

# Разновидность и результаты применения интервенционных онкоортопедических пособий при очаговом поражении скелета

А.А. Шапошников, А.В. Лазукин, А.П. Ухваркин, С.В. Добросоцкий, И.Д. Лагкуева, В.В. Тепляков

ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Профсоюзная, 86

**Контакты:** Святослав Вячеславович Добросоцкий [svyatoslav.dobrosotscky@yandex.ru](mailto:svyatoslav.dobrosotscky@yandex.ru)

**Введение.** Применение системных средств специальной лекарственной терапии в онкологии является одним из ключевых методов лечения больных, в том числе с метастазами в костях. Однако это не всегда позволяет ликвидировать болевой синдром и избежать осложнений в виде патологических переломов. Метастазы в костях часто оставляют в арсенале онкологов преимущественно паллиативные средства, основными целями применения которых являются уменьшение боли и улучшение качества жизни пациентов.

**Цель исследования** – проанализировать результаты малоинвазивных вмешательств в объеме чрескожной вертебропластики, остеопластики и радиочастотной термоабляции.

**Материалы и методы.** С 2015 по 2023 г. 488 пациентам на базе Российского научного центра рентгенорадиологии выполнены 716 интервенционных вмешательств: 585 (81,7 %) чрескожных вертебропластик, 103 (14,4 %) остеопластики, 21 (2,9 %) радиочастотная термоабляция, 7 (1 %) комбинированных операций (радиочастотная термоабляция + остеопластика/вертебропластика). Метастатическое поражение наблюдалось у 449 пациентов, доброкачественные опухоли – у 38 (у 31 – гемангиома, у 7 – остеοидная остеοма), пограничное новообразование (гигантоклеточная опухоль) – у 1. Результаты оценивали посредством сравнения показателей интенсивности боли в зависимости от приема анальгетических средств (по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и шкале Watkins), а также уровней двигательной активности (по шкале Восточной кооперативной онкологической группы – Eastern Cooperative Oncology Group, ECOG) и неврологического дефицита (по шкале Frankel) до хирургического вмешательства, на момент выписки и через 3 мес после операции.

**Результаты.** У пациентов с метастатическим поражением костей через 3 мес после хирургического вмешательства отмечено снижение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в среднем с 5,8 до 3,2 балла, по шкале Watkins – с 7,2 до 5,7 балла; функциональный статус по шкале ECOG повысился с 2,5 до 1,5 балла. У 67 % больных с наличием неврологического дефицита (класс D по шкале Frankel) наблюдалось повышение неврологического статуса (класс E по шкале Frankel). У всех пациентов, получивших лечение по поводу остеοидной остеοмы, к 6-му месяцу наблюдения отмечены купирование болей и восстановление функционального статуса (0 баллов по ВАШ и шкале ECOG).

**Заключение.** Отмечена высокая эффективность анальгетического действия интервенционных методов у пациентов с метастатическим поражением костей. Применение вертебро- и остеопластики позволяет стабилизировать пораженный сегмент скелета (улучшить функциональный статус и двигательную активность), а радиочастотной термоабляции – достигнуть радикальности лечения у пациентов с остеοидной остеοмой.

**Ключевые слова:** онкоортопедия, вертебропластика, остеопластика, радиочастотная термоабляция, метастатическое поражение костей, остеοидная остеοма, гигантоклеточная опухоль, болевой синдром, функциональный статус, интервенционные технологии

**Для цитирования:** Шапошников А.А., Лазукин А.В., Ухваркин А.П. и др. Разновидность и результаты применения интервенционных онкоортопедических пособий при очаговом поражении скелета. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2024;16(4):65–79.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2219-4614-2024-16-4-65-79>

## VARIETY AND RESULTS OF THE USE OF INTERVENTIONAL ONCOORTOPEDIC BENEFITS FOR FOCAL SKELETAL LESIONS

A.A. Shaposhnikov, A.V. Lazukin, A.P. Ukhvarin, S.V. Dobrosotsky, I.D. Lagkueva, V.V. Teplyakov

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; 86 Profsoyuznaya St., Moscow 117997, Russia

**Contacts:** Svyatoslav Vyacheslavovich Dobrosotsky [svyatoslav.dobrosotscky@yandex.ru](mailto:svyatoslav.dobrosotscky@yandex.ru)

**Introduction.** The use of systemic drugs of special drug therapy in oncology is one of the key methods of treating patients including those with bone metastases. However, this does not always allow to eliminate the pain syndrome and avoid complications in the form of pathological fractures. Bone metastases often leave in the arsenal of oncologists' mainly palliative agents, the main purpose of which is to reduce pain and improve the quality of life of patients.

**Aim.** To analyze the results of minimally invasive interventions in the volume of percutaneous vertebroplasty, osteoplasty and radiofrequency thermoablation.

**Materials and methods.** From 2015 to 2023, 488 patients on the basis of the Russian Scientific Center of Radioradiology underwent 716 interventional surgeries: 585 (81.7 %) percutaneous vertebroplastics, 103 (14.4 %) osteoplastics, 21 (2.9 %) radiofrequency thermoablasias, 7 (1 %) combined operations (radiofrequency thermoablasty + osteoplasty/vertebroplasty). Metastatic lesion was observed in 449 patients, benign tumors – in 38 (in 31 – hemangioma, in 7 – osteoid osteoma), borderline neoplasm (giant cell tumor) – in 1. Results were assessed by comparing measures of pain intensity in dependence on analgesic agents (by the visual analog scale (VAS) and Watkins scale), as well as motor activity levels (by the Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG)) and neurological deficits (by the Frankel scale) before surgery, at the time of discharge and 3 months after surgery.

**Results.** In patients with metastatic bone damage 3 months after surgery, a mean decrease in the intensity of pain syndrome according to VAS was noted from 5.8 to 3.2 points, on the Watkins scale - from 7.2 to 5.7 points; ECOG functional status increased from 2.5 to 1.5 points. In 67 % of patients with neurological deficiency (class D by the Frankel scale), an increase in neurological status (class E by the Frankel scale) was observed. In all patients treated for osteoid osteoma, pain relief and restoration of functional status (0 points by the VAS and ECOG scales) were noted by the 6th month of follow-up.

**Conclusion.** According to the data obtained, the high effectiveness of the analgesic effect of interventional methods in patients with metastatic bone damage was noted. The use of vertebro- and osteoplasty allows to stabilize the affected segment of the skeleton (improve functional status and motor activity), and radiofrequency thermoablation – to achieve radicality of treatment in patients with osteoid osteoma.

**Keywords:** oncoortopedia, vertebroplasty, osteoplasty, radiofrequency thermoablation, metastatic bone damage, osteoid osteoma, giant cell tumor, pain syndrome, functional status, interventional technologies

**For citation:** Shaposhnikov A.A., Lazukin A.V., Ukhvarkin A.P. et al. Variety and results of the use of interventional oncoortopedic benefits for focal skeletal lesions. *Sarkomy kostei, miagkikh tkanei i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin* 2024;16(4):65–79. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2219-4614-2024-16-4-65-79>

## Введение

Метастазы в костях часто являются признаком запущенной онкологической патологии, оставляя в арсенале онкологов преимущественно паллиативные средства, основными целями применения которых являются уменьшение боли и улучшение качества жизни пациентов. Чаще всего метастазы локализуются в позвонках (примерно 90 % новообразований позвоночника) [1].

Применение системных средств специальной лекарственной терапии является ключевым методом лечения больных с метастазами в костях. Однако это не всегда позволяет ликвидировать болевой синдром и избежать осложнений в виде патологических переломов.

Лучевая терапия (ЛТ) — дистанционная, стереотаксическая или системная — является «золотым стандартом» лечения метастатического процесса, дополняет специальную лекарственную терапию и применяется при поражении сегментов скелета при условии отсутствия их нестабильности. Однако ЛТ имеет особенности: есть латентный период между лечением и облегчением боли, наблюдается высокий риск возникновения постлучевого поражения костей (1–39 % случаев) — от легкого, скоропроходящего нарушения остеобласти-

ческой функции до остеонекроза, остеомиелита и патологического перелома [2, 3].

Обширные хирургические вмешательства занимают большое место в комплексном лечении пациентов с метастатическим поражением различных костей. В арсенале онкологических ортопедов имеются как радикальные методы, так и паллиативные, направленные на ликвидацию осложнений, снижающих качество жизни больных, так называемые декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства на различных уровнях позвоночного столба, погружной остеосинтез и т. д. Однако у некоторых больных с множественным поражением и при наличии показаний можно использовать малоинвазивные операции, такие как вертебропластика (ВП), остеопластика (ОП) и радиочастотная термоабляция (РЧТА), которая может быть дополнена ВП или ОП. Эти методы во многих случаях обеспечивают стабилизацию пораженного костного сегмента, снижение или полную ликвидацию болевого синдрома и, как следствие, улучшение качества жизни и возможность проведения в дальнейшем специального лечения в благоприятных для пациента и врача условиях.

Вертебропластика — вмешательство, в ходе которого после обеспечения чрескожного доступа к лити-

ческому (или смешанному) очагу в тело позвонка вводится костный цемент на основе полиметилметакрилата (ПММА) и после его полимеризации достигается стабилизация пораженного сегмента. Применение этого метода сопряжено с риском развития таких осложнений, как дислокация костного цемента с компрессией прилежащих нервных структур, их термическое повреждение, эмболии и т. д. В большинстве случаев ВП используется при метастатическом поражении позвонков, реже — при доброкачественных процессах (гемангиомах, остеопорозе). Вертебропластику можно применять как при состоявшемся патологическом переломе (ПП), так и при его угрозе.

Остеопластика — малоинвазивное хирургическое вмешательство, направленное на ликвидацию зон остеолита плоских и, в исключительных случаях (при наличии фиксирующих металлоконструкций), длинных костей путем введения в эту зону ПММА.

Радиочастотная термоабляция заключается в нагреве тканей и развитии коагуляционного некроза тканей, окружающих рабочую зону электрода, который излучает электромагнитные волны радиочастотного диапазона (около 500 кГц), вызывающие колебание диполей биологического электролита. За счет термического воздействия на опухолевую ткань подавляется ее рост, снимается напряжение в очаге, что приводит к снижению болевого синдрома. Немаловажной является возможность применения РЧТА у пациентов с доброкачественными (например, с остеонидной остеомой) и пограничными нерезектабельными (с гигантоклеточной опухолью) процессами, также нередко становящимися причиной изнуряющих болей. Для достижения синергетического эффекта можно сочетать методы (РЧТА + ВП или РЧТА + ОП) [4–7].

Ценность названных малоинвазивных методик заключается в том, что они позволяют профилактировать, а в ряде случаев и разрешать такие осложнения, как ПП, вызывающие плегии, глубокие парализы с нарушением функций тазовых органов и гипостатические осложнения. Описанные преимущества как прямо, так и косвенно способствуют увеличению продолжительности и улучшению качества жизни пациентов даже с онкологическим процессом поздних стадий. С учетом вышесказанного сложно переоценить роль интервенционной хирургии в лечении больных с очаговым поражением костей.

**Цель исследования** — проанализировать результаты малоинвазивных вмешательств в объеме чрескожной ВП, ОП и РЧТА.

**Историческая справка.** Основоположниками ВП являются нейрохирург P. Galibert и интервенционный радиолог H. Deraud, которые в 1984 г. впервые выполнили такую операцию пациентке с гемангиомой позвонка СII [8–10]. Первые результаты применения этой методики при метастатическом поражении костей

описаны в 1989 г. С. Lapras и P. Kaemmerlen. Они выявили уменьшение болевого синдрома у 80 % больных, которым была проведена ВП. Достижение адекватного анальгетического эффекта отмечено уже через 48 ч после вмешательства [8, 10].

В России ВП впервые была выполнена в декабре 2001 г. в Российском онкологическом научном центре им. Н.Н. Блохина А.К. Валиевым. С тех пор этот метод широко применяется в ведущих онкологических клиниках нашей страны.

История развития РЧТА берет начало в 1891 г., когда J.A. D'Arsonval впервые продемонстрировал, что при прохождении электромагнитных волн радиочастотного диапазона через ткань повышается ее температура, вплоть до развития коагуляционного некроза. Более широкое распространение технология получила после того, как в 1928 г. H. Cushing и W.T. Bovie применили для прижигания или рассечения тканей монополярный электрод, названный впоследствии ножом Bovie, который можно считать «отцом» современного хирургического монополярного электроножа [11].

При доброкачественных новообразованиях кости РЧТА применяется с 1992 г., при метастатических опухолях костей она впервые была проведена в 2000 г. Dupuy и Goldberg у 54-летней больной со злокачественной гемангиоперицитомой с метастатическим поражением позвонка LI [12]. В России этот метод впервые использован в 2009 г. сотрудниками Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена — филиала Национального медицинского центра радиологии В.В. Тепляковым, А.В. Бухаровым и Г.А. Франком. Они описали нюансы ее использования при метастатическом поражении костей как самой частой причины хронической боли [13, 14]. Экспериментальным путем авторы установили временные и температурные режимы абляции, эффективные в отношении как злокачественных, так и доброкачественных процессов в костях, подтвержденных морфологическими исследованиями [14].

**Обзор литературы.** В исследование А.К. Валиева с соавт. вошли 168 пациентов с метастатическим поражением позвоночника, которым с 2001 по 2009 г. выполнено 235 ВП в Российском онкологическом научном центре им. Н.Н. Блохина. До операции болевой синдром отмечался у 146 (87 %) больных. После ВП его уменьшение выявлено у 141 (84 %) пациента, у 72 (43 %) боли прекратились. Ухудшение качества жизни до ВП наблюдалось у 144 (86 %) больных, после операции его улучшение отметили 124 (74 %) больных. Неврологический дефицит выявлен у 20 (12 %) пациентов, а после ВП он регрессировал у 11 (7 %). Средние сроки наблюдения составили 11 (1–46) мес. Рецидивы в сроки от 6 до 36 мес возникли у 45 (27 %) больных. Осложнения ВП в виде радикулопатий и кратковременного усиления болевого синдрома наблюдались у 16 (10 %)

пациентов. В 13 (8 %) случаях на фоне консервативной терапии боли купировались. Хирургическое лечение осложнений ВП потребовалось 4 (2,3 %) пациентам: одному выполнена экстренная декомпрессивная ламинэктомия в связи с компрессией спинного мозга костным цементом и развитием нижней параплегии, 3 (2 %) — корпорэктомия с замещением тела позвонка эндопротезом в связи с неэффективностью консервативной терапии болевого синдрома, усилившегося после ВП [15].

В ходе исследования В.В. Теплякова и соавт. с 2005 по 2007 г. в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А. Герцена 81 пациенту выполнено 178 чрескожных малоинвазивных операций: 56 пациентам — 147 ВП, 25 — 31 ОП, 7 — ВП + ОП. Осложнение после ОП или ВП — интерпозиция ПММА в мягкие ткани и/или в позвоночный канал — наблюдалось у 10 (12 %) больных. Клинически проявляемые нежелательные явления возникли только у 2 (3 %) пациентов и были купированы консервативными мероприятиями. Все больные активизированы через 6–12 ч после операции. Полное исчезновение или уменьшение болевого синдрома после ВП/ОП отмечено в 71 (88 %) случае. Интенсивность боли не изменилась у 7 (9 %) пациентов, усиление болевого синдрома наблюдалось у 1 (1 %) [15].

A. Saracen и соавт. проанализировали результаты лечения 616 пациентов, которым выполнено 1100 ВП. Предоперационная оценка болевого синдрома проводилась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и в среднем составила 8,9 балла. Спустя 12 ч после манипуляции у 602 (97,7 %) больных отмечено существенное снижение болевого синдрома — с 8,9 до 2,3 балла. У 14 пациентов изменений не выявлено, у 8 из них зафиксирован выход костного цемента в спинномозговой канал, у 4 — в паравerteбральные мягкие ткани, у 2 осложнений, связанных с манипуляцией, не возникло. После 3 лет динамического наблюдения более 90 % из 512 пациентов сообщили об отсутствии болевого синдрома в зоне ВП (3,2 балла по ВАШ). Контакт со 104 больными был утерян [8].

По результатам исследования В.В. Теплякова, А.А. Шапошникова и соавт., проведенного с апреля 2015 г. по апрель 2016 г. в Российском научном центре рентгенодиагностики, частота востребованности ортопедических пособий, включая малоинвазивные методы, у пациентов с метастатическим поражением скелета составила 35 %, без малоинвазивных технологий — 9 %. На фоне лечения у 66 (89 %) из 74 больных отмечено снижение или полное купирование болевого синдрома, у 8 (66 %) из 12 выявлена положительная динамика неврологического статуса, у 18 (24 %) из 74 наблюдалось улучшение функционального статуса по шкале Восточной кооперативной онкологической группы (Eastern Cooperative Oncology Group, ECOG), у 7 (70 %) из 10 — по Musculoskeletal Tumor Society Score (MSTS) [16].

При анализе источников литературы, отражающих результаты применения РЧТА у пациентов как с метастатическим поражением, так и с остеодной остеомой, установлена высокая анальгетическая эффективность этого вмешательства. Так, В.В. Тепляков с соавт. [13] проанализировали опыт применения РЧТА у 29 больных. Результаты исследования показали, что у 86 % пациентов отмечено уменьшение или полное купирование болевого синдрома уже в течение 1-й недели после операции, что позволило снизить дозировку или полностью отказаться от применения анальгетических препаратов, у 64 % пациентов установлено существенное улучшение качества жизни, а 5 (17 %) вновь обрели способность к самообслуживанию согласно оценке по шкале Карновского.

J.S. Koo и S.H. Chung 2021 продемонстрировали результаты применения РЧТА у 43 пациентов с опухолями костей [17]. До операции средняя оценка болевого синдрома по ВАШ составила 8,21 балла, через 1, 4, 12 и 24 нед после нее — 3,91; 3,67; 3,31 и 3,12 балла соответственно. J. Levy и соавт. проанализировали эффективность РЧТА в качестве паллиативного лечения 100 пациентов с метастазами в костях, сопровождающимися болевым синдромом. Авторы выявили снижение среднего показателя интенсивности болевого синдрома — с 8,2 балла по ВАШ на исходном уровне до 3,5 балла через 6 мес после применения этой методики [18].

Помимо прочего, РЧТА позволяет на завершающем этапе выполнить ВП или ОП с целью предотвращения угрозы патологического перелома (УПП) в сегментах скелета, несущих осевую нагрузку [12, 16]. А.В. Бухаров проанализировал эффективность 46 РЧТА у 42 пациентов, 10 из которых проведена также одномоментная ВП, а 22 — ОП [16]. Результаты исследования показали, что у 86 % больных отмечено уменьшение или полное купирование болевого синдрома уже в течение 1-й недели после операции.

N. Toyota и соавт. оценили результаты РЧТА с одномоментной ОП у 23 пациентов [19] и продемонстрировали снижение болевого синдрома в среднем с 6,3 балла до 2,4 балла по ВАШ у 100 % больных. При этом серьезных осложнений выявлено не было (у 1 пациента возникла внутримышечная гематома в зоне доступа, у 1 — подкожная).

При анализе отечественной литературы не найдено значимого объема информации о результатах применения РЧТА при остеодной остеоме. Однако А.В. Бухаров отмечает, что у 5 пациентов с доброкачественными опухолями костей (у 2 — с остеодной остеомой, у 1 — с миоперицитомой, у 1 — с костной кистой и у 1 — с энхондромой), которым выполнено это вмешательство, в сроки от 12 до 26 мес признаков рецидивирования заболевания не отмечено [14]. С.Р. Cantwell и соавт. проанализировали клиническую эффективность РЧТА



у 11 больных [20] и выявили снижение интенсивности болевого синдрома с 7,7 до 4,8 балла по ВАШ уже ко 2-м суткам послеоперационного периода. При этом у всех пациентов в сроки наблюдения от 6 до 27 мес рецидивы не наблюдались. N.P. Mahajan и соавт. [22] и S. Kumar Duwal Shrestha и соавт. [22] описали по одному клиническому наблюдению применения РЧТА при остеонидной остеоме и показали высокую эффективность этого метода: за 1 год наблюдения рецидивы отмечены не были.

Результаты системного обзора S. Colonna и соавт. показывают, что РЧТА является эффективной и безопасной методикой, которую можно использовать как альтернативу традиционной ЛТ для лечения метастазов в костях без показаний к хирургическому вмешательству. Радиочастотная термоабляция имеет неоспоримое преимущество по сравнению с ЛТ в отношении контроля над болью и местным рецидивированием опухоли, однако, по мнению авторов, применение этой техники без проведения ОП или ВП увеличивает риск развития нестабильности пораженного сегмента, вплоть до возникновения ПП [23].

**Техника выполнения.** Вертебропластика, ОП и РЧТА выполняются чаще всего в кабинете компьютерной томографии (КТ), реже — под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП). С помощью лучевых методов исследования размечаются горизонтальная и вертикальная оси зон доступа и определяется глубина нахождения очага деструкции с анализом траектории и последующим введением игл(ы). В случае применения РЧТА в зависимости от характера и локализации процесса определяются область, число фракций и время термического воздействия на пораженную зону. Инъекция костного цемента выполняется строго под КТ- или рентгеноскопическим контролем в промежуточную фазу полимеризации: поэтапно заполняется литическая полость кости с соблюдением времени полимеризации, указанного для каждого вида ПММА.

**Показания и противопоказания применения методик.** Показанием для проведения ВП и ОП в онкологии является наличие очагов литической или смешанной деструкции с УПП или состоявшимся ПП, что сопровождается, как правило, болевым синдромом, связанным с метастатическим или доброкачественным поражением тел позвонков, костей таза, крестца и грудины.

К противопоказаниям ВП и ОП относятся:

- некорректируемые нарушения свертывающей системы крови;
- тяжелые соматические нарушения, не позволяющие провести операцию без риска для жизни;
- аллергическая реакция на контрастные препараты или ПММА;

- наличие компрессии элементов спинного мозга с неврологическим дефицитом (парапарезы, парезы, параличи);
- острые инфекционные и воспалительные заболевания.

Показания для проведения РЧТА:

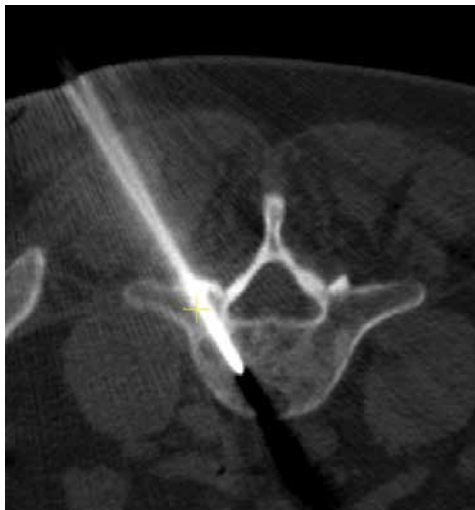
- интенсивный болевой синдром, обусловленный опухолевым поражением костной ткани;
- нерезектабельные опухоли или отсутствие показаний к обширному хирургическому лечению метастазов (в том числе при наличии массивного экстраоссального мягкотканного компонента);
- расположение патологического очага на расстоянии  $\geq 1$  см от магистральных сосудисто-нервных пучков или элементов спинного мозга;
- тяжелое общее состояние пациента, подразумевающее высокие риски проведения инвазивных вмешательств в паллиативных целях [16].

Противопоказаниями к применению этой методики в дополнение к противопоказаниям для ВП и ОП являются:

- метастатическое поражение длинных костей без остеосинтеза;
- опухоли с протяженной деструкцией кортикального слоя кости в сегментах скелета, несущих осевую нагрузку, не позволяющих адекватно выполнить ВП или ОП;
- близкое расположение ( $< 1$  см) элементов спинного мозга и крупных сосудисто-нервных стволов;
- глубокая степень парапареза (классы А и В по шкале Frankel) [13, 16].

**Варианты доступов к пораженному сегменту.** Топографо-анатомическое обоснование доступов при выполнении описываемых вмешательств подразумевает учет как антропометрических особенностей пациента (в том числе индивидуальной изменчивости и особенностей локализации патологического очага). Доступ реализуется таким образом, чтобы не нивелировать позитивные эффекты от выполняемого вмешательства и минимизировать возможные риски развития осложнений. При этом немаловажно, чтобы сосудисто-нервные структуры и другие жизненно важные органы не находились на траектории вводимой иглы. С этой точки зрения особое внимание следует уделять тщательному планированию доступов к пораженному сегменту позвоночника и выбору оптимального диаметра вертебральной иглы. Выделяют 4 варианта доступов к пораженному сегменту позвоночника: транспедикулярный, интеркостовертебральный, экстрапедикулярный и индивидуальный.

Транспедикулярный доступ реализуется непосредственно через ножку дуги позвонка, т. е. подразумевает, что ось вводимой иглы совпадает или приближена



**Рис. 1.** Транспедикулярный доступ  
**Fig. 1.** Transpedicular access



**Рис. 2.** Интеркостовертебральный доступ  
**Fig. 2.** Intercostovertebral access

к оси *pedunculus arcus vertebrae*. В связи с большой толщиной ножек этот подход оптимален при вмешательствах на позвонках поясничного и нижнего грудного отделов (рис. 1).



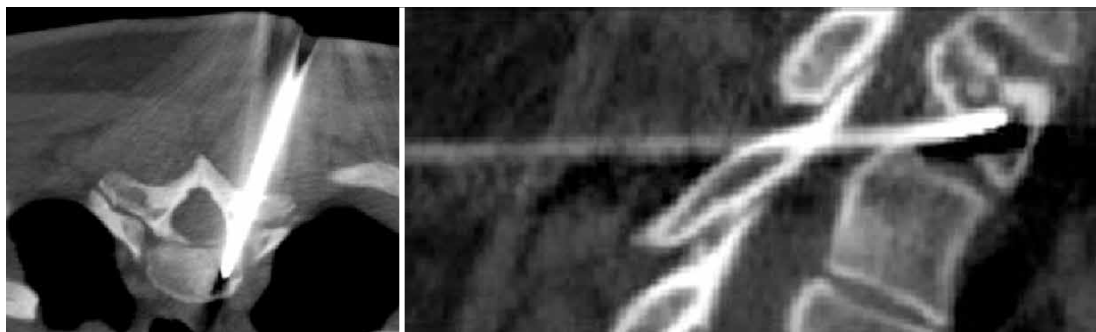
**Рис. 3.** Экстрapedикулярный доступ  
**Fig. 3.** Extrapedicular access

Интеркостовертебральный доступ подразумевает введение иглы между ребром и поперечным отростком позвонка, когда игла, как бы скользя по задним отделам ребра, вводится в тело позвонка между основанием ножки дуги и верхней реберной ямкой. Такой подход используют при очагах, расположенных в задних отделах тела позвонка, или при небольшой толщине ножки дуги (в основном на грудных позвонках) (рис. 2).

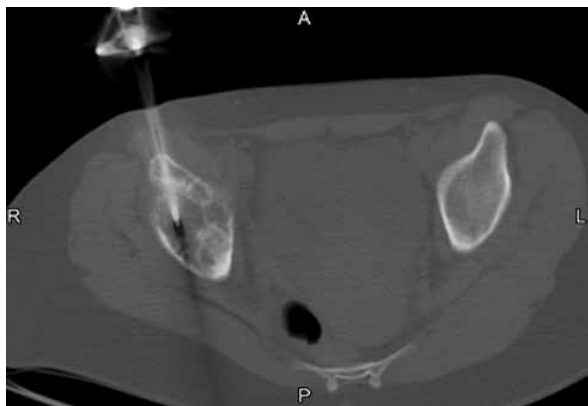
Экстрapedикулярный доступ используют на поясничном или нижнем грудном уровнях при эксцентричном расположении патологического очага. Игла вводится напрямую в очаг, минуя ножку (рис. 3).

Использование индивидуального доступа может быть продиктовано клинической и анатомической ситуацией. Его примером может служить доступ к очагу в теле вышележащего позвонка через ножку нижележащего позвонка (рис. 4).

Что касается доступов к очагам в костях таза, то их траектория напрямую зависит от локализации патологического очага. Для очагов, затрагивающих крышу вертлужной впадины, наиболее предпочтительным является передний доступ (рис. 5). В зависимости от расположения очага в крыле подвздошной кости применяют как передний (рис. 6), так и задний (рис. 7) доступы.



**Рис. 4.** Доступ к литическому очагу тела позвонка ThI через ножку позвонка ThII  
**Fig. 4.** Access to the lytic focus of the ThI vertebral body via the ThII vertebral peduncle



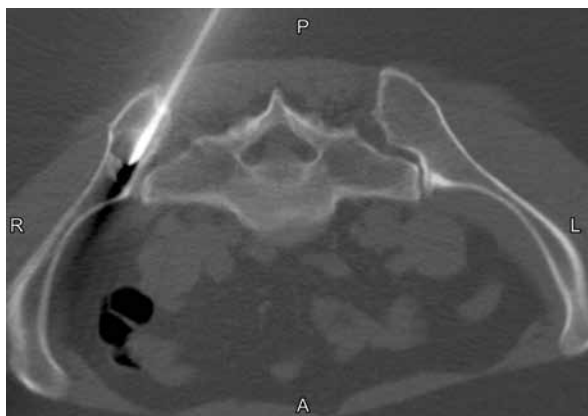
**Рис. 5.** Доступ к патологическому очагу в крыше вертлужной впадины правой подвздошной кости

**Fig. 5.** Access to pathological focus in the roof of the acetabulum of the right iliac bone



**Рис. 6.** Передний доступ к патологическому очагу в крыле правой подвздошной кости

**Fig. 6.** Anterior access to pathological focus in the wing of the right iliac bone



**Рис. 7.** Задний доступ к патологическому очагу в крыле правой подвздошной кости

**Fig. 7.** Posterior access to the pathological focus in the wing of the right iliac bone

## Материалы и методы

За период с 2015 по 2023 г. в Российском научном центре рентгенорадиологии 488 пациентам (331 (67,9 %) женщина и 157 (32,1 %) мужчин) в возрасте от 18 до 82 (медиана 54 года) лет выполнено 716 интервенционных вмешательств: 585 (81,7 %) ВП, 103 (14,4 %) ОП, 21 (2,9 %) РЧТА, 7 (1 %) комбинированных вмешательств (РЧТА + ОП/ВП). Метастатическое поражение наблюдалось у 449 больных, доброкачественные опухоли — у 38 (у 31 — гемангиома, у 7 — остеоидная остеома), пограничное новообразование (гигантоклеточная опухоль) — у 1. Источником метастатического поражения были рак молочной железы ( $n = 253$ ), почки ( $n = 43$ ), легкого ( $n = 25$ ), предстательной ( $n = 16$ ), щитовидной ( $n = 14$ ) желез, толстой кишки, матки, желудка, яичка и гортани ( $n = 98$ ). Вмешательства проводились в основном под КТ-навигацией, единичные операции — под ЭОП-контролем. Средний объем заполнения очагов литической деструкции в ходе выполнения описанных методов ставил от 40 до 95 % (в среднем 79,3 %). Многоуровневая ВП выполнена 29 пациентам (всего 143 ВП — 4 и более позвонков) (табл. 1; см. клинический случай 1).

Большинство ВП (415 (71 %) случаев) и ОП (78 (76 %) случаев) выполнялось при УПП. Пациентам без признаков компрессии спинного мозга и наличия выраженного мягкотканного опухолевого компонента с ожидаемым ответом на специальное лечение (что являлось показаниями к выполнению малоинвазивного вмешательства с целью стабилизации пораженного сегмента скелета) при состоявшемся ПП проведены 170 (29 %) ВП и 25 (24 %) ОП.

Радиочастотную термоабляцию выполняли с помощью аппаратов Covidien (в 2017–2018 гг.) и RITA 1500X (в 2021–2023 гг.). Временные интервалы РЧТА составили от 8 до 12 мин при температуре 60–95 °C в зависимости от объема, характера и локализации очага поражения. От этих показателей зависели выбор доступа, протяженность рабочей поверхности электрода (10–30 мм), количество подведенных фракций (1–6) и объем вводимого костного цемента (0,8–30 мл).

Оценка качества жизни пациентов, болевого синдрома, неврологического дефицита и функционального статуса до и после операции проводилась по ВАШ, шкалам ECOG, Watkins и Frankel.

## Результаты

Вертебропластика шейного отдела позвоночника на уровнях CV–CVII выполнена 6 (1 %) пациентам. Объем введенного цемента составил от 0,8 до 1,4 мл, объем заполнения очага литической деструкции — 50–90 %. На грудном отделе позвоночника выполнены 322 (55 %) ВП. Средний объем введенного цемента составил 2,2 (1,2–4) мл, средний объем заполнения очага литической деструкции — 85 (60–95) %. На пояснич-

**Таблица 1.** Варианты многоуровневой вертебропластики**Table 1.** Multilevel Vertebroplasty Options

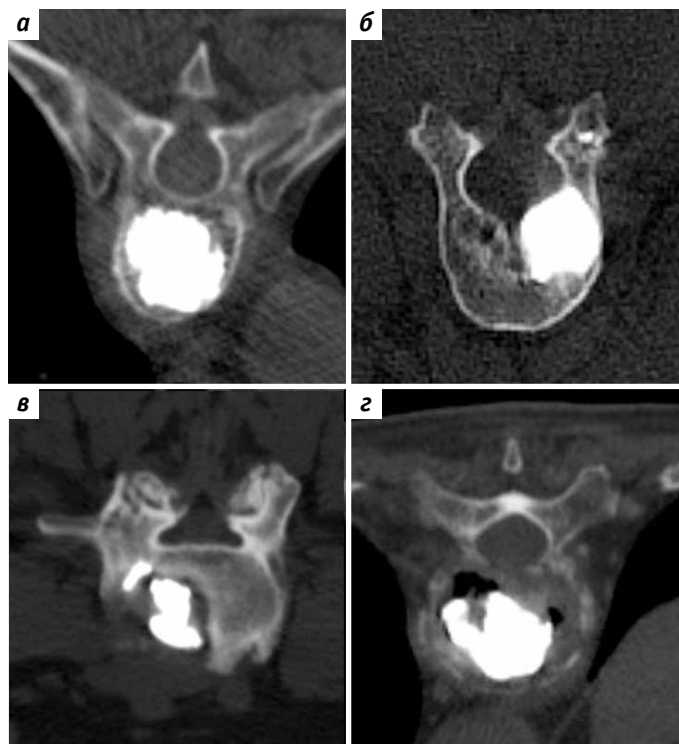
Количество позвонков, подвергнутых вертебропластике, <i>n</i> Number of vertebrae subjected to vertebroplasty, <i>n</i>	Число пациентов, <i>n</i> Number of patients, <i>n</i>
4	18
5	4
6	3
7	1
8	2
10	1

ном отделе проведены 248 (42,5 %) ВП. Средний объем введенного цемента составил 3,3 (1,5–5) мл, средний объем заполнения очага литической деструкции – 81 (40–95) %. На крестцовом отделе (на уровнях SI–SIII) выполнены 9 (1,5 %) ВП. Средний объем введен-

ного цемента составил 3,5 (0,8–7) мл, средний объем заполнения очага литической деструкции – 82 (70–90) %.

В 269 (46 %) из 585 ВП целостность передней и задней замыкательных пластин была сохранена (группа 1). Нарушение целостности задней замыкательной пластины выявлена в 204 (34,9 %) случаях (группа 2), передней – в 62 (10,7 %) (группа 3), передней + задней – в 50 (8,4 %) (группа 4). У пациентов с интракорпоральной локализацией метастатического очага или гемангиомы без нарушения замыкательных пластин тела позвонка ПММА вводили на начальном этапе полимеризации (2–3-я минута) при температуре окружающей среды 22–24 °С, в то время как больным с нарушением замыкательных пластин – на более позднем этапе полимеризации (3,5–4,5-я минута), когда костный цемент при визуальном контроле приобретал муссообразную консистенцию (т. е. его текучесть уже была невысока), что позволяло контролировать введение ПММА, не опасаясь его растекания и выхода в позвоночный канал и мягкие ткани (рис. 8).

Отсутствие фрагментов передней и/или задней замыкательных пластин тел позвонков не является противопоказанием для выполнения ВП при соблюдении



**Рис. 8.** Аксиальные томограммы пациентов с различной сохранностью кортикальной пластины тела позвонка: а – с сохранением замыкательных пластинок (группа 1); б – с наличием деструкции задней замыкательной пластинки (группа 2); в – с наличием деструкции передней (боковой) замыкательной пластинки (группа 3); г – с наличием комбинированной деструкции задней и передней замыкательных пластин (группа 4)

**Fig. 8.** Axial tomograms of patients with different preservation of the vertebral body cortical plate: а – with preservation of the closure plates (group 1); б – with presence of destruction of the rear closing plate (group 2); в – with presence of destruction of the front (side) closure plate (group 3); г – with presence of combined destruction of the rear and front closing plates (group 4)

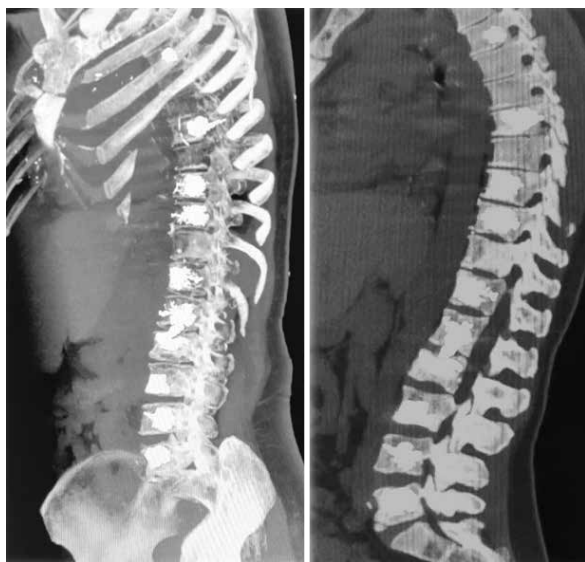


правил введения ППМА. В группе 1 осложнения возникли в 0,3 % случаев, в группе 2 — в 6,9 %, в группе 3 — в 1 %, в группе 4 — в 3,4 %. Проведение ВП позволило снизить выраженность болевого синдрома (по ВАШ): в группе 1 у 82 % пациентов, в группе 2 — у 92 %, в группе 3 — у 90 %, в группе 4 — у 88 %, а также улучшить функциональный статус (по шкалам ECOG и Watkins) в 1 группе у 94 % больных, в группе 2 — у 79 %, в группе 3 — у 92 %, в группе 4 — у 80 %. После этого вмешательства у пациентов групп 2 и 4 ( $n = 254$ ) улучшился неврологический статус (по шкале Frankel) — с класса D ( $n = 70$ ) до класса E (у 47 (67 %) из 70 пациентов).

Многоуровневая ВП выполнена 29 пациентам (всего 143 ВП). При этом в 95 % случаев удалось поэтапно снизить интенсивность болевого синдрома (по ВАШ и шкале Watkins) за счет стабилизации пораженных сегментов позвоночника, в 88 % случаев значительно улучшить функциональный статус по ECOG и продолжить проведение системного лекарственного лечения в адекватном объеме (см. клинический случай 1). Клинически значимых осложнений в этой группе больных не наблюдалось.

### Клинический случай 1

**Пациентка П.,** 46 лет, диагноз: рак левой молочной железы T3N2M1, метастазы в плевре, костях. Метастатический плеврит слева. Положительная экспрессия рецепторов эстрогена (ER+) и прогестерона (PR+), экспрессия рецептора эпидермального фактора роста 2-го типа (ErbB2) — 2+, Ki-67 — 30 %. С апреля по сентябрь 2016 г. пациентка получала системную лекарственную терапию (химиотерапия по схеме AC + бисфосфонаты) на базе Российского научного центра рентгенорадиологии.



**Рис. 9.** Вариант многоуровневой вертебропластики 10 позвонков  
**Fig. 9.** Variant of multilevel vertebroplasty of 10 vertebrae

На момент первого обращения (апрель 2016 г.) больная постоянно находилась в лежачем положении, отмечала интенсивный болевой синдром в груднопоясничном отделе позвоночника в течение 4 недель (оценка по ВАШ — 7 баллов, по шкале Watkins — 10 баллов, по шкале ECOG — 4 балла), тактильная чувствительность нижних конечностей и функция тазовых органов сохранены, ограничение амплитуды движений нижних конечностей в связи с выраженным болевым синдромом.

С 18.05.2016 по 31.08.2016 на базе отделения онкологической ортопедии Российского научного центра рентгенорадиологии выполнена серия вмешательств между курсами химиотерапии в объеме ВП 10 позвонков: ThIV, ThVII, ThIX, ThX, ThXII, LI, LII, LIII, LIV и LV (рис. 9).

На фоне проведенных вмешательств отмечалась ступенчатая положительная динамика. После завершающего этапа ВП констатированы значительное снижение интенсивности болевого синдрома (оценка по ВАШ — 2 балла, по шкале Watkins — 5 баллов) и расширение двигательного режима (оценка по шкале ECOG — 2 балла). Пациентка вертикализирована после 4 этапов ВП в груднопоясничном корсете с помощью ходунков. После проведения последнего этапа лечения она могла самостоятельно передвигаться без средств дополнительной опоры. С октября 2016 г. по 2020 г. пациентка получала таргетную и гормональную терапию, а также терапию бисфосфонатами. Несмотря на прогрессирование основного заболевания в виде дальнейшего метастатического поражения внутренних органов, отмечена положительная динамика в виде нарастания остеосклероза пораженных сегментов костей. Проведенное лечение позволило добиться вертикализации и активизации пациентки, отказаться от системного применения анальгетических средств, что обеспечило значительное улучшение качества жизни, функционального статуса и продолжение специального лечения. Через 48 мес пациентка выбыла из-под наблюдения.

В 89 из 103 случаев ОП выполнена в связи с поражением подвздошной кости (области крыши вертлужной впадины — 50 случаев, крестцово-подвздошного сочленения — 34 случая, крыльев подвздошных костей — 5 случаев), в 9 — в связи с поражением грудины, по 1 случаю — в связи с поражением лонной, пяточной, плечевой, бедренной и большеберцовой костей. Объем введенного цемента зависел от размеров очага литической деструкции и составил в среднем 8 (3–30) мл, средний объем заполнения очагов литической деструкции — 82 % (табл. 2).

В 7 случаях (у 3 пациентов с поражением подвздошной кости, у 2 — с поражением тел позвонков (ThIX, ThXII), у 1 — с поражением лонной кости, у 1 — с поражением лопатки) выполнены РЧТА + ВП/ОП. Средний объем введенного цемента составил 2,5 (0,7–3,5) мл, средний объем заполнения очага литической деструк-

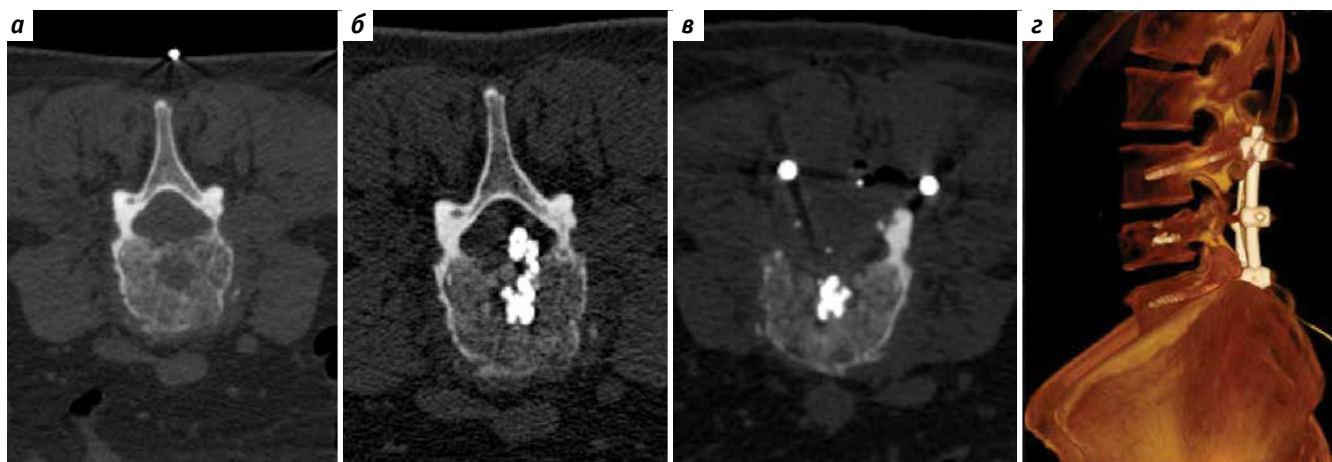
**Таблица 2.** Средний объем введенного цемента при вертебро- и остеопластике в зависимости от локализации поражения**Table 2.** Mean volume of injected cement during vertebro- and osteoplasty, depending on the lesion location

Отдел Region	Локализация поражения Lesion localization	Число операций, <i>n</i> ( <i>n</i> = 688) Number of operations, <i>n</i> ( <i>n</i> = 688)	Средний объем цемента, мл Mean volume of cement, mL	Объем заполнения, % Filling volume, %
Шейный ( <i>n</i> = 6) Cervical ( <i>n</i> = 6)	Позвонки CV–CVII CV–CVII vertebrae	6	1,2	80
Грудной ( <i>n</i> = 322) Thoracic ( <i>n</i> = 322)	Позвонки ThI–IV ThI–IV vertebrae	37	1,6	88
	Позвонки ThV–VIII ThV–VIII vertebrae	115	2,2	82
	Позвонки ThIX–XII ThIX–XII vertebrae	170	2,8	85
Поясничный ( <i>n</i> = 248) Lumbar ( <i>n</i> = 248)	Позвонки LI–LV LI–LV vertebrae	248	3,3	82
Крестцовый ( <i>n</i> = 9) Sacral ( <i>n</i> = 9)	Позвонки SI–SIII SI–SIII vertebrae	9	3,5	82
Подвздошная кость ( <i>n</i> = 89) Iliac bone ( <i>n</i> = 89)	Крыша вертлужной впадины Acetabulum roof	50	8	77
	Крестцово-подвздош- ное сочленение Sacroiliac joint	34	7	83
	Крыло Wing	5	5	81
	Грудина Breast	9	14	80
	Большеберцовая кость Tibia	1	30	90
	Пяточная кость Calcaneus	1	10	70
	Лонная кость Pubic bone	1	1,5	90
	Бедренная кость Femur	1	6,5	80
	Плечевая кость Humerus	1	7	90

ции — 78 (70–90) %. Средний объем введенного цемента при ВП и ОП в зависимости от локализации поражения представлен в табл. 2.

Осложнение после ВП — интерпозиция костного цемента в мягкие ткани или позвоночный канал — наблюдалось у 68 (11,6 %) больных. Клинически проявляемые осложнения возникли только в 18 (2,6 %) случаях и были купированы с помощью консервативных мероприятий. У 1 пациента из 4-й группы, которому по поводу метастазов меланомы кожи в костях (с вы-

раженным болевым синдромом на уровне поражения) выполнена ВП позвонка LIV, в связи с интерпозицией ПММА в позвоночный канал с компрессией спинного мозга и развитием корешкового синдрома на уровне LIV потребовалась декомпрессивно-стабилизирующая операция (рис. 10). На 4-е сутки после хирургического вмешательства больной активизирован, у него практически купирован болевой синдром (оценка по ВАШ до операции — 7 баллов, после нее — 2 балла), восстановлен объем движений и тактильной чувствитель-



**Рис. 10.** Результаты исследований пациента Ш., 39 лет, с метастазами меланомы кожи в кости: а – компьютерная томограмма (КТ) позвонка LIV до вертебропластики; б – КТ после вертебропластики (интерпозиция полиметилметакрилата в позвоночный канал); в – КТ после декомпрессио-стабилизирующей операции; з – 3D-реконструкция позвоночника на уровне вмешательства

**Fig. 10.** Patient Sh., 39 years old, with bone metastases of skin melanoma: а – computed tomogram (CT) of the LIV vertebra before vertebroplasty; б – CT after vertebroplasty (interposition of polymethyl methacrylate into the spinal canal); в – CT after decompression-stabilizing operation; з – 3D reconstruction of the spine at the intervention level

ности нижних конечностей (оценка по шкале Watkins до операции – 10 баллов, после нее – 5 баллов, по шкале Frankel: до операции – класс D, после нее – класс E; по шкале ECOG: до операции – 4 балла, после нее – 3 балла).

Проанализирован статус пациентов, которым выполнены ОП и ВП по ВАШ и шкалам Watkins и ECOG до и после операций. Средняя оценка на момент выписки (через 48–72 ч) после ОП и ВП по ВАШ составила 5,8 (2–10) и 5,1 (1–9) балла соответственно, по шкале Watkins – 7,2 (5–11) и 7,1 (4–11) балла соответственно, по шкале ECOG – 2,5 (1–4) и 2,1 (1–4) балла соответственно. Через 3 мес после операции у пациентов, получивших пособия в объемах ВП и ОП, средние оценки по ВАШ, шкалам Watkins и ECOG составили 3,2 (1–9); 5,7 (4–9) и 1,5 (1–3) балла соответственно. Положительная динамика отмечалась за счет механической стабилизации пораженного сегмента, нарастания остеосклероза на фоне специального лекарственного лечения и остеомодулирующей терапии. Сроки наблюдения за пациентами после ВП составили от 1 до 107 мес, после ОП – от 1 до 108 мес.

У всех 20 больных с метастатическим поражением костей, подвергнутых РЧТА, через 3 мес после операции зафиксировано снижение интенсивности болевого синдрома – в среднем с 5,9 до 1,7 балла по ВАШ. Отмечено также улучшение общего состояния пациентов – с 2,3 до 1,5 балла по шкале ECOG. В ходе оценки состояния больных по шкале Watkins также выявлен клинически значимый эффект РЧТА в виде снижения потребности в применении анальгетиков и улучшения функционального статуса с 7,4 до 3,3 балла (см. клинический пример 2). Сроки наблюдения составили от 2 до 87 мес.

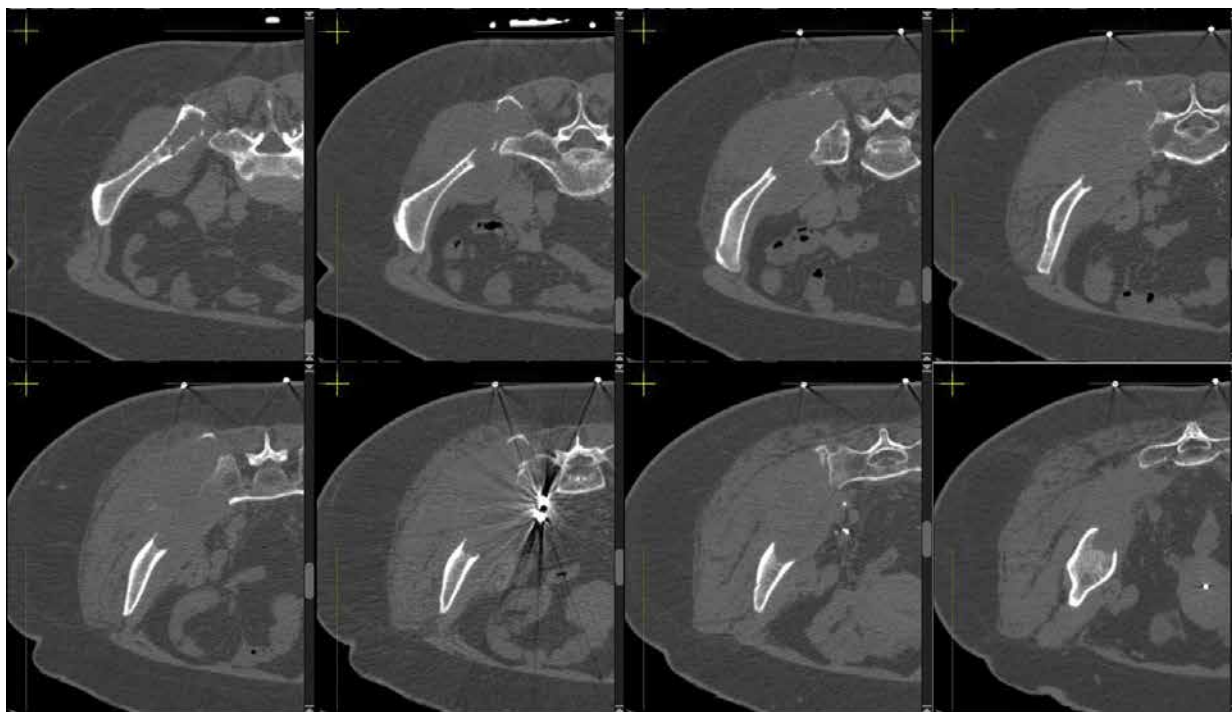
## Клинический случай 2

**Пациентка О., 47 лет, с раком внепеченочных желчных протоков T3N0M0, IIIA стадия (2018), метастатическое поражение скелета (2020), находилась на стационарном лечении в Российском научном центре рентгенодиагностики. Из анамнеза: в апреле 2018 г. выполнены робот-ассистированная правосторонняя гемигепатэктомия, резекция внепеченочных желчных протоков, краевая резекция бифуркации воротной вены с формированием гепатикоюноанастомоза по Ру. Затем больная получала химиотерапию. В сентябре–октябре 2020 г. она отметила появление и нарастание болевого синдрома в проекции правой подвздошной кости.**

По данным позитронной эмиссионной томографии, совмещенной с КТ (ПЭТ/КТ), и КТ всего тела от 26.10.2020 выявлены множественные очаги деструкции различных сегментов скелета, в том числе очаг в правой подвздошной кости с наличием метаболически активного мягкотканного компонента размерами 71 × 50 × 91 мм. В ноябре 2020 г. проведена стереотаксическая ЛТ на эту область в суммарной очаговой дозе 24 Гр с последующей терапией бисфосфонатами. До февраля 2021 г. проведены 3 курса химиотерапии по схеме СарОх. По данным контрольной ПЭТ/КТ отмечены дальнейшее прогрессирование висцеральных и костных метастазов, литический очаг крыла правой подвздошной кости с переходом на тело и выраженным экстраоссальным компонентом размерами 84 × 73 × 95 мм (рис. 11).

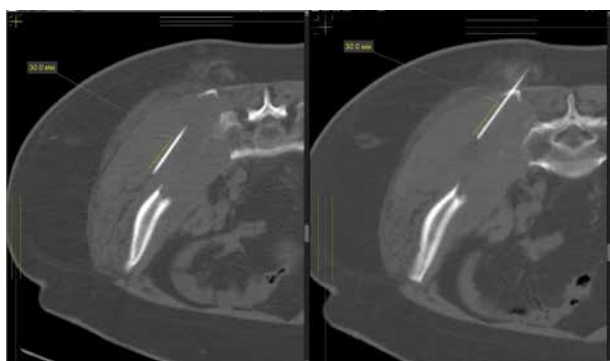
Оценка по шкале ВАШ – 10 баллов. Пациентка получала трамадол в дозе 100 мг до 3–4 раз в сутки. Радиочастотная термоабляция новообразования подвздошной кости справа двумя фракциями по 8 мин при 80 °С с протяженностью рабочей поверхности 30 мм выполнена 19.04.2021 (рис. 12).





**Рис. 11.** Компьютерные томограммы подвздошной кости пациентки О.: поражение подвздошной кости

**Fig. 11.** Computed tomograms of the iliac bone of patient O.: iliac bone lesion



**Рис. 12.** Контрольные томограммы положения электрода (слева – фракция 1, справа – фракция 2)

**Fig. 12.** Control tomograms of electrode position (left – fraction 1, right – fraction 2)

На фоне проведенного лечения уже к моменту выписки (4-е сутки после операции) достигнуто снижение интенсивности болевого синдрома с 10 до 5 баллов по ВАШ и с 11 до 6 баллов по шкале Watkins, позволившее пациентке более 50 % дневного времени проводить вне постели (оценка по шкале ECOG до операции – 3 балла, после нее – 2 балла) и отказаться от приема наркотических анальгетиков. Остаточный болевой синдром купировался приемом нестероидных противовоспалительных средств до 2–3 раз в сутки. Через 3 и 6 мес после операции достигнуто снижение интенсивности болевого синдрома до 2 баллов по ВАШ (полный отказ от приема

анальгетиков), функциональный статус оставался удовлетворительным.

Пациентка умерла через 8 мес от прогрессирования заболевания.

В 7 случаях РЧТА завершено выполнением ОП/ВП. На фоне сочетанного вмешательства через 3 мес отмечены снижение интенсивности болевого синдрома (с 6,4 до 1,5 балла по ВАШ), повышение активности и качества жизни (с 2,5 до 1,3 балла по шкале ECOG), а также функционального статуса пациентов (с 7,7 до 3 баллов по шкале Watkins). Осложнений не отмечено. Средний объем введенного цемента в ходе ВП и ОП, дополнивших радиочастотную РЧТА, в зависимости от локализации поражения представлен в табл. 3.

У 7 пациентов с остеодной остеомой с локализацией процесса в длинных костях (большеберцовой, плечевой, бедренной и плюсневой) и у 1 – в пяточной кости методом радикального лечения являлась РЧТА, которая выполнялась при температуре 70 °C в течение 4 мин одной фракцией; протяженность рабочей поверхности электрода – 1 см, что объясняется необходимостью приложения максимального воздействия непосредственно к ядру опухоли. Через 48 ч после операции у всех больных отмечено снижение интенсивности болевого синдрома с 4,6 до 1,6 балла, через 3 мес – до 0,3 балла по ВАШ. Также наблюдалось улучшение функционального статуса по шкалам Watkins и ECOG через 48 ч после РЧТА с 5,6 до 2,4 балла



**Таблица 3.** Средний объем введенного цемента в ходе вертебро- и остеопластик, дополнивших радиочастотную термоабляцию, в зависимости от локализации поражения

**Table 3.** Mean volume of injected cement during vertebro- and osteoplastics that supplemented radiofrequency thermoablation, depending on lesion localization

Локализация поражения Lesion localization	Число пациентов ( $n = 28 - 21 + 7^*$ ), $n$ Number of patients ( $n = 28 - 21 + 7^*$ ), $n$	Объем цемента, мл Cement volume, mL	Объем заполнения, % Filling volume, %
Тело позвонка ThIX ThIX vertebral body	1	1,5	90
Тело позвонка LIV Vertebral body LIV	1	2,3	85
Позвонки SI–SIII SI–SIII vertebrae	7	—	—
Крестцово-подвздошное сочленение Sacroiliac joint	6 (4 + 2*)	5,5	82
Гребень подвздошной кости Iliac crest	2 (1 + 1*)	3,5	85
Ребро Edge	1	—	—
Большеберцовая кость Tibia	1	—	—
Пяточная кость Calcaneus	1	—	—
Лонная кость Pubic bone	1	2,5	95
Бедренная кость Femur	3	—	—
Плечевая кость Humerus	1	—	—
Плюсневая кость Metatarsal bone	1	—	—
Лопатка Scapula	1	2,5	90

\*Радиочастотная термоабляция + остеопластика.

\*Radiofrequency thermoablation + osteoplasty.

и с 1,4 до 0,6 балла и через 3 мес — до 0 и 0,3 балла соответственно. Осложнений не отмечено. Сроки наблюдения за пациентами с остеонидной остеомой составили от 16 до 69 мес.

Результаты применения РЧТА у пациента с гигантоклеточной опухолью крестца, получившего 48 введенных деносуаба и радикальное хирургическое лечение (в объеме сакруэктомии), которое привело бы к глубокой инвалидизации в связи с возникновением неврологических нарушений нижних конечностей и функции тазовых органов, продемонстрировали временный эффект от операции. Так, на фоне лечения удалось снизить интенсивность болевого синдрома к моменту выписки с 10 до 3 баллов по ВАШ, что позволило больному отказаться от приема наркотических анальгетиков и повысить уровень повседневной актив-

ности (с 3 до 2 баллов по шкале ECOG). При этом наблюдалось частичное восстановление контроля над функцией тазовых органов в виде способности удерживать мочу. При выписке пациенту рекомендованы селективная эмболизация сосудов, питающих опухоль, и протонная терапия. Несмотря на ранние положительные тенденции, на 3-м месяце наблюдения отмечены нарастание болевого синдрома (до 5 баллов по ВАШ) и рецидив компрессионно-корешкового синдрома. Далее больной выбыл из-под наблюдения.

### Заключение

Результаты исследования демонстрируют, что интервенционные методы оказывают сильное анальгетическое действие у пациентов с метастазами в костях, позволяют стабилизировать пораженный сегмент ске-

лета (ВП и ОП) и значительно улучшить функциональный статус и двигательную активность, в связи с чем занимают важное место в процессе комплексного лечения этих больных. Применение РЧТА способствует снижению болевого синдрома, достижению радикального характера лечения пациентов с остеонидной остеомой, что делает этот метод «золотым стандартом» терапии метастазов в костях.

Вертебропластика, ОП и РЧТА как малоинвазивные методики демонстрируют высокую эффективность при метастатическом поражении костей, позволяют снизить интенсивность болевого синдрома по ВАШ (вплоть до полного его купирования), стабилизировать пораженный сегмент скелета, значительно улучшить функциональный статус по шкалам ECOG и Watkins и, как следствие, качество жизни.

Отсутствие фрагментов передней и/или задней замыкающих пластин тел позвонков не является противопоказанием для выполнения ВП при соблюдении показаний и правил введения ПММА. Так, осложнения у таких пациентов наблюдались в 0,3–6,9 % случаев, были клинически незначимыми, за исключением 1 случая, в котором потребовалось выполнение декомпрессивной ламинэктомии. У всех больных с поражением позвонков

независимо от наличия или отсутствия разрушения замыкающих пластин ВП позволяет адекватно снизить болевой синдром по ВАШ, улучшить функциональный статус по шкалам ECOG и Watkins и неврологический статус у больных с деструкцией задней замыкающей пластины (группы 2 и 4) по шкале Frankel.

Диффузный болевой синдром при многоуровневом метастатическом поражении позвоночника не является противопоказанием к ВП. Данная операция в этой группе больных позволяет значительно улучшить качество жизни и функциональный статус пациентов, снизить интенсивность и периодичность возникновения болевого синдрома, а также продолжить адекватное специальное лечение с ожидаемым ответом.

Применение РЧТА у больных с метастатическим поражением костей через 3 мес после операции позволило добиться снижения интенсивности болевого синдрома и улучшения общего состояния пациентов (повышения повседневной активности). В связи с высокой эффективностью РЧТА применение этого метода при остеонидной остеоме оправданно. У всех 7 пациентов с метастатическим поражением костей в течение всего периода наблюдения (в срок от 10 до 36 мес) проявлений заболевания не отмечено.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Murali N., Turmezei T., Bhatti S. et al. What is the effectiveness of radiofrequency ablation in the management of patients with spinal metastases? A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2021;16:659. DOI: 10.1186/s13018-021-02775-x
- Arrigoni F., de Cataldo C., Bruno F. et al. Ablation, consolidation and radiotherapy for the management of metastatic lesions of the spine: impact on the quality of life in a mid-term clinical and diagnostic follow-up in a pilot study. *Med Oncol* 2020;37(6):53. DOI: 10.1007/s12032-020-01378-6
- Bagla S., Sayed D., Smirmiotopoulos J. et al. Multicenter prospective clinical series evaluating radiofrequency ablation in the treatment of painful spine metastases. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2016;39(9):1289–97. DOI: 10.1007/s00270-016-1400-8
- Masala S., Roselli M., Massari F. et al. Radiofrequency heat ablation and vertebroplasty in the treatment of neoplastic vertebral body fractures. *Anticancer Res* 2004;24(5B):3129–33.
- Georgy B.A. Bone cement deposition patterns with plasma-mediated radio-frequency ablation and cement augmentation for advanced metastatic spine lesions. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30(6):1197–202. DOI: 10.3174/ajnr.A1548
- Reyes M., Georgy M., Brook L. et al. Multicenter clinical and imaging evaluation of targeted radiofrequency ablation (t-RFA) and cement augmentation of neoplastic vertebral lesions. *J Neurointerv Surg* 2018;10(2):176–82. DOI: 10.1136/neurintsurg-2016-012908
- Ly N., Geng R., Ling F. et al. Clinical efficacy and safety of bone cement combined with radiofrequency ablation in the treatment of spinal metastases. *BMC Neurol* 2020;20(1):418. DOI: 10.1186/s12883-020-01998-5
- Валиев М.А., Мусаев Э.Р., Тепляков В.В. и др. Чрескожная вертебропластика в онкологии. Под ред. М.Д. Алиева, Б.И. Долгушина. М.: ИНФРА-М, 2010. 71 с.
- Valiev M.A., Musaev E.R., Teplyakov V.V. et al. Percutaneous vertebroplasty in oncology. Ed. by M.D. Aliyev, B.I. Dolgushin. Moscow: INFRA-M, 2010. 71 p. (In Russ.).
- Deramond H., Depriester C., Galibert P., Le Gars D. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am* 1998;36(3):533–46. DOI: 10.1016/s0033-8389(05)70042-7
- Kaemmerlen P., Thiesse P., Jonas P. et al. Percutaneous injection of orthopedic cement in metastatic vertebral lesions. *N Engl J Med* 1989;321(2):121. DOI: 10.1056/NEJM198907133210214
- Гвоздев М.А., Рябинин М.В., Сапрыкин А.С., Корнилов Н.Н. История развития радиочастотной абляции в травматологии и ортопедии. Современные проблемы науки и образования 2021;1. DOI: 10.17513/spno.30460
- Gvozdev M.A., Ryabinin M.V., Saprykin A.S., Kornilov N.N. History of development of radiofrequency ablation in traumatology and orthopedics. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* 2021;1. (In Russ.). DOI: 10.17513/spno.30460
- Бухаров А.В., Алиев М.Д., Державин В.А. и др. Малоинвазивно-интервенционные методы лечения при опухолевом поражении костей. Биомедицинская радиоэлектроника 2023;26(6):17–24. DOI: 10.18127/j15604136-202306-03
- Bukharov A.V., Aliyev M.D., Derzhavin V.A. et al. Minimally invasive-interventional treatment methods for bone tumors. *Biomeditsinskaya radioelektronika = Biomedical Radio Electronics* 2023;26(6):17–24. (In Russ.). DOI: 10.18127/j15604136-202306-03
- Тепляков В.В., Бухаров А.В. Радиочастотная термоабляция опухолевых поражений костей. М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2009. 13 с.
- Teplyakov V.V., Bukharov A.V. Radiofrequency thermal ablation of bone tumor lesions. Moscow: FGU “MNOI im. P.A. Hertsen Rosmedtekhologii”, 2009. 13 p. (In Russ.).
- Тепляков В.В., Франк Г.А., Бухаров А.В. и др. Экспериментальное обоснование длительности воздействия радиочастотной термоабляции при опухолевом поражении костей. Российский онкологический журнал 2011;16(4):37–9. DOI: 10.17816/onco39892

- TePLYakov V.V., Frank G.A., Bukharov A.V. et al. Experimental substantiation of the duration of exposure to radiofrequency thermal ablation in case of bone tumor lesion. Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Oncology 2011;16(4):37–9. DOI: 10.17816/onco39892
15. Валиев А.К., Музаев 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 kostei, miagkikh tkanei i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2009;1:23–7. (In Russ.).
  16. Тепляков В.В., Шапошников А.А., Сергеев П.С. и др. Частота востребованности хирургического компонента в комплексном лечении метастатического поражения костей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи 2016;1:16–28. TePLYakov V.V., Shaposhnikov A.A., Sergeev P.S. et al. The frequency of the demand for a surgical component in the complex treatment of metastatic bone lesions. Sarkomy kostei, miagkikh tkanei i opukholi kozhi = Bone and Soft Tissue Sarcomas, Tumors of the Skin 2016;1:16–28. (In Russ.).
  17. Koo J.S., Chung S.H. The efficacy of radiofrequency ablation for bone tumors unsuitable for radical excision. Clin Orthop Surg 2021;13(2):278–85. DOI: 10.4055/cios19179
  18. Levy J., Hopkins T., Morris J. et al. Radiofrequency ablation for the palliative treatment of bone metastases: outcomes from the multicenter osteocool tumor ablation post-market study (opus one study) in 100 patients. J Vasc Interv Radiol 2020;31(11):1745–52. DOI: 10.1016/j.jvir.2020.07.014
  19. Toyota N., Naito A., Kakizawa H. et al. Radiofrequency ablation therapy combined with cementoplasty for painful bone metastases: Initial experience. Cardio Vasc Interv Radiol 2005;28(5):578–83. DOI: 10.1007/s00270-004-0208-0
  20. Cantwell C.P., O'Byrne J., Eustace S. Radiofrequency ablation of osteoid osteoma with cooled probes and impedance-control energy delivery. Am J Roentgenol 2006;186(Suppl 5). DOI: 10.2214/ajr.04.0938
  21. Mahajan N.P., Kondewar P., G S P.K. et al. Femur neck osteoid osteoma managed with radiofrequency ablation – a case report. J Orthop Case Rep 2021;11(5):52–5. DOI: 10.13107/jocr.2021.v11.i05.2204
  22. Kumar Duwal Shrestha S., Jung Rayamajhi A., Rawal P. et al. Radiofrequency ablation of osteoid osteoma of neck of Femur: a case report. J Nepal Med Assoc 2021;59(237):513–7. DOI: 10.31729/jnma.5804
  23. Colonna S., Bianconi A., Cofano F. et al. Radiofrequency ablation in vertebral body metastasis with and without percutaneous cement augmentation: a systematic review addressing the need for SPINE stability evaluation. Diagnostics (Basel) 2023;13(6):1164. DOI: 10.3390/diagnostics13061164

#### Вклад авторов

А.А. Шапошников, А.П. Ухваркин, С.В. Добросоцкий: проведение операций, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи;

А.В. Лазукин: проведение операций, сбор и обработка материала;

И.Д. Лагуева: подготовка иллюстративного материала, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных;

В.В. Тепляков: разработка концепции и дизайна исследования, проведение операций, написание текста статьи.

#### Authors' contributions

A.A. Shaposhnikov, A.P. Ukhvarkin, S.V. Dobrosotsky: conducting operations, collecting and processing material, statistical data processing, article writing;

A.V. Lazukin: conducting operations, collecting and processing material;

I.D. Lagkueva: preparation of illustrative material, collection and processing of material, statistical data processing;

V.V. TePLYakov: development of the concept and design of the study, conducting operations, article writing.

#### ORCID авторов / ORCID of authors

А.А. Шапошников / A.A. Shaposhnikov: <https://orcid.org/0000-0001-7441-1150>

А.В. Лазукин / A.V. Lazukin: <https://orcid.org/0000-0002-0430-0719>

А.П. Ухваркин / A.P. Ukhvarkin: <https://orcid.org/0000-0001-7659-2557>

С.В. Добросоцкий / S.V. Dobrosotsky: <https://orcid.org/0000-0001-8778-3340>

И.Д. Лагуева / I.D. Lagkueva: <https://orcid.org/0000-0001-9732-7170>

В.В. Тепляков / V.V. TePLYakov: <https://orcid.org/0000-0002-8063-8797>

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Статья подготовлена без спонсорской поддержки.

**Funding.** The article was prepared without external funding.

#### Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики

Протокол исследования одобрен комитетами по биомедицинской этике ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и публикацию своих данных.

#### Compliance with patient rights and principles of bioethics

The study protocol was approved by the biomedical ethics committees of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology.

All patients gave written informed consent to participate in the study and publishing their data.

**Статья поступила:** 10.09.2024. **Принята к публикации:** 17.11.2024. **Опубликована онлайн:** 20.01.2025.

**Article submitted:** 10.09.2024. **Accepted for publication:** 17.11.2024. **Published online:** 20.01.2025.