

Эмболия легочной артерии полиметилметакрилатом (костным цементом) при проведении чрескожной вертебропластики (обзор литературы и описание клинических случаев)

А.И.Синопальников¹, И.Е.Тюрин¹, С.Н.Швайко², Ж.В.Шейх^{1,2}, Л.В.Морозова², И.П.Смирнов¹

- 1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2 / 1, стр. 1;
2 – Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.П.Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы: 125284, Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5

Информация об авторах

Синопальников Александр Игоревич – д. м. н., профессор, заведующий кафедрой пульмонологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (499) 728-82-16; e-mail: aisyn@list.ru

Тюрин Игорь Евгеньевич – д. м. н., профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 324-71-44; e-mail: igortyurin@gmail.com

Швайко Светлана Николаевна – к. м. н., заведующая пульмонологическим отделением Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.П.Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы; тел.: (499) 728-83-54; e-mail: s.shvaiko@mail.ru

Шейх Жанна Владимировна – д. м. н., профессор кафедры рентгенологии и радиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующая отделением компьютерной томографии, врач-рентгенолог Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.П.Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы; тел.: (499) 740-57-67; e-mail: zhanna.sheikh@mail.ru

Морозова Лариса Викторовна – врач-пульмонолог пульмонологического отделения Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С.П.Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы; тел.: (499) 728-83-54; e-mail: mlarisal43@gmail.com

Смирнов Игорь Павлович – ассистент кафедры пульмонологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (499) 728-82-16; e-mail: smip@ya.ru

Резюме

Чрескожная вертебропластика (ЧКВП) – малоинвазивное вмешательство, широко распространенное в настоящее время при лечении болевого синдрома, обусловленного переломами тел позвонков на почве остеопороза, травмы или их опухолевого поражения. Несмотря на минимальную инвазивность (ЧКВП заключается во введении полиметилметакрилата через ножку дуги в тело позвонка с целью восстановления его высоты, стабилизации костных трабекул и облегчения / купирования болевого синдрома), данный метод характеризуется немалым числом осложнений, которые в большинстве случаев не имеют серьезного клинического значения. К числу потенциально серьезных осложнений ЧКВП относится эмболия легочной артерии (ЭЛА) полиметилметакрилатом (костным цементом), проявления которой отличаются разнообразием – от случайной рентгенологической находки в послеоперационном периоде до пусть редких, но жизнеугрожающих эпизодов экстравазации («утечки») цемента, заканчивающихся фатально. В представленном обзоре литературы обсуждаются вопросы эпидемиологии, патогенеза ЭЛА при ЧКВП, клинко-рентгенологические варианты данного осложнения и подходы к его лечению. В статье также приведены 2 клинических примера ЭЛА у пациентов, перенесших ЧКВП по поводу гемангиомы тел позвонков с выраженным болевым синдромом.

Ключевые слова: чрескожная вертебропластика, легочная эмболия полиметилметакрилатом.

Для цитирования: Синопальников А.И., Тюрин И.Е., Швайко С.Н., Шейх Ж.В., Морозова Л.В., Смирнов И.П. Эмболия легочной артерии полиметилметакрилатом (костным цементом) при проведении чрескожной вертебропластики (обзор литературы и описание клинических случаев). *Пульмонология*. 2019; 29 (3): 353–359. DOI: 10.18093/0869-0189-2019-29-3-353-359

Pulmonary embolism with polymethyl methacrylate (bone cement) after percutaneous vertebroplasty (a review of literature and case reports)

Aleksandr I. Sinopal'nikov¹, Igor' E. Tyurin¹, Svetlana N. Shvayko², Zhanna V. Sheykh^{1,2}, Larisa V. Morozova², Igor' P. Smirnov¹

- 1 – Russian Federal Academy of Continued Medical Education, Healthcare Ministry of Russia: ul. BARRIKADNAYA 2/1, Moscow, 123995, Russia;
2 – S.P.Botkin Moscow City Teaching Hospital, Moscow Healthcare Department: Vtoroy Botkinskiy proyezd 5, Moscow, 125284, Russia

Author information

Aleksandr I. Sinopal'nikov, Doctor of Medicine, Professor, Head of Department of Pulmonology, Russian Federal Academy of Continued Medical Education; tel.: (499) 728-82-16; e-mail: aisyn@list.ru

Igor' E. Tyurin, Doctor of Medicine, Professor, Head of Department of Radiology, Russian Federal Academy of Continued Medical Education, Healthcare Ministry of Russia; tel.: (495)324-71-44; e-mail: igortyurin@gmail.com

Svetlana N. Shvayko, Candidate of Medicine, Head of Pulmonology Department, S.P.Botkin Moscow City Teaching Hospital, Moscow Healthcare Department; tel.: (499) 728-83-54; e-mail: s.shvaiko@mail.ru
Zhanna V. Sheykh, Doctor of Medicine, Professor, Department of Radiology, Russian Federal Academy of Continued Medical Education, Healthcare Ministry of Russia; Head of Department of Computed Tomography, S.P.Botkin Moscow City Teaching Hospital, Moscow Healthcare Department; tel.: (499)740-57-67; e-mail: zhanna.sheikh@mail.ru
Larisa V. Morozova, pulmonologist, Pulmonology Department, S.P.Botkin Moscow City Teaching Hospital, Moscow Healthcare Department; tel.: (499) 728-83-54; e-mail: mlarisa143@gmail.com
Igor' P. Smirnov, Assistant Lecture, Department of Radiology, Russian Federal Academy of Continued Medical Education, Healthcare Ministry of Russia; tel.: (499) 728-82-16; e-mail: smip@ya.ru

Abstract

Percutaneous vertebroplasty (PVP) is a minimally invasive intervention widely used for relief of pain caused by osteoporotic, traumatic, or neoplastic vertebral fractures. During PVP, polymethyl methacrylate (bone cement) is injected directly into the vertebral body via a vertebral pedicle to partially restore the vertebral body height, to stabilize bone trabeculae and to alleviate pain. Though the procedure is minimally invasive, complications are not rare; however, mostly, they are not clinically significant. Potentially serious complications of PVP include pulmonary embolism with polymethyl methacrylate with variety of manifestations ranging from asymptomatic postoperative x-ray findings to life-threatening extravasation (cement "leakage") which is quite rare and fatal. Epidemiology, pathogenesis, clinical and radiological signs of pulmonary embolism in PVP and approaches to treatment are discussed in this review of literature. The article also describes two clinical cases of pulmonary embolism in patients underwent PVP for hemangioma of the vertebral body with severe pain syndrome are also described.

Key words: percutaneous vertebroplasty, pulmonary embolism, polymethyl methacrylate.

For citation: Sinopal'nikov A.I., Tyurin I.E., Shvayko S.N., Sheykh Zh.V., Morozova L.V., Smirnov I.P. Pulmonary embolism with polymethyl methacrylate (bone cement) after percutaneous vertebroplasty (a review of literature and case reports). *Russian Pulmonology*. 2019; 29 (3): 353–359 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2019-29-3-353-359

В настоящее время в связи с увеличением продолжительности жизни человека существенно возросло число компрессионных переломов тел позвонков, прежде всего на почве их опухолевых поражений и остеопороза [1]. Одним из востребованных подходов к ведению пациентов с болевым синдромом при остеопоретических, травматических и неопластических переломах позвонков стала чрескожная вертебропластика (ЧКВП) [2–7], которая рассматривается, в частности, как метод выбора в лечении симптоматических гемангиом [8]. Метод ЧКВП, впервые предложенный *P.Galibert et al.* (1987) [9], заключается во введении полиметилметакрилата (цемента) через ножку дуги в тело позвонка с целью восстановления его высоты, стабилизации костных трабекул и облегчения / купирования болевого синдрома. Широкое распространение, которое данный метод приобрел в дальнейшем, объяснялось не только его эффективностью и малой инвазивностью, но и относительно небольшим числом интра- и послеоперационных клинически значимых осложнений, лишь в единичных случаях представлявших угрозу жизни. Так, например, при анализе 1 100 процедур ЧКВП, выполненных у 616 больных, те или иные осложнения выявлены в 42 % случаев, однако 99 % из них не являлись симптоматически демонстративными [10]. В целом частота клинически проявляющихся осложнений ЧКВП колеблется в широком диапазоне — от 0,5 до > 10 % [11–17], что связано с неодинаковой профессиональной компетенцией хирургов, разным числом оперированных пациентов, характером основного заболевания. Так, наибольшая частота осложнений процедуры наблюдается при опухолевых поражениях тел и объясняется деструкцией замыкательной пластинки и гиперваскуляризацией [18, 19]), объемом акрилата (цемента), вводимого в тело компримированного / пораженного позвонка и т. п. (см. таблицу).

В указанном в таблице перечне особое место занимают эмболии легочной артерии (ЭЛА) фрагментами костного цемента, попадающими в пара-

вертебральную венозную систему, и далее, через *v. azugos* и нижнюю полую вену достигающими легочного артериального русла [21–24].

Частота эмболии легочной артерии при чрескожной вертебропластике

Согласно результатам выборочных исследований, частота ЭЛА при ЧКВП весьма вариабельна — от 3,5 до 28,6 % [25, 26]. Подобные различия среди прочего объясняются тем, насколько активно врачи в послеоперационном периоде заняты поиском данного осложнения и какие диагностические методы при этом используются (у всех больных или выбо-

Таблица
Осложнения чрескожной вертебропластики [20]
Table
Complications of percutaneous vertebroplasty [20]

Аллергические реакции:
• на контрастное вещество
• на костный цемент и его компоненты
• на антибактериальные, цитостатические препараты
• медицинские препараты для анестезии и др.
Осложнения, связанные с хирургическим проведением игл:
• переломы или разрушения корнев дужек при проведении игл
• кровотечения
• ликворея
• повреждения анатомических образований при проведении игл (твердой мозговой оболочки, спинного мозга, корешков, сосудов)
Осложнения, связанные с введением костного цемента:
• выход цемента в эпидуральное пространство
• выход цемента в вены межпозвонкового промежутка и эпидуральные вены
• выход цемента в позвоночный канал и компрессия дурального мешка, спинного мозга и корешков
• преходящая артериальная гипотензия
• фиксация игл в теле позвонка при ранней полимеризации цемента
Эмболические осложнения:
• эмболия фрагментами костного цемента
• жировая эмболия при введении костного цемента в тело позвонка
Инфекционные осложнения

рочно). Так, например, если обследование ограничивается рентгенографией (РГ) органов грудной клетки (ОГК), то частота ЭЛА фрагментами костного цемента составляет 1,0–6,8 % [27], тогда как при проведении компьютерной томографии (КТ) частота случаев обнаружения подобной «находки» драматически возрастает – до 26 % [28]. Показательны в этом плане и результаты ретроспективного исследования, свидетельствовавшие о том, что, несмотря на крайнюю редкость определяемой рентгеноскопически экстравазации («утечки») костного цемента во время фактической процедуры ЧКВП (у 2 из 244 пациентов), по данным выполненной в послеоперационном периоде КТ наличие ЭЛА подтверждено в 23 (9,4 %) случаях [29].

Факторы риска эмболии легочной артерии при чрескожной вертебропластике

Корреляционные связи между возрастом и полом пациентов, количеством подвергнутых процедуре ЧКВП компримированных / пораженных позвонков, их локализацией, объемом костного цемента, вводимого в тело отдельного позвонка, особенностями оперативного вмешательства (уни- или бипедикулярный подходы) и частотой развития ЭЛА по данным проспективных исследований [28, 30] выявить не удалось. Однако имеются и свидетельства зависимости частоты ЭЛА от объема вводимого костного цемента [24] и числа «леченных» позвонков [31].

В случаях проведения ЧКВП больным с компрессионными переломами тел позвонков на почве остеопороза, травмы или злокачественного новообразования вероятность ЭЛА не удалось связать с этиологией поражения [28]. Эти результаты противоречат ранее полученным данным о большей частоте эмболических осложнений у пациентов с опухолевыми поражениями позвонков вследствие повреждения замыкательной пластинки и гиперваскуляризации [30, 32].

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости проведения дополнительных исследований по оценке факторов риска и предикторов ЭЛА у больных, перенесших ЧКВП [24].

Клинические проявления и исходы эмболии легочной артерии при чрескожной вертебропластике

В большинстве случаев ЭЛА у больных, подвергнутых ЧКВП, протекает бессимптомно [10, 27, 28, 30, 33]. Более того, согласно результатам проспективного многоцентрового рандомизированного контролируемого исследования VERTOS II в течение ближайшего года после перенесенного вмешательства пациенты, как правило, оставались «асимптоматичными» [28]. Этим обстоятельством объясняется тот факт, что в послеоперационном периоде РГ / КТ ОГК проводится скорее как исключение [27].

Размеры эмболов костного цемента колеблются в диапазоне 1–12 мм, локализуясь на перифе-

рии при отсутствии «избирательности» поражения (правое / левое легкое, верхние / средняя / нижние доли) [10, 28].

Имеются свидетельства того, что размеры и расположение депозитов костного цемента в легочных артериях остаются неизменным и по прошествии 1 года после проведения ЧКВП [34].

Как уже говорилось, клинические проявления ЭЛА при ЧКВП встречаются достаточно редко, их частота по данным отдельных исследований не превышает 1 % [35]. В тех немногочисленных случаях, когда наблюдается симптоматическое течение ЭЛА депозитами костного цемента, то, по данным систематического обзора 24 публикаций [26], посвященных изучению симптоматики и исходам ЭЛА при проведении ЧКВП и чрескожной баллонной кифопластики, самым частым симптомом данного осложнения является одышка, как правило, беспокоящая непродолжительное время и проходящая самостоятельно.

Помимо одышки, в ряду возможных клинических признаков ЭЛА упоминаются боли и тяжесть в груди, кашель, кровохарканье, головокружение, потливость и сердцебиение. В ходе физического обследования могут обратить на себя внимание цианоз, тахипноэ, гипотензия, нарушения сердечного ритма [36], дополняемые такими лабораторными данными, как повышение уровня D-димера в плазме крови, снижение сатурации кислородом, гипокапния [37].

Как правило, симптомы ЭЛА появляются спустя дни или недели после выполненной ЧКВП или кифопластики, гораздо реже – непосредственно при проведении самого вмешательства. Однако в отдельных случаях легочная эмболия фрагментами костного цемента клинически может обнаружить себя спустя месяцы и даже годы после перенесенной ЧКВП [31, 38, 39].

В единичных случаях описывается жизнеугрожающее течение ЭЛА при ЧКВП, осложняющейся развитием острого респираторного дистресс-синдрома, инфарктов легкого, гиперкапнии, остановки сердца и даже приводящей к смерти [30, 40].

Диагностика эмболии легочной артерии при чрескожной вертебропластике

Не будет преувеличением утверждать, что ЭЛА при ЧКВП относится к числу осложнений данной операции, вызывающих наибольшее беспокойство. Поскольку абсолютное большинство эпизодов этого осложнения протекают бессимптомно / малосимптомно, то до настоящего времени общепринятого диагностического протокола не существует [31]. При этом наиболее распространенными методами визуализации эмболической окклюзии ветвей легочной артерии депозитами костного цемента являются РГ и КТ ОГК. Некоторые авторы настаивают на проведении РГ ОГК в первые 24 ч после ЧКВП, оправдывая предлагаемый стандартизованный скрининг частотой ЭЛА и возможными последствиями некоторых из них [24]. Безусловно, данный подход был

бы полезным при раннем обнаружении ЭЛА [31]. Что же касается КТ ОГК, то ее использование в качестве рутинного инструмента скрининга остается под вопросом, поскольку, характеризуясь более высокой чувствительностью, при КТ пациент подвергается большей лучевой нагрузке [27].

В отличие от классической легочной тромбоэмболии, полиметилметакрилат (костный цемент) обладает значительно более высокой плотностью по сравнению с плотностью паренхимы легкого, что позволяет без особого труда распознавать ЭЛА у больных, перенесших ЧКВП, при проведении обычной РГ ОГК [37]. Чаще всего подобные эмболические осложнения ЧКВП описываются в виде единичных или множественных линейных или «ветвящихся» теней, реже — как участки затенения легочной ткани высокой плотности в проекции предполагаемого деления ветвей легочной артерии [30, 32, 34, 41]. В этом плане интересны результаты исследования *D.H.Cho et al.* [32], по результатам которых показано, что во всех случаях визуализации ЭЛА при ЧКВП при использовании КТ ОГК соответствующие фрагменты костного цемента удавалось распознать и при анализе обычной РГ ОГК. Это позволило сделать аргументированный вывод о том, что при диагностике ЭЛА костным цементом тщательное изучение качественных РГ может быть столь же информативным, как и КТ ОГК [32]. При этом подчеркивается, что ввиду высокой плотности полиметилметакрилата проведение КТ у пациентов, перенесших ЧКВП, обычно не предполагает рентгенконтрастного усиления, являющегося обязательным условием протокола исследования при подозрении на легочную эмболию на почве флелотромбоза.

В редких случаях при проведении КТ ОГК у пациентов с компрессионными переломами тел позвонков могут возникнуть затруднения в дифференциации ЭЛА костным цементом и кальцинированной гранулемы. Наличие гиперденсивного образования, меньшего по размеру, чем просвет соответствующей ветви легочной артерии, с высокой вероятностью свидетельствует в пользу внутрипросветного эмбола. Важен также анализ результатов РГ ОГК, предше-

ствовавшей ЧКВП, поскольку появление в послеоперационном периоде затенений высокой плотности должно рассматриваться как самостоятельный аргумент в пользу ЭЛА [10].

К числу дополнительных («опциональных») диагностических тестов следует отнести эхокардиографию (ЭхоКГ) для выявления вторичной легочной гипертензии и возможных нарушений внутрисердечной гемодинамики, а также функциональные исследования по оценке диффузионной способности легких [24].

В качестве наглядных иллюстраций приводятся клинические наблюдения.

Клинический пример № 1

Больная К. 58 лет 29.02.16 перенесла операцию ЧКВП по поводу гемангиомы тела позвонка L3, сопровождавшейся выраженным болевым синдромом. В послеоперационном периоде больная отметила появление интенсивных головных болей, головокружения, немотивированной слабости, чувства нехватки воздуха. Со слов больной, в тот период отмечался кратковременный эпизод снижения артериального давления до 90 / 60 мм рт. ст. Несмотря на указанные жалобы, дающие основание предполагать развитие эмболии легочной артерии депозитами костного цемента, каких-либо дополнительных исследований, в т. ч. РГ и / или КТ ОГК не выполнялось. Спустя 2 дня после проведенного оперативного вмешательства на фоне неполного обратного развития указанных симптомов больная была выписана из стационара.

В марте 2017 г. при проведении РГ ОГК в рамках диспансерного обследования выявлены линейные образования в проекции корня правого легкого высокой плотности, при этом в дальнейшем потребовалось проведение КТ ОГК (рис. 1). Характер КТ-изменений (высокоплотные включения в теле позвонка L3 и просвете сегментарных легочных артерий, повторяющих форму сосудов) с учетом анамнестических указаний на ранее перенесенную ЧКВП позволил утвердиться в диагнозе ЭЛА депозитами костного цемента. Каких-либо жалоб в тот период обследования больная не предъявляла. При проведении электрокардиографии и ЭхоКГ признаков легочной гипертензии и гемодинамической перегрузки правых отделов сердца не выявлено; систолическое давление в легочной артерии — 25 мм рт. ст. Показатели оксигенации по данным пульсоксиметрии составляли 97–98 %; десатурации при выполнении физической нагрузки (подъем на несколько маршей лестницы в привычном темпе) не отмечено.

Клинический пример № 2

Больной Н. 37 лет 02.08.18 перенес операцию ЧКВП в связи с вертеброгенным болевым синдромом на почве гемангиомы тела позвонка Th4. В послеоперационном периоде у пациента непродолжительное время отмечались кровохарканье, боли в правой



Рис. 1. Компьютерная томограмма области груди и живота больной К. 58 лет без внутривенного контрастирования: Проекция максимальной интенсивности: А — фронтальная, В — сагиттальная. Костный цемент в: 1 — теле позвонка L3, 2 — паравертебральных сосудах, 3 — легочных артериях
Figure 1. Native CT scans of the chest and the abdomen of the patient K., 58 years of age. The maximal intensity projection: A, frontal view; B, sagittal view. Bone cement is seen in: 1, L3 vertebral body; 2, paravertebral vessels; 3, pulmonary arteries

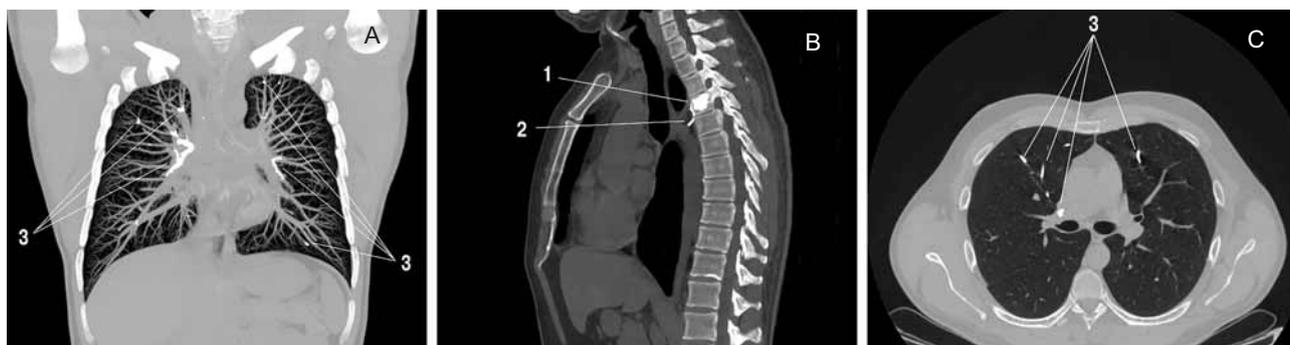


Рис. 2. Компьютерная томограмма области груди и живота больного Н. 37 лет без внутривенного контрастирования. Проекция максимальной интенсивности: А – фронтальная, В – сагиттальная, С – поперечная. Костный цемент в: 1 – теле Th3 позвонка, 2 – паравертебральных сосудах, 3 – долевых и сегментарных ветвях легочной артерии

Figure 2. Native CT scans of the chest and the abdomen of the patient N., 37 years of age. The maximal intensity projection: A, frontal view; B, sagittal view, C, axial view. Bone cement is seen in: 1, Th3 vertebral body; 2, paravertebral vessels; 3, lobar and segmental pulmonary arteries

половине грудной клетки, усиливающиеся при попытке глубокого вдоха и покашливании, затрудненное дыхание, описываемое пациентом как «стеснение в груди». Несмотря на характер предъявляемых пациентом жалоб, «подозрительных» в отношении ЭЛА, дополнительного обследования не проводилось; больной был выписан из стационара на следующий день после операции (03.08.18). При осмотре терапевтом спустя 14 дней после ЧКВП больной сообщил об эпизоде респираторного дискомфорта и не продолжительном кровохарканье, в связи с чем была выполнена КТ ОГК (рис. 2), при которой выявлены высокоплотные включения в тело позвонка Th5, прилежащих к нему паравертебральных венах и просвете сегментарных легочных артерий, повторяющих форму сосудов. В ходе дополнительного ЭхоКГ-обследования признаков легочной гипертензии, нарушений внутрисердечной гемодинамики и гемодинамической перегрузки правых отделов сердца не выявлено. При возвращении к привычному ритму жизни, возобновлении занятиями спортом каких-либо неприятных субъективных ощущений больной не испытывал. Рекомендовано повторное КТ-исследование ОГК через 6 мес.

Представленные клинические наблюдения объединяет то обстоятельство, что в обоих случаях наблюдалась достаточно яркая клиническая манифестация ЭЛА фрагментами костного цемента в раннем послеоперационном периоде, но при этом ни одному из пациентов не выполнялась ни КТ, ни даже РГ ОГК, что позволило бы своевременно диагностировать это серьезное осложнение ЧКВП.

Ведение больных с эмболией легочной артерии при чрескожной вертебропластике

Поскольку до настоящего времени описываются лишь единичные случаи ЭЛА при ЧКВП, то естественно предположить отсутствие четкого терапевтического протокола в качестве общепринятого стандарта. Вместе с тем очевидна гетерогенность пациентов, переносящих данное осложнение:

- бессимптомная периферическая ЭЛА;
- симптоматическая периферическая ЭЛА;
- бессимптомная центральная ЭЛА;
- симптоматическая центральная ЭЛА

Указанное обстоятельство не может не оказывать влияния на краткосрочный и долгосрочный прогноз и различия в подходах к ведению больных данной категории [24].

Приведенное разделение базируется на привычной категоризации: окклюзия на уровне легочного ствола, правой или левой главных легочных арте-

рий – центральная ЭЛА; более дистальная локализация депозитов костного цемента – периферическая ЭЛА.

Наиболее распространенными являются следующие лечебные подходы [26, 27, 42, 43]:

- пациенты, отнесенные к 1-й группе (бессимптомная периферическая ЭЛА) не нуждаются в какой-либо терапии и подлежат лишь проспективному наблюдению. Вопрос о целесообразности назначения пациентам этой категории системной антикоагулянтной терапии до настоящего времени остается предметом дискуссии;
- пациентам, отнесенным ко 2-й (симптоматическая периферическая ЭЛА) и 3-й (бессимптомная центральная ЭЛА) группам, показано консервативное лечение, сходное с таковым при тромбозии ветвей легочной артерии – начальная гепаринотерапия с последующим переходом на оральные антикоагулянты (варфарин) в течение 3–6 мес.;
- развитие симптоматической центральной ЭЛА (пациенты 4-й группы) – показание для хирургической эмболектомии.

Заключение

По результатам анализа отдельных публикаций и единичных метаанализов / систематических обзоров можно с уверенностью утверждать, что частота ЭЛА при ЧКВП оказалась гораздо более высокой, чем это предполагалось. Данный факт представляется до некоторой степени неожиданным, поскольку при используемой в настоящее время технике проведения ЧКВП минимизируется вероятность попадания депозитов костного цемента в просвет ветвей легочной артерии.

Хотя абсолютное большинство ЭЛА протекают бессимптомно, врачи должны быть осведомлены, что те или иные проявления респираторного дискомфорта могут появиться спустя месяцы и даже годы после перенесенного вмешательства. Вероятно, помимо попадания костного цемента в полую вену и *v. azugos*, предстоит определить также другие предикторы и факторы риска ЭЛА при ЧКВП. Учитывая значительно превосходящую частоту ожида-

ния эмболических эпизодов, пусть и крайне редко оказывающихся жизнеугрожающими, оправданным представляется выполнение РГ ОГК в послеоперационном периоде во всех случаях. Полезность данной рекомендации увеличивается при доступности для сравнения данных предоперационного рентгенологического исследования.

В случаях, когда у пациента появляются респираторные симптомы или значимые отклонения витальных параметров (гипотензия, тахикардия и т. п.) и / или отмечена «утечка» костного цемента в процессе вмешательства, в послеоперационном периоде необходимо проведение КТ ОГК.

Среди врачей достигнуто согласие, что подходы к ведению пациентов с ЭЛА при ЧКВП должны основываться на наличии симптомов и локализации эмболов, но до настоящего времени стандартизованные диагностический и лечебный протоколы еще не созданы. Впрочем есть надежда, что они станут доступными в ближайшем будущем, учитывая растущий объем информации об этом осложнении ЧКВП, когда-то еще казавшимся необычным и маловероятным.

Конфликт интересов

Конфликт интересов отсутствует.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Литература / References

- Hussain A., Erdek M. Vertebroplasty augmentation procedures: examining the controversy. *Pain. Physician.* 2013; 16 (5): E483–490.
- Khosla A., Diehn F.E., Rad A.E., Kallmes D.F. Neither subendplate cement deposition nor cement leakage into the disk space during vertebroplasty significantly affects patient outcomes. *Radiology.* 2012; 264 (1): 180–186. DOI: 10.1148/radiol.12112215.
- Kotwica Z., Saracen A. Early and long-term outcomes of vertebroplasty for single osteoporotic fractures. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2011; 45 (5): 431–435.
- Liebschner M.A., Rosenberg W.S., Keaveny T.M. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine.* 2001; 26 (14): 1547–1554.
- Saracen A., Kotwica Z. Treatment of multiple osteoporotic vertebral compression fractures by percutaneous cement augmentation. *Int. Orthop.* 2014; 38 (11): 2309–2312. DOI: 10.1007/s00264-014-2470-3.
- Wu A.M., Chi Y.L., Ni W.F. Vertebral compression fracture with intervertebral vacuum cleft sign: pathogenesis, image, and surgical intervention. *Asian. Spine. J.* 2013; 7 (2): 148–155. DOI: 10.4184/asj.2013.7.2.148.
- Yokoyama K., Kawanishi M., Yamada M., et al. Safety and therapeutic efficacy of the second treatment for new fractures developed after initial vertebroplasty performed for painful vertebral compression fractures. *Neurol. Res.* 2013; 35 (6): 608–613. DOI: 10.1179/1743132813Y.0000000173.
- Hao J., Hu Z. Percutaneous cement vertebroplasty in the treatment of symptomatic vertebral hemangiomas. *Pain. Physician.* 2012; 15 (1): 43–49.
- Galibert P., Deramond H., Rosat P., Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie.* 1987; 33 (2): 166–168 (in French).
- Saracen A., Kotwica Z. Complications of percutaneous vertebroplasty. An analysis of 1 100 procedures performed in 616 patients. *Medicine (Baltimore).* 2016; 95 (24): e3850. DOI: 10.1097/MD.0000000000003850.
- Lee I.J., Choi A.L., Yie M.Y. et al. CT evaluation of local leakage of bone cement after percutaneous kyphoplasty and vertebroplasty. *Acta. Radiol.* 2010; 51 (6): 649–654. DOI: 10.3109/02841851003620366.
- Nieuwenhuijse M.J., van Erkel A.R., Dijkstra P.D. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors. *Spine. J.* 2011; 11 (9): 839–848. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.07.027.
- Kao F.C., Tu Y.K., Lai P.L. et al. Inferior vena cava syndrome following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. *Spine.* 2008; 33 (10): E329–333. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816f6a10.
- Yang J.H., Kim J.W., Park H.O. et al. Intracardiac foreign body (bone cement) after percutaneous vertebroplasty. *Korean. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2013; 46 (1): 72–75. DOI: 10.5090/kjtcs.2013.46.1.72.
- Chung S.E., Lee S.H., Kim T.H. et al. Renal cement embolism during percutaneous vertebroplasty. *Eur. Spine. J.* 2005; 15 (Suppl. 5): 590–594. DOI: 10.1007/s00586-005-0037-0.
- Comstock B.A., Sitlani C.M., Jarvik J.G. et al. Investigational vertebroplasty safety and efficacy trial (INVEST): patient-reported outcomes through 1 year. *Radiology.* 2013; 269 (1): 224–231. DOI: 10.1148/radiol.1312.0821.
- Abdelrahman H., Siam A.E., Shawky A. et al. Infection after vertebroplasty or kyphoplasty. A series of nine cases and review of literature. *Spine. J.* 2013; 13 (12): 1807–1809. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.05.053.
- Corcos G., Dbjay J., Mastier C., et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: a retrospective evaluation of incidence and risk factors. *Spine.* 2014; 39 (5): E332–338. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000134.
- Tomé-Bermejo F., Piñera A.R., Duran-Álvarez C. et al. Identification of risk factors for the occurrence of cement leakage during percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic or malignant vertebral fractures. *Spine.* 2014; 39 (11): E693–700. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000294.
- Парфенов В.Е., Мануковский В.А., Кандыба Д.В. и др. Осложнения чрескожной вертебропластики. *Нейрохирургия.* 2008; (2): 48–53. / Parfenov V.E., Manukovskiy V.A., Kandyba D.V. et al. [Complications of percutaneous vertebroplasty]. *Neyrokhirurgiya.* 2008; (2): 48–53 (in Russian).
- Milojkovic N., Homs S. Polymethylmethacrylate pulmonary embolism as a complication of percutaneous vertebroplasty in cancer patients. *J. Ark. Med. Soc.* 2014; 111 (7): 140–142.
- Wu Y.F., Lai C.C., Chao C.M. Severe pulmonary cement embolism. *J. Emerg. Med.* 2017; 53 (6): e139–140. DOI: 10.1016/j.jemermed.2017.08.035.
- Unal E., Balci S., Atceken Z. et al. Nonthrombotic pulmonary artery embolism: imaging findings and review of the literature. *Am. J. Roentgenol.* 2017; 208 (3): 505–516. DOI: 10.2214/AJR.16.17326.
- Ignacio J.M.F., Ignacio K.H.D. Pulmonary embolism from cement augmentation of the vertebral body. *Asian. Spine. J.* 2018; 12 (2): 380–387. DOI: 10.4184/asj.2018.12.2.380.
- El Saman A., Kelm A., Meier S. et al. Intraoperative PEEP-ventilation during PMMA-injection for augmented pedicle screws: improvement of leakage rate in spinal surgery. *Eur. J.*

- Trauma. Emerg. Surg.* 2013; 39 (5): 461–468. DOI: 10.1007/s00068-013-0319-x.
26. Krueger A., Bliemel C., Zettl R., Ruchholtz S. Management of pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of the literature. *Eur. Spine. J.* 2009; 18 (9): 1257–1265. DOI: 10.1007/s00586-009-1073-y.
 27. Bliemel C., Buecking B., Struwer J. et al. Detection of pulmonary cement embolism after balloon kyphoplasty: should conventional radiographs become routine? *Acts. Orthop. Belg.* 2013; 79 (4): 444–450.
 28. Venmans A., Klazen C.A., Lohle P.N. et al. Percutaneous vertebroplasty and pulmonary cement embolism: results from VERTOS II. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (8): 1451–1453. DOI: 10.3174/ajnr.A2127.
 29. Luetmer M.T., Bartholmai B.J., Rad A.E., Kallmes D.F. Asymptomatic and unrecognized cement pulmonary embolism commonly occurs with vertebroplasty. *Am. J. Neuro-radiol.* 2011; 32 (4): 654–657. DOI: 10.3174/ajnr.A2368.
 30. Kim Y.J., Lee J.W., Park K.W. et al. Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: incidence, characteristics, and risk factors. *Radiology.* 2009; 251 (1): 250–259. DOI: 10.1148/radiol.2511080854.
 31. Bopparaju S., Varon J., Surani S. Pulmonary embolism with vertebral augmentation procedures. *Case Rep. Pulmonol.* 2013; 2013: 785307. DOI: 10.1155/2013/785307.
 32. Choe D.H., Marom E.M., Ahrar K. et al. Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate during percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty. *Am. J. Roentgenol.* 2004; 183 (4): 1097–1102. DOI: 10.2214/ajr.183.4.1831097.
 33. Venmans A., Lohle P.N., van Rooij W.J. et al. Frequency and outcome of pulmonary polymethylmethacrylate embolism during percutaneous vertebroplasty. *Am. J. Neuroradiol.* 2008; 29 (10): 1983–1985. DOI: 10.3174/ajnr.A1269.
 34. Trumm C.G., Pahl A., Helmberger T.K. et al. CT fluoroscopy-guided percutaneous vertebroplasty in spinal malignancy: technical results, PMMA leakages, and complications in 202 patients. *Skeletal. Radiol.* 2012; 41 (11): 1391–1400. DOI: 10.1007/s00256-012-1365-x.
 35. Habib N., Maniatis T., Ahmed S. et al. Cement pulmonary embolism after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: an overview. *Heart Lung.* 2012; 41 (5): 509–511. DOI: 10.1016/j.hrtlng.2012.02.008.
 36. Percutaneous vertebroplasty for treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures: an evidence-based analysis. *Ont. Health Technol. Assess. Ser.* 2010; 10 (19): 1–45.
 37. Wang L.J., Yang H.L., Shi Y.X. et al. Pulmonary cement embolism associated with percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty: a systematic review. *Orthop. Surg.* 2012; 4 (3): 182–189. DOI: 10.1111/j.1757-7861.2012.00193.x.
 38. Rothermich M.A., Buchowski J.M., Bumpass D.B., Patterson G.A. Pulmonary cement embolization after vertebroplasty requiring pulmonary wedge resection. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2014; 472 (5): 1652–1657. DOI: 10.1007/s11999-014-3506-0.
 39. Leitman D., Yu V., Cox C. Investigation of polymethylmethacrylate pulmonary embolism in patient ten years following vertebroplasty. *J. Radiol. Case Rep.* 2011; 5 (10): 14–21. DOI: 10.3941/jrcr.v5i10.815.
 40. Sinha N., Padegal V., Satyanarayana S., Santosh H.K. Pulmonary cement embolization after vertebroplasty, an uncommon presentation of pulmonary embolism: a case report and literature review. *Lung India.* 2015; 32 (6): 602–605. DOI: 10.4103/0970-2113.168119.
 41. Nooh A., Abduljabbar F.H., Abduljabbar A.H., Jarzem P. Pulmonary artery cement embolism after a vertebroplasty. *Case Rep. Orthop.* 2015; 2015: 582769. DOI: 10.1155/2015/582769.
 42. Duran C., Sirvanci M., Aydoğan M. et al. Pulmonary cement embolism: a complication of percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol.* 2007; 48 (8): 854–859. DOI: 10.1080/02841850701422153.
 43. Toru Ü., Coşkun T., Acat M. et al. Pulmonary cement embolism following percutaneous vertebroplasty. *Case Rep. Pulmonol.* 2014; 2014: 851573. DOI: 10.1155/2014/851573.

Поступила 26.02.19
Received February 26, 2019