

Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь

Н.С. Заборовский¹, Д.А. Пташников^{1,2}, Э.Э. Топузов^{2,3}, Е.В. Левченко⁴,
Д.А. Михайлов¹, К.Е. Наталенко⁵

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

³ СПб ГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер», Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁵ ФБУЗ «Клиническая больница №122 им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Цель исследования — оценить частоту встречаемости опухолей позвоночника у пациентов, получивших ортопедическую помощь в условиях специализированного стационара. **Материал и методы.** В период с 2000 по 2017 г. обследованы все пациенты с диагнозом «опухоль позвоночника», которые проходили лечение в РНИИТО им. Р.Р. Вредена. Данные были взяты из медицинских карт пациентов. Оценивали распределение пациентов по полу, возрасту, гистологическому типу и локализации опухоли. **Результаты.** В исследование включены 2023 пациента, из которых 1298 (64,2%) были женщинами. Наиболее часто встречались пациенты вторичными метастазами (всего 59%), в том числе рака молочной железы (43,6%), рака почки (18%) и рака легкого (10,7%). Среди доброкачественных опухолей (всего 18,7%) преобладали симптоматические гемангиомы (93,8%). Первичные злокачественные опухоли (всего 10,2%) были представлены в основном множественной миеломой (54,2%) и плазмоцитомой (14,6%). Промежуточные опухоли с локально-агрессивным ростом встречались редко (3,9%). **Заключение.** Поражают позвоночник преимущественно опухоли вторичного характера, из них наиболее часто встречаются метастазы рака молочной железы, почки и легкого. Высокую распространенность имеют доброкачественные симптоматические гемангиомы. Первичные злокачественные опухоли представлены главным образом множественной миеломой. Другие первичные злокачественные опухоли и опухоли с локально-агрессивным ростом встречаются достаточно редко.

Ключевые слова: первичные опухоли позвоночника, метастатические опухоли позвоночника, эпидемиология.

📖 Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Топузов Э.Э., Левченко Е.В., Михайлов Д.А., Наталенко К.Е. Эпидемиология опухолей позвоночника у пациентов, получивших специализированную ортопедическую помощь. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):104-112. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112.

Cite as: Zaborovsky N.S., Ptashnikov D.A., Topuzov E.E., Levchenko E.V., Mikhailov D.A., Natalenko K.E. [Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopaedic Surgery]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):104-112. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-104-112.

✉ Заборовский Никита Сергеевич / Nikita S. Zaborovskii; e-mail: n.zaborovskii@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 14.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 11.02.2019.

Spine Tumor Epidemiology in Patients who Underwent Orthopaedic Surgery

N.S. Zaborovsky¹, D.A. Ptashnikov^{1,2}, E.E. Topuzov^{2,3}, E.V. Levchenko⁴,
D.A. Mikhailov¹, K.E. Natalenko⁵

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

³ St. Petersburg Municipal Clinical Oncology Dispensary, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ Petrov National Medical Research Center for Oncology, St. Petersburg, Russian Federation

⁵ Sokolov Clinical Hospital No. 122, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study — to evaluate the frequency of spine tumors in patients who underwent orthopaedic treatment in a specialized hospital. **Materials and methods.** All patients treated in the Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics (RNIITO) with spine tumor diagnosis were examined from 2000 till 2017. The data was obtained from medical histories. Patients' distribution per gender, age, histological type and tumor location was evaluated. **Results.** 2023 patients were included into the study, where 1298 (64.3%) were female. Patients with secondary metastases prevailed (59% overall), including breast cancer (43.6%), renal carcinoma (18%) and lung cancer (10.7%). Among benign tumors (overall 18.7%) symptomatic hemangiomas prevailed (93.8%). Primary malignant tumors (total 10.2%) were represented mainly by multiple myeloma (54.2%) and plasmacytoma (14.6%). Intermediate tumors with local aggressive growth were observed rarely (overall 3.9%). **Conclusion.** Spine is affected mainly by secondary tumors, where metastases of breast, renal and lung cancer are observed most often. Benign symptomatic hemangiomas demonstrate a high prevalence. Primary malignant tumors are presented mainly by multiple myeloma. Other primary malignant tumors and tumors with local aggressive growth are observed rather rarely.

Keywords: primary spine tumors, metastatic spine tumors, epidemiology.

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

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

Введение

Онкологические заболевания являются одной из важнейших проблем современного здравоохранения. В 2017 г. в России было выявлено 617 177 новых случаев злокачественных новообразований. Прирост этого показателя по сравнению с 2016 г. составил 3,0%. К концу 2017 г. на учете у онкологов состояли 3,6 млн пациентов [1].

Кости скелета занимают третье место, после печени и легких, по частоте метастазирования злокачественных опухолей [2, 3]. Исследования показывают, что почти у 70% пациентов с наиболее распространенными злокачественными образованиями (рак молочной железы, легких, предстательной железы) выявляются метастазы в костях, в том числе в позвоночнике [4]. У 10% больных метастатическое поражение позвоночника клинически проявляется компрессией спинного мозга и нестабильностью позвоночного столба [5, 6]. Первичные опухоли скелета являются достаточно редкой патологией среди злокачественных новообразований [7, 8]. В нашей стране отсутствуют сведения о распространенности таких опухолей

в официальной статистике [1]. Кроме того, в отечественной литературе крайне скудно представлены эпидемиологические исследования о частоте встречаемости опухолей позвоночника [9].

Цель исследования — оценить частоту встречаемости опухолей позвоночника у пациентов, получивших ортопедическую помощь в условиях специализированного стационара.

Материал и методы

Выполнен сбор и обобщение информации о 2023 пациентах, которым была оказана специализированная ортопедическая помощь в РНИИТО им. Р.Р. Вредена в период с 2000 по 2017 г. по поводу опухолевого поражения позвоночника. Среди пациентов было 725 (35,8%) мужчин и 1298 (64,2%) женщин (табл. 1). Пациентам проводилось несколько типов оперативного лечения:

1. Радикальные реконструктивно-восстановительные операции, включающие тотальную резекцию опухоли с пораженным позвонком, замещение дефекта тела позвонка межтеловым имплантатом и инструментальную реконструкцию позвоночника.

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с опухолями позвоночника

Опухоль	Число пациентов	Доля от общего числа, %	Доля больных в подгруппе, %	Доля женщин, %	Доля мужчин, %
Первичные опухоли					
Всего	683	32,8	–	62	37
Злокачественные	212	10,2	–	56,1	43,9
Множественная миелома	115	5,5	54,2	54,8	45,2
Плазмоцитома	31	1,5	14,6	64,5	35,5
Хордома	29	1,4	13,7	58,6	41,4
Хондросаркома	6	0,3	2,8	16,7	83,3
Остеосаркома	11	0,5	5,2	45,5	54,5
Липосаркома	9	0,4	4,2	77,8	22,2
Другое	11	0,5	5,2	54,5	45,5
Промежуточные	81	3,9	–	55,6	44,4
Гигантоклеточная опухоль	59	2,8	72,8	54,2	45,8
Остеобластома	11	0,5	13,6	72,7	27,3
Аневризмальная костная киста	6	0,3	7,4	33,3	66,7
Другое	5	0,2	6,2	60	40
Доброкачественные	390	18,7	–	68,2	31,8
Гемангиома	366	17,6	93,8	67,8	32,2
Хондрома	15	0,7	3,8	93,3	6,7
Другое	9	0,4	2,3	44,4	55,6
Метастатические					
Всего	1229	59	–	65,9	34,1
Молочная железа	536	25,7	43,6	100	0
Почка	221	10,6	18	22,6	77,4
Легкое	132	6,3	10,7	28,8	71,2
Толстый кишечник	81	3,9	6,6	53,1	46,9
Предстательная железа	56	2,7	4,6	0	100
Кожные покровы	35	1,7	2,8	54,3	45,7
Шейка матки	34	1,6	2,8	100	0
Тело матки	33	1,6	2,7	100	0
Желудок	22	1,1	1,8	68,2	31,8
Щитовидная железа	17	0,8	1,4	41,2	58,8
Мочевой пузырь	15	0,7	1,2	40	60
Печень	14	0,7	1,1	57,1	42,9
Лимфогранулематоз	12	0,6	1	75	25
Слюнная железа	6	0,3	0,5	33,3	66,7
Другое	15	0,7	1,2	73,3	26,7
Новообразования неясной этиологии	111	5,3	–	52,3	47,7
Итого	2023	–	–	64,2	35,8

2. Паллиативные декомпрессивно-стабилизирующие операции, заключающиеся во внутриочаговой резекции опухоли и удалении элементов, сдавливающих нервные структуры с последующей инструментальной стабилизацией позвоночного столба; изолированные стабилизирующие операции для сохранения опороспособности позвоночника.

3. Минимально инвазивные вмешательства, такие как вертебропластика и радиочастотная абляция патологических очагов, направленные на купирование болевого синдрома и сохранение опороспособности позвоночника.

Опухоли позвоночника были разделены на три группы: 1) первичные, 2) метастатические (вторичные); 3) новообразования неясной этиологии. Внутри подгрупп опухоли разделялись в соответствии с гистологическим типом. В соответствии с третьей версией Международной классификации онкологических заболеваний (ICD-O-3)* среди первичных опухолей были выделены доброкачественные, промежуточные (с локально-агрессивным ростом) и злокачественные. Метастатические опухоли были разделены в соответствии с локализацией первичного очага. В группе новооб-

разований неясной этиологии гистологическая верификация опухолей проводилась в послеоперационном периоде.

Данные о гендерном и возрастном составе пациентов, локализации и гистологическому типу опухоли, наличии компрессии нервных структур и полученному лечению основного онкологического заболевания до операции на позвоночнике были взяты из медицинских карт пациентов.

Статистический анализ

Статистическую обработку проводили с использованием программной среды R версии 3.5.1. Для описательной статистики применяли табличное и графическое агрегирование данных. Для оценки качественных признаков использовали рандомизационный критерий Монте-Карло. Значение $p < 0,01$ считали статистически значимым.

Результаты

За 18-летний период (с 2000 по 2017 г.) 1229 (60,7%) пациентов проходили лечение по поводу метастатических опухолей, 683 (33,8%) — по поводу первичных и 111 (5,5%) — новообразований позвоночника неясной этиологии (рис. 1).

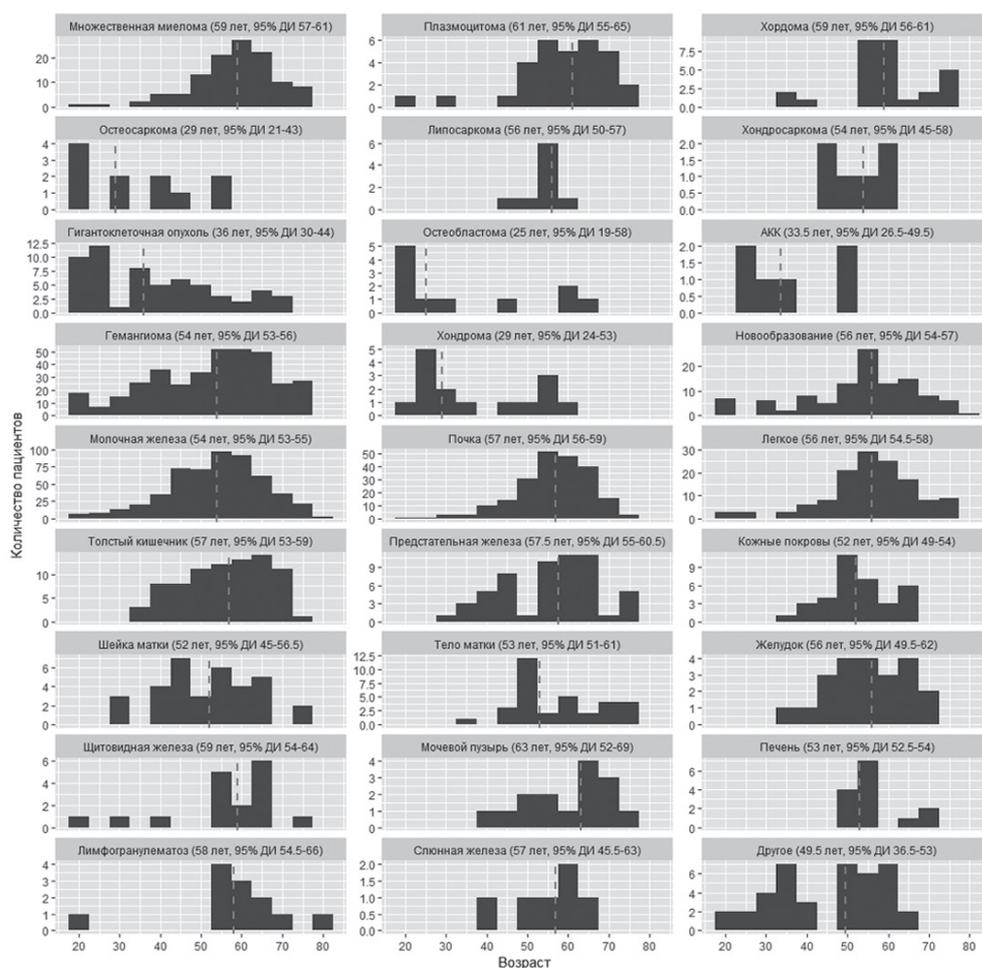


Рис. 1. Возрастная характеристика пациентов
Fig. 1. Age distribution of patients

* International Classification of Diseases for Oncology. ICD-O-3 Online. 2018. Available from: <http://codes.iarc.fr/>.

В раздел «Другое» были включены редкие типы опухолей — 40 (2%), в том числе первичные злокачественные (гемангиоэндотелиома — 5, саркома Юинга — 3, фибросаркома — 3), промежуточные (хондробластома — 5), доброкачественные (фиброзная дисплазия — 5, липома — 4). Источники вторичных опухолей: надпочечник — 3, яичник — 3, гайморова пазуха — 2, желчный пузырь — 2, мезентелиома плевры — 2, саркома мягких тканей — 2, небная миндалина — 1.

Для первичных опухолей позвоночника характерен молодой возраст пациентов, особенно в подгруппе новообразований с локально-агрессивным ростом (аневризмальная костная киста, гигантоклеточная опухоль, хондробластома). У трети пациентов — 704 (34,8%) — возраст превышал 60 лет. Возрастная структура представлена на рисунке 2. Наиболее частой локализацией поражения являлся грудной отдел позвоночника — 1164 (57,5%), затем поясничный — 574 (28,4%), шейный — 153 (7,6%) и крестцово-копчиковый — 132 (6,5%) (табл. 2).

Основными показаниями для хирургического лечения являлись: боль или неврологический де-

фицит, вызванные нестабильностью позвоночника на фоне опухолевого поражения, компрессией нервных структур разрастающейся опухолевой тканью или отломками позвонка при его патологическом переломе; боль, резистентная к другим видам лечения; наличие первичной опухоли позвоночника с локально-агрессивным или злокачественным ростом.

На болевой синдром предъявляли жалобы подавляющее большинство пациентов (92,8%). Компрессия нервных структур по клиническим проявлениям (неврологический дефицит, радикулопатия) и методам лучевой диагностики (интраканальное распространение) определялась у 255 (37,3%) больных с первичными опухолями, у 709 (57,7%) больных с метастатическими опухолями и у 83 (74,7%) больных с новообразованиями невыясненной этиологии ($p < 0,0001$).

В группе вторичных опухолей у 678 (60,4%) пациентов удален первичный очаг, 595 (53,8%) пациентов получали системную терапию основного заболевания, 324 (29,2%) пациентам проведена лучевая терапия вторичных очагов.

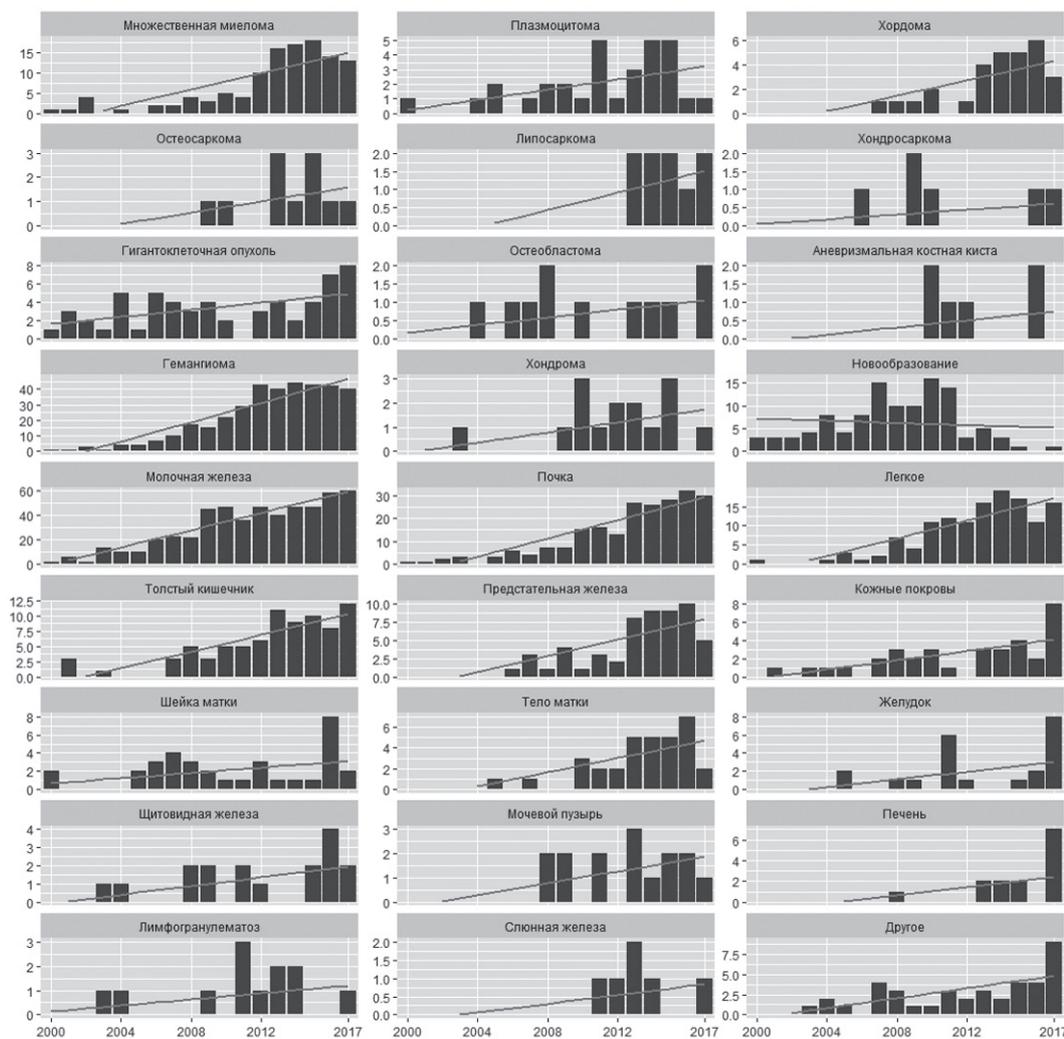


Рис. 2. Количество пациентов в год при каждом типе опухоли. Линией указан тренд на основе регрессионного анализа

Fig. 2. Annual frequency rate of each tumor type. Line indicates a trend based on regression analysis

Локализация патологических очагов в позвоночнике

Тип опухоли	Шейный отдел, абс. ч. (%)	Грудной отдел, абс. ч. (%)	Поясничный отдел, абс. ч. (%)	Крестцовый отдел, абс. ч. (%)
Первичные	31 (4,5)	395 (57,8)	196 (28,7)	61 (8,9)
– злокачественные	20 (9,4)	94 (44,3)	59 (27,8)	39 (18,4)
– промежуточные	3 (3,7)	46 (56,8)	17 (21)	15 (18,5)
– доброкачественные	8 (2,1)	255 (65,4)	120 (30,8)	7 (1,8)
Метастатические	109 (8,9)	713 (58)	341 (27,7)	66 (5,4)
Новообразования	13 (11,7)	56 (50,5)	37 (33,3)	5 (4,5)
Всего	153 (7,6)	1164 (57,5)	574 (28,4)	132 (6,5)

Обсуждение

Деструкция элементов позвоночника на фоне опухолевого поражения может привести к потере опорной функции позвоночного столба и развитию компрессии нервных структур [10, 11]. Клинически это проявляется интенсивным болевым синдромом и неврологическим дефицитом, что приводит к ограничению повседневной деятельности и снижению уровня качества жизни пациентов [12].

Новообразования позвоночника могут возникать из местных источников — быть первичными опухолями костной, жировой, фиброзной, нервных тканей, нервных оболочек или смежных паравerteбральных мягких тканей и лимфатических сосудов. Либо новообразования попадают в позвоночник гематогенным или лимфатическим путем из отдаленных злокачественных очагов [13, 14].

Известно, что первичные опухоли позвоночника встречаются намного реже метастатических [8]. В нашем исследовании соотношение между первичными и вторичными опухолями менее выражено в связи с тем, что оценивались и пациенты с гемангиомами, которые так же подверглись хирургическому лечению. Причем все первичные новообразования были выявлены на стадии клинических проявлений: боль или неврологическая симптоматика.

Считается, что частота первичных опухолей позвоночника имеет возрастные колебания. Доброкачественные опухоли характерны для более молодых пациентов, с возрастом увеличивается частота злокачественных опухолей [15, 16]. Наши данные показывают достаточно равномерное распределение по всем возрастным категориям пациентов с доброкачественными опухолями. При этом среди пациентов с промежуточными

опухолями имелась явная тенденция к более молодому возрасту, по сравнению с пациентами со злокачественными новообразованиями. В группе злокачественных опухолей только пациенты с остеосаркомой были более молодыми.

По нашим данным, у пациентов с промежуточными и злокачественными опухолями чаще наблюдалось поражение крестцового отдела позвоночника, особенно у пациентов с хордомой, что соответствует данным литературы [18].

Среди первичных доброкачественных опухолей наиболее часто встречались гемангиомы (93,8%), которые, по данным литературы, обнаруживаются у четверти пациентов [18]. Общим признаком для симптоматических гемангиом являлся болевой синдром. В 12% случаев наблюдался агрессивный рост гемангиомы с мягкотканым компонентом, прорастающим в позвоночный канал и сдавливающим нервные структуры. Среди других доброкачественных новообразований встречались: хондрома, липома и фиброзная дисплазия. Подавляющее большинство доброкачественных новообразований позвоночника требуют только динамического наблюдения. Хирургическое вмешательство проводится в случае развития угрозы патологического перелома либо при контакте опухоли с элементами нервной системы [19].

Группа больных с промежуточными (локально-агрессивный рост) опухолями позвоночника была наименьшей в нашем исследовании, что объясняется редкостью патологии [20]. В этой группе наиболее часто (77%) наблюдалась компрессия нервных структур мягкотканым компонентом опухоли.

В группе первично-злокачественных новообразований позвоночника преобладали гематопозитические опухоли (множественная миелома, плазмацитома) и опухоли нотохорды (хордома).

Пациенты, прооперированные без гистологической верификации диагноза, составили группу новообразований позвоночника неясной этиологии. В период с 2000 по 2017 г. доля больных с новообразованиями неясной этиологии уменьшилась с 23,1 до 0,4%, отмечен отрицательный тренд. Это связано с увеличением онкологической настороженности, расширением практики применения современных методов диагностики (ПЭТ, КТ, МРТ), а также проведением пункционной биопсии для выявления гистологической характеристики опухоли.

Некоторые авторы отмечают, что метастазы рака молочной железы, рака простаты и рака легкого являются наиболее частой причиной опухолевого поражения позвоночника, что обусловлено широкой распространенностью этих заболеваний [21, 22]. По данным R.L. Siegel с соавторами, более половины онкологических заболеваний составляют вышеперечисленные опухоли [23]. По данным отечественных статистических исследований, ведущими локализациями злокачественных новообразований являлись кожные покровы, молочная железа и легкое [1]. Метастатическое поражение костей скелета встречается у 70–80% пациентов с раком молочной железы или раком простаты и у 40% пациентов с распространенным раком легкого [24].

В нашем исследовании у пациентов с онкологическими заболеваниями, получавших ортопедическую помощь, наиболее часто встречались метастазы рака молочной железы (43,6%), рака почки (18%) и рака легкого (10,7%). Соответственно, количество пациентов женского пола значительно преобладало среди пациентов со вторичными опухолями. Рак простаты и злокачественные опухоли кожных покровов встречались реже. Большую долю пациентов с раком почки в исследовании мы можем объяснить тем, что эти новообразования вызывают агрессивный литический процесс в кости, приводящий к нарушению опороспособности позвоночного столба, а также неврологическим осложнениям, требующим хирургического лечения. Кроме того, этот тип опухолевого процесса обладает радиорезистентностью, что также приводит к необходимости оперативного лечения.

Большинство гистологических типов опухолей позвоночника показали возрастающий тренд, который свидетельствует об увеличении абсолютного количества пациентов. С одной стороны, это связано с прогрессом в области общей диагностики онкологических заболеваний и вторичных изменений в костях в частности, что в большей степени касается первичных опухолей позвоночника. С другой стороны, риск развития симптоматических очагов в позвоночнике на фоне метастатического поражения пропорционально связан с увеличением

продолжительности жизни пациентов со злокачественными опухолями. Поскольку системная и лучевая терапия позволяют добиться контроля над метастатическими очагами в организме в целом и в позвоночнике в частности, вероятность развития ортопедических осложнений в виде патологических переломов позвонков может быть достаточно высокой [25–27]. В связи с этим хирургическое лечение ортопедических последствий длительное время сохранит свою актуальность.

Несмотря на глобальную положительную тенденцию последних лет в диагностике и лечении онкологических заболеваний, сохраняется высокая актуальность хирургической помощи, направленной на стабилизацию позвоночного столба и декомпрессию нервных структур. Абсолютное количество пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении, растет. Поражают позвоночник опухоли преимущественно вторичного характера, из них наиболее часто встречаются метастазы рака молочной железы, почки и легкого. Высокую распространенность имеют доброкачественные симптоматические гемангиомы. Первичные злокачественные опухоли представлены главным образом за счет множественной миеломы. Другие первичные злокачественные опухоли и опухоли с локально-агрессивным ростом встречаются достаточно редко.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Благодарность

Авторы выражают благодарность Усикову В.Д., Засульскому Ф.Ю., Магомедову Ш.Ш., Докишу М.Ю., Татаринцеву А.П., Роминскому С.П., Полякову Ю.Ю., Григорьеву П.В., Михайлову И.М. за предоставленные данные.

Литература [References]

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2017 г. (заболеваемость и смертность). М., 2018. С. 4–6. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2017 godu (zabolevaemost' i smertnost') [Malignant neoplasms in Russia in 2017 (morbidity and death)]. Moscow, 2018. P. 4–6.
- Perrin R.G., Laxton A.W. Metastatic spine disease: epidemiology, pathophysiology, and evaluation of patients. *Neurosurg Clin N Am.* 2004;15(4):365–373.
- Unni K.K., Inwards C.Y. Mayo Foundation for Medical Education and Research. Dahlin's bone tumors: general aspects and data on 10,165 cases. Wollters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2010. 402 p.
- Coleman R.E. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res.* 2006;12(20 Pt 2):6243s–6249s.

5. Sciubba D.M., Petteys R.J., Dekutoski M.B., Fisher C.G., Fehlings M.G., Ondra S.L. et al. Diagnosis and management of metastatic spine disease. A review. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(1):94-108. DOI: 10.3171/2010.3.SPINE09202.
6. Abrahm J.L., Banffy M.B., Harris M.B. Spinal cord compression in patients with advanced metastatic cancer: «all I care about is walking and living my life». *JAMA*. 2008;299(8):937-946. DOI: 10.1001/jama.299.8.937.
7. Chi J.H., Bydon A., Hsieh P., Witham T., Wolinsky J.P., Gokaslan Z.L. Epidemiology and demographics for primary vertebral tumors. *Neurosurg Clin N Am*. 2008;19(1):1-4.
8. Kelley S.P., Ashford R.U., Rao A.S., Dickson R.A. Primary bone tumours of the spine: a 42-year survey from the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Eur Spine J*. 2007;16(3):405-409. DOI: 10.1007/s00586-006-0188-7.
9. Мушкин А.Ю., Мальченко О. Онкологическая вертебрология: избранные вопросы. Новосибирск, 2012. С. 8.
Mushkin A.Yu., Mal'chenko O. Onkologicheskaya vertebrologiya: izbrannye voprosy [Oncological vertebrology: selected questions.]. Novosibirsk, 2012. P. 8.
10. Bucholtz J.D. Metastatic epidural spinal cord compression. *Semin Oncol Nurs*. 15(3):150-159. DOI: 10.1016/S0749-2081(99)80002-3.
11. Fournay D.R., Gokaslan Z.L. Spinal instability and deformity due to neoplastic conditions. *Neurosurg Focus*. 2003;14(1):e8.
12. Bilsky M.H., Laufer I., Burch S. Shifting paradigms in the treatment of metastatic spine disease. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(22 Suppl):S101-107. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bac4b2.
13. Sterling J.A., Edwards J.R., Martin T.J., Mundy G.R. Advances in the biology of bone metastasis: how the skeleton affects tumor behavior. *Bone*. 2011;48(1):6-15. DOI: 10.1016/j.bone.2010.07.015.
14. Boriani S., Weinstein J.N., Biagini R. Primary bone tumors of the spine. Terminology and surgical staging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(9):1036-1044.
15. Ropper A.E., Cahill K.S., Hanna J.W., McCarthy E.F., Gokaslan Z.L., Chi J.H. Primary vertebral tumors: a review of epidemiologic, histological, and imaging findings, Part I: benign tumors. *Neurosurgery*. 2011;69(6):1171-1180. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822b8107.
16. Ropper A.E., Cahill K.S., Hanna J.W., McCarthy E.F., Gokaslan Z.L., Chi J.H. Primary vertebral tumors: a review of epidemiologic, histological and imaging findings, part II: locally aggressive and malignant tumors. *Neurosurgery*. 2012;70(1):211-219; discussion 219. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822d5f17.
17. Sundaresan N., Rosen G., Boriani S. Primary malignant tumors of the spine. *Orthop Clin North Am*. 2009;40(1):21-36. DOI: 10.1016/j.ocl.2008.10.004.
18. Slon V., Stein D., Cohen H., Sella-Tunis T., May H., Hershkovitz I. Vertebral hemangiomas: their demographical characteristics, location along the spine and position within the vertebral body. *Eur Spine J*. 2015;24(10):2189-2195. DOI: 10.1007/s00586-015-4022-y.
19. Fisher C.G., Saravanja D.D., Dvorak M.F., Rampersaud Y.R., Clarkson P.W., Hurlbert J. et al. Surgical management of primary bone tumors of the spine: validation of an approach to enhance cure and reduce local recurrence. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(10):830-836. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e502e5.
20. Kelley S.P., Ashford R.U., Rao A.S., Dickson R.A. Primary bone tumours of the spine: a 42-year survey from the Leeds Regional Bone Tumour Registry. *Eur Spine J*. 2007;16(3):405-409.
21. Cole J.S., Patchell R.A. Metastatic epidural spinal cord compression. *Lancet Neurol*. 2008;7(5):459-466. DOI: 10.1016/S1474-4422(08)70089-9.
22. Prasad D., Schiff D. Malignant spinal-cord compression. *Lancet Oncol*. 2005;6(1):15-24. DOI: 10.1016/S1470-2045(04)01709-7.
23. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin*. 2018;68(1):7-30. DOI: 10.3322/caac.21442.
24. Coleman R.E. Clinical features of metastatic bone disease and risk of skeletal morbidity. *Clin Cancer Res*. 2006;12(20 Pt 2):6243s-6249s. DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-06-0931.
25. Беляев А.М., Гафтон Г.И., Киреева Г.С., Сенчик К.Ю., Гусейнов К.Д., Левченко Е.В. и др. Новые подходы к лечению злокачественных новообразований с использованием перфузионных технологий. *Вопросы онкологии*. 2016;(2):214-220.
Belyaev A.M., Gafton G.I., Kireeva G.S., Senchik K.Yu., Guseinov K.D., Levchenko E.V. et al. [New approaches to treatment for malignant tumors using perfusion technologies]. *Voprosy onkologii* [Problems in Oncology]. 2016;(2):214-220.
26. Chetty I.J., Martel M.K., Jaffray D.A., Benedict S.H., Hahn S.M., Berbeco R. et al. Technology for Innovation in Radiation Oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2015;93(3):485-492. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2015.07.007.
27. Schnipper L.E., Davidson N.E., Wollins D.S., Tyne C., Blayney D.W., Blum D. et al. American society of clinical oncology statement: a conceptual framework to assess the value of cancer treatment options. *J Clin Oncol*. 2015;33(23):2563-2577. DOI: 10.1200/JCO.2015.61.6706.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Заборовский Никита Сергеевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

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

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Nikita S. Zaborovskii — Cand. Sci. (Med.), research fellow, Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitrii A. Ptashnikov — Dr. Sci. (Med.), professor, head of Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; head of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Топузов Эльдар Эскендерович — д-р мед. наук, профессор, главный врач, СПбГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер»; заведующий кафедрой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург.

Левченко Евгений Владимирович — д-р мед. наук, заведующий хирургическим торакальным отделением, заведующий научным отделением торакальной онкологии, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Михайлов Дмитрий Аркадьевич — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения нейроортопедии и костной онкологии, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Наталенко Кирилл Евгеньевич — врач-онколог онкологического отделения, ФБУЗ «Клиническая больница № 122 им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, Санкт-Петербург

Eldar E. Topuzov — Dr. Sci. (Med.), professor, chief physician, St. Petersburg City Clinical Oncology Center; head of Hospital Surgery Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Evgeny V. Levchenko — Dr. Sci. (Med.), head of the Surgical Thoracic Department, Head of the Scientific Department of Thoracic Oncology, Petrov National Medical Research Center of Oncology, St. Petersburg, Russian Federation

Dmitrii A. Mikhaylov — Cand. Sci. (Med.), research fellow, Spine Surgery and Oncology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Kirill E. Natalenko — orthopedic surgeon, Oncology Department, L.S. Sokolov Clinical Hospital No. 122, St. Petersburg, Russian Federation