

Оригінальна стаття = Original article = Оригінальная статья

DOI: <https://doi.org/10.25305/unj.142087>**Екстракорпоральне поширення кісткового цементу при перкутанній кіфопластиці у пацієнтів з остеопоротичними компресійними переломами хребців**Лисенко С.М.¹, Ілюк Р.Ю.¹, Литвиненко А.Л.¹, Клименко О.В.^{2,4}, Ашихмін А.В.⁵, Возняк О.М.^{1,3}¹ Центр нейрохірургії, Клінічна лікарня "Феофанія", Київ, Україна² Центр болю, Клінічна лікарня "Феофанія", Київ, Україна³ Кафедра нейрохірургії, Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, Київ, Україна⁴ Кафедра неврології №1, Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, Київ, Україна⁵ Науково-дослідне відділення променевої діагностики, Національний інститут раку, Київ, УкраїнаНадійшла до редакції 12.09.2018
Прийнята до публікації 14.11.2018**Адреса для листування:**

Ілюк Роман Юрійович, Центр нейрохірургії, Клінічна лікарня "Феофанія", вул. Заболотного, 21, Київ, Україна, 03143, e-mail: roman.ilyuk@gmail.com

Мета: встановити частоту, особливості та клінічні вияви екстракорпорального поширення (ЕКП) кісткового цементу при кіфопластиці у пацієнтів з остеопоротичними компресійними переломами хребців.**Матеріали і методи.** Проведено ретроспективний аналіз даних 24 пацієнтів з остеопоротичними компресійними переломами хребців (19 жінок та 5 чоловіків віком від 57 до 82 років (середній вік – 71 рік)). Прооперовано 47 хребців. Оцінювали дані мультиспіральної комп'ютерної томографії та всіх доступних інтраскопічних обстежень. Сумнівні ознаки розцінювали на користь ЕКП. Виділяли два типи поширення кісткового цементу: по венозних сплетіннях та крізь дефекти кіркового шару хребців (кортикальні дефекти).**Результати.** ЕКП мало місце в 48,9% випадків. У одного пацієнта кістковий цемент виявлено в дрібних гілках легеневої артерії. Частота ЕКП у венозні сплетіння та крізь кортикальні дефекти була приблизно однаковою (27,6 та 31,9% випадків відповідно). Поєднане поширення виявлено у 4,2% випадків. Поширення в міжхребцеві диски (17%), імовірно, не призводить до остеопоротичних компресійних переломів суміжних хребців. Клінічні симптоми виявлено лише при поширенні в епідуральні та радикалярні вени (в 1 (25%) з 4 випадків) та в 1 випадку при ЕКП у хребтовий канал крізь кортикальні дефекти. Поширення в легеневі артерії (1 випадок) не супроводжувалося тромбоемболією легеневої артерії.**Висновки.** Проведення мультиспіральної комп'ютерної томографії після кіфопластики дає змогу чітко виявити не лише наявність, а й особливості ЕКП. Ускладнення ЕКП виникають переважно при потрапленні цементу в хребтовий канал або інтервертебральні венозні сплетіння, проте високим є потенційний ризик при потрапленні його в магістральні венозні судини. ЕКП не слід розглядати як самостійне ускладнення.**Ключові слова:** кіфопластика; остеопороз; екстравертебральне поширення; кістковий цемент

Український нейрохірургічний журнал. 2018;(4):38-44

Extravertebral cement leakage at percutaneous kyphoplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fracturesSergii M. Lysenko¹, Roman Y. Ilyuk¹, Andrii L. Lytvynenko¹, Oleksandr V. Klymenko^{2,4}, Andriy V. Ashykhmin⁵, Oleksandr M. Voznyak^{1,3}¹ Neurosurgery Center, Clinical Hospital "Feofaniya", Kyiv, Ukraine² Center of Pain, Clinical Hospital "Feofaniya", Kyiv, Ukraine³ Department of Neurosurgery, Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine⁴ Department of Neurology #1, Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine⁵ Research Department of Radiology, National Cancer Institute, Kyiv, UkraineReceived: 12 September 2018
Accepted: 14 November 2018**Address for correspondence:**

Roman Y. Ilyuk, Neurosurgery Center, Clinical Hospital "Feofaniya", Zabolotnoho st. 21, Kyiv, 03143, Ukraine; e-mail: roman.ilyuk@gmail.com

Objective. Investigation of the frequency, peculiarities and clinical signs of extravertebral cement leakage (ECL) during balloon kyphoplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF).**Material and methods.** A retrospective analysis of 24 patients with OVCF, aged 57 to 82 years (average 71 years old), 19 females and 5 males; 47 vertebral bodies treated. MSCT and all available intrascopic examinations data were evaluated. Doubtful signs were interpreted as ECL. Cement extravasations were divided for leakage into venous plexuses (VP) and through cortical bone defects (CBD).**Results.** ECL were found in 48.9% of cases; in one patient bone cement was determined in small branches of the pulmonary artery. The frequencies of ECL into the venous plexuses and through cortical defects were approximately the same (27.6 and 31.9%, respectively), combined distribution — 4.2%. Leakage into the intervertebral discs (17%) probably did not cause adjacent vertebral fractures. Clinical symptoms were detected only for cement distribution into the epidural and radicular veins (25%, 1 of 4 cases) and through CBD into the vertebral canal (1 case). Cement embolism of the pulmonary arteries (1 patient) were not accompanied by TEPA.

Copyright © 2018 Sergii M. Lysenko, Roman Y. Ilyuk, Andrii L. Lytvynenko, Oleksandr V. Klymenko, Andriy V. Ashykhmin, Oleksandr M. Voznyak

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Conclusions. MSCT after kyphoplasty provides precise identification of presence and the features of ECL. Complications of ECL occur predominantly when cement enters the vertebral canal or intervertebral venous plexuses, but there are potential high risks for cement distribution into major venous vessels. ECL itself should not be considered as a complication of kyphoplasty.

Key words: *kyphoplasty; osteoporosis; extravertebral cement leakage; bone cement*

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2018;(4):38-44

Экстракорпоральное распространение костного цемента при перкутанной кифопластике у пациентов с остеопоротическими компрессионными переломами позвонков

Лысенко С.Н.¹, Илюк Р.Ю.¹, Литвиненко А.Л.¹, Клименко А.В.^{2,4}, Ашихмин А.В.⁵, Возняк А.М.^{1,3}

¹ Центр нейрохирургии, Клиническая больница "Феофания", Киев, Украина

² Центр боли, Клиническая больница "Феофания", Киев, Украина

³ Кафедра нейрохирургии, Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, Киев, Украина

⁴ Кафедра неврологии № 1, Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика, Киев, Украина

⁵ Научно-исследовательское отделение лучевой диагностики, Национальный институт рака, Киев, Украина

Поступила в редакцию 12.09.2018
Принята к публикации 14.11.2018

Адрес для переписки:

Илюк Роман Юриевич, Центр нейрохирургии, Клиническая больница "Феофания", ул. Заболотного, 21, Киев, Украина, 03143, e-mail: roman.ilyuk@gmail.com

Цель: изучить частоту, особенности и клинические проявления экстракорпорального распространения (ЭКР) костного цемента при кифопластике у пациентов с остеопоротическими компрессионными переломами позвонков.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ данных 24 пациентов с остеопоротическими компрессионными переломами позвонков (19 женщин и 5 мужчин в возрасте от 57 до 82 лет (средний возраст – 71 год)). Прооперированы 47 позвонков. Оценивали данные мультиспиральной компьютерной томографии и всех доступных интраскопических обследований. Сомнительные признаки расценивали в пользу ЭКР. Выделяли два типа распространения костного цемента: по венозным сплетениям и через дефекты коркового слоя позвонков (кортикальные дефекты).

Результаты. ЭКР имело место в 48,9% случаев. У одного пациента костный цемент обнаружен в мелких ветвях легочной артерии. Частота ЭКР в венозные сплетения и через кортикальные дефекты были примерно одинаковой (27,6 и 31,9% случаев соответственно). Комбинированное распространение выявлено в 4,2% случаев. Распространение в межпозвоночные диски (17%), вероятно, не вызывало остеопоротические компрессионные переломы смежных позвонков. Клинические симптомы обнаружены только при распространении в эпидуральные и радикулярные вены (в 1 (25%) из 4 случаев) и в 1 случае при ЭКР в позвоночный канал через кортикальные дефекты. Распространение в легочные артерии (1 пациент) не сопровождалось тромбоэмболией легочной артерии.

Выводы. Проведение мультиспиральной компьютерной томографии после кифопластики позволяет четко выявлять не только наличие, но и особенности ЭКР. Осложнения ЭКР возникают преимущественно при попадании цемента в позвоночный канал или интервертебральные венозные сплетения, однако высоким является риск при попадании цемента в магистральные венозные сосуды. ЭКР не следует расценивать как самостоятельное осложнение кифопластики.

Ключевые слова: *кифопластика; остеопороз; экстравертебральное распространение; костный цемент.*

Украинский нейрохирургический журнал. 2018;(4):38-44

Вступ

З огляду на глобальні тенденції постаріння населення, остеопороз та зумовлені ним переломи є актуальною проблемою охорони здоров'я [1,2]. Дедалі більше пацієнтів страждають від остеопоротичних компресійних переломів хребців (ОКПХ), а методи укріплення ушкоджених хребців із застосуванням кісткових цементів залишаються основним підходом для усунення стійкого більшого синдрому при ОКПХ, що зумовило широке поширення вертебропластики, кифопластики, лордопластики та інших модифікацій, які останнім часом об'єднують у групу цементопластик. Однією з основних подій як при вертебропластиці, так

і при кифопластиці є екстравертебральне поширення кісткового цементу. В перших дослідженнях вертебропластики вказувалося на низьку загальну частоту (до 11%) випадків екстракорпорального поширення (ЕКП) кісткового цементу [3,4]. При застосуванні мультиспиральної комп'ютерної томографії (МСКТ) для післяопераційного контролю в рандомізованих дослідженнях VERTOS [5] з'ясувалося, що частота ЕКП цементу була набагато більшою і становила 80%. За даними інших авторів [6,7], – 68 та 81% відповідно. При кифопластиці частота виявлення ЕКП становила, за різними повідомленнями, від 4,8 до 39,0% [8]. Taylor і співавт. [9] зазначали, що частота екстрава-

Стаття містить рисунки, які відображаються в друкованій версії у відтінках сірого, в електронній – у кольорі.

зації цементу була значно вищою при вертебропластиці (40%) порівняно з кіфопластикою (8%), Hulme і співавт. [10] отримали схожі дані (41 і 9%). Подібні співвідношення описували Wang [11], Sebaaly [12], Gu [13] та Buchbinder [14].

Semaan і співавт. [8] після проведеної кіфопластики виявили екстравазацію кісткового цементу в 30% випадків (усього прооперовано 228 хребців). Незважаючи на те, що частота клінічно значущих виявів ЕКП цементу є набагато нижчою, проте ризик розвитку мієлопатії, радикулопатії та емболії легеневих артерій цементом зумовлюють актуальність проблеми та необхідність дослідження причин і способів запобігання цим ускладненням.

Мета: встановити частоту, особливості та клінічні вияви екстракорпорального поширення кісткового цементу при кіфопластиці у пацієнтів з остеопоротичними компресійними переломами хребців.

Матеріали і методи

Проведено ретроспективний аналіз даних 24 пацієнтів (19 жінок та 5 чоловіків) з гострими остеопоротичними компресійними переломами хребців (A1 за AOSpine) [15, 16], яким виконано кіфопластику в період з 2012 до 2016 р. у Центрі нейрохірургії КЛ "Феофанія". Вік пацієнтів складав від 57 до 82 років (середній вік – 71 рік)

Показаннями до проведення кіфопластики був стійкий, зумовлений переломом, больовий синдром, резистентний до консервативних методів лікування. Всім пацієнтам рекомендували обмеження рухового режиму, призначали анальгетики, у більшості пацієнтів застосовували ортези. Можливість хірургічного втручання розглядали у разі неефективності консервативного лікування через 2-3 тиж після травми або виникнення больового синдрому. В 11 пацієнтів втручання проводили на одному рівні, у 6 – на двох рівнях, ще у 6 – на трьох рівнях, в 1 – на семи рівнях (проведено 2 оперативних втручання, первинно прооперовано 5, у подальшому ще 2 рівні). Усього прооперовано 47 хребців (Рис. 1).

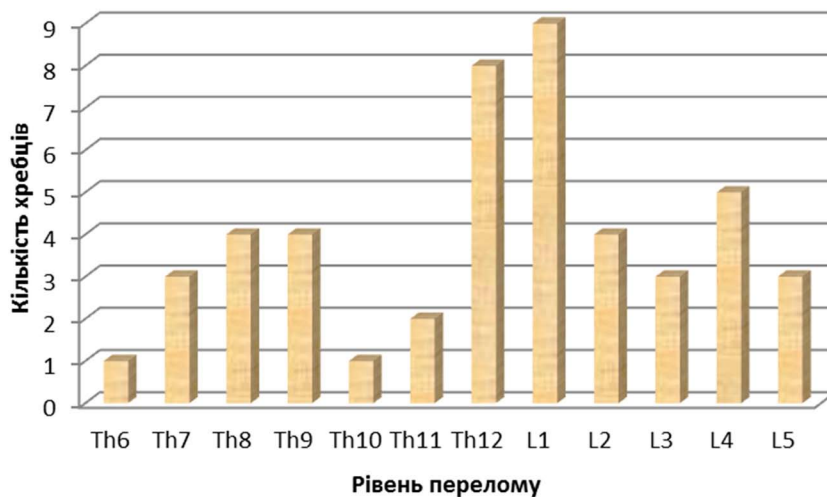


Рис. 1. Розподіл прооперованих хребців залежно від рівня перелому

Усім пацієнтам наступного дня після втручання згідно з внутрішньолікарняним протоколом проводили МСКТ прооперованих та суміжних хребців і рентгенографію ураженого відділу хребта. Ретроспективну оцінку всіх інтраскопічних даних здійснював незалежний рентгенолог. Сумнівні ознаки ЕКП розцінювали на користь такого поширення.

Методика кіфопластики. Втручання проводили під загальним знеболюванням або місцевою анестезією із седацією. Всі втручання виконано із застосуванням одноплосинного рентгенівського контролю (Radionics Vision Vista та Siemens Arcadis Varic C-Arm) з флюорографією під час введення троакарів і балонів та з флюороскопічним контролем етапів роздування балонів і введення цементу. В усіх пацієнтів використано систему Kyphon (Medtronic) та кістковий цемент з високою в'язкістю. Втручання проводили двобічним транспедикулярним (45 хребців, 95,8%, та одностороннім (2 рівні, 4,2%) доступом. При виявленні мінімальних ознак ЕКП цементу введення останнього призупиняли і/або припиняли.

Ми виділили два основних типи ЕКП цементу: по венозних судинах та крізь дефекти кіркового шару хребця (кортикальні дефекти (КД)). При поширенні у венозні судини ми класифікували витікання цементу в переднє зовнішнє венозне сплетіння, базивертебральні вени, переднє внутрішнє венозне сплетіння, корінцеві вени, сегментарні вени, порожнисту вену/vv. (*hemi*)*azigos* [5]. До останньої групи ми відносили потрапляння цементу в гілки легеневих артерій (Рис. 2).

При поширенні крізь КД, спричинені або переломами або хірургічними маніпуляціями, виділяли витікання цементу в паравертебральні м'які тканини допереду від тіла хребця, паравертебрально латерально, зокрема в *m. Iliopsoas*, паравертебрально дозаду від хребтового стовпа – в *m. erector spinae*, переважно крізь точку входу в проекції кореня дужки, вертикально – в суміжні міжхребцеві диски, а також у хребтовий канал (Рис. 3).

Усі патерни ЕКП кісткового цементу оцінювали для кожного прооперованого хребця окремо, окрім поширення у vv. (*hemi*)*azygos* та гілки легеневої

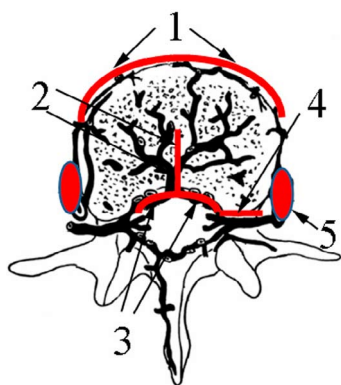


Рис. 2. Патерни екстракорпорального поширення кісткового цементу по венозних судинах:
1 – переднє зовнішнє венозне сплетення;
2 – базивертебральні вени; 3 – переднє внутрішнє венозне сплетення; 4 – корінцеві вени;
5 – сегментарні вени. Модифікована за Théron [17]

артерії, при якому верифікація окремого хребця у разі багаторівневих втручань можлива не в усіх пацієнтів.

Результати та їх обговорення

Проаналізовано всі післяопераційні МСКТ та рентгенограми на рівні уражених хребців. Також проведено аналіз усіх інших інтраскопічних обстежень (МСКТ, магнітно-резонансна томографія, рентгенографія органів грудної клітки, позитронно-емісійна комп'ютерна томографія), проведених або як рутинні щорічні обстеження, або з метою діагностики інших захворювань у пацієнтів, котрим виконали кіфопластику.

Ознаки ЕКП кісткового цементу виявлено у 15 з 24 пацієнтів, або на 23 із 47 прооперованих рівнів (48,9%). На 13 (27,6%) прооперованих рівнях визначено ЕКП у венозні судини, на 15 рівнях (31,9%) – ЕКП крізь КД, на 3 (6,4%) – поширення як крізь КД, так і в венозні сплетіння, на 2 (4,3%) – поширення крізь КД більше ніж в одному напрямку.

Поширення в переднє зовнішнє венозне сплетіння виявлене на 6 (12,7%) прооперованих рівнях, у базивертебральні вени – на 1 (2,1%) рівні, в переднє внутрішнє венозне сплетіння (передні епідуральні вени) – на 2 (4,2%) рівнях, у корінцеві вени – на 2 (4,2%) рівнях, у сегментарні вени – на 1 (2,1%) рівні. В 1 (2,1%) пацієнта кістковий цемент спостерігали в гілках легеневої артерії. Клінічних виявів при витіканні цементу в переднє зовнішнє венозне сплетіння, базивертебральні та сегментарні вени, а також при емболії гілок легеневої артерії не відзначено. В одному з двох випадків поширення поліметилметакрилату в корінцеві вени та 1 випадку витікання цементу в епідуральні вени спостерігали розвиток радикулопатичного болювого синдрому.

При витіканні поліметилметакрилату крізь КД кістковий цемент виявлено в паравертебральних м'яких тканинах допереду від тіла хребця на 1 (2,1%) рівні, латерально від тіла хребця – на 3 (6,4%) рівнях, серед них у *m. iliopsoas* – на 1 (2,1%) рівні, в хребтовому каналі – на 1 (2,1%) рівні, в *m. erector spinae* крізь точ-

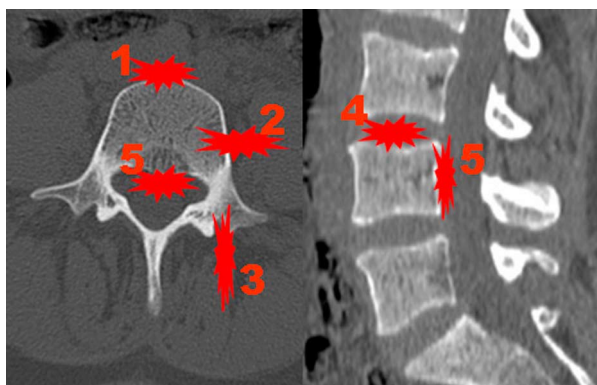


Рис. 3. Патерни екстракорпорального поширення кісткового цементу крізь дефекти кіркового шару хребця: 1 – паравертебральні м'які тканини допереду від тіла хребця; 2 – паравертебральні м'які тканини латерально від тіла хребця; 3 – паравертебральні м'які тканини дозаду від хребтового стовпа; 4 – поширення в міжхребцеві диски; 5 – поширення в хребтовий канал

ку входу – на 2 (4,2%) рівнях, у міжхребцевих дисках – на 8 (17,0%) рівнях. Чіткі дефекти тіл хребців (окрім точок входу) без екстравертебрального поширення цементу виявлено на 5 рівнях. Клінічних виявів при витіканні цементу допереду, латерально та дозаду від тіла хребця не спостерігали. В обох випадках поширення кісткового цементу в хребтовий канал у післяопераційний період розвинувся радикулопатичний синдром, у одної пацієнтки – стійкий у вигляді легкого периферичного парезу. В іншому випадку радикулярний болювий синдром регресував упродовж 3 тиж на тлі медикаментозного лікування.

Екстракорпоральне поширення кісткового цементу при кіфопластиці є частим явищем. При детальному аналізі післяопераційних комп'ютерних томограм ми виявили ЕКП на 48,9% прооперованих рівнів. У 1 пацієнта кістковий цемент спостерігали в гілках легеневої артерії, що підтверджує опубліковані дані. Загальна частота ЕКП цементу залежить зокрема від методу інтраскопічної візуалізації. Оскільки ми вивчали загальну частоту ЕКП, для виявлення витікання використовували МСКТ, інформативність якої для поставлених завдань є найвищою [5,18]. У нашому закладі МСКТ проводять усім пацієнтам після кіфопластики рутинно згідно з вимогами внутрішнього клінічного протоколу.

Після кіфопластики з приводу ОКПХ частота ЕКП кісткового цементу у венозні сплетіння та крізь КД була приблизно однаковою (27,6 та 31,9% відповідно), Поєднане поширення траплялося рідко (в 6,4% випадків). Інші дослідники зазвичай визначали ЕКП лише в одному напрямку – або по венозних судинах, або частіше за локалізацією екстравертебральної порції кісткового цементу. Останній спосіб є максимально простим для практичного застосування, проте нівелює ризик емболії гілок легеневої артерії, наявний при будь-якому поширенні кісткового цементу по венозному руслу.

Найчастішим напрямком поширення кісткового цементу по венозних судинах було переднє зовнішнє паравертебральне сплетіння, при цьому ризик ускладнень за рахунок локального впливу кісткового цементу невеликий, хоча є мінімальний ризик по-

ширення поліметилметакрилату в легеневі артерії. На нашу думку, це зумовлено низькою об'ємною швидкістю кровотоку в передніх паравертебральних венах. Поширення цементу в сегментарні, висхідні поперекові вени та у *v. (hemi)azigos*, з огляду на значно вищу об'ємну швидкість кровотоку, може асоціюватися зі значно вищим ризиком емболії легеневих артерій, проте в наших спостереженнях не виявлено такої кореляції.

При поширенні в інтравертебральні венозні сплетення (4 спостереження) клінічні вияви у вигляді нетривалого корінцевого нейропатичного болю мали місце в 1 (25%) випадку поширення в корінцеві венозні сплетення, що потребувало додаткового нетривалого призначення карбамазепіну. Біль регресував повністю впродовж 2 тиж.

Емболія легеневих артерій кістковим цементом і тромбоемболія легеневих артерій (ТЕЛА) є найтяжчими ускладненнями перкутанних цементопластик і можуть призвести до фатального наслідку.

Серед наших спостережень в одному випадку мала місце тромбоемболія гілок лівої легеневої артерії через 2 дні після втручання. У пацієнта з тяжким остеопорозом виконали кіфопластику на 2 рівнях, ввели по 4,5 мл поліметилметакрилату. Відзначено поширення кісткового цементу в міжхребцеві диски на 2 рівнях, проте жодних ознак поширення в легеневі артерії або паравертебральні вени не виявлено. Ймовірно, ТЕЛА була наслідком соматичних захворювань, а не ЕКП кісткового цементу, хоча деякі автори описували серед можливих причин ТЕЛА жирову емболію та емболію червоним кістковим мозком [19]. Ще в 1 пацієнта виявлено ознаки поширення кісткового цементу в гілки легеневих артерій після кіфопластики на 1 рівні. На рівні втручання виявлене лише незначне затікання кісткового цементу в міжхребцевий диск без ознак поширення в паравертебральні вени. Клінічних ознак емболії легеневих артерій не спостерігали. Кількість цих спостережень є недостатньою для узагальнюючих висновків, проте може свідчити про важливість урахування величини об'ємного венозного кровотоку та венозного тиску в паравертебральних сплетіннях при проведенні кіфопластики, а також про важливість введення кісткового цементу під постійним флюороскопічним контролем для своєчасного виявлення мінімальних ознак екстравертебрального поширення.

При аналізі поширення кісткового цементу крізь КД встановлено, що найчастіше мало місце витікання вздовж осі хребта (в міжхребцеві диски) – 17,0% випадків. В 1 (2,1%) спостереженні виявлено дорзальне поширення цементу в хребтовий канал. Високу частоту поширення в міжхребцеві диски можна пояснити наявністю переломів замикальних пластин практично в усіх випадках гострих компресійних переломів хребців. Вважають, що поширення кісткового цементу в міжхребцеві диски може спричинити переломи суміжних хребців [20].

В 1 пацієнтки з тяжким перебігом остеопорозу, багаторівневою кіфопластикою та поширенням кісткового цементу в міжхребцеві диски через 5 тиж після операції повторно виник біль у спині. Виявлено два гострих компресійних переломи хребців, один з

яких був суміжним із диском, в який поширився кістковий цемент. На обох рівнях проведено повторну кіфопластику. Візначено задовільний регрес болювого синдрому.

В 4 випадках поширення кісткового цементу в суміжні міжхребцеві диски інтраскопічні обстеження проведено через 2 роки і більше, проте формування компресійних переломів суміжних хребців у цих пацієнтів не виявили. На нашу думку, переломи суміжних хребців, імовірно, можуть бути зумовлені тяжкістю остеопорозу або іншими патологічними чинниками, а не проведенням цементопластики або екстравертебральним поширенням кісткового цементу в диск.

Інтравертебральне поширення кісткового цементу крізь КД, яке спостерігали в 1 пацієнта, виявлялося полірадикулопатичним синдромом, який, незважаючи на медикаментозне лікування, залишився стійким. У всіх випадках переднє та латеральне поширення кісткового цементу було безсимптомним, хоча описано випадки флексопатії при потрапленні поліметилметакрилату в *m. iliopsoas* та болювого синдрому при поширенні цементу по пункційному каналу в м'яких тканинах.

У 5 випадках за наявності верифікованих КД (25% від усіх дефектів кіркового шару хребця) ЕКП цементу не спостерігали. На нашу думку, це є наслідком ущільнення губчастої речовини хребця при роздуванні балона та введення кісткового цементу високої в'язкості під низьким тиском.

Клінічні вияви при поширенні цементу в хребтовий канал крізь венозні судини спостерігали рідше (25%). Вони були менш стійкими, ніж при витіканні крізь КД (100%). На нашу думку, це зумовлено значно тіснішим контактом між поліметилметакрилатом і твердою мозковою оболонкою корінців та спинного мозку, а отже, вищим ризиком локальних неврологічних ускладнень унаслідок як компресії, так і прямого термічного/токсичного впливу на нервові структури.

При вивченні особливостей ЕКП кісткового цементу можна припустити, що потраплення поліметилметакрилату у венозне русло залежить переважно від чинників кровотоку та особливостей венозного русла, а витікання крізь дефекти можна прогнозувати при плануванні втручання та звести до мінімуму при уникненні ятрогенних пошкоджень кіркового шару хребця. Проаналізувавши перші та останні 10 прооперованих хребців ми виявили, що загальна частота витікання цементу була дещо вищою серед останніх (30% против 40%), проте серед перших виявлено випадок поширення в хребтовий канал, а серед останніх превалювали незначні затікання крізь лінії переломів у міжхребцеві диски. Загальна частота та патерни поширення по венозних судинах у цих двох підгрупах практично не відрізнялися.

Для запобігання ЕКП запропоновано велику кількість способів: проведення флебографії перед введенням кісткового цементу [21], використання методики "ячної шкаралупи" [22], проведення штучної вентиляції з позитивним тиском у кінці видиху під час введення кісткового цементу [23], переривчасте введення кісткового цементу [24] тощо. Кожний з методів має практичну та історичну цінність.

Щодо проведення інтраопераційної флебографії перед введенням кісткового цементу, то, за даними різних дослідників, цей первинно перспективний

метод запобігання потраплянню кісткового цементу у венозне русло не виправдав сподівань при кіфопластиці із застосуванням кісткових цементів з високою в'язкістю, тому нами не використовувався. Основними аргументами проти застосування флебографії були істотна різниця у в'язкості крові та кісткового цементу, в тиску у венах та при введенні кісткового цементу, ризик алергічних реакцій та інших побічних ефектів через застосування йодовмісних контрастних речовин, тривале утримання йодовмісного контрасту в тілі хребця і, як наслідок, погіршення візуалізації розподілу кісткового цементу при його введенні. Останній аргумент був найважливішим для нас, оскільки свідчив про підвищення ризику ЕКП при цементопластиках після флебографії.

Дотримання всіх технічних нюансів кіфопластики, а саме коректне розташування балона в тілі хребця, застосування цементів з високою в'язкістю, контрольоване введення кісткового цементу та обмеження об'єму введеного цементу зменшує ризик ЕКП кісткового цементу [25].

Незважаючи на високу частоту ЕКП (48,9%), клінічно значущі ускладнення виникли лише у 2 пацієнтів. Більшість (66%) були зумовлені поширенням кісткового цементу в хребтовий канал, як по венозних сплетеннях, так і кризь КД. В одному випадку ТЕЛА, ймовірно, була наслідком загальносоматичної патології, а не кіфопластики.

Висновки

1. Проведення мультиспіральної комп'ютерної томографії пацієнтам з остеопоротичними компресійними переломами хребців після перкутанної кіфопластики дає змогу чітко виявити не лише наявність, а і особливості екстракорпорального поширення кісткового цементу.

2. Незважаючи на високу частоту екстракорпорального поширення, проведення кіфопластики є безпечним методом укріплення хребців при симптоматичних остеопоротичних компресійних переломах.

3. Ускладнення екстракорпорального поширення кісткового цементу виникають переважно при його потраплянні в хребтовий канал або магістральні венозні судини.

3. Екстракорпоральне поширення кісткового цементу не слід розглядати як самостійне ускладнення кіфопластики, оскільки частота його виявлення залежить від вибору інтраскопічних методів, воно рідко спричиняє клінічну симптоматику і не знижує ефективність процедури.

Розкриття інформації

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Етичні норми

Всі процедури, виконані учасникам в ході дослідження, відповідають етичним стандартам інституційного і національного комітетів з етики та Гельсінської декларації 1964 року і її пізнішим поправкам або аналогічним етичним стандартам.

Інформована згода

Інформована згода отримана від кожного з учасників, включених до дослідження.

References

1. Acaroğlu E, Nordin M, Randhawa K, Chou R, Côté P, Mmpelwa T, Haldeman S. The Global Spine Care Initiative: a summary of guidelines on invasive interventions for the management of persistent and disabling spinal pain in low- and middle-income communities. *Eur Spine J*. 2018 Sep;27(Suppl 6):870-878. doi:10.1007/s00586-017-5392-0. PubMed PMID: 29322309.
2. Schupfner R, Stoevelaar HJ, Blattert T, Fagan D, Franssen P, Marcia S, Schils F, Siddiqi MA, Anselmetti GC. Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: Applicability of Appropriateness Criteria in Clinical Practice. *Pain Physician*. 2016 Jan;19(1):E113-20. PubMed PMID: 26752479. <http://www.painphysicianjournal.com/current/pdf?article=MjQ4OA%3D%3D&journal=93>
3. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997 Nov-Dec;18(10):1897-904. PubMed PMID: 9403451 <http://www.ajnr.org/content/ajnr/18/10/1897.full.pdf>
4. Cotten A, Boutry N, Cortet B, Assaker R, Demondion X, Leblond D, Chastanet P, Duquesnoy B, Deramond H. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics*. 1998 Mar-Apr;18(2):311-20; discussion 320-3. doi: 10.1148/radiographics.18.2.9536480. PubMed PMID: 9536480.
5. Venmans A, Klazen CA, van Rooij WJ, de Vries J, Mali WP, Lohle PN. Postprocedural CT for perivertebral cement leakage in percutaneous vertebroplasty is not necessary--results from VERTOS II. *Neuroradiology*. 2011 Jan;53(1):19-22. doi: 10.1007/s00234-010-0705-6. PubMed PMID: 20442991; PubMed Central PMCID: PMC3016147.
6. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS, Kang JW. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 2003 Jan;85(1):83-9. doi: 10.1302/0301-620X.85B1.13026. PubMed PMID: 12585583.
7. Schmidt R, Cakir B, Mattes T, Wegener M, Puhl W, Richter M. Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *Eur Spine J*. 2005 Jun;14(5):466-73. doi: 10.1007/s00586-004-0839-5. PubMed PMID: 15690210; PubMed Central PMCID: PMC3454665
8. Semaan H, Obri T, Bazerbashi M, Paull D, Liu X, Sarrouj M, Elgafy H. Clinical outcome and subsequent sequelae of cement extravasation after percutaneous kyphoplasty and vertebroplasty: a comparative review. *Acta Radiol*. 2018 Jul;59(7):861-868. doi: 10.1177/0284185117732599. PubMed PMID: 28952779.
9. Taylor RS, Taylor RJ, Fritzell P. Balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures: a comparative systematic review of efficacy and safety. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Nov 1;31(23):2747-55. doi: 10.1097/01.brs.0000244639.71656.7d. PubMed PMID: 17077747.
10. Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Aug 1;31(17):1983-2001. doi: 10.1097/01.brs.0000229254.89952.6b.. PubMed PMID: 16924218
11. Buch CH, Ma JZ, Zhang CC, Nie L. Comparison of high-viscosity cement vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Pain Physician*. 2015 Mar-Apr;18(2):E187-94. PubMed PMID: 25794218.
12. Sebaaly A, Rizkallah M, Bachour F, Atallah F, Moreau PE, Maalouf G. Percutaneous cement augmentation for osteoporotic vertebral fractures. *EFORT Open Rev*. 2017 Jun 22;2(6):293-299. doi: 10.1302/2058-5241.2.160057. eCollection 2017 Jun. PubMed PMID: 28736621; PubMed Central PMCID: PMC5508856.
13. Gu CN, Brinjikji W, Evans AJ, Murad MH, Kallmes DF. Outcomes of vertebroplasty compared with kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg*. 2016 Jun;8(6):636-42. doi: 10.1136/neurintsurg-2015-011714. PubMed PMID: 25964376.
14. Buchbinder R, Johnston RV, Rischin KJ, Homik J, Jones CA, Golmohammadi K, Kallmes DF. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Nov 6;11:CD006349. doi: 10.1002/14651858.CD006349.pub4. PubMed PMID:

- 30399208.
15. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al.; AOSpine Spinal Cord Injury & Trauma Knowledge Forum. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 Nov 1;38(23):2028-37. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182a8a381. PubMed PMID: 23970107.
 16. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, Oner C. AOSpine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar). *J Orthop Trauma*. 2017 Sep;31 Suppl 4:S14-S23. doi: 10.1097/BOT.0000000000000947. PubMed PMID: 28816871.
 17. Théron J, Moet J. *Spinal Phlebography: Lumbar and Cervical Techniques*. Berlin: Springer-Verlag; 1978. 168 p.
 18. Palm HG, Riesner HJ, Lang P, Haentzsch M, Friemert B, Hackenbroch C. Diagnostic Accuracy of Fluoroscopy, Radiography, and Computed tomography in Detecting Cement Leakage in Kyphoplasty. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2018 Nov;79(6):502-510. doi: 10.1055/s-0038-1641734. PubMed PMID:29734460.
 19. Takahashi S, Kitagawa H, Ishii T. Intraoperative pulmonary embolism during spinal instrumentation surgery. A prospective study using transoesophageal echocardiography. *J Bone Joint Surg Br*. 2003 Jan;85(1):90-4. doi: 10.1302/0301-620X.85B1.13172. PubMed PMID: 12585584.
 20. Jamjoom B, Patel S, Bommireddy R, Klezl Z. Impact of the quantity of intradiscal cement leak on the progression of intervertebral disc degeneration. *Ann R Coll Surg Engl*. 2017 Sep;99(7):529-533. doi: 10.1308/rcsann.2017.0083. PubMed PMID: 28853606; PubMed Central PMCID: PMC5697037.
 21. Gaughen JR Jr, Jensen ME, Schweickert PA, Kaufmann TJ, Marx WF, Kallmes DF. Relevance of antecedent venography in percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic compression fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2002 Apr;23(4):594-600. PubMed PMID: 11950650. <http://www.ajnr.org/content/ajnr/23/4/594.full.pdf>
 22. Greene DL, Isaac R, Neuwirth M, Bitan FD. The eggshell technique for prevention of cement leakage during kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2007 May; 20(3):229-32. doi: 10.1097/01.bsd.0000211276.76024.3. PubMed PMID: 17473643.
 23. Elnamany H. Percutaneous vertebroplasty: a new serial injection technique to minimize cement leak. *Asian Spine J*. 2015 Dec;9(6):855-62. doi:10.4184/asj.2015.9.6.855. PubMed PMID: 26713116; PubMed Central PMCID: PMC4686389.
 24. Gonschorek O, Hauck S, Weiß T, Bühren V. Percutaneous vertebral augmentation in fragility fractures-indications and limitations. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2017 Feb;43(1):9-17. doi: 10.1007/s00068-016-0753-7. PubMed PMID: 28101655.
 25. Xiao H, Yang J, Feng X, Chen P, Li Y, Huang C, Liang Y, Chen H. Comparing complications of vertebroplasty and kyphoplasty for treating osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis of the randomized and non-randomized controlled studies. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2015 Jul;25 Suppl 1:S77-85. doi: 10.1007/s00590-014-1502-4. PubMed PMID: 24989933.

Коментар

*М.В. Хижняк, д. мед. н., проф.
завідувач відділення малоінвазивної
та лазерної спінальної нейрохірургії
Інституту нейрохірургії
ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України*

Стаття присвячена аналізу власних результатів хірургічного лікування хворих з компресійними переломами тіл хребців на тлі критичного остеопорозу хребта методом пункційної кіфопластики. Актуальність проблеми є безсумнівною та зумовлена зростанням кількості пацієнтів, які страждають від остеопоротичних компресійних переломів хребців (ОКПХ). Пошуки оптимального вирішення цієї проблеми сприяли появі наприкінці минулого століття

малоінвазивних хірургічних технологій. Зокрема у 1984 р. впроваджено методику пункційної вертебропластики, а у 1998 р. запропоновано методику кіфопластики. Ці методики є досить ефективними і дають змогу отримати в середньому у 90% пацієнтів клінічний ефект, переважно за рахунок зниження або повного регресу больового синдрому. Однак зазначені методики можуть супроводжуватися певними ризиками та ускладненнями при їх виконанні. Найчастішими ускладненнями є поширення кісткового цементу по венозних судинах та крізь дефекти кіркового шару хребця. В літературі описано також інші рідкісні ускладнення (пневмоторакс, переломи ребер, епідуральні гематоми, мієлорадикулопатії, емболії легеневих артерій кістковим цементом і тромбоемболія легеневих артерій, останні можуть призвести до фатального наслідку). На відміну від пункційної вертебропластики більшість авторів вважають кіфопластику надійнішим та безпечнішим методом хірургічного лікування компресійних переломів хребців. Це цілком логічно з огляду на особливості хірургічної техніки (1).

У сучасній літературі є різне трактування поширення кісткового цементу за межі тіла хребця з урахуванням наявності або відсутності клінічних виявів. Однак правильний відбір хворих, застосування вдосконаленої техніки та сучасних кісткових цементів з високою в'язкістю дають змогу значно поліпшити результати хірургічного лікування хворих з остеопоротичними компресійними переломами хребців. Аналіз зарубіжних літературних джерел за останні роки виявив, що частота ускладнень або небажаних результатів у вигляді екстравертебрального поширення кісткового цементу після виконання пункційної кіфопластики або вертебропластики становить 5–10% (2).

Авторами статті ознаки так званого екстравертебрального поширення кісткового цементу були виявлені у 15 з 24 пацієнтів, або на 23 (48,9%) із 47 прооперованих рівнях. На 13 (27,6%) прооперованих рівнях виявлене екстракорпоральне поширення у венозні судини, на 15 (31,9%) рівнях – поширення крізь дефекти кіркового шару хребців, на 3 (6,4%) рівнях – поширення як у венозні сплетіння, так і крізь дефекти кіркового шару. Загалом це не 23, а 31 (65,9%) рівень. Автори зазначають, що екстракорпоральне поширення кісткового цементу при кіфопластичі є частим явищем, що на сучасному етапі не відповідає дійсності. Висновки, окрім першого, з урахуванням отриманих авторами результатів також є суперечливими, тому що автори вказують на клінічно значущі ускладнення, які виникли у 2 пацієнтів, а це 8,3% від загальної кількості прооперованих пацієнтів.

Хоча представлена стаття присвячена актуальній проблемі малоінвазивного хірургічного лікування хворих з патологією хребта, отримані авторами результати та їх пояснення, на мою думку, є непереконаливими щодо практичної цінності роботи.

References

1. Gu CN, Brinjikji W, Evans AJ, Murad MH, Kallmes DF. Outcomes of vertebroplasty compared with kyphoplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg*. 2016 Jun;8(6):636-42. doi: 10.1136/neurintsurg-2015-011714. PubMed PMID: 25964376.
2. Hu KZ, Chen SC, Xu L. Comparison of percutaneous balloon dilation kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in treatment for thoracolumbar vertebral compression fractures. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018 Jul;22(1 Suppl):96-102. doi: 10.26355/eurrev_201807_15370. PubMed PMID: 30004560.