

ОПУХОЛИ ПОЗВОНОЧНИКА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Д.Е. Закондырин¹, А.А. Гринь^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; Россия, 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1;

²ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3

Контакты: Дмитрий Евгеньевич Закондырин russiandoctor@mail.ru

Рассмотрены вопросы эпидемиологии, классификации, диагностики и методов лечения опухолей позвоночника. Приведены данные о частоте встречаемости и особенностях различных гистологических форм доброкачественных и злокачественных новообразований позвонков. Обсуждаются особенности диагностики опухолей позвоночника, классические рентгенографические признаки и современные неинвазивные визуализационные и инвазивные (биопсия) методы. Проанализированы литературные данные о методах и возможностях хирургического лечения. Исследованы современные тенденции в выборе степени радикальности хирургического вмешательства в зависимости от вида опухоли позвоночника с использованием классификаций стадийности новообразований по Enneking, Weinstein–Boriani–Biagini и Tomita. Уделено внимание современным показаниям к проведению радикальной резекции en bloc на позвоночнике, выполняемой в ограниченном числе случаев. Обсуждаются технологии MISS-хирургии: от вертебропластики, радиочастотной абляции и интервенционного удаления метастатической опухоли до сепарационной хирургии при эпидуральной компрессии. Помимо хирургического лечения, рассматриваются методы неoadъювантной и адъювантной лучевой терапии новообразований позвонков: конвенциональная, конформная, в том числе стереотаксическая, ЛТ и радиохирurgia. Представлены данные о современных тенденциях в выборе тактики лечения в зависимости от гистологической природы опухоли, ее радиочувствительности и возможности постлучевой злокачественной трансформации. Медикаментозное лечение, в частности химиотерапия, служит незаменимым методом в лечении вторичных и некоторых первичных злокачественных опухолей позвоночника. Приводятся данные о химиочувствительности различных новообразований и тактике комбинированного и комплексного лечения. Очевидно, что современная тенденция – уменьшение степени хирургической инвазии и выбор в сторону малоинвазивных методов хирургического лечения. При этом сделан вывод, что с учетом биологической природы гемопозитических опухолей и некоторых сарком позвоночника на современном этапе хирургическое лечение не служит основным методом лечения данных злокачественных новообразований.

Ключевые слова: опухоль позвоночника, хирургическое лечение, лучевая терапия, химиотерапия, нейрохирургия

Для цитирования: Закондырин Д.Е., Гринь А.А. Опухоли позвоночника: обзор литературы. Нейрохирургия 2022; 24(2):94–104. DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-2-94-104.

Spinal tumors: literature review

D.E. Zakondyrin¹, A.A. Grin^{1,2}

¹A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia; Bld. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia;

²N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia

Contacts: Dmitriy Evgenevich Zakondyrin russiandoctor@mail.ru

Problems epidemiology, classification, diagnosis, and treatment of spinal tumors are considered. Data on morbidity and characteristics of different histological forms of benign and malignant vertebral tumors are presented. Features of spinal tumor diagnosis, classic radiological signs, and current noninvasive visualization and invasive (biopsy) techniques are discussed. Literature data on techniques and capabilities of surgical treatment are analyzed. Current trends in selection of surgical intervention radicality level depending on the type of spinal tumor using staging classifications by Enneking, Weinstein–Boriani–Biagini and Tomita are described. Current indications for radical en bloc resection performed in a limited number of cases is considered. Minimally invasive spine surgery is discussed: from vertebroplasty, radiofrequency ablation and intervention removal of metastatic tumor to separation surgery for epidural compression. Apart from

surgical treatment, neoadjuvant and adjuvant radiotherapy of vertebral tumors are analyzed: conventional, conformal, including stereotactic, beam therapy and radiosurgery. Data on current trends in treatment selection depending on histological nature of the tumor, its radiosensitivity and probability of post-radiation malignant transformation are presented. Drug treatment, in particular chemotherapy, is an indispensable in treatment of secondary and some primary spinal tumors. Data on chemosensitivity of various tumors and tactics of combination and complex treatment are presented. Evidently, the current trend is to decrease the level of surgical invasiveness and selection of minimally invasive methods of surgical treatment. Moreover, it is concluded that considering the biological nature of hemopoietic tumors and some sarcomas, currently surgical treatment is not the main method of treatment of these malignant tumors.

Key words: spinal tumor, surgical treatment, radiation therapy, chemotherapy, neurosurgery

For citation: Zakondyrin D.E., Grin A.A. Spinal tumors: literature review. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2022;24(2):94–104. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2022-24-2-94-104.

ВВЕДЕНИЕ

Новообразования (НО) позвоночного столба встречаются значительно реже по сравнению с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями и травмами позвоночника — с частотой 2,5–8,5 случаев на 100 тыс. населения в течение 1 года [1]. Большинство специалистов (неврологи, травматологи-ортопеды, нейрохирурги) не склонны рассматривать их как возможную причину болей в спине, считая крайне редкой патологией, что приводит к отсроченной постановке правильного диагноза. Таким образом, проблема диагностики и выбора тактики лечения опухолей позвоночника продолжает оставаться актуальной проблемой клинической медицины в целом и вертебрологии в частности.

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ ОПУХОЛЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Новообразования позвоночника могут возникать из местных источников, т. е. быть первичными опухолями костной, жировой, фиброзной, нервной ткани, нервных оболочек, смежных паравертебральных мягких тканей и лимфатических сосудов. Но могут быть и вторичными, или метастатическими, опухолями, когда клетки НО попадают в позвоночник гематогенным или лимфатическим путем из отдаленных злокачественных очагов.

Метастатические образования значительно преобладают над первичными, составляя до 97 % от всех НО [2]. Поскольку позвоночник хорошо васкуляризован и имеет тесную связь с регионарными лимфатическими и венозными дренажными сосудами, он, как правило, подвержен метастазированию. Исследования показывают, что почти у 70 % пациентов с наиболее распространенными злокачественными новообразованиями (ЗНО) — рак молочной железы, легких, предстательной железы — выявляются метастазы в костях, в том числе в позвоночнике. Метастатическое поражение костей скелета встречается у 70–80 % больных раком молочной железы или раком простаты и у 40 % пациентов с распространенным раком легкого [3].

Первичные опухоли позвоночника встречаются редко, часто асимптомны, поэтому реальная частота их встречаемости неизвестна. Среди первичных добро-

качественных опухолей (ДНО) наиболее часто встречаются гемангиомы (93,8 %), которые, по данным литературы, обнаруживаются у 10–14 % пациентов [3]. В 12 % случаев наблюдается агрессивный рост гемангиомы с мягкотканевым компонентом, прорастающим в позвоночный канал и сдавливающим невральные структуры.

Кроме гемангиом, наиболее распространенными среди ДНО позвоночника считаются следующие: остеод-остеома, остеобластома, остеохондрома, гигантоклеточная опухоль, аневризматическая киста, эозинофильная гранулема, или гистиоцитоз X, и нейрофиброма. Остеобластомы — наиболее распространенные (до 10 %) доброкачественные костные опухоли позвоночника [4]. Преимущественно поражают задние элементы позвонка — ножку дуги и дужку. Гистологически они неотличимы от остеод-остеом, но отличаются по клиническому течению. Остеод-остеомы обычно не превышают 1,5 см, а остеобластомы, как правило, больше 2 см в диаметре и склонны к прорастанию в позвоночный канал. Гигантоклеточная опухоль, аневризматическая киста также склонны к агрессивному росту. Гигантоклеточная опухоль поражает преимущественно крестец; аневризматическая костная киста — задние элементы позвонков [2] и может быть первичным НО или возникать на фоне других доброкачественных костных опухолей (остеобластомы, хондробластомы, гигантоклеточной опухоли) [5].

В группе первично злокачественных НО позвоночника преобладают гемопозитические опухоли и хордома. В структуре заболеваемости пациентов с поражением позвоночника опухолями гемопозитической и лимфоидной тканей множественная миелома составляет 40–45 % от всех первичных ЗНО этого костного отдела, в то время как другие нозологии составляют лишь незначительную ее часть. Вторая по частоте группа опухолей кроветворной и лимфоидной тканей, при которых наблюдается поражение позвоночника, — первичные костные лимфомы: поражение ими позвоночника встречается у 1,7 % больных. Вторичное вовлечение костной ткани в опухолевый процесс при лимфоме Ходжкина происходит у 5–15 %, при неходжкинских лимфомах — у 30–53 % пациентов [6].

Хордома — наиболее часто (около 20 %) встречающееся ЗНО позвоночника, причем в отличие от других опухолей локализуясь только в позвоночнике. Хордома встречается в крестце (50–55 %), основании черепа (35 %) и реже — в груднопоясничном отделе позвоночника (10–15 %) [7].

Саркомы в позвоночнике развиваются редко. В их структуре преобладают остеосаркома, саркома Юинга и хондросаркома. Хондросаркома составляет от 7 до 12 % всех ЗНО позвоночника, остеосаркома — от 3 до 14 %, саркома Юинга — от 5 до 8 % [8].

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПУХОЛЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Наиболее частый симптом при опухолях позвоночника — боль (у 84 % больных). Боль возникает на фоне незначительной травмы или видимого благополучия и чаще всего локальная; обычно не регрессирует на фоне консервативного лечения и усиливается в течение нескольких недель. Патогномоничный симптом для опухолей позвоночника — усиление болей в горизонтальном положении (в ночное время) [9], что связано с расширением эпидуральных вен над очагом поражения и застоем в них крови или раздражением периостальных нервных окончаний при прорастании опухоли в позвоночник [2].

Резкое усиление болей возникает при патологическом переломе тела позвонка вследствие остеодеструкции на фоне опухолевого процесса.

ДИАГНОСТИКА

Диагностика НО позвоночного столба включает в себя неинвазивные и инвазивные методы.

Неинвазивные методики

К ним относят рентгенологические исследования — рентгенографию, компьютерную томографию (КТ), магнитно-резонансную томографию (МРТ), а также радиологический метод — сцинтиграфию.

Классическая рентгенография позвоночного столба служит 1-й линией диагностики и широко применяется в амбулаторном звене. Информативность выявления крупных ДНО позвонков составляет 80 %, метастатических опухолей — 40 % [2]. В большинстве случаев ДНО дают достаточно специфическую картину изменения позвонков. Остеоид-остеома, как и остеобластома, имеет участки разреженной костной ткани и зону ее склероза. Гемангиома рентгенологически определяется по вертикальным трабекулам в виде пчелиных сот, наиболее часто — в теле позвонка. Хондробластома выглядит на снимках как обширная область остеолитического, окруженная зоной остеосклероза, а гигантоклеточная опухоль — как четко отграниченная зона лизиса костной ткани без остеосклерозного ободка. Остеохондрома обладает достаточно специфичной рентгенологической картиной: на кости присутствует

«шапочка» (экзостоза), напоминающая по структуре цветную капусту. Аневризматическая костная киста на рентгенограммах характеризуется вздутием и истончением коркового слоя и специфическими «пузырями» (множественные камеры кисты). При метастатическом поражении и гемопозитических опухолях на рентгенограммах преимущественно диагностируются литические формы (чаще это метастазы рака легкого, щитовидной железы и почки), выглядящие как зоны деструкции кости, дефекты кортикального слоя ножек дуг и замыкательных пластин тел позвонка, а также приводящие к патологическим переломам тел позвонков.

По сравнению с классической рентгенографией:

- КТ обладает большей информативностью вследствие большей разрешающей способности и возможности построить изображение в различных проекциях;
- МРТ не позволяет в полной мере оценивать степень костных деструкций, но дает возможность более точно определять размеры мягкотканевого компонента опухоли, его взаимоотношения с нервными и сосудистыми структурами, а также кровоизлияния в строуму НО; позволяет дифференцировать патологические переломы остеопорозной и опухолевой природы в отсроченном периоде после перелома.

Так, при МРТ-исследовании через 3–6 нед после перелома позвонка, при опухолевой природе компрессии отмечается низкая интенсивность изображения зоны перелома в режиме T1 и высокая в режиме T2 (при остеопорозной природе отмечается низкая интенсивность сигнала в обоих режимах). В остром периоде дифференцировка характера патологического перелома возможна только с использованием остеосцинтиграфии.

Инвазивная диагностика

Предполагается выполнение биопсии НО. Выделяют 4 вида биопсии:

- 1) тонкоигольная аспирационная;
- 2) трепанобиопсия (толстой иглой с забором столбика ткани);
- 3) открытая инцизионная (забор фрагмента НО);
- 4) эксцизионная (тотальное удаление НО с биопсией).

Открытая инцизионная биопсия — стандарт во всех случаях отсутствия уверенности в гистологическом характере опухоли [9, 10].

МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОПУХОЛЕВЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ПОЗВОНОЧНИКА

1. Хирургический метод

Современное хирургическое лечение (ХЛ) обеспечивает локальный контроль за распространением опухоли, декомпрессию нервных структур и ликвидацию нестабильности позвоночного столба. Спектр

оперативных вмешательств при опухолях позвоночно-го столба велик: от перкутанной радиочастотной абляции до резекции en bloc.

Принципиальные факторы при выборе хирургического метода — предполагаемая природа опухоли и степень ее распространенности. W.F. Enneking и соавт. (1980) сформулированы 4 метода ХЛ опухолей костей:

- 1) внутриопухолевое удаление (кюретаж и кускование);
- 2) краевая резекция;
- 3) широкая резекция (в пределах здоровых тканей);
- 4) радикальная резекция en bloc [11].

При ДНО возможности ХЛ наиболее высоки. При остеоид-остеомах вследствие их небольших размеров активно применяют методы перкутанной абляции (радиочастотной, лазерной) [12]. При гемангиомах ХЛ показано при агрессивном типе течения [13]. J.D. Laredo и соавт. (1986) определили понятие «агрессивность гемангиом» [14] и предложили рассматривать гемангиому как агрессивную при наличии 3 и более из 7 рентгенологических признаков:

- 1) расположение на уровне Th3—Th9-позвонков;
- 2) тотальное поражение тела позвонка;
- 3) распространение опухолевого процесса на ножку дуги позвонка;
- 4) костная экспансия с выпячиванием кортикального слоя с нечеткими краями;
- 5) неравномерная трабекулярная структура гемангиомы;
- 6) наличие эпидурального или паравerteбрального компонента опухоли;
- 7) низкий сигнал на T1- и высокий — на T2-взвешенном изображении на МРТ, накопление контрастного препарата при проведении КТ.

Метод выбора — пункционная вертебропластика. Выделяют 2 клинические формы агрессивных гемангиом: осложненные (с экстравертебральным компонентом и клиническими признаками сдавления спинного мозга и корешков спинномозговых нервов) и неосложненные. Осложненные агрессивные гемангиомы встречаются крайне редко (1 % случаев) и требуют применения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств [15, 16].

При ДНО, склонных к локальному инвазивному росту, общепринятой считается агрессивная хирургическая тактика. При остеобластомах рекомендуют радикальное удаление опухоли, которое дает лучшие результаты, чем внутриопухолевый кюретаж с послеоперационной лучевой терапией (ЛТ), кроме того, рекомендуют предоперационную эмболизацию сосудов опухоли, учитывая ее обильную васкуляризацию [4]. При аневризматической костной кисте методом выбора служит радикальная резекция или удаление en bloc, так как частичное удаление и внутриопухолевый кюретаж дают большой рецидив НО (до 25–35,7 %) [17]. В качестве дополнения к нерадикальному хирургическому удалению аневризматической костной кисты

Р. Tsagozis и соавт. (2015) рекомендуют склеротерапию или предоперационную эмболизацию сосудов опухоли [18]. Н. Aiba и соавт. (2018), напротив, сообщают о допустимости использования методики внутриопухолевого эндоскопического кюретажа при отсутствии риска патологического перелома [19]. При гигантоклеточной опухоли радикальная резекция также служит методом выбора, в отличие от кюретажа опухоли как единственного метода лечения (18 % риска рецидива vs. 71 %) [20]. При невозможности выполнения радикальной операции методом выбора, по мнению С. Martin и E.F. McCarthy (2010), служит предоперационная эмболизация и последующий внутриопухолевый кюретаж [21].

Классификация опухолей

При злокачественных образованиях позвоночника хирургическая тактика определяется как степенью распространенности опухоли, так и прогнозом заболевания и состоянием пациента. W.F. Enneking и соавт. (1980) предложили классификацию ЗНО по степени их распространения в кости и предпочтительным методам ХЛ:

- IA стадия — низкая степень злокачественности, НО не выходит за пределы пораженной кости;
- IB стадия — низкая степень злокачественности, НО выходит за пределы кости;
- II A стадия — высокая степень злокачественности, НО не выходит за пределы пораженной кости без метастазов;
- II B стадия — высокая степень злокачественности, НО выходит за пределы пораженной кости без метастазов;
- III стадия — НО кости с метастазами.

Доброкачественные опухоли в дальнейшем добавили в доработанную классификацию Enneking. Стадийность ДНО в данной доработанной классификации принято обозначать арабскими цифрами: 1-я стадия — латентная, 2-я — активная, 3-я — агрессивная [11]. Сводная классификация представлена в таблице.

К. Tomita и соавт. (2001) предлагали выполнять радикальную резекцию en bloc при всех видах ЗНО [22]. Однако S. Boriani (2018) показал, что радикальная резекция en bloc должна применяться при ДНО 3-й степени (с агрессивным ростом, например, остеобластомы и гигантоклеточные опухоли), злокачественных — при низкой степени злокачественности (IA и IB) (например, хондрома и хондросаркома) [23]. Однако при ЗНО II A и B (например, остеосаркома и саркома Юинга) радикальная резекция en bloc не имеет преимуществ перед ЛТ и химиотерапией (ХТ) [23].

Вследствие неполного соответствия Enneking-классификации задачам ХЛ опухолей позвонков в 1997 г. была разработана другая шкала S. Boriani и соавт. [24]. Данная шкала Weinstein—Boriani—Biagini имеет

Классификация опухолей позвоночника по W.F. Enneking

Classification of spinal tumors per W.F. Enneking

Тип опухоли Tumor type	Стадия Stage	Рекомендуемый вид лечения Recommended treatment
Доброкачественная Benign	1	Нехирургическое (за исключением случаев, когда требуется декомпрессия и/или стабилизация) Nonsurgical (except for cases requiring decompression and/or stabilization)
	2	Внутриопухолевое удаление Intralesional excision
	3	Краевая резекция Marginal excision
Злокачественная Malignant	IA IB	Широкая резекция Wide en bloc excision
	IIA IIB	Широкая резекция с адъювантной терапией Wide en bloc excision with adjuvant therapy
	III	Паллиативная хирургия и адъювантная терапия Palliative surgery with adjuvant therapy

12 секторов (на циферблате часов) и проецируется на горизонтальный срез позвонка в зоне поражения опухоли: в зависимости от расположения опухоли по отношению к позвоночному каналу возможно определение предпочтительного доступа. На поперечном срезе выделены следующие уровни:

- А — экстраоссальное распространение;
- В — поверхностный периферический отдел кости;
- С — глубокая внутрикостная (центральная) локализация, прилежащая к позвоночному каналу;
- D — экстраоссальное эпидуральное распространение;
- E — интрадуральное распространение опухоли;
- F (только для шейного отдела) — поражение опухолью канала позвоночной артерии.

Предпочтительный доступ для удаления: опухоли, расположенные в секторах 3–10 — задний доступ; небольшие опухоли, расположенные в телах грудных и поясничных позвонков — изолированный передний доступ; в случаях других локаций опухолей — необходима комбинация доступов [23].

К. Tomita и соавт. (2001) предложили свою классификацию опухолей позвоночника, включающую 7 типов распространения опухоли в зависимости от ее расположения относительно границ пораженного позвонка [22]. В той же работе авторами предложена балльная прогностическая шкала для больных с метастатическим поражением позвоночника, основанная на гистологическом типе первичной опухоли, наличии метастазов в кости и внутренние органы (легкие, печень, почки и головной мозг). Y. Tokuhashi и соавт. (2005) предложена прогностическая балльная система с учетом клинических факторов: первичной опухоли,

наличия парализации, статуса по шкале Karnofsky, числа метастазов — экстраспинальных костных, в позвонки и внутренние органы [25]. Авторы предлагали выполнять удаление опухоли при хорошем прогнозе (13–15 баллов), паллиативное ХЛ — при промежуточном прогнозе (9–11 баллов), консервативное лечение — у пациентов, набравших 8 и менее баллов. Z. Pennington и соавт. (2018) на основе анализа доступных публикаций делают вывод и подчеркивают, что большинство авторов считают ХЛ целесообразным при ожидаемой продолжительности жизни не менее 3–6 мес [26].

Объем ХЛ при метастатическом поражении позвоночника — тема, вызывающая дискуссии. Термин *en bloc spondylectomy* введен К. Tomita и соавт. (1994) [27]. Согласно предложенной ими шкале, больным с хорошим прогнозом (2–3 балла) рекомендована широкая резекция опухоли, при 4–5 баллах — краевая или внутриопухолевая резекция, при 6–7 баллах — паллиативные вмешательства, при плохом прогнозе (8–10) баллов — отказ от ХЛ. По мнению S. Boriani (2018), радикальная резекция *en bloc* при метастатическом поражении должна проводиться только в ограниченном числе случаев [23]. Одним из показаний к использованию данной методики может быть единичный метастаз резистентной к ЛТ опухоли (рак почки, гепатоцеллюлярный рак, рак толстой кишки, щитовидной железы, немелкоклеточный рак легкого и меланома) или гормонпродуцирующей опухоли (феохромоцитома, карциноид, параганглиома, хориокарцинома) [28]. М. Ohashi и соавт. (2019) указывают на тот факт, что блок-резекция эффективна в отношении локального контроля метастазов, но только при условии выполнения ее в пределах здоровых тканей, и неспособна предотвратить прогрессирование метастатического поражения в целом. Проблемы применения спондилектомии *en bloc* — техническая сложность и высокая частота интра- и послеоперационных осложнений (от 40 до 76,5 %) [29].

Малоинвазивные методики

Малоинвазивные методики, направленные на декомпрессию невралгических структур в комбинации с адъювантными методами, в последние годы становятся популярной эффективной альтернативой радикальным вмешательствам [30, 31]. S. Spinazze и соавт. (2005) ввели термин «эпидуральная компрессия спинного мозга» (*epidural spinal cord compression, ESCC*) для наиболее частых осложнений с неврологическими проявлениями при метастазах в позвоночник [32]. М. Bilsky и М. Smith (2006), члены Spine Oncology Study Group (SOSG), предложили шкалу степени эпидуральной компрессии, в которой 5 градаций-стадий:

- 0 — поражены только кости;
- 1a — распространение в эпидуральное пространство без деформации дурального мешка;

- 1b — деформация дурального мешка без признаков воздействия на спинной мозг;
- 1с — деформация и компрессия спинного мозга с сохранением резервных ликворных пространств;
- 3 — компрессия спинного мозга без сохранения ликворных пространств [33].

Учитывая положительный эффект декомпрессии невралгических структур и известные ограничения для проведения ЛТ, авторами сделан вывод, что у больных с метастатическими опухолями позвоночника рекомендовано проводить минимальное (циторедуктивное) хирургическое удаление опухоли лишь с целью отделения ее края от спинного мозга на 2–3 мм для дальнейшего использования стереотаксической ЛТ. Так появился термин *separation surgery* [33]. Авторы описали стандартную методику — ламинэктомию на 3 уровнях (на уровне опухоли, а также на уровень выше и ниже ее) и стабилизацию (по необходимости).

Малоинвазивные технологии в хирургии спинальных метастазов — второй современный тренд. Травматичность классических доступов к грудным и поясничным позвонкам может быть уменьшена применением торакоскопической хирургии, эндоскопической ассистенции и малоинвазивных открытых доступов [31, 34]. Внедрение опыта MISS-хирургии — минимально инвазивной спинальной хирургии (*minimally invasive spine surgery, MISS*) — в практику лечения метастазов в позвоночник предполагает использование транскутаных методик стабилизации, мини-доступов с использованием тубулярных ретракторов [35]. Z.C. Pennington и соавт. (2018), проанализировав результаты лечения больных с метастазами в позвоночник, оперированных с использованием стандартных и MISS-методик, пришли к выводу, что малоинвазивная хирургия служит методом выбора для той категории пациентов, которые в силу тяжести не подлежат открытому вмешательству с большими продолжительностью и интраоперационной кровопотерей [26].

Паллиативные малоинвазивные хирургические вмешательства при болевом синдроме на фоне метастатического поражения позвонков — вертебропластика, кифопластика и радиочастотная абляция — третий важный тренд [30]. Пункционная вертебропластика признана эффективным вмешательством при остеолитических метастазах в тела позвонков, особенно при множественном поражении и патологических переломах позвонков, в том числе в составе комбинированного лечения [6]. Радиочастотная абляция метастазов в позвоночник предложена М.Р. Goetz и соавт. (2004) [36]. Методика наиболее эффективна в комбинации с вертебропластикой и не должна применяться как изолированный метод лечения.

Н.М. Song и соавт. (2014) предложили новый метод паллиативного ХЛ метастазов в позвоночник — интервенционное удаление опухоли [37]. В зону вмешательства в конце операции проводится инъекция несколь-

ких миллилитров костного цемента (вертебропластика). Авторы методики оценили ее эффективность и безопасность по сравнению с обычной вертебропластикой в ходе проспективного исследования на 124 пациентах, выявив значительный регресс болевого синдрома в послеоперационном периоде и увеличение мобильности пациентов [38].

Основное проявление множественной миеломы — формирование множественных очагов остеодеструкции в плоских костях скелета и, в частности, в позвонках. Основной метод ХЛ — пункционная вертебро- и кифопластика [6, 39], которая служит паллиативным вмешательством, выполняемым на фоне проведения адъювантной терапии. При выраженных разрушениях позвонков с развитием нестабильности показаны декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства [40]. Солитарная плазмоцитома — первичная локальная опухоль, поэтому основным методом ХЛ служит резекция новообразования. Рекомендуются радикальная или краевая резекция опухоли, а при внутриопухолевом удалении необходима адъювантная ЛТ [39]. Роль ХЛ при лимфоме до конца не определена, вследствие высокой химиолучевой чувствительности опухоли ряд авторов даже отрицают целесообразность хирургической декомпрессии при сдавлении спинного мозга [41]. Е. Harris и соавт. (2014) считают необходимым начинать лечение с комбинированной химиолучевой терапии, а операцию выполнять лишь при клиническом ухудшении [42].

Хордома отличается практически полной нечувствительностью к ЛТ и ХТ, поэтому основным методом лечения в ее случае — хирургический. И для первичной, и для рецидивной хордомы методом выбора служит радикальная резекция *en bloc* [42]. Особенность опухоли — склонность к упорному рецидивированию, частота которого даже после радикальной операции составляет в среднем около 40 % [43]. Технически радикальное удаление опухоли вызывает значительные трудности, поэтому в литературе встречаются сообщения о внутриопухолевой и частичной резекции НО, а также о влиянии радикальности удаления только на частоту локального рецидивирования, но не продолжительность жизни [44].

Среди сарком, поражающих позвонки, хондросаркома обладает гистологическим полиморфизмом, имея несколько форм, отличающихся по степени злокачественности (от GI до GIII). Хондросаркома малочувствительна к ЛТ и ХТ, поэтому основным методом лечения в ее случае — хирургический, как и при хордоме. На практике вследствие технических трудностей при удалении данного новообразования часто ограничиваются частичным удалением.

Остеосаркома и саркома Юинга относятся к опухолям с высокой степенью злокачественности (GII). Общепринятый стандарт ХЛ, принятый на основании мультицентровых исследований, — радикальное удаление

en bloc и для остеосаркомы [45], и для саркомы Юинга [46], обеспечивающее достоверно лучший локальный контроль по сравнению с внутриопухолевым удалением. По мнению S. Bogiani и соавт. (2018), внутриопухолевое удаление саркомы Юинга в комбинации с адъювантной ХТ или ЛТ даже менее эффективно, чем ЛТ или ХТ как единственный метод лечения [23].

2. Лучевой метод

В ряде случаев ЛТ может не только дополнять ХЛ (адъювантная терапия), но и предшествовать ему (неоадъювантная терапия) или служить основным методом лечения.

В настоящее время ЛТ принципиально представлена 3 методиками: дистанционная, контактная (брахитерапия) и системная (радионуклидная). В лечении опухолей позвоночника актуальна дистанционная радиотерапия (external beam radiotherapy). Условно все методы дистанционной радиотерапии можно разделить на 2 группы: конвенциональное облучение (conventional irradiation); конформное (conformal irradiation) [47]. Основное отличие конформной ЛТ от конвенциональной — создание поля облучения заданной формы с минимальным воздействием на окружающие ткани. Конформная ЛТ — современный метод, имеющий несколько разновидностей:

- с модуляцией интенсивности мощности дозы в динамике (RapidArc);
- с контролем по изображению (IGRT);
- стереотаксическая ЛТ (SRT);
- стереотаксическая радиохирургия (SRS);
- корпускулярная ЛТ (particle RT) [48].

Большинство радиологических отделений России продолжают применять конвенциональную ЛТ [48].

В лечении ДНО позвоночника послеоперационную ЛТ рекомендуют применять после внутриопухолевого удаления в случаях агрессивного роста новообразования (Enneking — 3) и невозможности радикальной резекции en bloc только при остеобластоме [4, 23]. При гигантоклеточной опухоли и аневризматической костной кисте облучение показано только при рецидиве новообразований, что обусловлено их радиочувствительностью и возможностью саркоматозной трансформации [5, 18]. Показания к применению ЛТ при агрессивных гемангиомах в послеоперационном периоде: заполнение полиметилметакрилатом менее 80 % от общего объема гемангиомы, а также наличие остаточного паравертебрального компонента новообразования [15].

Радиочувствительность во многом определяет тактику лечения ЗНО позвонков. По своей чувствительности к конвенциональной ЛТ злокачественные опухоли подразделяются на 3 группы:

- 1) высокочувствительные (миелома и лимфома);

- 2) умеренно радиочувствительные (рак молочной железы, простаты, яичника и нейроэндокринные опухоли, мелкоклеточный рак легкого);

- 3) радиорезистентные (рак почки, щитовидной железы, гепатоцеллюлярный рак, немелкоклеточные опухоли легких и меланомы).

При множественной миеломе ЛТ считается паллиативным методом, оказывает исключительно симптоматический эффект, не влияя на выживаемость таких больных [49]. При лимфоме позвонков ЛТ — основной метод лечения [50].

Традиционно стандартом лечения метастатической эпидуральной компрессии спинного мозга считалось применение кортикостероидов и конвенциональной радиотерапии, что у 50 % больных позволяло получить клинически значимое восстановление моторных функций [51]. Существует 2 схемы назначения ЛТ: короткий и длинный курс. D. Rades и соавт. (2016) изучили эффективность коротких курсов радиотерапии (8 Гр за 1 фракцию; 20 Гр за 5 фракций) и длинных (30 Гр за 10 фракций; 37,5 Гр за 15 фракций) и пришли к выводу о сопоставимости функциональных исходов. Выбор между длинным и коротким курсом ЛТ должен основываться на прогнозе выживаемости больного: длинный курс показан больным с прогнозом выживаемости более 6 мес [50].

В настоящее время конформные методы ЛТ в лечении метастазов в кости вытесняют конвенциональную ЛТ, так как возможность концентрации дозы облучения без ее увеличения при конформной ЛТ в области опухоли служит, в том числе, и способом преодоления радиорезистентности опухоли. Однако J.H. Lee, S.H. Lee (2019) подчеркивают преимущество современной конвенциональной ЛТ (по сравнению с конформными методами), обусловленное более коротким периодом подготовки больного, необходимым для планирования облучения [52]. Альтернативой изолированного применения стереотаксической ЛТ стала технология сепарационной хирургии (операции отделения) — separation surgery, описанная выше.

Хордома и хондросаркома — радиорезистентные опухоли: для достижения значимого клинического эффекта при адъювантной ЛТ в случаях неполного или внутриопухолевого удаления новообразования необходима доза не менее 60–65 Гр [53]. Анализ результатов лечения 863 больных с хондросаркомой и 715 — с хондромой, получавших протонную или конвенциональную ЛТ в дозе от 20 до 80 Гр с периодом наблюдения 15 мес, показал, что увеличение дозы облучения и протонная терапия коррелируют с улучшением выживаемости пациентов [54].

В лечении остеосаркомы роль ЛТ окончательно не определена, так как остеосаркома не считается опухолью с высокой радиочувствительностью [45]. Напротив, саркома Юинга — радиочувствительна, и некоторые авторы отмечают хорошие показатели локального

контроля (у 84 % пациентов) при использовании радиохирургии как единственного метода ее лечения [55].

3. Медикаментозный метод

Среди современных разновидностей медикаментозной терапии ЗНО позвоночника выделяют ХТ, иммунотерапию и таргетную терапию.

Химиотерапия — наиболее значимый метод и, так же как и ЛТ, может дополнять ХЛ (неoadъювантная или адъювантная терапия) или быть единственным методом лечения. I. H. Krakoff (1977) выделил 3 группы опухолей по степени чувствительности:

1) высокочувствительные опухоли:

- лимфома;
- хориокарцинома;
- тестикулярная карцинома;
- острая промиелолитическая лейкемия;
- нефробластома;
- саркома Юинга;
- рабдомиосаркома;

2) условно чувствительные к ХТ:

- аденокарцинома молочной железы;
- неходжкинская лимфома;
- остеосаркома;
- карцинома предстательной железы;
- колоректальный рак;
- рак шейки матки, рак эндометрия и рак яичников;

3) минимально чувствительные к ХТ опухоли:

- низкодифференцированный эндокринный рак;
- злокачественная меланома;
- гепатоцеллюлярная карцинома;
- рак почки;
- рак поджелудочной железы [56].

Гемопозитические опухоли традиционно считают чувствительными к радиотерапии и ХТ. Обязательные компоненты ХТ-лечения множественной миеломы с поражением позвонков — глюкокортикоидные гормоны (дексаметазон или преднизолон) и цитостатики, а также бифосфонаты — блокаторы резорбции кости (золедроновая кислота и т. д.), блокаторы протеасом (бортезомиб), иммуномодулирующие препараты и пересадка костного мозга [49]. Стандартной для В-клеточной неходжкинской лимфомы считается иммунохимиотерапевтическая схема R-СНОР, включающая несколько химиопрепаратов (доксорубин, винкристин, полицикламид), гормональный препарат (преднизолон) и синтетический аналог моноклональных антител, обладающих специфичностью к CD20-антигену В-лимфоцитов (ритуксимаб) [57].

Остеосаркома и саркома Юинга чувствительны к ХТ, обязательному компоненту комбинированного лечения [58]. Неoadъювантная ХТ, дополняемая хирургическим вмешательством, признана стандартом лечения остеосаркомы с поражением позвонков [7, 45].

Наиболее распространены схемы из комбинации антрациклинового антибиотика (доксорубин, адриамицин) и цитостатика (цисплатин), а также комбинации указанных препаратов и антиметаболита (метотрексат) [58]. Для саркомы Юинга ХТ также служит основным методом лечения и включает набор препаратов из доксорубина, винкристина и циклофосфида, комбинируемых с этопозидом и ифосфамидом [58].

В лечении метастатического поражения позвоночника в качестве дополнения к другим методам комбинированного лечения применяется ХТ в составе комплекса медикаментозной терапии, включающего также применение стероидных гормонов и бифосфонатов. Наиболее эффективна ХТ при раке груди, предстательной железы и мелкоклеточном раке легкого [59].

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ многочисленных публикаций позволяет оценить состояние проблемы лечения опухолей позвоночника на сегодняшний день. А. С. Disch и соавт. (2020) [10] провели опрос членов крупнейшего в Европе Немецкого общества спинальных хирургов (German Spine Society), представляющих 84 центра, где оказывают хирургическую помощь пациентам с опухолями позвоночника. Авторы выяснили, что подавляющее большинство хирургических вмешательств ($85 \pm 18,7$ %) носило паллиативный характер и выполнялось при диссеминированных ЗНО, 2/3 вмешательств были открытыми. В большинстве учреждений проводилась нео- или адъювантная химиотерапия, а в 62 из 84 стационаров стандартно применяли послеоперационную конвенциональную ЛТ при метастатическом поражении позвоночника радиочувствительными ЗНО.

Учитывая паллиативный характер большинства операций при опухолях позвоночника, внедрение малоинвазивных технологий — один из трендов развития спинальной онкологии. Спектр малоинвазивных вмешательств достаточно широк, и выбор конкретной методики определяется характером патологии и целями вмешательства (лечение боли, нестабильности или устранение эпидуральной компрессии спинного мозга). Нестабильность позвоночника, возникшая на фоне разрушения опухолью костных структур позвоночного столба, служит показанием для паллиативного ХЛ при радио- и химиочувствительных ЗНО и распространенных ДНО. Перспективно внедрение перкутанных методик транспедикулярной фиксации, дополняемых при необходимости вертебропластикой.

Удаление опухоли путем радикальной резекции en bloc продолжает оставаться «золотым стандартом» в ХЛ инвазивно растущей опухоли позвонка, но практика показывает невозможность такого выполнения в большинстве случаев. Вмешательство дает большое число послеоперационных осложнений, сопровождается большой интраоперационной кровопотерей

и не дает 100 % гарантии, что опухоль не будет рецидивировать. Рациональное уменьшение радикальности удаления новообразования за счет комбинации ХЛ и ЛТ (в том числе и современных конформных методик), а в ряде случаев и ХТ, также становится трендом спинальной онкологии. Принятие решения о внутриопухолевом удалении новообразования значительно расширяет возможности минимализации операционной травмы за счет использования тубулярных систем (уменьшение операционного доступа), эндоскопической техники (подход к передним отделам тел позвонков), интервенционного удаления и радиочастотной абляции опухоли.

Большое количество публикаций посвящено возможностям стереотаксической ЛТ, и особенно радиохирургии, в комплексе комбинированного лечения ЗНО, в том числе и радиорезистентных. Техническая возможность фокусирования большей части дозы облучения на опухоли с минимальным воздействием на такие радиочувствительные структуры, как спинной мозг, привела к появлению методики сепарационной хирургии. При эпидуральной компрессии опухолью в процессе операции достаточно создать минимальный зазор между патологической тканью и твердой мозго-

вой оболочкой (около 2–3 мм), которого достаточно для предотвращения лучевого поражения невралжных структур при адьювантном облучении. Проблемы: неширокая доступность радиохирургии для большинства пациентов, даже за рубежом, вследствие дороговизны метода и сложностей, связанных с необходимостью планирования сеанса облучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, важным вектором развития спинальной онкологии стала минимализация операционной травмы за счет применения как современных хирургических технологий, так и адьювантных методов с учетом радио- и химиочувствительности различных новообразований. Научно-технический прогресс значительно расширил возможности лучевой терапии, как пример: внедряются конформные методы облучения с возможностью концентрации дозы облучения в ограниченной зоне, позволяющей преодолеть проблемы радиорезистентности некоторых новообразований. Комбинация возможностей радиохирургии и малоинвазивной декомпрессии позвоночного канала привела к созданию нового направления в лечении метастатической эпидуральной компрессии — сепарационной хирургии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dregghorn C.R., Newman R.J., Hardy G.J., Dickson R.A. Primary tumours of the axial skeleton. Experience of the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Spine (Phila Pa 1976)* 1990;15(2):137–40. DOI: 10.1097/00007632-199002000-00018.
2. Ciftedemir M., Kaya M., Selcuk E., Yalniz E. Tumors of the spine *World J Orthop* 2016;7(2):109–16. DOI: 10.5312/wjo.v7.i2.109.
3. Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э и др. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь. *Травматология и ортопедия России* 2019;25(1):104–12. [Zaborovsky N.S., Ptashnikov D.A., Topuzov E.E. et al. Spine tumor epidemiology in patients who underwent orthopaedic surgery. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and orthopedics of Russia* 2019;25(1):104–12. (In Russ.)]. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112.
4. Galgano M.A., Goulart C.R., Iwenofu H. et al. Osteoblastomas of the spine: a comprehensive review. *Neurosurg Focus* 2016;41(2):E4. DOI: 10.3171/2016.5.FOCUS16122.
5. Mesfin A., McCarthy E.F., Kebaish K.M. Surgical treatment of aneurysmal bone cysts of the spine. *Iowa Orthop J* 2012;32:40–5.
6. Валиев А.К., Соколовский А.В., Неред А.С., Мусаев Э.Р. Малоинвазивные хирургические технологии при поражениях позвоночника в онкогематологии. *Клиническая онкогематология* 2013;6(2):177–94. [Valiyev A.K., Sokolovskiy A.V., Nered A.S., Musaev E.R. Minimally invasive surgical techniques in hematological malignancies with spinal involvement. *Klinicheskaya onkogematologiya = Clinical oncohematology* 2013;6(2):177–94. (In Russ.)].
7. Мусаев Э.Р. Первичные опухоли позвоночника: обзор литературы. *Практическая онкология* 2010;11(1):19–24. [Musaev E.R. Primary spine tumors: a comprehensive review. *Prakticheskaya onkologiya = Practical oncology* 2010;11(1):19–24 (In Russ.)].
8. Cho W., Chang U.-K. Survival and recurrence rate after treatment for primary spinal sarcomas. *J Korean Neurosurg Soc* 2013;53(4):228–34. DOI: 10.3340/jkns.2013.53.4.228.
9. Гуца 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. *Hirurgiya pozvonocnika = Spine Surgery* 2015;12(3):72–82. (In Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2015.3.72-82.
10. Disch A.C., Kleber C., Redemann D. et al. Current surgical strategies for treating spinal tumors: results of a questionnaire survey among members of the German Spine Society (DWG). *Eur J Surg Oncol* 2020;46(1):89–94. DOI: 10.1016/j.ejso.2019.08.019.
11. Enneking W.E., Spanier S.S., Goodman M.A. A System for the surgical staging of musculoskeletal sarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 1980;(153):106–20.
12. Tomasian A., Wallace A.N., Jennings J.W. Benign spine lesions: advances in techniques for minimally invasive percutaneous treatment. *Am J Neuroradiol* 2017;38(5):852–61. DOI: 10.3174/ajnr.A5084.
13. Wang B., Meng N., Zhuang H. et al. The role of radiotherapy and surgery in the management of aggressive vertebral hemangioma: a retrospective study of 20 patients. *Med Sci Monit* 2018;24:6840–50. DOI: 10.12659/MSM.910439.
14. Laredo J.D., Reizine D., Bard M., Merland J.J. Vertebral hemangiomas: radiologic evaluation. *Radiology* 1986;161(1):183–9. DOI: 10.1148/radiology.161.1.3763864.
15. Климов В.С., Косимшов М.А., Евсюков А.В. и др. Результаты дифференцированного хирургического лече-

- ния агрессивных гемангиом позвонков. Хирургия позвоночника 2018;15(1):79–90. [Klimov V.S., Kosimshoev M.A., Evsyukov A.V. et al. Results of differentiated surgical treatment of aggressive vertebral hemangiomas. *Hirurgia Pozvonocnika = Spine Surgery* 2018;15(1):79–90. (In Russ.)]. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.1.79-90>.
16. Vasudeva V.S., Chi J.H., Groff M.W. Surgical treatment of aggressive vertebral hemangiomas. *Neurosurg Focus* 2016;41(2):E7. DOI: [10.3171/2016.5.FOCUS16169](https://doi.org/10.3171/2016.5.FOCUS16169).
 17. Parker J., Soltani S., Boissiere L. et al. Spinal aneurysmal bone cysts (ABCs): optimal management. *Orthop Res Rev* 2019;11:159–66. DOI: [10.2147/ORR.S211834](https://doi.org/10.2147/ORR.S211834).
 18. Tsagozis P., Brosjo O. Current strategies for the treatment of aneurysmal bone cysts. *Orthop Rev (Pavia)* 2015;7(4):6182. DOI: [10.4081/or.2015.6182](https://doi.org/10.4081/or.2015.6182).
 19. Aiba H., Kobayashi M., Waguri-Nagaya Y. et al. Treatment of aneurysmal bone cysts using endoscopic curettage. *BMC Musculoskelet Disord* 2018;19(1):268. DOI: [10.1186/s12891-018-2176-6](https://doi.org/10.1186/s12891-018-2176-6).
 20. Li G., Fu D., Chen K. et al. Surgical strategy for the management of sacral giant cell tumors: a 32-case series. *Spine J* 2012;12(6):484–91. DOI: [10.1016/j.spinee.2012.06.014](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2012.06.014).
 21. Martin C., McCarthy E.F. Giant cell tumor of the sacrum and spine: series of 23 cases and review of the literature. *Iowa Orthop J* 2010;30:69–75.
 22. 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](https://doi.org/10.1097/00007632-200102010-00016).
 23. Boriani S. En bloc resection in the spine: a procedure of surgical oncology. *J Spine Surg* 2018;4(3):668–76. DOI: [10.21037/jss.2018.09.02](https://doi.org/10.21037/jss.2018.09.02).
 24. Boriani S., Weinstein J.N., Biagini R. Primary bone tumors of the spine. Terminology and surgical staging. *Spine (Phila Pa 1976)* 1997;22(9):1036–44. DOI: [10.1097/00007632-199705010-00020](https://doi.org/10.1097/00007632-199705010-00020).
 25. Tokuhashi Y., Matsuzaki H., Oda H. 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](https://doi.org/10.1097/01.brs.0000180401.06919.a5).
 26. Pennington Z., Ahmed A.K., Molina C.A. et al. Minimally invasive versus conventional spine surgery for vertebral metastases: a systematic review of the evidence. *Ann Transl Med* 2018;6(6):103. DOI: [10.21037/atm.2018.01.28](https://doi.org/10.21037/atm.2018.01.28).
 27. Tomita K., Toribatake Y., Kawahara N. et al. Total en bloc spondylectomy and circumspinal decompression for solitary spinal metastasis. *Paraplegia* 1994;32(1):36–46. DOI: [10.1038/sc.1994.7](https://doi.org/10.1038/sc.1994.7).
 28. Howell E.P., Williamson T., Karikari I. et al. Total en bloc resection of primary and metastatic spine tumors. *Ann Transl Med* 2019;7(10):226. DOI: [10.21037/atm.2019.01.25](https://doi.org/10.21037/atm.2019.01.25).
 29. Ohashi M., Hirano T., Watanabe K. et al. En bloc spondylectomy for spinal metastases: detailed oncological outcomes at a minimum of 2 years after surgery. *Asian Spine J* 2019;13(2):296–304. DOI: [10.31616/asj.2018.0145](https://doi.org/10.31616/asj.2018.0145).
 30. Deng Z., Xu B., Jin J. et al. Strategies for management of spinal metastases: a comprehensive review. *Cancer Translational Medicine* 2015;1(3):94–100. DOI: [10.4103/2395-3977.159536](https://doi.org/10.4103/2395-3977.159536).
 31. Conti A., Acker G., Kluge A. et al. Decision making in patients with metastatic spine. The role of minimally invasive treatment modalities. *Front Oncol* 2019;9:915. DOI: [10.3389/fonc.2019.00915](https://doi.org/10.3389/fonc.2019.00915).
 32. Spinazze S., Caraceni A., Schrijvers D. et al. Epidural spinal cord compression. Critical Reviews in Oncology/Hematology 2005;56(3):397–406. DOI: [10.1016/j.critrevonc.2005.04.005](https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2005.04.005).
 33. Bilsly M., Smith M. Surgical approach to epidural spinal cord compression. *Hematol Oncol Clin North Am* 2006;20(6):1307–17. DOI: [10.1016/j.hoc.2006.09.009](https://doi.org/10.1016/j.hoc.2006.09.009).
 34. Dalbayrak S., Yaman O., Ozer A.F. Minimally invasive approaches in metastatic spinal tumor surgery. *Turk Neurosurg* 2015;25(3):357–61. DOI: [10.5137/1019-5149.JTN.8990-13.1](https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.8990-13.1).
 35. Barzilai O., Boriani S., Fisher C.G. et al. Essential concepts for the management of metastatic spine disease: what the surgeon should know and practice. *Global Spine J* 2019;9(1 Suppl):98S–107S. DOI: [10.1177/2192568219830323](https://doi.org/10.1177/2192568219830323).
 36. Goetz M.P., Callstrom M.R., Charbonneau J.W. et al. Percutaneous image-guided radiofrequency ablation of painful metastases involving bone: a multicenter study. *J Clin Oncol* 2004;22(2):300–6. DOI: [10.1200/JCO.2004.03.097](https://doi.org/10.1200/JCO.2004.03.097).
 37. Song H.-M., Gu Y.-F., Li Y.-D. et al. Interventional tumor removal: a new technique for malignant spinal tumor and malignant vertebral compression fractures without epidural involvement. *Acta Radiol* 2014;55(8):976–84. DOI: [10.1177/0284185113508761](https://doi.org/10.1177/0284185113508761).
 38. Gu Y.-F., Tian Q.-H., Li Y.-D. et al. Percutaneous vertebroplasty and interventional tumor removal for malignant vertebral compression fractures and/or spinal metastatic tumor with epidural involvement: a prospective pilot study. *J Pain Res* 2017;10:211–8. DOI: [10.2147/JPR.S122211](https://doi.org/10.2147/JPR.S122211).
 39. Surgeon's Committee of the Chinese Myeloma Working Group of the International Myeloma Foundation. Consensus on surgical management of myeloma bone disease. *Orthop Surg* 2016;8(3):263–9. DOI: [10.1111/os.12267](https://doi.org/10.1111/os.12267).
 40. Guzik G. Oncological and functional results of the surgical treatment of vertebral metastases in patients with multiple myeloma. *BMC Surg* 2017;17(1):92. DOI: [10.1186/s12893-017-0288-9](https://doi.org/10.1186/s12893-017-0288-9).
 41. Peng X., Wan Y., Chen Y. et al. Primary non-Hodgkin's lymphoma of the spine with neurologic compression treated by radiotherapy and chemotherapy alone or combined with surgical decompression. *Oncol Rep* 2009;21(5):1269–75. DOI: [10.3892/or_00000350](https://doi.org/10.3892/or_00000350).
 42. Harris E., Butler J.S., Cassidy N. Aggressive plasmablastic lymphoma of the thoracic spine presenting as acute spinal cord compression in a case of asymptomatic undiagnosed human immunodeficiency virus infection. *Spine J* 2014;14(7):e1–5. DOI: [10.1016/j.spinee.2013.12.018](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.12.018).
 43. Denaro L., Berton A., Ciuffreda M. et al. Surgical management of chordoma: a systematic review. *J Spinal Cord Med* 2020;43(6):797–812. DOI: [10.1080/10790268.2018.1483593](https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1483593).
 44. Varga P.P., Szoverfi Z., Fisher C.G. et al. Surgical treatment of sacral chordoma: prognostic variables for local recurrence and overall survival. *Eur Spine J* 2015;24(5):1092–101. DOI: [10.1007/s00586-014-3728-6](https://doi.org/10.1007/s00586-014-3728-6).
 45. Dekutoski M.B., Clarke M.J., Rose P. et al. Osteosarcoma of the spine: prognostic variables for local recurrence and overall survival, a multicenter ambispective study. *J Neurosurg Spine* 2016;25:59–68. DOI: [10.3171/2015.11.SPINE15870](https://doi.org/10.3171/2015.11.SPINE15870).
 46. Charest-Morin R., Dirks M.S., Patel S. et al. Ewing sarcoma of the spine: prognostic variables for survival and local control in surgically treated patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 2018;43(9):622–9. DOI: [10.1097/BRS.0000000000002386](https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002386).
 47. Овчинников В.А., Углыница К.Н., Волков В.Н. Современные методы лучевого лечения онкологических больных. Журнал ГрГМУ 2010;1(29):93–7. [Ovchinnikov V.A., Uglyanitsa K.N., Volkov V.N. Modern methods of radiotherapy of oncological patients. *Zhurnal GrGMU = Journal of the Grodno State Medical University* 2010;1(29):93–7. (In Russ.)].
 48. Трофимова О.П., Ткачев С.И., Юрьева Т.В. Прошлое и настоящее лучевой терапии в онкологии. Клиническая онкогематология 2013;6(4):355–64. [Trofimova O.P., Tkachev S.I., Yuryeva T.V. Past and present of radiotherapy in management of malignancies. *Klinicheskaya onkogematologiya = Clinical oncohematology* 2013;6(4):355–64. (In Russ.)].
 49. Sharma A.M., Sackett M., Bueddefeld D. et al. Incidence of spinal disease and role of spinal radiotherapy in multiple

- myeloma. *Curr Oncol* 2018;25(6):e539–44. DOI:10.3747/co.25.4188.
50. Rades D., Conde-Moreno A.J., Cacicedo J. et al. Radiation therapy alone provides excellent outcomes for spinal cord compression from vertebral lymphoma. *Anticancer Res* 2016;36:3081–3.
 51. Patchell R.A., Tibbs P.A., Regine W.F. et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. *Lancet* 2005;366(9486):643–8. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66954-1.
 52. Lee J.-H., Lee S.H. Selecting the appropriate radiation therapy technique for malignant spinal cord compression syndrome. *Front Oncol* 2019;9:65. DOI: 10.3389/fonc.2019.00065.
 53. Boriani S., Saravanja D., Yamada Y. et al. Challenges of local recurrence and cure in low grade malignant tumors of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34(22 Suppl):S48–57. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181b969ac.
 54. Palm R.F., Oliver D.E., Yang G.Q. et al. The role of dose escalation and proton therapy in perioperative or definitive treatment of chondrosarcoma and chordoma: an analysis of the National Cancer Data Base. *Cancer* 2019;125(4):642–51. DOI: 10.1002/cncr.31958.
 55. Chang U.K., Lee D.H., Kim M.S. Stereotactic radiosurgery for primary malignant spinal tumors. *Neurol Res* 2014;36(6):597–606. DOI: 10.1179/1743132814Y.0000000381.
 56. Krakoff I.H. Cancer chemotherapeutic agents. *CA Cancer J Clin* 1977;27(3):130–43.
 57. Tomita N., Takasaki H., Miyashita K. et al. R-CHOP therapy alone in limited stage diffuse large B-cell lymphoma. *Br J Haematol* 2013;161(3):383–8. DOI: 10.1111/bjh.12281.
 58. Алиев М.Д., Бохан А.Ю., Иванов С.М. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению больных с первичными злокачественными опухолями кости Ассоциации онкологов России. М., 2014. 25 с. [Aliev M.D., Bokhyan A.Yu., Ivanov S.M. et al. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of patients with primary malignant bone tumors of the Association of Oncologists of Russia. Moscow, 2014. 25 p. (In Russ.)].
 59. Makatsoris T., Kalofonos H.P. The role of chemotherapy in the treatment of bone metastases. In: *Bone Metastases. Cancer Metastasis – Biology and Treatment*. Eds.: D. Kardamakis, V. Vassiliou, E. Chow. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. Pp. 287–98. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9819-2_14.

Вклад авторов

Д.Е. Закондырин: литературный обзор, написание статьи;

А.А. Гринь: разработка дизайна исследования.

Authors' contributions

D.E. Zakondyrin: literature review, article writing;

A.A. Grin: research design of the study.

ORCID авторов / ORCID of authors

Д.Е. Закондырин / D.E. Zakondyrin: <https://orcid.org/0000-0002-0925-415X>

А.А. Гринь / A.A. Grin: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

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.

Статья поступила: 08.11.2021. **Принята к публикации:** 01.02.2022.

Article submitted: 08.11.2021. **Accepted for publication:** 01.02.2022.