

## ХІРУРГІЧНА ТЕХНІКА ПЕРКУТАННОЇ БАЛОННОЇ КІФОПЛАСТИКИ

Лисенко С.М., Ілюк Р.Ю., Литвиненко А.Л., Возняк О.М.

Центр загальної нейрохірургії, Клінічна лікарня "Феофанія" ДУС, Київ, Україна

### Surgical Technics of Percutaneous Balloon Kyphoplasty

S.M. Lysenko, R.Yu. Ilyuk, A.L. Lytvynenko, O.M. Voznyak

Center of General Neurosurgery, Clinical Hospital "Feofania", Kiev, Ukraine

Received: November 11, 2015

Accepted: November 23, 2015

#### Адреса для кореспонденції:

Центр загальної нейрохірургії  
Клінічна лікарня "Феофанія"  
вул. Заболотного 21, Київ, 03680, Україна  
тел.: +38-067-995-95-94  
e-mail: roman.ilyuk@gmail.com

#### Summary

Proposed in 1990 kyphoplasty method allowed to ensure reduction of injured vertebral body and substantially reduce the number of postoperative complications.

**Objective:** Analysis of the technical features of kyphoplasty and their role in the results of the intervention.

**Materials and Methods:** Retrospective analysis of technical peculiarities of kyphoplasty in 22 patients (age 65 to 83 years, 77% women) with uncomplicated osteoporotic vertebral fractures (type A.1) with percutaneous balloon kyphoplasty (PK) of 37 damaged vertebrae in the thoracic and lumbar spine. All interventions performed through bilateral transpedicular approach under general anesthesia with muscle relaxation; lordotization and ligamentotaxis utilized for better spondyloreduction. Particular attention paid to visualization of anatomical landmarks. With selection of proper entry point and sagittal tilting of the needle, we could inflate balloon in the upper, middle or lower parts of the vertebral body and prepare a cavity for bone cement according to the location of the fracture.

**Results:** Pain reduction to the level of 0-3 points on VAS in early postoperative period achieved in 21 (95%) patients. Extravertebral cement leak observed in 4 cases, but none of them led to any new neurological deficit.

**Conclusions:** Precise fulfillment of PK with adequate radiological control was the key to ensure positive results. Besides PK strengthen the vertebral body it allows increasing the vertebral body height and improving spine dynamics. Percutaneous balloon kyphoplasty provided rapid pain relief in patients with pathologic osteoporotic vertebral fractures, substantializing significant improvement in quality of life.

*Key words: uncomplicated pathologic vertebral fractures; senile osteoporosis; percutaneous balloon kyphoplasty.*

#### Вступ

Постаріння населення не тільки індустріально розвинених країн світу, поступово призводить до зміни структури захворюваності.

Патологічні остеопоротичні переломи хребта (ПОПХ) є одними з найбільш частих ускладнень сенильного остеопорозу та залишаються серйозною медичною та медико-соціальною проблемою сього-

дення [1, 2], що зумовлює високу частоту інвалідизації, а, переважно у чоловіків, істотно зменшує очікувану тривалість життя [3]. Щорічна частота остеопоротичних переломів хребта, у літніх людей, складає 1,21 % у жінок та 0,68 % у чоловіків, і вона істотно зростає з віком [4-6]. Можливість ефективного лікування пацієнтів з ПОПХ дозволить відновити активну життєдіяльність цих пацієнтів, поліпшить якість їх життя, та зменшить соціально-економічне навантаження на осіб, що забезпечують догляд, та на суспільство загалом.

Перкутанна інстиляція кісткового цементу в тіло хребця вперше була проведена в 1984 році [7], а у 1988 році були опубліковані перші дані про застосування малоінвазивного методу перкутаної вертебропластики для лікування патологічних остеопоротичних переломів хребців [8, 9]. Кількість ускладнень, пов'язаних з витіканням кісткового цементу за межі тіла хребця та з переломами хребців у віддаленому періоді, зумовили подальші розробки. Запропонована в 1990 році Марком Райлі [10, 11] ідея роздування балонного ущільнювача в тілі хребця, що є головною відмінністю кіфопластики від транскутаної вертебропластики, дозволила застосовувати кісткові цементи з високою в'язкістю, забезпечити відновлення висоти ушкодженого хребця, практично уникнути ускладнень, зумовлених витіканням цементу з компресією нервових структур або емболією легеневої артерії [12].

*Метою даної роботи є аналіз технічних особливостей кіфопластики та їх роль в забезпеченні ефекту втручання.*

## Матеріали і методи

Робота ґрунтується на ретроспективному аналізі технічних особливостей перкутаної балонної кіфопластики (ПК) у пацієнтів з неускладненими патологічними остеопоротичними переломами хребців.

В дослідження включені всі пацієнти, яким проведена ПК в центрі загальної нейрохірургії КЛ «Феофанія», з листопаду 2011 по грудень 2013 року. Всього прооперовано 22 пацієнти (віком від 65 до 83 років, 17 жінок, 5 чоловіків), яким проведена ПК 37 ушкоджених хребців (переломи типу A1), 16 в грудному відділі та 21 в поперековому відділі хребта. Найвищим рівнем, на якому проводилася ПК з приводу остеопоротичного перелому в даному дослідженні було тіло Th7 хребця. Всі прооперовані хребці мали ознаки недавніх переломів (набряк кісткового мозку за даними МР-томографії). Основним показом до втручання був виражений больовий синдром, зумовлений неускладненими ПОПХ поперекового та грудного відділів хребта, що утримувався довше двох

тижнів, не регресував при підборі ненаркотичних анальгетиків, або не знімався наркотичними анальгетиками. Інтенсивність больового синдрому за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ) складала від 5 до 9 балів.

Всім пацієнтам проводилося ретельне передопераційне обстеження: анамнез, загальноклінічний, неврологічний огляд, лабораторні дослідження (загальний аналіз крові, біохімічний аналіз крові, дослідження показників зсідання крові); рентгенографія легень, ЕКГ, спірометрія; додатково, за необхідності, пацієнти були консультовані кардіологом та пульмонологом при високих анестезіологічних ризиках. Діагноз остеопорозу у всіх випадках підтверджений при рентгенівській остеоденситометрії поперекових хребців та/або шийки стегнової кістки. Всім пацієнтам проводилися рентгенограми ушкодженого відділу хребта, МРТ хребта, за показами — МСКТ хребта для уточнення кісткової анатомії, виключення вибухових переломів та ліній переломів по задній поверхні тіла хребця. Всі дані досліджень ретельно вивчалися щодо інших можливих причин виникнення больового синдрому та патологічних переломів (дегенеративних захворювань дисків, спондилоартрозу та інших уражень міжхребцевих суглобів, стенозу хребтового каналу, інфекційних уражень, спондилолітезу, пухлинних уражень хребців і т. ін.).

Безпосередньо перед втручанням, з метою зменшення інфекційно-запальних ускладнень, всім пацієнтам призначалася антибактеріальна терапія.

Хірургічні втручання, у всіх випадках, проводилися під загальним знеболюванням з міорелаксацією. Положення пацієнтів: на животі на рентген-прозорому операційному столі з помірною лордозизацією, завдяки застосуванню поперечних валиків. Таке положення дозволяє досягнути до 70% спондилоредукції за рахунок лігаментотаксису [13]. Обробка хірургічного поля проводилася антисептиками за затвердженою методикою. Всі втручання проведено двобічним танспедикулярним доступом під флюороскопічним контролем із застосуванням пересувної С-арки (*Radius, Siemens*).

Правильне положення флюороскопічної трубки принципово важливе для успішного проведення операції. Трубку ми нахиляли таким чином, щоб проекції передньої та задньої стінок тіла хребця повністю співпадали. Цього простіше досягнути співставленням передніх і задніх відділів замикальних пластинок хребця. Проекція остистого паростка проектувалася на середину відстані між коренями дужок, а всі краї дужок чітко візуалізувалися та не перекривалися іншими кістковими структурами. В боковій проекції корені дужок чітко співпадали.

Після лінійного розрізу шкіри та фасції проводилося танспедикулярне введення голки в тіло хребця

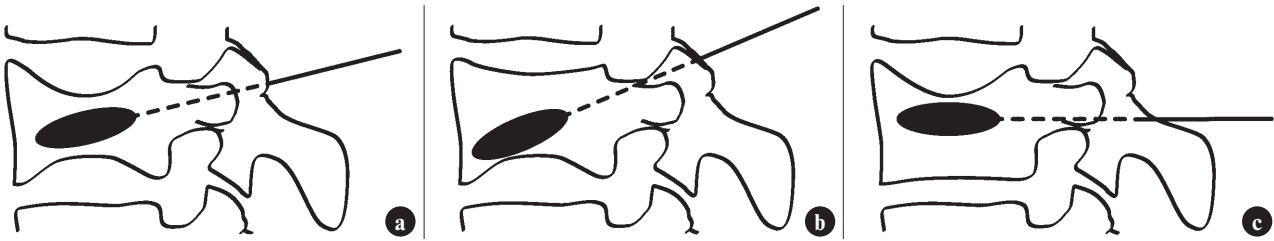


Рис. 1

При зміні точки входу та кута нахилу голки в сагітальній площині можна встановити балон у нижніх, верхніх або середніх відділах хребця і при роздуванні балону забезпечувати редукцію і вводити цемент відповідно до локалізації перелому.

під рентгенологічним контролем тільки в передньо-задній проекції; для покращення якості зображення ми віддавали перевагу серії флюорографічних зображень а не флюороскопічному контролю. Медіальний та нижній краї кореня дужки повинні бути чітко візуалізуватися впродовж всього транспедикулярного доступу. Оптимальним вважався напрямок голки ззовні всередину та згори вниз для встановлення балону в середні відділи хребця. Затрата додаткового часу для правильного встановлення точки входу біопсійної голки була виправданою, оскільки голка завжди проходить по первинному каналу, що істотно утруднюватиме її репозицію. Для проведення голки ми застосовували короткі легкі удари молоточком, проте при вираженому остеопорозі голка може бути проведена несильним натисканням долоні. Рекомендується віддавати перевагу голкам з «олівцевою» заточкою стилету перед голками з одним косим зрізом, оскільки вони менше відхиляються від заданого напрямку, проте даний вибір, як правило, залежить від індивідуальних вподобань лікаря.

Перехід голки з дужки в тіло зазвичай відчувається за зміною опору просування, а при достатньому досвіді — за зміною звуку від удару молоточком. Контроль положення кінчика голки проводився при біпланарній флюорографії; при цьому в боковій проекції він повинен був знаходитися глибше дорзальної поверхні тіла хребця, а на прямій проекції не виходити медіальніше та нижче відповідних країв кореня дужки, що дозволяло як уникнути прямого пошкодження нервово-судинних структур та твердої мозкової оболонки голкою, так і попередити витікання цементу в бік хребтового каналу.

Після транспедикулярного проведення введення голки в тіло хребця стилет виймався, а на його місце, якомога ближче до переднього краю, проводилася спиця, по якій заводився остеінтродюсер. На етапі передопераційного планування важливо було переконатися, що розміри дужки дозволять провести остеінтродюсер бажаного діаметру, якщо товщина дужки може бути недостатньою (особливо в грудному відділі хребта) рекомендується застосовувати екс-

трапедикалярний доступ, проте у нас такої необхідності не було в жодному випадку.

Передній край остеінтродюсера обов'язково повинен увійти в тіло хребця і, на бокових флюорограмах, повинен візуалізуватися дещо глибше дорзального краю тіла хребця. По спиці після видалення стилету ми проводили свердло і формували порожнину для балону. Також, по остеінтродюсеру, можна провести біоптер для забору матеріалу на патогістологічне або бактеріологічне дослідження, якщо діагноз остеопорозу викликає сумніви. Ті ж маніпуляції проводилися з протилежного боку.

Затим, в сформовані порожнини вводилися згорнуті балони. Перш ніж роздувати балони, ми переконувалися, що обидві мітки балону чітко візуалізуються в тілі хребця за межами тубуса остеінтродюсера. Окрім того, слід зважати, що при вираженому остеопорозі, при введенні балону з провідником можна перфоровати передню стінку тіла хребця, що вірогідно призведе до витікання кісткового цементу під передню поздовжню зв'язку або й за її межі. Тільки під постійним флюороскопічним контролем обидва балони заповнювалися йодовмісною контрастною речовиною. Як правило, тиск заповнення балону не перевищував 17-25 кПа. Остаточна величина спондилоредукції визначалася ітраопераційно. Окрім того, при роздуванні балонів, важливо уникати переломів замикальних пластинок та задньої стінки хребця, оскільки це може призвести до витікання цементу.

При зміні кута нахилу голки в сагітальній площині можна було забезпечити позиціонування балону у верхніх середніх або нижніх відділах тіла хребця і формувати порожнину для введення цементу відповідно до локалізації перелому (рис. 1).

Для проведення ПК ми використовували лише поліметилметакрилатний кістковий цемент. Цемент вважався прийнятним для введення в тіло хребця, коли він набував консистенції вершків або ж зубної пасти і переставав прилипати до рукавичок. Заповнення порожнини в хребцях відбувалося тільки під флюороскопічним контролем. Ми, зазвичай, не ставили за мету щільне заповнення створеної порожнини цементом, натомість, при визначенні кількості

цементу для введення в уражений хребець, спиралися на дані флюороскопії. При виникненні мінімальних ознак загрози розповсюдження цементу за межі тіла хребця введення цементу припинялося.

Після заповнення ураженого хребця кістковим цементом стилети та остеоінтродюсери виймалися, положення пацієнта не змінювалося до повної полімеризації залишків цементу *ex vivo*.

Оцінка вираженості больового синдрому проводилася за візуальною аналоговою шкалою болю, якість життя за індексом Освестрі.

### Результати і обговорення

Регресу больового синдрому в ранньому післяопераційному періоді до 0–3 балів за ВАШ досягнуто у 21 (95%) пацієнта з 22, одна пацієнтка відмічала тільки незначний регрес болю з 8 до 5 балів за ВАШ, проте відмічалася істотне поліпшення стану за індексом Освестрі (регрес від 90 до 18), окрім того пацієнтка тривалий час лікувалася з приводу ендогенної депресії. В нашій серії ми спостерігали витікання цементу під передню поздовжню зв'язку в одному випадку (5%), після перфорації передньої стінки хребця балонном та в порожнину міжхребцевого диску в трьох (15%) випадках. Всі 4 випадки не супроводжувалися появою нової неврологічної симптоматики в післяопераційному періоді.

Метод перкутанної вертебропластики, на даний час слід вважати однією з найбільш прогресивних малоінвазивних перкутанних технологій укріплення хребців при патологічних остеопоротичних переломах. Застосування балонного компоненту дозволило забезпечити відновлення висоти ушкодженого хребця, що очікувано повинно було б призвести до покращення показників сагітального балансу. Відсутність очікуваної корекції сагітального балансу може пояснюватися частковою компресією хребця вже після балонної спондилоредукції. В нашій серії ми приділяли особливу увагу укладці пацієнта з метою реклінації, проведенню лігаментотаксису, що дозволило істотно зменшити постредукційну компресію та досягнути кращого відновлення висоти ураженого хребця.

Альтернативою поліметилметакрилату для укріплення кісткових структур, останнім часом, стали компоненти на основі фосфату кальцію. Їх безумовними перевагами є висока біологічна сумісність, відсутність системно токсичних мономерів, здатність до остеоіндукції та близька до ізотермічної кристалізація, проте, окрім нетривалого клінічного застосування, їх недоліками залишаються нижча щільність порівняно з ПММА та ризик резорбції з

формуванням повторних переломів [14]. Окрім того, для випадків з високим ризиком витікання кісткового цементу, описана техніка "ячної шкаралупи", при якій первинно, в створену при роздуванні балона порожнину, вводиться незначна кількість цементу, який, при роздуванні балону, рівномірно розподіляється по стінках порожнини де залишається на короткий час до початку загусання, після чого в "шкаралупу" вводиться залишок цементу [15, 16].

Під час проведення операції ми проводили рентгенологічний контроль на кожному з етапів, що дозволяло уникнути екстравертебрального поширення цементу з наростанням неврологічної симптоматики. За даними літератури, на екстравертебральне поширення цементу спостерігається у 8–9% випадків, проте неврологічні ускладнення розвивалися лише у 2,2–3% пацієнтів. [17, 18] В нашій серії, ми спостерігали витік цементу у 4 пацієнтів (18%), що, вірогідно, зумовлене малою кількістю включених пацієнтів та враховуванням всіх випадків екстракорпорального витоку, проте неврологічних ускладнень ми не спостерігали.

### Висновки

Перкутанна балонна кіфопластика є безпечним та ефективним методом лікування неускладнених патологічних остеопоротичних переломів хребців грудного та поперекового відділів.

Методичність виконання перкутанної кіфопластики, під постійним рентгенологічним контролем, є запорукою забезпечення позитивного результату втручання.

Крім "укріплення" тіла хребця, перкутанна кіфопластика дозволяє збільшити висоту тіла хребця, забезпечивши, таким чином, щонайменше часткове відновлення динамічних властивостей хребта.

Перкутанна балонна кіфопластика забезпечує швидкий регрес больового синдрому у пацієнтів з патологічними остеопоротичними переломами хребців, що є запорукою суттєвого поліпшення якості їх життя.

### Література

1. Old JL, Calvert M. (2004) Vertebral compression fractures in the elderly. *Am. Fam. Physician* 69 (1): 111-116.
2. Si L., Winzenberg T.M., Jiang Q., Palmer A.J. (2015) Screening for and treatment of osteoporosis: construction and validation of a state-transition microsimulation cost-effectiveness model. *Osteoporos Int.* 26 (5):1477-1489

3. Center J.R., Nguyen T.V., Schneider D., Sambrook P.N., Eisman J.A. (1999) Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet*. 353: 878-882
4. Felsenberg D., Silman A.J., Lunt M., Armbrecht G. et al. (2002) Incidence of vertebral fracture in Europe: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *J. Bone Miner. Res.* 17: 716-724
5. Prior J.C., Langsetmo L., Lentle B.C., Berger C. et al. (2015) Ten-year incident osteoporosis-related fractures in the population-based Canadian Multicentre Osteoporosis Study — comparing site and age-specific risks in women and men. *Bone* 71: 237-243
6. Hernlund E., Svedbom A., Ivergård M., Compston J., Cooper C., Stenmark J., McCloskey E. V., Jönsson B., Kanis J. A. (2013) Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden: A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch. Osteoporos.* 8 (1-2): 136
7. Galibert P., Deramond H., Rosat P., Le Gars D. (1987) Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 33: 166-168
8. Kaemmerlen P., Thiesse P., Jonas P., Bérard C.L., Duquesnel J., Bascoulergue Y., Lapras C. (1989) Percutaneous injection of orthopedic cement in metastatic vertebral lesions. *N. Engl. J. Med.* 321: 121
9. Deramond H., Depriester C., Galibert P., Le Gars D. (1998) Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiol. Clin. North Am.* 36: 533-546
10. Yimin Y., Zhiwei R., Wei M., Jha R. (2013) Current status of percutaneous vertebroplasty and percutaneous kyphoplasty — a review. *Med. Sci. Monit.* 19: 826-836
11. Garfin S.R., Yuan H.A., Reiley M.A. (2001) New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine*. 26: 1511-1515
12. Lee M.J., Dumonski M., Cahill P., Stanley T., Park D., Singh K. (2009) Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications. *Spine*. 34 (11): 1228-1232
13. Cawley D.T., Sexton P., Murphy T., McCabe J.P. (2011) Optimal patient positioning for ligamentotaxis during balloon kyphoplasty of the thoracolumbar and lumbar spine. *J. Clin. Neurosci.* 18: 834-836
14. Robinson Y., Heyde C.E., Försth P., Olerud C. (2011) Kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures — Guidelines and technical considerations. *J. Orthop. Surg. Res.* 6: 43
15. Greene D.L., Isaac R., Neuwirth M., Bitan F.D. (2007) The egg-shell technique for prevention of cement leakage during kyphoplasty. *J. Spinal. Disord. Tech.* 20: 229-232
16. Dal Canto R.A., Reinhardt M.K., Lieberman I.H. (2009) Double cement-application cavity containment kyphoplasty: technique description and efficacy. *Am. J. Orthop.* 38: 110-114
17. Taylor R.S., Taylor R.J., Fritzell P. (2006) Balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures: a comparative systematic review of efficacy and safety. *Spine*. 31: 2747-2755
18. Hulme P.A., Krebs J., Ferguson S.J., Berlemann U. (2006) Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine*. 31: 1983-2001