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. *Lancet*. 2005;366(9486):643-648. DOI:10.1016/s0140-6736(05)669.
18. Quinn RH, Randall RL, Benevenia J, Berven Sh, Raskin KA. Contemporary management of metastatic bone disease: tips and tools of the trade for general practitioners. *Instr Course Lect*. 2014;63:431-441.
19. San Miguel J, Weisel K, Moreau P, Lacy M, Song K, Delforge M. et al. Pomalidomide plus low-dose dexamethasone versus high-dose dexamethasone alone for patients with relapsed and refractory multiple myeloma (MM-003): a randomised, open-label, phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2013;14(11):1055-66. DOI: 10.1016/S1470-2045(13)70380-2.
20. Sciubba DM, Petteys RJ, Dekutoski MB, Fisher CG, Fehlings MG, Ondra SL. et al. Diagnosis and management of metastatic spine disease. A review. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(1):94-108. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09202.

## References

1. Karagodin D.F., Ptashnikov D.A., Usikov V.D., Magomedov Sh.Sh. [Spine osteosynthesis associated with radio- and chemotherapy in patients with pathologic fractures due to disseminated bone metastases]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2010;1(55):14-20 (in Russ.).
2. Ptashnikov D.A., Mikaylov I.M., Zasl'skiy F.Yu. [Orthopedics issues in complex therapy of patients with multiple myeloma]. *Vestnik gematologii* [Bulletin of Hematology]. 2014;3(10):60-62 (in Russ.).
3. Aebi M. Spinal metastasis in the elderly. *Eur Spine J*. 2003;12(3) Suppl 2:S202-213. DOI: 10.1007/s00586-003-0609-9.
4. Amelot A., Moles A., Cristini J., Salaud C., Touzeau C., Hamel O. et al. Predictors of survival in patients with surgical spine multiple myeloma metastases. *Surg Oncol*. 2016;25(3):178-183. DOI: 10.1016/j.suronc.2016.05.012.
5. Attal M, Lauwers-Cances V, Marit G, Caillet D, Moreau P, Facon T. et al. IFM Investigators. Lenalidomide maintenance after stem-cell transplantation for multiple myeloma. *N Engl J Med*. 2012;366(19):1782-1791. DOI: 10.1056/NEJMoa1114138.
6. Bilsky MH, Laufer I, Burch S. Shifting paradigms in the treatment of metastatic spine disease. *Spine*. 2009;34(22 Suppl):S101-107. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bac4b2.
7. Bilsky MH, Laufer I, Fourny DR, Groff M, Schmidt MH, Varga PP. et al. Reliability analysis of the epidural spinal cord

21. Simmons E.D, Zheng Y. Vertebral tumors: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;443: 233-247. DOI: 10.1097/01.blo.0000198723.77762.0c.
22. Stewart A.K, Rajkumar S.V, Dimopoulos M.A, Masszi T, Špička I. et al. ASPIRE Investigators. Carfilzomib, lenalidomide, and dexamethasone for relapsed multiple myeloma. *N Engl J Med.* 2015;372(2):142-152. DOI: 10.1056/NEJMoa1411321.
23. Terpos E, Morgan G, Dimopoulos MA, Drake MT, Lentzsch S, Raje N. et al. International myeloma working group recommendations for the treatment of multiple myeloma-related bone disease. *J Clin Oncol.* 2013;31(18):2347-2357. DOI:10.1200/jco.2012.47.7901.
24. Terpos E, Berenson J, Raje N, Roodman G.D. Management of bone disease in multiple myeloma. *Expert Rev Hematol.* 2014;7(1):113-125. DOI: 10.1586/17474086.2013.874943.
25. Vallabhapurapu SD, Noothi SK, Pullum DA, Lawrie CH, Pallapati R, Potluri V. et al. Transcriptional repression by the HDAC4-RelB-p52 complex regulates multiple myeloma survival and growth. *Nat Commun.* 2015;6:8428. DOI: 10.1038/ncomms9428.
26. Vanek P, Bradac O, Trebicky F, Saur K, de Lacy P, Benes V. Influence of the preoperative neurological status on survival after the surgical treatment of symptomatic spinal metastases with spinal cord compression. *Spine.* 2015;40(23):1824-1830. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001141.
27. Zadnik PL, Goodwin CR, Karami KJ, Mehta AI, Amin AG, Groves ML. et al. Outcomes following surgical intervention for impending and gross instability caused by multiple myeloma in the spinal column. *J Neurosurg Spine.* 2015;22(3):301-309. DOI: 10.3171/2014.9.SPINE14554.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Заборовский Никита Сергеевич* – аспирант ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Пташников Дмитрий Александрович* – д-р мед. наук, профессор заведующий научным отделением нейроортопедии и костной онкологии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; заведующий кафедрой ортопедии и травматологии с курсом ВПХ, ФГБОУ ВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России

*Михайлов Дмитрий Аркадьевич* – канд. мед. наук врач-нейрохирург отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Смекаленков Олег Анатольевич* – канд. мед. наук врач-нейрохирург отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Масевнин Сергей Владимирович* – врач травматолог-ортопед, лаборант-исследователь научного отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Nikita S. Zaborovskii* – Graduate Student, Orthopedic Surgeon at Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Dmitry A. Ptashnikov* – Dr. Sci. (Med) Professor Head of Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Head of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North Western State Medical University

*Dmitry A. Mikhaylov* – Cand. Sci. (Med) Neurosurgeon at Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Oleg A. Smekalenkov* – Cand. Sci. (Med) Neurosurgeon at Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Sergey V. Masevnin* – Orthopedic Surgeon at Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics