



ЛЕГОЧНАЯ ЦЕМЕНТНАЯ ЭМБОЛИЯ ПРИ ПЕРКУТАННОЙ ВЕРТЕБРОПЛАСТИКЕ И ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ С УСТАНОВКОЙ ВИНТОВ НА КОСТНЫЙ ЦЕМЕНТ: ВОЗМОЖНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА

А.Е. Боков, С.Г. Млявух, А.Я. Алейник, М.В. Растеряева, М.А. Кутлаева

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр, Нижний Новгород

Цель исследования. Анализ случаев легочной цементной эмболии и определение возможных причин этого осложнения.

Материал и методы. Ретроспективно проанализирована гетерогенная группа из 49 пациентов, которым была назначена вертебропластика с целью восстановления опороспособности позвонков при патологических компрессионных переломах, обусловленных остеопорозом позвоночника, и при гемангиомах, а также как вспомогательный метод при выполнении транспедикулярной фиксации в условиях остеопороза. В раннем послеоперационном периоде или отсрочено пациентам выполняли КТ грудной клетки, регистрировали случаи цементной эмболии.

Результаты. Цементная легочная эмболия выявлена у 7 (14 %) пациентов, из них у двух — массивная эмболия. В одном случае причиной было избыточное введение цемента, во втором — аномальный анастомоз. У одного пациента по результатам веноспондилографии решено было не выполнять вертебропластику.

Заключение. Попытки максимального заполнения тела позвонка и неадекватная оценка объема интертрабекулярного пространства, а также дополнительные анастомозы между крупными кровеносными сосудами могут быть причиной клинически значимой массивной легочной эмболии. Веноспондилография, выполненная перед вертебропластикой, позволяет выявить особенности венозного оттока из тела позвонка, которые могут являться фактором риска цементной эмболии.

Ключевые слова: легочная цементная эмболия, вертебропластика, компьютерная томография, транспедикулярная фиксация.

PULMONARY CEMENT EMBOLISM AFTER PERCUTANEOUS VERTEBROPLASTY AND TRANSPEDICULAR SCREW FIXATION WITH BONE CEMENT: POTENTIAL RISK FACTORS

A.E. Bokov, S.G. Mlyavykh, A.Ya. Aleynik, M.V. Rasteryaeva, M.A. Kutlaeva

Objective. To analyze cases of pulmonary cement embolism and to determine possible causes of the complication.

Material and Methods. A heterogeneous group of 49 patients was retrospectively analyzed. Vertebroplasty was prescribed to the patients for restoration of vertebral support ability after osteoporotic compression fractures and hemangiomas, and as an auxiliary manipulation for transpedicular fixation of the osteoporotic spine. Thoracic computed tomography was performed and pulmonary cement embolism was revealed in the early or late postoperative periods.

Results. Pulmonary cement embolism was revealed in 7 (14 %) patients, two of them presented with massive pulmonary cement embolism. In one case it was caused by excessive injection of cement, and in the other - by anomalous anastomosis. In one case, the vertebroplasty was cancelled taking into account the results of venospondilography.

Conclusion. Attempts of maximum filling of the vertebral body and inadequate assessment of intertrabecular space volume, as well as anomalous anastomoses between the major blood vessels may cause clinically significant massive pulmonary embolism. Venospondylography performed before vertebroplasty may reveal the features of venous drainage of the vertebral body, which are the risk factors for massive cement embolism.

Key Words: pulmonary cement embolism, vertebroplasty, computed tomography, transpedicular fixation.

Для цитирования: Боков А.Е., Млявух С.Г., Алейник А.Я., Растеряева М.В., Кутлаева М.А. Легочная цементная эмболия при перкутанной вертебропластике и транспедикулярной фиксации с установкой винтов на костный цемент: возможные факторы риска // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 1. С. 67–71.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.67-71>.

Please cite this paper as: Bokov AE, Mlyavykh SG, Aleynik AY, Rasteryaeva MV, Kutlaeva MA. Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty and transpedicular screw fixation with bone cement: potential risk factors. Hir. Pozvonoc. 2016;13(1):67–71. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.1.67-71>.

Пункционная перкутанная вертебропластика впервые была выполнена в 1984 г. и в настоящее время широко применяется для лечения пациентов с патологическими переломами, доброкачественными и злокачественными новообразованиями позвоночника [3, 6, 10]. Вертебропластика также применяется как вспомогательный метод, если планируется выполнить стабилизирующее оперативное вмешательство при остеопорозе позвоночника. Одним из наиболее опасных осложнений пункционной вертебропластики является легочная цементная эмболия, которая в большинстве случаев остается асимптоматичной [3, 10, 11, 15]. Тем не менее описаны случаи, когда цементная эмболия сопровождалась инфарктом легкого, гиперкапнией, сердечной недостаточностью, что требовало хирургического вмешательства – эндоваскулярного удаления эмбола и даже сегментарной резекции легкого [5, 15].

В настоящее время доказано, что дренирование цемента в полую вену, непарную или полунепарную вену является достоверным фактором риска цементной эмболии, но этот предиктор можно оценить только ретроспективно, когда оперативное вмешательство уже выполнено [10]. Анатомия малого и большого кругов кровообращения в норме и патологии была детально изучена в середине XX в., описаны дополнительные анастомозы между большим и малым кругом кровообращения, венами сердца и основными венозными коллекторами большого круга кровообращения [12, 16]. На основании данных литературы можно предположить, что сосудистые аномалии могут быть дополнительными факторами риска цементной эмболии при выполнении вертебропластики.

Цель исследования – анализ случаев легочной цементной эмболии и определение возможных причин этого осложнения.

Материал и методы

Ретроспективно проанализирована гетерогенная группа из 49 пациентов.

Вертебропластику применяли с целью лечения основного заболевания и как вспомогательный метод при выполнении стабилизирующих операций на позвоночнике.

У 8 пациентов вертебропластика выполнена перед транспедикулярной фиксацией в связи с данными об остеопорозе, у 6 – для восстановления опороспособности позвонка в связи с выявленной гемангиомой, у 34 – в связи со стойким болевым синдромом, обусловленным низкоэнергетическим переломом позвонков вследствие остеопороза, у 1 – выполнена веноспондилография, по результатам которой хирург отказался от выполнения вертебропластики.

Средний возраст пациентов 65,69 лет (от 52 до 78 лет; среднеквадратичное отклонение 7,75). Среди пациентов было 36 (73 %) женщин и 13 (27 %) мужчин.

При выполнении исследования не вводили ограничений по применяемой технике вертебропластики, объему введенного цемента и уровню локализации патологии. Для выполнения оперативного вмешательства использовали один и тот же тип цемента повышенной вязкости на основе метилметакрилата. При выполнении операции применяли внутривенную седацию и местную анестезию. Во всех случаях вертебропластику выполняли под контролем флюороскопии. Применяли стандартную технику операции: транспедикулярно в переднюю треть позвонка вводили иглу, через которую проводили инъекцию костного цемента. Двухсторонний доступ использовали, если вертебропластика применялась как вспомогательный метод при выполнении транспедикулярной фиксации, во всех остальных случаях вмешательство выполняли из одностороннего доступа.

Непосредственно после оперативного вмешательства или в отсроченном периоде пациентам проводили КТ без контрастного усиления, регистрировали случаи с признаками цементной легочной эмболии. Цементные эмболы располагались в просвете легочных артерий, с соот-

ветствующим ветвлением по их ходу, их КТ-денситометрическая плотность составляла более 500 ед. Хаунсфилда.

Результаты

Цементная легочная эмболия выявлена у 7 (14 %) пациентов, причем в 5 случаях это осложнение было случайной находкой и не проявлялось клинически. В 2 случаях отмечена торакалгия и при выполнении КТ грудной клетки выявлена массивная цементная легочная эмболия (отмечалось вовлечение нескольких ветвей легочной артерии, цементные эмболы были множественными). Общим между этими случаями является то, что оперативные вмешательства выполнялись на уровне грудного отдела позвоночника. В одном случае наиболее вероятной причиной цементной эмболии являлось избыточное введение костного цемента. На рис. 1 очевидно, что практически все интертрабекулярное пространство позвонка заполнено костным цементом, избыток метилметакрила-



Рис. 1

Избыточное введение цемента по данным контрольной КТ

та дренировался в позвоночный канал и в сегментарные сосуды. В результате выявлена массивная легочная эмболия (рис. 2), цементный эмбол выявлен также в легочных артериях первого порядка (рис. 3).

Во втором случае вертебропластику выполняли для повышения опороспособности позвонков при транспедикулярной фиксации по поводу нестабильного компрессионного перелома Th₆ позвонка. Перед установкой фиксатора с целью увеличения опо-

роспособности на крайних уровнях фиксации была выполнена вертебропластика из бипедикулярного доступа. За время операции эпизодов острой сердечно-сосудистой недостаточности не было, гемодинамика оставалась стабильной. На рис. 4 представлена КТ-реконструкция окончательного результата оперативного вмешательства. На контрольных КТ выявлена массивная легочная эмболия (рис. 5), но особенностью этого случая является контрастирование цементом дополнительного анастомоза, шунтирующего кровь из полой вены через систему легочных вен (рис. 6).

Отдельно следует рассмотреть случай, когда на основании результатов веноспондилографии принято решение не выполнять вертебропластику.

Оперативное вмешательство планировалось в связи с данными о гемангиоме Th₇ позвонка с агрессивным ростом. Был осуществлен латеральный экстрапедикулярный доступ в тело позвонка, после чего введен контраст «Омпираке», на флюорограммах контрастировалась непарная вена, вены

сердца, венечный синус и анастомоз между непарной веной и системой коронарных вен (рис. 7). В связи с риском дренирования цемента по выявленному анастомозу и потенциальной высокой опасностью осложнения решено отказаться от выполнения операции.

Обсуждение

Легочная цементная эмболия является нередким осложнением при пункционной вертебропластике. По некоторым данным [10, 15], ее частота варьирует от 2,1 до 26,0 % выполненных оперативных вмешательств. В том числе описаны случаи цементной эмболии при выполнении транспедикулярной фиксации с установкой винтов на костный цемент [1]. Чаще всего легочная цементная эмболия асимптоматична. Тем не менее с распространением методики и увеличением количества ежегодно выполняемых оперативных вмешательств растет количество сообщений о клинически значимых осложнениях [10, 17]. Симптоматика может варьировать от дискомфорта в грудной клетке и диспноэ до острого дистресс-синдрома и инфаркта легких, кроме того, описаны случаи фатальной легочной эмболии [15]. Доказано, что эмболы метилметакрилата не тромбогенны, но могут вызвать перфорацию и тампонаду сердца [2, 3]. Небольшие цементные эмболы остаются инертными с течением времени, не вызывая значимой реакции окружающих тканей, в связи с чем не рекомендуется длительное наблюдение с выполнением контрольных КТ, если осложнение протекает асимптоматично [17]. Очевидно, что лишь массивная цементная эмболия представляет значительную опасность, и необходим анализ факторов, которые могут способствовать развитию этого осложнения.

Наши результаты демонстрируют, что неправильная оценка объема интратрабекулярного пространства позвонков может привести к избыточному введению цемента, который будет дренироваться по венобазиллярной системе в магистральные венозные коллекторы



Рис. 2

Массивная множественная цементная эмболия, выявленная на контрольных КТ



Рис. 3

Цементный эмбол в легочных артериях первого порядка



Рис. 4

КТ-реконструкция результата транспедикулярной фиксации с установкой винтов на костный цемент



Рис. 5

КТ-реконструкция массивной цементной легочной эмболии



Рис. 6

Контрастированный цемент венозный шунт между системой верхней полой вены и легочными артериями

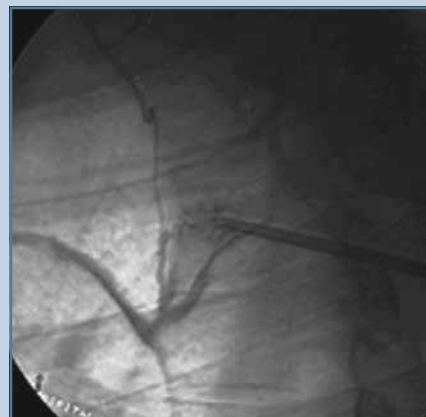


Рис. 7

Веноспондилография: контрастируется анастомоз между непарной веной и коронарными венами

по сегментарным венам. Следует помнить, что результат вертебропластики не дозависим [14]. При патологических переломах достаточно заполнения цементом 24–25 % интертрабекулярного пространства позвонка [14]. Иными словами, стремление к тотальному заполнению позвонка цементом не оправдано и сопряжено с повышенным риском осложнений.

Строение венозных коллекторов изучено в середине XX в., известно, что могут быть варианты нормы и аномалии, такие, как кавопультмональные шунты и дополнительные анастомозы между венозными стволами. Кроме того, при патологических состояниях, таких, как сердечная недостаточность, легочная гипертензия, могут быть активными дополнительные коллатерали между большим и малым кругами кровообращения [4,

7–9, 12, 16]. Эти дополнительные пути могут иметь значение при развитии цементной эмболии, что становится очевидным при анализе наших наблюдений: на контрольных КТ выявлен контрастированный цемент венозный шунт между большим и малым кругом кровообращения.

В настоящее время неоднозначно отношение хирургов к выполнению веноспондилографии перед вертебропластикой: часть исследователей считает, что это позволяет предсказать лишь четверть осложнений, связанных с дренированием цемента за пределы тела позвонка [13]. Тем не менее при введении контраста могут быть определены особенности венозного кровообращения: аномалии и дополнительные анастомозы. Таким образом, могут быть выявлены пациенты с повышенным риском развития

осложнения, что позволит принять профилактические меры.

Заключение

Цементная легочная эмболия является нередким осложнением вертебропластики, ее частота составляет до 14 % наблюдений. Попытки максимального заполнения тела позвонка и неадекватная оценка объема интертрабекулярного пространства, а также дополнительные анастомозы между крупными кровеносными сосудами могут быть причиной клинически значимой массивной легочной эмболии. Веноспондилография, выполненная перед вертебропластикой, позволяет выявить особенности венозного оттока из тела позвонка, которые могут являться фактором риска цементной эмболии.

Литература/References

1. Akinola B, Lutchman L, Barker P, Rai A. Pulmonary cement embolism during cement augmentation of pedicle screw fixation: a case report. *J Orthop Surg.* 2010;18:364–366.
2. Blinc A, Bozic M, Vengust R, Stegnar M. Methyl-methacrylate bone cement surface does not promote platelet aggregation or plasma coagulation in vitro. *Thromb Res.* 2004;114:179–184.
3. Cadeddu C, Nocco S, Secci E, Deidda M, Pirisi R, Mercurio G. Echocardiographic accidental finding of asymptomatic cardiac and pulmonary embolism caused by cement leakage after percutaneous vertebroplasty. *Eur J Echocardiogr.* 2009;10:590–592. DOI: 10.1093/ejehocard/jep030.
4. Calabresi P, Abelmann WH. Porto-caval and porto-pulmonary anastomoses in Laennec's cirrhosis and in heart failure. *J Clin Invest.* 1957;36:1257–1265. DOI: 10.1172/JCI103523.

5. **Cohen J, Lane T.** Right intra-atrial and ventricular polymethylmethacrylate embolus after balloon kyphoplasty. *Am J Med.* 2010;123:e5–e6. DOI: 10.1016/j.amjmed.2010.01.037.
6. **Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D.** [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie.* 1987;33:166–168. In French.
7. **Glenn WW.** Circulatory bypass of the right side of the heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery; report of clinical application. *N Engl J Med.* 1958;259:117–120.
8. **Hagans I, Markelov A, Makadia M.** Unique venocaval anomalies: case of duplicate superior vena cava and interrupted inferior vena cava. *J Radiol Case Rep.* 2014;8:20–26. DOI: 10.3941/jrcr.v8i1.1354.
9. **Kellman GM, Alpern MB, Sandler MA, Craig BM.** Computed tomography of vena caval anomalies with embryologic correlation. *Radiographics.* 1988;8:533–556.
10. **Kim YJ, Lee JW, Park KW, Yeom JS, Jeong HS, Park JM, Kang HS.** Pulmonary cement embolism after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: incidence, characteristics, and risk factors. *Radiology.* 2009;251:250–259. DOI: 10.1148/radio1.2511080854.
11. **Luetmer MT, Bartholmai BJ, Rad AE, Kallmes DF.** Asymptomatic and unrecognized cement pulmonary embolism commonly occurs with vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2011;32:654–657. DOI: 10.3174/ajnr.A2368.
12. **Marchand P, Gilroy JC, Wilson VH.** An anatomical study of the bronchial vascular system and its variations in disease. *Thorax.* 1950;5:207–221.
13. **Mehbod A, Aunoble S, Le Huec JC.** Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: prevention and treatment. *Eur Spine J.* 2003;12:S155–S162. DOI: 10.1007/s00586-003-0607-y.
14. **Nieuwenhuijse MJ, Bollen L, van Erkel AR, Dijkstra PD.** Optimal intravertebral cement volume in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine.* 2012;37:1747–1755. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318254871c.
15. **Rothermich MA, Buchowski JM, Bumpass DB, Patterson GA.** Pulmonary cement embolization after vertebroplasty requiring pulmonary wedge resection. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:1652–1657. DOI: 10.1007/s11999-014-35-06-0.
16. **Snellen HA, van Ingen HC, Hoefsmit EC.** Patterns of anomalous pulmonary venous drainage. *Circulation.* 1968;38:45–63. DOI: 10.1016/0735-1097(92)90064-T.
17. **Venmans A, Klazen CA, Lohle PN, van Rooij WJ, Verhaar HJ, de Vries J, Mali WP.** Percutaneous vertebroplasty and pulmonary cement embolism: results from VERTOS II. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010;31:1451–1453. DOI: 10.3174/ajnr.A2127.

Адрес для переписки:

Бокков Андрей Евгеньевич
603115, Нижний Новгород, Верхне-Волжская набережная, 18/1,
Приволжский федеральный медицинский исследовательский
центр,
nniito@rambler.ru

Address correspondence to:

Bokov Andrey Evgenievich
Privolzhsky Federal Research Center,
Verkhne-Volzhskaia Naberezhnaya, 18/1, Nizhny Novgorod, 603115,
Russia,
nniito@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 07.09.2015

Андрей Евгеньевич Бокков, канд. мед. наук, научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии; Сергей Геннадьевич Млявух, канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии; Александр Яковлевич Алейник, научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии; Марина Вячеславовна Растеряева, канд. мед. наук, врач-рентгенолог; Марина Александровна Кутлаева, врач-рентгенолог, Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр, Нижний Новгород.

Andrey Evgenievich Bokov, MD, PhD, researcher in the spinal pathology group; Sergey Gennadiyevich Mlyavukh, MD, PhD, head of neurosurgical department; Alexander Yakovlevich Aleynik, MD, PhD, researcher in the spinal pathology group; Marina Vyacheslavovna Rasteryaeva, MD, PhD, radiologist in roentgenological department; Marina Alexandrovna Kutlaeva, MD, radiologist in roentgenological department, Privolzhsky Federal Research Center, Nizhny Novgorod, Russia.