

РОЛЬ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ МЕТАСТАТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ ПОЗВОНОЧНИКА

А.Ю. Ермолаев^{1,2}, А.В. Яриков³, А.Я. Алейник¹, А.О. Дубских⁴, И.И. Смирнов², О.А. Перльмуттер²,
 А.Г. Соснин³, А.М. Ермолаева⁵, А.П. Фраерман²

¹ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород; Россия, 603005 Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, 10/1;

²ГБУЗ Нижегородской области «Городская клиническая больница №39» 603028, Нижний Новгород, Московское шоссе, 144;

³ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России; Россия, 603001 Нижний Новгород, Нижневолжская наб., 2;

⁴ГАУЗ Свердловской области «Свердловский областной онкологический диспансер»; Россия, 620036 Екатеринбург, ул. Соболева, 29;

⁵ГБУЗ «Нижегородский областной клинический онкологический диспансер» Минздрава России; Россия, 603126 Нижний Новгород, ул. Деловая, 11/1

Контакты: Антон Юрьевич Ермолаев anton_ermolaeff@mail.ru

Злокачественные новообразования сохраняют лидирующие позиции среди причин смертности в мире. Позвоночник чаще других костей скелета становится мишенью для метастазирования. В данной статье представлены результаты обзора литературы. Подробно изложены принципы диагностики, лечения и клиническая картина вторичного поражения позвоночного столба. Описаны варианты болевого синдрома, связанного как непосредственно с опухолевым поражением, так и с компрессией нервных структур, нестабильностью позвоночника и патологическими переломами. Подробно описаны причины и паттерны каждого вида болевого синдрома. Рассмотрены применяемые для прогноза продолжительности жизни пациентов с метастатическим поражением позвоночника шкалы Tokuhashi, Tomita и Bauer и проведено сравнение их эффективности. Подробно изложены критерии отбора таких пациентов для хирургического лечения. Представлены современные методы хирургического лечения вторичного поражения позвоночного столба: паллиативные, субтотальные, тотальные (en-block-резекции). Рассмотрены показания и противопоказания для каждого вида хирургического лечения. Описаны методики интраоперационного гемостаза. Особое внимание уделено предоперационной эмболизации опухоли, детальное – ошибкам и осложнениям данной методики. Отражена корреляционная зависимость объема интраоперационной кровопотери от сроков проведения эмболизации. Исследованы тенденции развития оперативных методов при метастатических опухолях позвоночника.

Ключевые слова: шкала Tokuhashi, en-block-резекция по Tomita, вертебропластика, метастатические опухоли позвоночника, шкала Bauer, шкала Tomita

Для цитирования: Ермолаев А.Ю., Яриков А.В., Алейник А.Я. и др. Роль хирургического лечения при метастатическом поражении позвоночника. Нейрохирургия 2022;24(2):78–93. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-2-78-93.

Surgical methods in management of metastatic spinal cord lesions

A. Yu. Ermolaev^{1,2}, A. V. Yarikov³, A. Ya. Aleynik¹, A. O. Dubskikh⁴, I. I. Smirnov², O. A. Perlmutter², A. G. Sosnin³,
 A. M. Ermolaeva⁵, A. P. Fraerman²

¹Privolzhsky Research Medical University; 10/1 Minin and Pozharsky Sq., Nizhny Novgorod 603005, Russia;

²City Clinical Hospital No. 39; 144 Moscow Hwy., Nizhny Novgorod 603028, Russia;

³Privolzhsky District Medical Center, Federal Medical and Biological Agency of Russia, 2 Niznevolzhskaya Emb., Nizhny Novgorod 603001, Russia;

⁴Sverdlovsk Regional Oncological Dispensary; 29 Soboleva St., Yekaterinburg 620036, Russia;

⁵Nizhny Novgorod Regional Clinical Oncology Dispensary; 11/1 Delovaya St., Nizhny Novgorod 603126, Russia

Contacts: Anton Yurevich Ermolaev anton_ermolaeff@mail.ru

Malignant neoplasms remain the leading cause of death worldwide. The spine is a target for metastasis more often than other skeletal bones. This article details the principles of diagnosis, treatment, and the clinical picture of secondary

lesions of the spinal column. The causes of pain syndrome in cancerous lesions of the spine are reviewed: compression of nerve structures, pathological fractures, spinal instability, lytic foci and paraneoplastic pain syndrome. The causes and patterns of each type of pain syndrome are described in detail. The article presents the scales used to predict the life expectancy of these patients: Tokuhashi, Tomita and Bauer. The effectiveness of these scales is compared. The selection criteria for surgical treatment of patients with metastatic lesions of the spine are described in detail. Modern methods of surgical treatment of secondary lesions of the spinal column are presented: palliative, subtotal, total (en-block resections). The indications and contraindications for each type of surgical treatment are described. Methods of intraoperative hemostasis are described, with the special attention given to preoperative tumor embolization. The errors and complications of this technique are described in detail. The correlation dependence of intraoperative blood loss volume on the embolization terms is presented. Modern trends in the development of surgical methods in metastatic spinal tumors are described in conclusion.

Key words: Tokuhashi Scale, en-block Tomita resection, vertebroplasty, metastatic spinal tumors, Bauer Scale, Tomita Scale

For citation: Ermolaev A. Yu., Yarikov A. V., Aleynik A. Ya. et al. Surgical methods in management of metastatic spinal cord lesions. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2022;24(2):78–93. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-2-78-93.

ВВЕДЕНИЕ

По данным ВОЗ, в 2020 г. онкологические заболевания занимали 2-е место среди причин смертности в мире (от них умирает каждый шестой). В России в 2020 г. злокачественные новообразования впервые в жизни были выявлены в 556 036 случаях. На конец 2020 г. в онкологических учреждениях РФ состояли на учете 3 973 295 пациентов [1]. В США каждый год диагностируется 18 000 злокачественных новообразований позвоночника, при этом частота поражения метастазами (МС) составляет 95 %. Данные эпидемиологических исследований свидетельствуют о ежегодном увеличении числа пациентов с онкологическими заболеваниями [2–4]. Отчасти это связано с увеличением продолжительности жизни таких пациентов (за счет появления новых эффективных методов лечения онкологических заболеваний и совершенствования онкологической помощи), улучшением методов диагностики.

Позвоночник чаще других костей скелета становится мишенью для метастатического поражения [5, 6]. Общая частота метастазирования в позвоночник составляет 20–40 % от всех онкологических случаев, при этом до 20 % пациентов имеют симптомы сдавления невралгических структур [7]. В грудном отделе позвоночника МС встречаются в 70 %, шейном – в 6–10 %, в поясничном – в 20 % случаев [8, 4, 9]. Выделяют три варианта поражения костной ткани: литическое, бластическое и смешанное. Эти типы костного поражения не имеют абсолютной специфичности к гистологическим типам опухолей [10]. По данным публикаций экспертов GSTSG (Global Spinal Tumor Study Group, 2005 г.), в Японии 5-летняя выживаемость пациентов с МС в позвоночник составляет около 55 %, а при первичных злокачественных опухолях позвоночника превышает 75 %.

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

Наиболее частое клиническое проявление при спинальных МС – болевой синдром (БС), реже – невро-

логические нарушения [4]. Степень выраженности БС зависит от локализации и размеров очага, его патогистологической характеристики [2, 11]. Самый частый спутник поражения позвоночника – БС, который встречается в 83–95 % случаев [8]. Локальная боль может быть как непосредственным результатом роста опухоли вследствие сдавления и разрушения тканей, так и результатом нарушения опорной функции позвоночника.

Под термином «нестабильность позвоночника» понимается повышенная мобильность его элементов по отношению друг к другу, которая способствует их патологическому смещению при физической нагрузке или ортопозиции. Главное отличие «аксиального» БС при нестабильности – его связь с движениями, изменением положения тела, осевой нагрузкой на позвоночник. «Аксиальный» БС проходит или в значительной степени уменьшается в функционально выгодном положении (как правило, в положении лежа). Концепция возникновения нестабильности – важный аспект в процессе определения объема хирургического лечения больных со спинальными МС [12].

Шкала оценки нестабильности позвоночника SINS (Spinal Instability Neoplastic Score) может применяться для оценки стабильности позвоночника при опухолях (табл. 1) [13].

На основании балльной оценки клинических характеристик и данных нейровизуализации шкала SINS позволяет установить наличие нестабильности позвоночника до лечения или оценить риск ее развития после операции [14].

Наибольшая нестабильность и вероятность возникновения патологического перелома тела позвонка наблюдаются при литическом типе поражения и разрушении кортикального слоя на 40–50 % и более: в таких случаях опорная функция позвонка снижается на 60–90 % [12].

Среди неврологической симптоматики выделяется радикулопатия, сегментарная и проводниковая симптоматика. Радикулярная симптоматика возникает при

Таблица 1. Оценка нестабильности позвоночника при опухолях по шкале SINS

Table 1. Assessment of spinal instability in tumors on the SINS scale

Характеристика Component	Признак Feature	Оценка, баллы Score, points
Локализация Location	Подвижный сегмент соединения 2 отделов позвоночника (затылочная кость – C2, C7–T2, T11–L1, L5–S1) Junctional (occiput – C2, C7–T2, T11–L1, L5–S1)	3
	Подвижный свободный сегмент (C3–C6, L2–L4) Mobile spine (C3–C6, L2–L4)	2
	Полуригидный сегмент (T3–Th10) Semi-rigid (T3–T10)	1
	Ригидный сегмент (S2–S5) Rigid (S2–S5)	0
Болевой синдром возникает при движениях в позвоночнике, проходит в положении лежа Pain relief with recumbency and/or pain with	Да Yes	3
	Нет (но иногда болевой синдром не связан с движением) No (occasional pain but not mechanical)	1
	Нет Pain free lesion	0
Тип поражения Bone lesion	Литический Lytic	2
	Смешанный (остеолитический/остеобластический) Mixed (lytic/blastic)	1
	Бластический Blastic	0
Данные нейровизуализации Radiographic spinal alignment	Подвывих/подвижность позвонка Subluxation/translation present	4
	Деформация <i>de novo</i> (кифоз/сколиоз) <i>De novo</i> deformity (kyphosis/scoliosis)	2
	Норма Normal alignment	0
Коллапс тела позвонка Vertebral body collapse	>50 % снижения высоты >50 % collapse	3
	<50 % снижения высоты <50 % collapse	2
	Нет снижения высоты, >50 % тела позвонка поражено No collapse with >50 % body involved	1
	Норма None of the above	0
Вовлечение задних элементов позвонков (фасеточные суставы, ножки позвонков, перелом позвоночно-реберных сочленений, их опухолевое поражение) Posterolateral involvement of the spinal elements (facet, pedicle or CV joint fracture or replacement with tumor)	Двухстороннее Bilateral	2
	Одностороннее Unilateral	1
	Норма None of the above	0
Интерпретация шкалы SINS Criteria of instability		Сумма баллов Total score
Нет нестабильности Stable spine		0–6
Возможно развитие нестабильности Potential unstable spine		7–12
Явная нестабильность Unstable spine		13–18

поражении нервных корешков и может быть представлена: БС с иррадиацией в область автономной зоны иннервации корешков; неврологическими (чувствительными и двигательными) расстройствами по периферическому типу [15, 16].

Сегментарная и проводниковая симптоматика возникает в результате поражения спинного мозга (СМ). Снижение силы в конечностях возникает у 60–85 % пациентов на момент установления диагноза. По данным V. DeVita и K. Tomita, высшая степень двигательных расстройств (паралегия) – плохой прогностический признак. Продолжительность паралегии более 72 ч – противопоказание для хирургического лечения [12, 17]. Следует обращать внимание и на скорость наступления неврологических расстройств: если они нарастают медленно, то и регресс возможен после более длительного периода расстройств [16]. Кроме того, при миеломной болезни (плазмцитомы) даже длительное сдавление и паралегия не всегда ассоциированы с плохим неврологическим прогнозом [5]. В качестве предиктора регресса неврологических расстройств после операции можно использовать тест со стероидами (дексаметазон или метилпреднизолон) [5, 18].

Кроме «ортопедических» болей и неврологической симптоматики у пациентов с метастатическим поражением позвоночника выделяется негетерогенная группа с БС, связанным с паранеопластическим процессом [19, 20]. Генез развития паранеопластических болей не до конца ясен, предлагается множество теорий такого генеза: эндогенная интоксикация, оксидативный стресс, дисметаболические нарушения (как результат паразитирования опухоли), аутоиммунная реакция организма (выработка антител и инфильтрация иммунными клетками нервных структур). Известны отдельные опухоли, в большей степени ассоциированные с БС паранеопластического генеза: мелкоклеточный рак легких, карцинома молочной железы или яичников, остеобластокластома, лимфома, тимома и множественная миелома [15].

ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

Рекомендации Ассоциации ведущих онкологических центров по борьбе с онкологическими заболеваниями в США NCCN (National Comprehensive Cancer Network) диктуют необходимость диагностики и лечения пациентов с метастатическим поражением позвоночника в клинике, имеющей в своей структуре подразделение онкологии и онкопатоморфологии [16, 21]. Важно проведение всех исследований, диагностических процедур, современных методов лечения онкологических заболеваний и необходимых оперативных вмешательств на территории одного специализированного медицинского учреждения [16, 22].

В таком учреждении должны работать следующие специалисты [16, 21]:

- онколог, специалист в области заболеваний костей и мягких тканей;

- патоморфолог, специализирующийся на патологии костей и мягких тканей;
- радиотерапевт;
- торакальный хирург;
- пластический хирург;
- ангиохирург/рентгенэндоваскулярный хирург;
- нейрохирург.

При определении показаний к операции при спинальных МС выделяют три «шага» (алгоритм планирования операции).

Шаг 1. Диагностика, определение объема поражения.

Шаг 2. Виды лечения: лекарственное (химио-, иммуно-, гормонотерапия, таргетная терапия); лучевые методы; хирургия.

Шаг 3. Планирование операции на позвоночнике.

Мероприятия шага 1 направлены на определение распространенности опухолевого процесса. Диагноз устанавливается на основании сопоставления клинической картины, данных лабораторных методов исследования, нейровизуализации и результатов патогистологического изучения биопсийного материала. После выявления первичной опухоли, ее гистологической принадлежности и установления объема поражения на консилиуме при участии как минимум трех специалистов принимается решение о плане лечения данного пациента [2, 9].

Шаг 2 определяет лечение, которое может включать ряд методов: медикаментозные (химио-, иммунотерапия, таргетная, гормональная терапия), лучевое воздействие и хирургическое удаление [23]. Далее определяется последовательность применения каждого из методов.

Шаг 3: планируется операция на позвоночнике, если она требуется.

Подобное решение принимается при нескольких условиях:

- 1) верифицированная патоморфологическим исследованием опухоль и определение ее чувствительности к лучевой и медикаментозной терапии;
- 2) нестабильность позвоночника, вызванная метастатическим поражением;
- 3) компрессия СМ и/или его корешков, вызванная опухолевым процессом, смещением кости или деформацией позвоночника;
- 4) выраженный некупируемый БС, который резистентен к лучевой и медикаментозной терапии;
- 5) общее состояние пациента, позволяющее провести оперативное вмешательство.

Для выбора оптимального метода лечения пациентов со спинальными МС предложен алгоритм принятия решений на основе четырех характеристик системы принятия решений NOMS (neurologic, oncologic, mechanical, systemic):

- 1) компрессия дурального мешка (neurologic);
- 2) радиочувствительность опухоли (oncologic);

Таблица 2. Алгоритм определения тактики при спинальных метастазах с сужением позвоночного канала с помощью NOMS
 Table 2. Algorithm for determining tactics in spinal metastases with the spinal canal obstruction using NOMS

Компрессия дурального мешка Neurologic	Чувствительность опухоли к лучевой терапии Oncologic	Стабильность позвоночника Mechanical	Соматический статус пациента: позволяет (или нет) провести резекцию очага Systemic	Тактика Decision
Отсутствие или умеренная* без миелопатии Low-grade ESCC* without myelopathy	Радиочувствительная Radiosensitive	Стабильный Stable	Да Yes	Лучевая терапия Conventional external beam radiation
		Нестабильный Unstable		Стабилизация с последующей лучевой терапией Stabilization followed by conventional external beam radiation
	Радиорезистентная Radioresistant	Стабильный Stable		Радиохирургия Stereotactic radiosurgery
		Нестабильный Unstable		Стабилизация с последующей радиохирургией Stabilization followed by stereotactic radiosurgery
Выраженная компрессия** с (без) миелопатией High-grade ESCC** with (without) myelopathy	Радиочувствительная Radiosensitive	Стабильный Stable	Да Yes	Лучевая терапия Conventional external beam radiation
		Нестабильный Unstable		Стабилизация с последующей лучевой терапией Stabilization followed by conventional external beam radiation
	Радиорезистентная Radioresistant	Стабильный Stable	Да Yes	Декомпрессия или стабилизация с последующей лучевой терапией Decompression/stabilization followed by conventional external beam radiation
			Нет No	Лучевая терапия Conventional external beam radiation
		Нестабильный Unstable	Да Yes	Декомпрессия или стабилизация с последующей радиохирургией Decompression/stabilization followed by stereotactic radiosurgery
			Нет No	Стабилизация с последующей лучевой терапией Stabilization followed by conventional external beam radiation

* Умеренная компрессия дурального мешка: по мнению авторов, это ситуации, когда можно проследить ликворную камеру между опухолью и спинным мозгом (0, 1-я степень по ESCC (Epidural Spinal Cord Compression – выраженность эпидуральной компрессии спинного мозга).

** Выраженная компрессия – отсутствие ликворной камеры и/или деформации спинного мозга (2, 3-я степени по ESCC) [25].

* Low-grade ESCC: no spinal cord compression.

** High grade ESCC was defined as deformation of the spinal cord with partial (ESCC Grade 2) or complete (ESCC Grade 3) obliteration of the CSF space [25].

- 3) стабильность позвоночника (mechanical);
- 4) стабильность общего состояния пациента (systemic).

Следование правилам NOMS, прогностическим шкалам, а также скрупулезный индивидуализированный подход к каждому пациенту позволяют оценить и интерпретировать особенности БС, клинической картины и неврологического статуса больного [24]. Элементы системы принятия решений NOMS [24] представлены в табл. 2.

При составлении плана лечения необходимо учитывать прогноз, определяемый типом первичной опухоли, распространенностью процесса, состоянием

пациента и предполагаемой продолжительностью жизни [5, 18, 26].

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТАКТИКУ ЛЕЧЕНИЯ

В онкоverteбологии для прогнозирования и выбора лечения чаще всего применяется шкала Y. Tokuhashi и соавт. (табл. 3, 4) [26, 27].

Группа, возглавляемая К. Tomita и N. Kawahara, проводила ретроспективный анализ данных 67 пациентов, которые получали различное лечение, и еще в 2001 г. предложила новую прогностическую шкалу (табл. 5, 6) [28].

Таблица 3. Обновленная шкала прогноза выживаемости Tokuhashi (2005)
Table 3. Revised Tokuhashi score (2005)

Прогностический фактор Predictive factor	Характеристика Feature	Оценка, баллы Score, points
Общее состояние (по шкале Карновского) General condition (KPS)	Плохое ($\leq 40\%$) Poor ($\leq 40\%$)	0
	Удовлетворительное (50–70 %) Moderate (50–70 %)	1
	Хорошее (80–100 %) Good (80–100 %)	2
Число экстрапозвоночных метастазов Number of extraspinal bone metastases foci	≥ 3	0
	1–2	1
	1	2
Число пораженных тел позвонков Number of metastases in the vertebral body	≥ 3	0
	1–2	1
	1	2
Метастазы во внутренние органы Metastases to the major internal organs	Невозможно удалить Unremovable	0
	Возможно удалить Removable	1
	Отсутствуют No metastases	2
Первичный очаг Primary tumor	Легкие, остеосаркома, хондросаркома, желудок, мочевого пузыря, пищевод, поджелудочная железа Lung, osteosarcoma, stomach, bladder, esophagus, pancreas	0
	Печень, желчный пузырь, не идентифицирован первичный очаг Liver, gallbladder, unidentified	1
	Другие Others	2
	Почки, мочеточники Kidney, uterus	3
	Прямая кишка Rectum	4
	Щитовидная железа, молочная железа, предстательная железа, саркома мягких тканей Thyroid, prostate, breast, carcinoid tumor	5
Выраженность неврологических нарушений (по шкале Frankel) Spinal cord palsy (Frankel scale)	Параплегия Complete (Frankel A, B)	0
	Парапарез Incomplete (Frankel C, D)	1
	Отсутствие неврологических осложнений None (Frankel E)	2

В настоящее время данную прогностическую шкалу наиболее часто используют совместно со шкалой Y. Tokuhashi и соавт. [15, 27].

В 1995 г. Н. Вауер и соавт. внедрили в клиническое использование достаточно простую и доступную шкалу (табл. 7, 8), созданную на основе оценки лечения 153 больных с МС рака различных локализаций в костях конечностей и 88 пациентов с МС в позвоночник.

Таблица 4. Прогноз предполагаемой выживаемости по шкале Tokuhashi и выбор лечения

Table 4. Prognosis of mean survival periods according to Tokuhashi scale and the ways of management

Сумма баллов Total points	Прогноз предполагаемой выживаемости, мес Prognosis of mean survival periods, mo	Лечение Treatments
0–8	< 6 мес < 6 mo	Симптоматическое лечение, включая паллиативную хирургию Symptomatic, including palliative surgery
9–11	> 6 мес (у 30 % пациентов > 12 мес) > 6 mo (in 30 % patients > 12 mo)	Паллиативное или субтотальное хирургическое лечение Palliative or subtotal surgical removal
12–15	> 12 мес > 12 mo	Тотальное хирургическое лечение Total surgical removal

Для определения достоверности вышеперечисленных шкал проводилось множество исследований. В Khon Kaen University (Тайланд) в исследовании 54 пациентов проводилась оценка трех основных шкал прогноза выживаемости пациентов с МС в позвоночник (Tokuhashi, Tomita и Bauer). Все больные были оценены по нескольким основным характеристикам: число пораженных позвонков и МС в другие органы, тип и органная принадлежность опухоли, описание неврологического дефицита и его длительность, прогноз выживаемости больных по представленным выше шкалам. Период наблюдения пациентов составил 5 лет. Выживаемость этой группы больных составила в среднем $11,68 \pm 8,7$ месяца, единственный признак, который оказал влияние на выживаемость, – тип первичной опухоли. При сопоставлении кривых выживаемости в исследуемой группе с помощью предложенных шкал и метода Каплана–Майера лучшей прогностической шкалой стала шкала Tomita ($p < 0,01$), по сравнению с шкалами Вауер и Tokuhashi [29].

По данным исследования, проведенного в Университетской клинике г. Грац (Австрия) в 2006 г., шкала Вауер считается достаточно точной [30].

Анализ применения шкалы Leithner и соавт. (2008 г.) и Wibmer и соавт. (2011 г.) показал, что все семь

Таблица 5. Прогностическая шкала Tomita

Table 5. Tomita score scale

Фактор Prognostic factors	Оценка, баллы Score, points
Степень злокачественности первичной опухоли Primary tumor	
Медленный рост (рак молочной железы, предстательной и щитовидной железы и т.д.) Slow growth (cancer of breast, thyroid, etc.)	1
Умеренный рост (рак почки, матки, желчного пузыря и т.д.) Moderate growth (cancer of kidney, uterus, etc.)	2
Быстрый рост (рак легкого, печени, желудка, толстой кишки, мочевого пузыря и т.д.) Rapid growth (cancer of lung, liver, stomach, colon, bladder etc.)	4
Висцеральные метастазы Visceral metastases	
Нет None	0
Потенциально излечимые Treatable	2
Неизлечимые Untreatable	4
Костные метастазы Bone metastases	
Одиночные или изолированные позвоночные Solitary or isolated	1
Множественные Multiple	2

Таблица 6. Выбор тактики лечения по шкале Tomita

Table 6. Surgical management according the Tomita score

Оценка, баллы Score, points	Выбор тактики лечения Choice of treatment tactics
2–3	Тотальное хирургическое удаление Total surgical removal
4–5	Эксхолеция, кюретаж, краевая резекция Partial surgical removal
6–7	Паллиативное хирургическое лечение Palliative surgery
8–10	Консервативное лечение No surgery

имеющихся прогностических шкал, включая шкалы Tokuhashi, Tomita и Linden, могут применяться для определения прогноза заболевания. Шкала Bauer точнее отображает прогноз заболевания после 4 лет и более от лечения первичной опухоли (распределение пациентов в группы умеренного и благоприятного прогноза) [12].

Таблица 7. Модифицированная шкала H. Bauer

Table 7. Modified Bauer score

Оценка, баллы Score, points	Фактор Prognostic factors
1	Нет висцеральных метастазов No visceral metastases
1	Опухоли, исключая рак легкого Tumors, excluding lung cancer
1	Первичный очаг: рак молочной железы, рак почки, лимфома, множественная миелома Primary tumor (breast, kidney, lymphoma)
1	Один солитарный костный метастаз One solitary skeletal metastasis

Таблица 8. Интерпретация результатов шкалы H. Bauer

Table 8. Surgical management according the Bauer score

Оценка, баллы Score, points	Цель лечения Aim of management	Тактика хирургического лечения Surgical management
0–1	Паллиативное лечение Palliative care	Консервативное лечение No surgery
2	Короткий срок ожидаемой продолжительности жизни Expected short survival	Паллиативное хирургическое лечение, задний доступ Palliative surgical care (Stabilization/decompression)
3–4	Средний срок ожидаемой продолжительности жизни Expected dot short survival	Тотальное хирургическое удаление опухоли (en-bloc резекция, комбинированный доступ) Total surgical removing

Предпочтительно одномоментное применение нескольких шкал у одного пациента. Предлагаемые шкалы не учитывают длительность безметастатического периода, степень злокачественности опухоли, чувствительность к лекарственному лечению и лучевой терапии, лечебный патоморфоз. При формировании этих шкал выживаемость при метастатическом поражении позвоночника была низка. На увеличение продолжительности жизни онкологических больных влияет целый ряд факторов: более ранняя диагностика заболеваний; развитие медикаментозной терапии и генной инженерии; усовершенствование медицинского оборудования и техники хирургического вмешательства; мультидисциплинарный подход в лечении опухолей; совершенствование онкологической помощи [16].

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

С 1960-х по 1990-е годы наблюдается рост (с 28 до 39 %) хирургической активности в отношении МС позвоночника, несмотря на развитие лучевой терапии

и появление новых препаратов медикаментозного лечения.

Цели хирургического лечения:

- получение материала для патогистологического, иммуногистохимического исследования (биопсия);
- уменьшение интенсивности БС, повышение или сохранение на прежнем уровне качества жизни;
- предупреждение нарушения или восстановление опорной функции позвоночника;
- сохранение функции СМ и/или его корешков;
- уменьшение объема опухоли (циторедукция) для возможности проведения адъювантной терапии, достижения временного локального контроля над опухолью и увеличение продолжительности жизни.

В 60-х годах XX в. было пересмотрено и расширено понятие удаления органа, пораженного злокачественным образованием, основанное на методах абластики, сформулированных в начале XX в. [31]. Метод абластики широко применяется по отношению к злокачественным опухолям. Нужно отметить, что кускование опухоли не является абластикой, даже если опухоль была удалена данным способом в пределах здоровой ткани [16]. Абластика — это мероприятия, направленные на предупреждение распространения опухолевых клеток в зоне хирургического вмешательства [16]. Во время операции абластика реализуется следующими путями [8]:

- основательное отграничение зоны оперативного вмешательства;
- применение электро- или лазерного скальпеля, местных химиопрепаратов;
- однократное использование тупферов, шариков;
- смена или мытье перчаток и инструментов каждые 30–40 мин;
- перевязка и пересечение сосудов до начала мобилизации органа;
- удаление метастатических очагов в пределах заведомо здоровых тканей en-block с регионарными лимфатическими узлами и окружающей их клетчаткой;
- невскрытие капсулы опухоли.

Хирургические методы

В классификации GSTSG выделяют следующие хирургические методы лечения МС позвоночника [32]:

- 1) паллиативные — направлены на декомпрессию нервных структур или/и стабилизацию позвоночника (вертебро-, кифопластика, вентральная или дорсальная инструментальная фиксация, радиочастотная абляция);
- 2) субтотальные — предполагают парциальное удаление опухоли для создания наибольшей декомпрессии нервных структур (ляминэктомия, корпэктомия с фиксацией или без нее);
- 3) тотальные (en-block-резекции).

1. Паллиативное лечение метастазов позвоночника.

Выполнение этих методов направлено на сохранение качества жизни данной группы пациентов [33–35].

Основные показания к проведению вертебропластики или кифопластики:

- связанный с физической нагрузкой БС;
- угроза или наличие патологического перелома тела позвонка, вызванные остеолитическим поражением при отсутствии нестабильности по шкале SINS;
- поражение тела позвонка онкогематологическим заболеванием (множественная миелома, лимфома и др.) [36–38].

Компрессия СМ мягкотканым компонентом опухоли, снижение высоты тела позвонка более чем на 50–70 %, спинальный стеноз более чем на 30 % окружности служат противопоказанием к вертебропластике [39–41]. В некоторых случаях противопоказанием к проведению вертебропластики считают дефект задней стенки тела позвонка, так как он значительно увеличивает риск попадания цемента в позвоночный канал [42, 43]. В таких случаях для уменьшения БС и локального контроля опухоли может использоваться радиочастотная абляция [44]. Вертебропластика не проводится при наличии бластических очагов, так как в большинстве случаев в данной ситуации методика показала себя малоэффективной [45]. Стабильные патологические переломы тел позвонков без выраженного БС не служат показанием к вертебропластике [46, 47].

Клинический пример применения вертебропластики в лечении с метастатическим поражением позвоночника представлен на рис. 1.

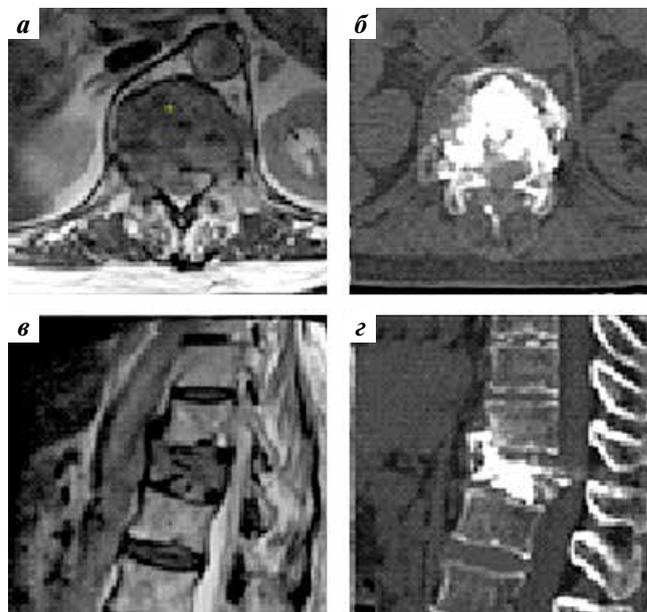


Рис. 1. Клинический пример: пациентка 69 лет, МС аденокарциномы кишечного типа в тело L1-позвонка, осложненный патологическим переломом без значимой компрессии СМ. Из бипедикулярного доступа выполнена вертебропластика полиметилметакрилатом, достигнут регресс БС. Изображения: а, б — МРТ до вмешательства; в, з — КТ после вертебропластики

Fig. 1. Clinical case: 69 years old patient with L1 metastasis from bowel adenocarcinoma without spinal cord compression. Vertebroplasty was performed, pain decreased. Images: a, b — MRI before procedure; v, z — CT after procedure

При множественных переломах не рекомендуется одновременно вводить цементирующий состав более чем в три позвонка, так как высок риск «стрессовых» переломов из-за резкого многоуровневого изменения высоты структур позвоночника. Такие манипуляции следует проводить в несколько этапов [39]. Инструментальная фиксация позвоночника (вентральная или дорсальная) выполняется при доказанной его нестабильности по шкале SINS [32].

Систематический обзор Р.А. Hulme и соавт. (2006) показал, что обезболивающие результаты вертебропластики и кифопластики одинаковы, но последняя предотвращает вытекание цемента за пределы тела позвонка, а также развитие экстравазаций и эмболию сосудов [48].

А.К. Валиев и соавт. (2009) опубликовали результаты применения вертебропластики у 168 пациентов с метастатическим поражением позвоночника. До вертебропластики БС отмечался у 146 (87 %) больных. После операции боль уменьшилась у 141 (84 %), из них у 72 (43 %) пациентов БС купировался полностью. До вертебропластики качество жизни было нарушено у 144 (86 %), после операции улучшение качества жизни отмечено у 124 (74 %) больных. До вертебропластики неврологический дефицит отмечался у 20 (12 %), после процедуры неврологическая симптоматика регрессировала у 11 (7 %) пациентов [37].

Согласно метаанализу Р.Е. Kaloostian и соавт. (2014), общий уровень снижения БС составил 91 % после лечения 864 пациентов, перенесших вертебропластику, а уровень увеличения мобильности — 62 %. Нарастание БС произошло в 1 % случаев. Также в этом исследовании проведен анализ результатов лечения 277 пациентов, перенесших кифопластику. Общий уровень улучшения мобильности составил 69 %, уровень снижения БС — 93 %. Ни один пациент не заявил об усилении болей [49].

Р. Hasserius и соавт. (2003) на основании клинического наблюдения за группой из 598 больных с патологическими переломами тел позвонков выявили, что в группе больных, не получавших лечение по поводу патологических переломов, риск перелома смежных позвонков увеличивался на 20 % [50].

Еще более многообещающие результаты по контролю БС и локальному контролю опухоли могут быть достигнуты при сочетании радиочастотной абляции или брахитерапии с аугментацией позвонка полиметилметакрилатом [44, 51, 52]. Если невозможно выполнить малоинвазивное локальное лечение на позвоночнике, то у пациентов в группе неблагоприятного прогноза с радиочувствительными опухолями следует проводить лучевую терапию, для которой характерны хорошие как непосредственные, так и отдаленные функциональные результаты локального лечения сроком до 6 мес.

2. Субтотальные операции. При множественном метастатическом поражении иногда основная цель

нейрохирургического лечения — улучшение качества оставшейся жизни пациентов: уменьшение БС, сохранение и по возможности улучшение неврологического статуса, достижение локального контроля опухолевого роста в пораженном позвонке, создание стабильности в позвоночнике и продолжение основного лечения (радиотерапия, медикаментозная терапия) [42, 53, 54]. Хирургическое лечение у этих больных не может носить радикальный характер. Однако при возникновении симптомов компрессии невралгических структур за счет костных отломков или опухолевой ткани при МС необходимо выполнение открытых операций [55, 56]. Проведение декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств предотвращает прогрессирование неврологического дефицита, создает условия для восстановления функций и уменьшения БС, вызванного компрессией невралгических структур и/или нестабильностью позвоночника [12, 57]. Сохранение стабильности позвоночника и интактности СМ и/или его корешков — наиболее важные факторы для поддержания приемлемого качества жизни у этой категории пациентов. Хирургическое лечение целесообразно проводить больным с более благоприятным прогнозом [42]. Визуальные данные до и после такой операции представлены на рис. 2.

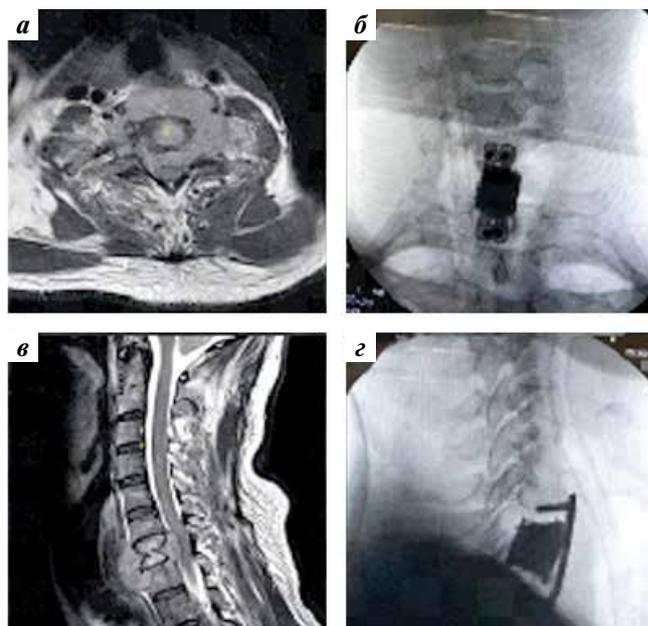


Рис. 2. Клинический пример: пациент 52 лет; МС почечно-клеточной карциномы в С7-позвонок, осложненный компрессией СМ, с клиникой умеренного тетрапареза и выраженным БС (больной не может встать, нуждается в постоянном уходе). Выполнена вентральная декомпрессия, опорный межтеловой спондилодез С6 — Т1 полиметилметакрилатовым кейджем с фиксацией пластиной. После операции пациент самостоятельно передвигается, встает, обслуживает себя. Изображения: а, б — МРТ до вмешательства; в, г — рентгенограммы после операции

Fig. 2. Clinical case: 52 years old patient with C7 injured by renal carcinoma with spinal cord compression with tetraparesis and low functional conditions due to severe pain. Ventral decompression and spondylodesis C6 — T1 were performed. Improvement of functional conditions achieved. Images: а, б — MRI before surgery; в, г — X-ray after surgery

3. **Тотальное хирургическое удаление.** Пациентам с благоприятным онкологическим прогнозом, ожидаемой продолжительностью жизни более 12 мес, солитарным поражением показано проведение хирургического лечения спондилэктомии или вертебрэктомии (en-block-резекция по Tomita) [12, 58]. Такие «агрессивные вмешательства» применяются, например, при олигометастатических проявлениях рака почки, когда таргетная терапия приводит к существенному увеличению продолжительности жизни [16, 59]. Основные трудности, связанные с применением en-block-резекции: интенсивное кровотечение, повреждение крупных сосудов в процессе слепого рассечения позвонков, возможная контаминация опухолевыми клетками (особенно при разрезе ножки внутри поражения) [60].

Пример тотального удаления опухоли позвонка представлен на рис. 3.

Сдавленный опухолью СМ исключительно чувствителен. Для предупреждения повреждения СМ необходимо минимально травматическое обращение с ним. Необходимо избегать механического повреждения невралжных структур: избыточной тракции, прямого удара [18]. Скручивание СМ приводит к необратимому повреждению, чрезмерное вытяжение нервных кореш-

ков может привести к их отрыву, что также повреждает СМ [61].

Рассечение передней части тела позвонка — еще одна трудность применения en-bloc-резекции из одиночного заднего доступа. Основное решение этой проблемы — хорошее знание вертебологом анатомии и осторожное постепенное рассечение тела позвонка [60].

Для хирургии позвоночных опухолей характерны большие объемы операционной кровопотери, достигающие, например, при раке почки средних значений в диапазоне 6500–8500 мл [21, 62]. Базовые способы снижения интраоперационной кровопотери: поэтапная диссекция тканей с использованием увеличительной оптики; ранняя коагуляция продольных венозных коллекторов позвоночного канала; применение современных гемостатических материалов (оксицеллюлозная вата, гемостатические губки, пенообразующая композиция и др.). Возможно использование фибринового клея эпидурально в краниокаудальном направлении от пораженного позвонка в объеме 1,5–2,0 мл сразу после ламинэктомии en-bloc [60, 63]. Для снижения кровопотери применяется гипотензивная анестезия (систолическое давление 80–90 мм рт. ст.), которая не оказывает влияния на кровоснабжение СМ. Использование золедроновой кислоты в лечении пациентов с МС в позвоночник может также способствовать предотвращению массивной кровопотери [16, 64].

Уменьшает интраоперационную кровопотерю и методика предоперационной эмболизации сосудов опухоли [14, 44, 50]. В качестве эмболизирующих агентов используются калиброванные сферические частицы, спирали и жидкие композиции [16]. Так, А.А. Тарханов и соавт. (2014, 2015) провели оценку результатов эмболизации у пациентов со спинальными МС [21, 62]. Все операции были разделены на следующие типы: декомпрессия позвоночного канала с фиксацией (в некоторых вариантах с открытой вертебропластикой); декомпрессия позвоночного канала с парциальной резекцией тела позвонка, созданием межтеловой опоры и дорсальной фиксацией; спондилэктомия (циркулярная резекция позвонка из одного или двух доступов). Средний объем кровопотери составил: при декомпрессии позвоночного канала с фиксацией (в некоторых вариантах с открытой вертебропластикой) — 156,2 мл; при декомпрессии позвоночного канала с парциальной резекцией опухоли, созданием межтеловой опоры и дорсальной фиксацией — 1070,0 мл; при тотальных операциях (en-block-резекция с фиксацией) — 1586,0 мл [62]. Не зафиксировано госпитальной летальности, связанной с объемом интраоперационной кровопотери, осложнений в виде постэмболизационного некроза не было. После эндоваскулярного вмешательства развились осложнения: неврологический дефицит — у 1; постэмболизационный синдром — у 6 пациентов. На фоне терапии у всех больных данные симптомы

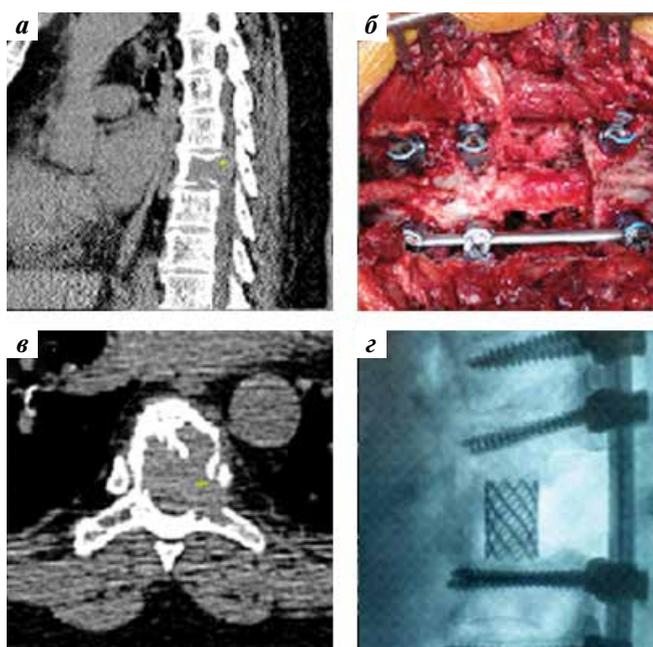


Рис. 3. Клинический пример: пациентка 59 лет, метастатическое поражение Th7-позвонка, осложненное компрессией СМ с клиникой нижнего умеренного парапареза; гистологическое исследование: почечно-клеточный рак; нефрэктомия в анамнезе. Выполнена спондилэктомия T7-позвонка, транспедикулярная фиксация, межтеловой спондилодез. Изображения: а, б — КТ до вмешательства; в — интраоперационная фотография после спондилэктомии; г — рентгенограмма после операции

Fig. 3. Clinical case: 59 years old patient with metastatic Th7 injury with spinal cord compression. Primary tumor — renal-cell cancer (nephrectomy was performed before). Spondylectomy and spondylodesis were performed. Images: a, b — CT before surgery; в — intraoperative photo; г — CT after surgery

регрессировали [21]. При выполнении хирургического вмешательства в сроки до 2 сут после эмболизации средний объем кровопотери составил 160,0 мл. Увеличение интервала от эмболизации до операции (>2 сут) провоцирует возрастание объема кровопотери до 1012,5 мл.

Эффективность процедуры предоперационной эмболизации при МС в позвоночник показали М.А. Wilson и соавт. (2010) [36]. В случае частичной или тотальной эмболизации сосудистой сети опухоли в группе пациентов с гиповаскулярными МС не выявлено статистически значимого различия в объеме интраоперационной кровопотери (2319 и 1945 мл соответственно). В группе больных с гиперваскулярными очагами тотальность эмболизации коррелировала с уменьшением кровопотери (3460 и 1821 мл соответственно). Исследователи обращают внимание на уменьшении кровопотери при эмболизации сегментарных артерий выше и ниже пораженного уровня. Объем кровопотери при выполнении операции в течение 2 сут после эмболизации и в период более 2 сут составил 2608 и 3282 мл соответственно, тогда как в группе пациентов с гиповаскулярными опухолями статистически значимой вариации не было.

В работе С. Clausen и соавт. (2015) установлено, что предоперационная эмболизация не влияет на объем интраоперационной кровопотери при хирургическом лечении спинальных МС, осложненных компрессией СМ [65]. Оценка результатов хирургического лечения подгруппы больных с гиперваскулярными новообразованиями позвоночника, а также с умеренным их кровоснабжением, выявила статистически значимое различие в объеме интраоперационной кровопотери среди пациентов анализируемой подгруппы (645 мл) и пациентов контрольной группы (902 мл). Авторы отмечают, что в группе пациентов с МС из следующих первичных очагов — рак почки, молочной железы, легких, толстой кишки, меланомы, опухоли головы и шеи — в 76 % (по данным ангиографии) верифицирована высокая васкуляризация очагов.

Резекция гиперваскуляризованных опухолей должна выполняться, насколько это возможно, в ранние сроки после эмболизации — в течение 2–3 сут [65, 66].

Для уменьшения риска лучевой миелопатии и возможности проведения адекватной лучевой терапии может применяться сепарационная хирургия. В литературе показано, что применение данного подхода с использованием стереотаксической высокодозной лучевой терапии позволяет добиться риска локальной прогрессии менее 5 % в течение первого года, даже при опухолях с низкой лучевой чувствительностью [67].

Должен учитываться факт, что наличие металлических имплантов рядом с опухолью снижает эффективность радиационной терапии, поэтому актуальными становятся вопросы замены титановых конструкций

на импланты на основе пластика. Карбоновые винты вносят меньше помех в процесс облучения, а значит, повышают эффективность лучевого лечения [68].

Основываясь на анализе лечения 337 пациентов с IV стадией, исследователи заметили, что 16 % пациентов, которым проведено тотальное хирургическое удаление по поводу солитарных МС различных локализаций, прожили 5 лет и более [16]. В других исследованиях показаны еще более оптимистические результаты: 5- и 10-летняя выживаемость больных, которым проведено тотальное хирургическое удаление по поводу костных МС, составила 39,3 и 18 % соответственно [69].

По результатам исследования В.Р. Walcott и соавт. (2011), выживаемость пациентов с МС в позвоночник и хорошими показателями по шкале Американской ассоциации спинальной травмы ASIA (American Spinal Injury Association) и больных, у которых не развились осложнения хирургического лечения, была существенно выше [70]. Это требует особых знаний и навыков от вертебралогов, занимающихся спинальными МС.

Таким образом, к целям хирургического лечения в объеме вертебрэктомии/en-block-резекции можно отнести: улучшение локального контроля опухоли; предотвращение развития неврологического дефицита; улучшение или сохранение удовлетворительного качества жизни; улучшение прогноза онкологических заболеваний [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показания к хирургическому лечению спинальных метастазов в последние десятилетия значительно расширились. Во-первых, это связано с внедрением современных методов диагностики и лечения онкологических заболеваний, способствующих увеличению продолжительности жизни этой группы пациентов. Во-вторых, с совершенствованием хирургических методов, снижением травматичности операций. Хирургия при метастатическом поражении позвоночника редко служит радикальным методом, однако в комбинации с другими методами позволяет добиться не только улучшения качества жизни, но и увеличения ее продолжительности.

Лечение пациентов с метастатическим поражением позвоночника остается сложной мультидисциплинарной задачей, находящейся на стыке таких специальностей, как онкология, неврология, ортопедия и нейрохирургия. Определяющими факторами служат все компоненты NOMS-алгоритма (неврологический, онкологический, механический и системный). Несомненно, важен опыт команды, которая занимается лечением пациентов с метастатическим поражением позвоночника. Главным приоритетом при выборе тактики остается сохранение качества жизни больного.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2020 году. Под ред. А.Д. Каприна, А.О. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2021. 239 с. [The state of cancer care for the population of Russia in 2020. Eds.: A.D. Kaprin, A.O. Starinskiy, A.O. Shakhzadova. Moscow: MNI OI im. P.A. Gertse-na – filial FGBU “NMITs radiologii” Minzdrava Rossii, 2021. 239 p. (In Russ.)].
2. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Комплексная оценка исходов хирургического лечения пациентов с метастатическими поражениями позвоночника. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2015;79(3):34–44. [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. Comprehensive assessment of the outcomes of surgical treatment of patients with metastatic spinal cord injuries. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko’s Journal of Neurosurgery 2015;79(3):34–44. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201579334-44.
3. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Применение интраоперационных средств нейровизуализации и системы навигации в хирургическом лечении первичных и метастатических опухолей позвоночника. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2016;80(2):5–14. [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. The use of intraoperative neuroimaging tools and a navigation system in treatment of primary and metastatic tumors of the spine. Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii im. N.N. Burdenko = Burdenko’s Journal of Neurosurgery 2016;80(2):5–14. (In Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro20168025-14.
4. Бывальцев В.А. Метастазы шейного отдела позвоночника: способы коррекционного лечения. Клиническая неврология 2008;4:30–33. [Byvaltsev V.A. Metastases of the cervical spine: methods of corrective treatment. Klinicheskaya nevrologiya = Clinical Neurology 2008;4:30–33. (In Russ.)].
5. Миронова Ю.А., Шершевер А.С., Дубских А.О. и др. Комбинированное лечение пациентов с метастазами злокачественных опухолей в позвоночник и болевым синдромом. Уральский медицинский журнал 2012;4(96):97–102. [Mironova Y.A., Shershever A.S., Dubskih A.O. et al. Combined treatment for patients with cancer vertebral metastases and spine pain. Uralskiy meditsinskiy zhurnal = Ural Medical Journal 2012;4(96):97–102. (In Russ.)].
6. Мануковский В.А., Кравцов М.Н., Федоренков А.В. и др. Чрескожная вертебропластика с2 позвонка при метастазе рака молочной железы. Нейрохирургия 2008;4:61–68. [Manukovsky V.A., Kravtsov M.N., Fedorenkov A.V. et al. Percutaneous vertebroplasty of the vertebra C2 in a patient with breast cancer metastasis. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2008;4:61–68. (In Russ.)].
7. North R.B., LaRocca V.R., Schwartz J. et al. Surgical management of spinal metastases: analysis of prognostic factors during a 10-year experience. J Neurosurg Spine 2005;2(5):564–73. DOI: 10.3171/spi.2005.2.5.0564.
8. Бывальцев В.А., Барза П. Возможности хирургического лечения при метастазах в шейном отделе позвоночника. Хирургия позвоночника 2009;1:42–8. [Byvaltsev V.A., Barza P. Capabilities of surgical treatment for cervical spine metastases. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2009;1:42–8. (In Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2009.1.42-48.
9. Бажанов С.П., Гуляев Д.А., Ульянов В.Ю. и др. Тактика хирургического лечения при метастатическом поражении верхнешейного отдела позвоночника. Саратовский научно-медицинский журнал 2018;14(3 Suppl):498–501. [Bazhanov S.P., Gulyaev D.A., Ulyanov V.Yu. et al. The tactics of surgical treatment in metastatic lesions of upper cervical spine. Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal = Saratov Journal of Medical Scientific Research 2018;14(3):498–501. (In Russ.)].
10. Воронович И.Р., Пашкевич Л.А. Клинико-рентгеноморфологическая диагностика гигантоклеточной опухоли позвоночника. Журнал Гродненского государственного медицинского университета 2010;2(30):125–8. [Vorovich I.R., Pashkevich L.A. Clinical X-ray-morphological diagnostics of giant cell tumor of the spine. Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta = Journal of the Grodno State Medical University 2010;2(30):125–8. (In Russ.)].
11. Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А. и др. Опухоли позвоночника и перспективы их лечения на современном этапе развития вертебрологии. Травматология и ортопедия России 2010;16(2):126–8. [Valiev A.K., Musaev E.R., Sushentsov E.A., Borzov K.A., Aliev M.D. Spinal tumors and its treatment perspectives in our days. Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia 2010;16(2):126–8. (In Russ.)].
12. Борзов К.А., Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Кулага А.В. Выбор тактики хирургического лечения пациентов с метастазами рака почки в позвоночнике. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2018;(2):14–27. [Borzov K.A., Valiev A.K., Musaev E.R., Kulaga A.V. Surgical treatment tactics for patients with metastases of renal cancer in the spine. Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2018;(2):14–27. (In Russ.)].
13. Fisher C.G., DiPaola C.P., Ryken T.C. 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 (Phila Pa 1976) 2010;35(22):E1221–9. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e16ae2.
14. Мусаев Э.Р., Степанова А.М., Гуроров С.Л. и др. Функциональные и отдаленные результаты локального лечения метастазов рака молочной железы в позвоночник. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2015;(3):12–8. [Musaev E.R., Stepanova A.M., Gutorov S.L. et al. Functional results and follow up after the local treatment of the breast cancer metastases to the spinal column. Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2015;(3):12–8. (In Russ.)].
15. Sasu-Tenkoramaa J., Fudin J. Neuropathy in the cancer patient: causes and cures. Pract Pain Manag 2013;13(3):53–67.
16. Королишин В.А. Комбинированное лечение метастатических опухолей позвоночника. Дис. ... канд. мед. наук. М., 2016. 185 с. [Korolishin V.A. Combined treatment of patients with metastatic lesions of the spine. Diss. ... candidate of medical sciences. Moscow, 2016. 185 p. (In Russ.)].
17. Боровикова И.А., Дубских А.О., Горных К.А. и др. Качество жизни пациентов после хирургического лечения метастатического поражения позвоночника. Уральский медицинский журнал 2018;11(166):10–5. [Borovikova I.A., Dubskih A.O., Gornyykh K.A. et al. Quality of life of patients after surgical treatment of spinal metastases. Uralskiy meditsinskiy zhurnal = Ural Medical Journal 2018;11(166):10–5. (In Russ.)]. DOI: 10.25694/URMJ.2018.11.12.
18. Дубских А.О., Ошурков П.А., Горных К.А. и др. Оценка частоты лечебных и диагностических оперативных вмешательств, выполняемых по поводу метастатического поражения позвоночного столба, а также выявление групп интереса для проведения дополнительных исследований в указанной

- группе пациентов. Уральский медицинский журнал 2015;7(130):13–5. [Dubsikh A.O., Oshurkov P.A., Gornyxh K.A. et al. Assessment of frequency of the medical and diagnostic surgeries which are carried out concerning metastatic damage of the spine column, and also identification of groups of interest for carrying out additional researches in the specified group of patients. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal = Ural Medical Journal* 2015;7(130):13–5. (In Russ.)].
19. Левина Д.С., Меркулов Ю.А., Биглова А.Н., Меркулова Д.М. Болевой синдром при паранеопластической и химио-индуцированной полиневропатии: пути оптимизации патогенетической терапии. *Медицинский алфавит* 2018;3(27):13–20. [Levina D.S., Merkulov Yu.A., Biglova A.N., Merkulova D.M. Pain syndrome in paraneoplastic and chemotherapy-induced polyneuropathy: ways of optimizing pathogenetic therapy. *Literature review. Meditsinskiy alfavit = Medical Alphabet* 2018;3(27):13–20. (In Russ.)].
 20. Алексеева О.П., Михайлова З.Д. Паранеопластические синдромы в клинике внутренних болезней. Н. Новгород: Изд-во ПИМУ, 2017. 122 с. [Alexeeva O.P., Mikhailova Z.D. Paraneoplastic syndromes in the clinic of internal diseases. *Nizhny Novgorod: Izd-vo PIMU*, 2017. 122 p. (In Russ.)].
 21. Тарханов А.А., Дубских А.О., Миронова Ю.А. и др. Эффективность предоперационной эмболизации у пациентов с метастазами почечноклеточного рака в позвоночник. *Вестник Уральской медицинской академической науки* 2014;1(47):43–7. [Tarkhanov A.A., Dubsikh A.O., Mironova Yu.A. et al. Efficiency of the preoperative embolization of patients with metastases from renal cell carcinoma in the spinal column. *Vestnik Uralskoi Meditsinskoi Akademicheskoi Nauki = Journal of Ural Medical Academic Science* 2014;1(47):43–7. (In Russ.)].
 22. Krakoff I.H. Systemic treatment of cancer. *CA Cancer J Clin* 1996;46(3):134–41. DOI: 10.3322/canjclin.46.3.134.
 23. Миронова Ю.А., Бенцион Д.Л., Баянкин С.Н. и др. Стереотаксическая лучевая терапия в комбинированном лечении метастазов в позвоночник в Свердловской области. *Исследования и практика в медицине* 2019;6(S):192–3. [Mironova Yu.A., Bentsion D.L., Bayankin S.N. et al. Stereotactic radiotherapy in the combined treatment for spine metastases in the Sverdlovsk region. *Issledovaniya i praktika v meditsine = Research'n Practical Medicine Journal* 2019;6(1 Suppl):192–3. (In Russ.)]. DOI: 10.17709/2409-2231-2019-6-S1-192-193.
 24. Laufer I., Rubin D.G., Lis E. et al. The NOMS framework: approach to the treatment of spinal metastatic tumors. *Oncologist* 2013;18(6):744–51. DOI: 10.1634/theoncologist.2012-0293.
 25. Bilsky M.H., Laufer I., Fourney D.R. 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.
 26. Балаев П.И., Люлин С.В., Мещерягина И.А. Малоинвазивные хирургические вмешательства в лечении больных с метастатическим поражением позвоночника. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи* 2016;3:22–5. [Balaev P.I., Lyulin S.V., Meshcheryagina I.A. Minimally invasive surgical techniques in the treatment of metastatic lesions in the spinal column. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin* 2016;3:22–5. (In Russ.)].
 27. Tokuhashi Y., Uei H., Oshima M., Ajiro Y. Scoring system for prediction of metastatic spine tumor prognosis. *World J Orthop* 2014;5(3):262–71. DOI: 10.5312/wjo.v5.i3.262.
 28. Tomita K., Kawahara N., Kobayashi T. et al. Surgical strategy for spinal metastases. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001;26(3):298–306. DOI: 10.1097/00007632-200102010-00016.
 29. Maranzano P., Latini E., Beneventi S. et al. Comparison of two different radiotherapy schedules for spinal cord compression in prostate cancer. *Tumori* 1998;84(4):472–7.
 30. Tokuhashi Y. et al. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30(19):2186–91. DOI: 10.1097/01.brs.0000180401.06919.a5.
 31. Снахо Б.А., Синянская М.П., Карамизова М.И. и др. Возможности хирургического лечения метастатических поражений позвоночника. *Международный научно-исследовательский журнал* 2018;6–1(72):76–80. [Snakho B.A., Sinyanskaya M.P., Karamizova M.I. et al. Possibilities of surgical treatment of metastatic lesions of spine. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal = International Research Journal* 2018;6–1(72):76–80. (In Russ.)]. DOI: doi.org/10.23670/IRJ.2018.72.6.014.
 32. Choi D., Crockard A., Bungler C. et al. Review of metastatic spine tumour classification and indications for surgery: the consensus statement of the Global Spine Tumour Study Group. *Eur Spine J* 2010;19(2):215–22. DOI: 10.1007/s00586-009-1252-x.
 33. Кравцов М.Н., Низковолос В.Б., Алексеев Е.Д. и др. Демонстрация: метод пункционной транскутанной криодеструкции патологических очагов в лечении больных с метастатическими поражениями позвоночника. *Нейрохирургия* 2015;2:100. [Kravtsov M.N., Nizkovolos V.B., Alekseev E.D. et al. Demonstration: method of punctional and transcutane cryodestruction of pathological focals in the treatment of patients with metastatic spine lesions. *Neurokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2015;2:100. (In Russ.)].
 34. Парфёнов В.Е., Мануковский В.А., Алексеев Е.Д. и др. Пункционная чрескожная вертебропластика в лечении патологии позвоночника. В кн.: *Сборник лекций по актуальным вопросам нейрохирургии*. СПб., 2008. С. 386–419. [Parfenov V.E., Manukovskiy V.A., Alekseev E.D. et al. Punctional percutaneous vertebroplasty in treatment of spine pathology. In: *Collection of lectures on topical issues of neurosurgery*. Saint Petersburg, 2008. P. 386–419. (In Russ.)].
 35. Ноздрин В.М., Хаиров Р.З., Мяснянкин А.А. и др. Вертебропластика в клинической практике. В кн.: *Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии. VII Всероссийского симпозиума с международным участием: Сборник тезисов*. Астрахань, 2017. С. 235–239. [Nozdrin V.M., Khairov R.Z., Myasnyankin A.A. et al. Vertebroplasty in clinical practice. In: *VII All-Russian Symposium with International Participation "Topical issues of tissue and cell transplantology"*: Collection of abstracts. 2017. P. 235–239. (In Russ.)].
 36. Wilson M.A., Cooke D.L., Ghodke B., Mirza S.K. Retrospective analysis of preoperative embolization of spinal tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010;31(4):656–60. DOI: 10.3174/ajnr.A1899.
 37. Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А., Борзов К.А. Чрескожная вертебропластика при метастатическом поражении позвоночника. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи* 2009;1:23–7. [Valiev A.K., Musaev E.R., Sushentsov E.A., Borzov K.A. Treatment of spinal metastasis by percutaneous vertebroplasty. *Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin* 2009;1:23–7. (In Russ.)].
 38. Дуров О.В., Шевелев И.Н., Тиссен Т.П. Вертебропластика при лечении опухолей позвоночника. *Хирургия позвоночника* 2004;4:68–73. [Durov O.V., Shevelev I.N., Thyssen T.P. Vertebroplasty for spinal tumors. *Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery* 2004;4:68–73. (In Russ.)].
 39. Нагайцева А.А., Жариков Ю.О. Минимально инвазивные методики лечения компрессионных переломов позвоночника при миеломной болезни (обзор). *Медицинский академический журнал* 2019;19(1):29–34. [Nagaitseva A.A., Zharikov Yu.O. Minimally invasive treatment of spinal compression fractures in multiple myeloma (review).

- Meditsinskiy akademicheskiy zhurnal = Medical Academic Journal 2019;19(1):29–34. (In Russ.). DOI: 10.17816/MAJ19129-34.
40. Валиев А.К., Каллистов В.Е., Мусаев Э.Р. и др. Малоинвазивные методы диагностики и лечения больных с метастатическим поражением позвоночника. Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН 2010;21(4):3–8. [Valiev A.K., Kallistov V.E., Musaev E.R. et al. Low invasive approaches to the diagnosis and treatment of patients with spinal metastases. Vestnik RONTs im. N.N. Blokhina RAMN = Journal of N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center RAMS 2010;21(4):3–8. (In Russ.).]
 41. Хомченков М.В., Мещерягина И.А., Россик О.С. Наш опыт применения перкутанной вертебропластики тел грудного и поясничного отдела позвоночника. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук 2011;4(80):112. [Khomchenkov M.V., Meshcheryagina I.A., Rossik O.S. Our experience of application of percutaneous vertebroplasty of thoracic and lumbar centrum. Byulleten Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal) 2011;4(80):112. (In Russ.).]
 42. Кулага А.В., Мусаев Э.Р., Жукова Л.Г. и др. Локальное лечение пациентов с метастатическим поражением позвоночника при раке легкого. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2019;11(1):5–14. [Kulaga A.V., Musaev E.R., Zhukova L.G. et al. Local treatment approach of metastatic spine in lung cancer patients. Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2019;11(1):5–14. (In Russ.).]
 43. Валеев Е.К., Валеев И.Е. Пункционная вертебропластика (осложнения и пути их предупреждения). Практическая медицина 2012;8–2(64):22–4. [Valeev E.K., Valeev I.E. Paracetic vertebroplasty (complications and their warnings). Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine 2012;8–2(64):22–4. (In Russ.).]
 44. Mayer T., Cazzato R.L., de Marini P. et al. Spinal metastases treated with bipolar radiofrequency ablation with increased (>70°C) target temperature: pain management and local tumor control. Diagn Interv Imaging 2021;102(1):27–34. DOI: 10.1016/j.diii.2020.04.012.
 45. Валиев А.К., Алиев М.Д. Роль чрескожной вертебропластики и биопсии в диагностике и лечении больных с опухолевым поражением позвоночника. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2012;2:3–9. [Valiev A.K., Aliev M.D. Role of percutaneous vertebroplasty and biopsy in diagnostics and treatment of patients with spinal tumors. Sarkomy kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2012;2:3–9. (In Russ.).]
 46. Джинджихадзе Р.С., Лазарев В.А., Горожанин А.В. и др. Перкутанная вертебропластика. Нейрохирургия 2005;1:36–40. [Gingihadze R.S., Lazarev V.A., Gorozhanin A.V. et al. Percutaneous vertebroplasty. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2005;1:36–40. (In Russ.).]
 47. Хамидуллин Ф.Г., Ермолаев Ю.Ф., Петров С.И. и др. Чрескожная вертебропластика в нейрохирургической практике. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук 2011;1–2(77):275–7. [Khamidullin F.G., Ermolaev Yu.F., Petrov S.I. et al. Percutaneous vertebroplasty in neurosurgical practice. Byulleten Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk = Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal) 2011;1–2(77):275–7. (In Russ.).]
 48. Hulme P.A., Krebs J., Ferguson S.J., Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. Spine (Phila Pa 1976) 2006;31(17):1983–2001. DOI: 10.1097/01.brs.0000229254.89952.6b.
 49. Kaloostian P.E., Yurter A., Zadnik P.L. et al. Current paradigms for metastatic spinal disease: an evidence-based review. Ann Surg Oncol 2014;21(1):248–62. DOI: 10.1245/s10434-013-3324-8.
 50. Hasserijs R., Karlsson M.K., Nilsson B.E. et al. Prevalent vertebral deformities predict increased mortality and increased fracture rate in both men and women: a 10-year population-based study of 598 individuals from the Swedish cohort in the European Vertebral Osteoporosis Study. Osteoporos Int 2003;14(1):61–8. DOI: 10.1007/s00198-002-1316-9.
 51. Kam N.M., Maingard J., Kok H.K. et al. Combined vertebral augmentation and radiofrequency ablation in the management of spinal metastases: an update. Curr Treat Options Oncol 2017;18(12):74. DOI: 10.1007/s11864-017-0516-7.
 52. Li M., Zhang Y., Zhang X. Effects of surgery and radiofrequency ablation in the treatment of spinal metastases and analysis of the influencing factors of prognosis. Exp Ther Med 2020;19(2):1072–8. DOI: 10.3892/etm.2019.8310.
 53. Жуковец А.Г., Касюк А.А., Бабкин А.В., Мазуренко А.Н. Хирургическое лечение пациентов с метастатическим поражением позвоночника. Онкологический журнал 2012;6(3):5–8. [Zhukovets A.G., Kasiuk A.A., Babkin A.V., Mazurenko A.N. Surgical treatment of patients with metastatic involvement of the spine. Onkologicheskii zhurnal = Oncological Journal 2012;6(3):5–8. (In Russ.).]
 54. Керимбаев Т.Т., Алейников В.Г., Туйгынов Ж.М., Махамбетов Е.Т. Тотальное удаление гигантской опухоли (карциномы) крестца. Нейрохирургия и неврология Казахстана 2017;4(49):48–53. [Kerimbaev T.T., Aleynikov V.G., Tuynynov Zh.M., Makhambetov E.T. Total remov of giant tumor of the sacrum. Case report. Neyrokhirurgiya i neurologiya Kazakhstana = Neurosurgery and Neurology of Kazakhstan 2017;4(49):48–53. (In Russ.).]
 55. Орлов В.П., Идричан С.М., Кравцов М.Н. и др. Опыт хирургического лечения больных с опухолями позвоночника и спинного мозга в специализированном стационаре. Вестник Российской Военно-медицинской академии 2014;2(46):63–6. [Orlov V.P., Idrichan S.M., Kravtsov M.N. et al. Experience of surgical treatment of patients with spine and spinal cord tumours in specialized intreatment facility. Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy 2014;2(46):63–6. (In Russ.).]
 56. Суфианов А.А., Манашук В.И., Набиев Д.Н. и др. Хирургическое лечение пациентов с первичными и метастатическими опухолями позвоночника с использованием мобильного интраоперационного компьютерного томографа O-ARM. Нейрохирургия. 2019;21(4):39–49. [Sufianov A.A., Manashchuk V.I., Nabiev D.N. et al. Surgical treatment of patients with primary and metastatic spinal tumor with use of the O-Arm intraoperative portable computed tomography scanner. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2019;21(4):39–49. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-4-39-49.
 57. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Анализ эффективности применения интраоперационного конусно-лучевого компьютерного томографа «O-ARM» и современной системы навигации в хирургическом лечении заболеваний позвоночника и спинного мозга. Хирургия позвоночника 2014;3(54):59. [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asyutin D.S. et al. Efficacy of intraoperative cone-beam O-ARM computed tomography and modern navigation system in the spine and spinal cord surgery. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2014;3(54):59. (In Russ.). DOI: 10.14531/ss2014.3.54-59.
 58. Монашенко Д.Н., Бадалов В.И., Кистень В.К. Интраоперационные осложнения в спинальной хирургии.

- Вестник Российской Военно-медицинской академии 2016;4(56):217–23. [Monashenko D.N., Badalov V.I., Kisten V.K. Intraoperative complications in spinal surgery. Vestnik Rossiyskoy Voenno-meditsinskoy akademii = Bulletin of the Russian Military Medical Academy 2016;4(56):217–23. (In Russ.)].
59. Заборовский Н.С., Кострицкий С.В., Пташников Д.А., Широкоград В.И. Метастатическое поражение позвоночника на фоне почечно-клеточного рака: результаты лечения и выживаемость после удаления опухоли. Хирургия позвоночника 2017;14(4):110–6. [Zaborowsky N.S., Kostritskiy S.V., Ptashnikov D.A., Shirokorad V.I. Metastatic lesion of the spine due to renal cell carcinoma: outcomes and survival after tumor resection. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2017;14(4):110–6. (In Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2017.4.110-116.
60. Ардашев И.П., Рерих В.В. Тотальная спондилэктомиа в лечении опухолей позвоночника. Хирургия позвоночника 2009;1:49–56. [Ardashev I.P., Roerich V.V. Total spondylectomy for the treatment of spinal tumors. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2009;1:49–56. (In Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2009.1.49-56.
61. Гуша А.О., Коновалов Н.А., Арестов С.О. и др. Тактика и результаты хирургического лечения пациентов с первичными опухолями позвоночника. Хирургия позвоночника 2015;12(3):72–82. [Gushcha A.O., Kononov N.A., Arestov S.O. et al. Surgical treatment of primary spinal tumors: tactics and results. Khirurgiya pozvonochnika = Spine Surgery 2015;12(3):72–82. (In Russ.)]. DOI: org/10.14531/ss2015.3.72-82.
62. Тарханов А.А., Герасимов М.В., Гребенев Е.А. и др. Роль предоперационной эмболизации в снижении интраоперационной кровопотери и в профилактике гематологических осложнений у пациентов с метастазами почечно-клеточного рака в позвоночник. Вестник Уральской медицинской академической науки 2015;3(54):48–55. [Tarkhanov A.A., Gerasimov M.V., Grebenov E.A. et al. The effect of preoperative embolization of the blood loss decrease and prevention of hematological complications in patients with metastases from renal cell carcinoma in the spinal column. Vestnik Uralskoi Meditsinskoi Akademicheskoi Nauki = Journal of Ural Medical Academic Science 2015;3(54):48–55. (In Russ.)].
63. Валеев Е.К., Огурцов С.В., Валеев И.Е., Бикмуллин Т.А. Оперативные вмешательства при опухолях позвоночника. Практическая медицина 2017;8(109):39–43. [Valeev E.K., Ogurtsov S.V., Valeev I.E., Bikmullin T.A. Surgical interventions in spinal tumors. Prakticheskaya meditsina = Practical Medicine 2017;8(109):39–43. (In Russ.)].
64. Wu J., Zheng W., Tan Y. et al. Zoledronic acid may reduce intraoperative bleeding in spinal tumors: a prospective cohort study. Biomed Res Int 2015;2015:936307. DOI: 10.1155/2015/936307.
65. Clausen C., Dahl B., Frevert S.C. et al. Preoperative embolization in surgical treatment of spinal metastases: single-blind, randomized controlled clinical trial of efficacy in decreasing intraoperative blood loss. J Vasc Interv Radiol 2015;26(3):P402–12.E1. DOI: 10.1016/j.jvir.2014.11.014.
66. Назаров А.С., Орлов А.Ю., Улитин А.Ю. и др. Предоперационная эмболизация в хирургическом лечении метастатической болезни позвоночника: современное состояние проблемы. Обзор литературы. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова 2020;12(4):80–9. [Nazarov A.S., Orlov A.Yu., Ulitin A.Yu. et al. Preoperative embolization in surgery of metastatic spinal disease: current state of the problem. A literature review. Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. prof. A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov 2020;12(4):80–9. (In Russ.)].
67. Laufer I., Iorgulescu J.B., Chapman T. et al. Local disease control for spinal metastases following “separation surgery” and adjuvant hypofractionated or high-dose single-fraction stereotactic radiosurgery: outcome analysis in 186 patients. J Neurosurg Spine 2013;18(3):207–14. DOI: 10.3171/2012.11.SPINE12111.
68. Tedesco G., Gasbarrini A., Bandiera S. et al. Composite PEEK/Carbon fiber implants can increase the effectiveness of radiotherapy in the management of spine tumors. J Spine Surg 2017;3(3):323–9. DOI: 10.21037/jss.2017.06.20.
69. Семков А.С., Махсон А.Н., Петерсон С.Б. и др. Хирургическое лечение костных метастазов рака почки. Онкоурология 2010;6(4):10–5. [Semkov A.S., Makhson A.N., Peterson S.B. et al. Surgical treatment for bone metastases of kidney cancer. Onkourologiya = Cancer Urology 2010;6(4):10–5. (In Russ.)]. DOI: 10.17650/1726-9776-2010-6-4-10-15.
70. Walcott B.P., Cvetanovich G.L., Barnard Z.R. et al. Surgical treatment and outcomes of metastatic breast cancer to the spine. J Clin Neurosci 2011;18(10):1336–9. DOI: 10.1016/j.jocn.2011.02.020.

Вклад авторов

А.Ю. Ермолаев: разработка дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 А.В. Яриков: литературный обзор, обработка данных, написание статьи;
 А.Я. Алейник: анализ данных, описание клинических примеров;
 А.О. Дубских: анализ данных, описание клинических примеров;
 И.И. Смирнов: литературный обзор;
 О.А. Перльмуттер: разработка дизайна исследования, научное редактирование статьи;
 А.Г. Соснин: анализ данных;
 А.М. Ермолаева: разработка дизайна исследования, написание статьи;
 А.П. Фраерман: разработка дизайна исследования.

Authors' contributions

A.Yu. Ermolaev: research design of the study, scientific editing of the article;
 A.V. Yarikov: literature review, data analysis, article writing;
 A.Ya. Aleynik: data analysis, description of clinical examples;
 A.O. Dubskikh: data analysis, description of clinical examples;
 I.I. Smirnov: literature review;
 O.A. Pelmutter: research design of the study, scientific editing of the article;
 A.G. Sosnin: data analysis;
 A.M. Ermolaeva: research design of the study, article writing;
 A.P. Fraerman: research design of the study.

ORCID авторов / ORCID of authors

А.Ю. Ермолаев / A.Yu. Ermolaev: <https://orcid.org/0000-0001-5326-9685>

А.В. Яриков / A.V. Yarikov: <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480>

А.Я. Алейник / A.Ya. Aleynik: <https://orcid.org/0000-0002-1761-1022>

А.О. Дубских / A.O. Dubskikh: <https://orcid.org/0000-0003-4796-1768>

И.И. Смирнов / I.I. Smirnov: <https://orcid.org/0000-0002-1766-9515>

О.А. Перльмуттер / O.A. Pelmutter: <https://orcid.org/0000-0002-7934-1437>

А.Г. Соснин / A.G. Sosnin: <https://orcid.org/0000-0003-1370-3904>

А.М. Ермолаева / A.M. Ermolaeva: <https://orcid.org/0000-0001-9549-9841>

А.П. Фраерман / A.P. Fraerman: <https://orcid.org/0000-0003-3486-6124>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

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