

ОБЗОРЫ И РЕЦЕНЗИИ

УДК 616.711-007.5-089(048.8)

Хірургічне лікування дегенеративного поперекового кіфозу (огляд літератури)

В. К. Піонтковський

КЗ «Рівненська обласна клінічна лікарня». Україна

An analytical review of scientific information on surgical treatment of degenerative lumbar kyphosis have been represented. It outlines the main stages of history of development of a trend in vertebrology which is associated with correction of kyphotic deformity of the lumbar spine as well as with evolution of the spinal implants and surgical approaches to treatment of patients with this pathology. Information on normal values of segmental and total lumbar lordosis as well as on common surgical procedures for correction of lumbar kyphosis have been represented. Correlation between the lumbar-pelvic balance and sagittal lumbar contour was revealed. Perspectives of scientific research in this direction were targeted. Key words: degenerative lumbar kyphosis, sagittal imbalance, transpedicular fixation.

Представлен аналитический обзор научной информации о хирургическом лечении дегенеративного поясничного кифоза. В нем отражены основные этапы истории развития этого направления вертебологии, который связан с коррекцией кифотической деформации поясничного отдела позвоночника, а также эволюция спинальных имплантатов и хирургических подходов в лечении пациентов с такой патологией. Освещена информация о нормальных величинах сегментарного и тотального поясничного лордоза, а также распространенных хирургических вмешательств, которые проводят для коррекции поясничного кифоза. Выявлена взаимосвязь пояснично-тазового баланса и поясничного контура. Намечены перспективы научного поиска в этом направлении. Ключевые слова: дегенеративный поясничный кифоз, сагиттальный дисбаланс, транспедикулярная фиксация.

Ключові слова: дегенеративний поперековий кіфоз, сагітальний дисбаланс, транспедикулярна фіксація

Про хірургічне лікування кіфотичних деформацій хребта відомо з 20-х років XIX століття, коли ортопеди робили перші операції для виправлення кіфозу [1], спричиненого різними факторами (туберкульозним спондилітом, пухлинами, вродженою деформацією тощо). Для цього використовували авто- і алотрансплантати, що імплантували в задні відділи хребта в різних модифікаціях. Дещо пізніше було запропоновано різні металеві фіксатори для корекції деформацій хребта. Фіксатори та методики і дотепер носять імена розробників та назви установ, де вони були запропоновані (дистрактор Harrington, рамка Luke, пластини ХНДІТО, ЦІТО тощо) [2–6]. Закономірно, що хірургічне лікування кіфотичної деформації тісно пов'язане з лікуванням сколіозу, адже кіфосколіоз є одною багатоплощинною деформацією [7, 8]. З розвитком ортопедичної науки металеві імплантати, хірургіч-

на техніка, специфічні прийоми, які застосовували для лікування сколіозу, почали впроваджувати в лікуванні грудного, а потім грудо-поперекового та поперекового кіфозу. Активна хірургічна тактика щодо ювенільного сколіозу із застосуванням рамки Luke [9] та дистрактора Harrington [2] поряд із позитивними результатами мала ряд ускладнень, серед яких «синдром плоскої спини» («flat back syndrome») або «синдром сагітального дисбалансу» («sagittal imbalance») [10, 11].

Початком нової ери хірургічної вертебрології стало застосування металевих конструкцій із використанням субламінарих гачків та транспедикулярних гвинтів, які стали популярними завдяки дослідникам R. Roy-Camille, Y. Cotrel, J. Dubousset, [12, 13]. Поява сучасних транспедикулярних систем докорінно змінила філософію і підходи до лікування кіфосколіотичних деформацій. Тепер корекцію

проводять не у двох, як раніше, а в трьох площинах, що, безумовно, покращило результати лікування цієї категорії хворих та зменшило кількість ускладнень після хірургічного втручання [14, 15]. Розроблення транспедикулярних конструкцій дало змогу ортопедам обирати активну хірургічну тактику щодо дегенеративного поперекового кіфозу, а терміни «flat back syndrome» та «*sagittal imbalance*» успішно почали використовувати не тільки для характеристики ускладнень хірургічного лікування сколіотичних деформацій, але й у хворих із дегенеративним поперековим кіфозом [16].

Які ж нормальні величини тотального поперекового кіфозу та параметри його складових, тобто сегментарного лордозу на кожному рівні? Під час роботи з науковою літературою ми констатували, що публікацій на цю тему досить небагато [17–22]. М. Bernhardt та К. Bridwell [17] вивчили параметри грудного кіфозу та поперекового лордозу у 102 асимптоматичних підлітків і виявили, що величина поперекового лордозу коливалася від $-1,3$ до -72° (таблиця). Середній вік обстежених становив 12,8 років.

Р. Stagnara і співавт. [18] дослідили 100 асимптоматичних волонтерів віком від 20 до 29 років і опублікували такі ж самі результати. R. Jackson і А. McManus [19] обстежили 100 асимптоматичних волонтерів і 100 пацієнтів з болями в спині в дещо старшій віковій категорії, середній вік досліджених — 39 років (від 20 до 63). Автори виявили різницю між групами: середній показник тотального поперекового лордозу у волонтерів становив $60,9^\circ$, у пацієнтів з болями в спині — $56,3^\circ$. R. Jackson і А. McManus [19] також зазначили, що середній показник кіфозу верхнього грудно-поперекового переходу (від T_x до T_{XII}) становив $+5,5^\circ$, а середній показник лордозу нижнього грудно-поперекового переходу (від T_{XII} до L_{II}) був -3° . Усі автори підкреслили, що поперековий лордоз має сегментарну тенденцію до наростання і найбільше наростання (у 67 % досліджених) виявлено на рівні від L_{IV} хребця до крижової кістки [19, 20].

Обізнаність з нормальними величинами сегментарного та тотального поперекового лордозу дає можливість лікарю адекватно спланувати хірургічне втручання та визначити наявність зменшення тотального поперекового лордозу. Якщо так, то завдяки яким сегментам? Чи можлива корекція тотального поперекового кіфозу через відновлення сегментарного лордозу на окремих сегментах? Якою має бути протяжність інструментації? Чи є необхідність у застосуванні міжтілових опор, і якщо так, то на яких рівнях?

Таблиця

Нормальні величини сегментарного та тотального поперекового лордозу

Рівень хребта	Показники (градуси)	
	за М. Bernhardt і К. Bridwell [17]	за R. Jackson і А. McManus [19]
L_I-L_{II}	-4,0	-1,7
$L_{II}-L_{III}$	-7,0	-7,0
$L_{III}-L_{IV}$	-1,3	-11,3
$L_{IV}-L_V$	-20,0	-16,5
L_V-S_I	-28,0	-24,6
L_I-S_I	-72,0	-60,9

Нам не вдалося знайти чіткого визначення дегенеративного поперекового кіфозу в літературі, але головним чинником його розвитку більшість авторів вважає дегенеративно-дистрофічні зміни хребтового рухового сегмента, які призводять до втрати нормальної висоти міжхребцевого диска, порушення індексу його форми та поступового кіфозування сегмента [23–27]. Не менш значущою, на думку різних авторів, є роль м'язового компонента у формуванні поперекового кіфозу за дегенеративних захворювань [28, 29]. Так, Я. Ю. Попелянський [24, 28] та І. П. Пастушин [29] вважають, що пусковим фактором у формуванні дегенеративного поперекового кіфозу є м'язовий дисбаланс між м'язами передньої черевної стінки, *m. iliopsoas* та м'язами-розгиначами спини, а диск-радикулярний конфлікт є причиною цього процесу. Чимало вчених [28–30] розглядають цей феномен як захисну реакцію організму за умов компресійного корінцевого синдрому, адже кіфозування сегмента призводить до збільшення форамінального отвору і, відповідно, до зменшення больового синдрому, а далі такі функціональні зміни заміщуються органічними. Класифікацію дегенеративного поперекового кіфозу, окрім розподілу на сегментарний і тотальний, в сучасній літературі ми також не знайшли [17, 20].

Хірургічне лікування дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта за сучасними науковими уявленнями має на меті два головних завдання: проведення декомпресії нервових структур і стабілізацію хребта в правильному положенні [31, 32]. Хірургічне лікування дегенеративного поперекового кіфозу є складним завданням, оскільки така деформація вказує на досить серйозне дегенеративно-дистрофічне ураження хребта і часто супроводжується різними варіантами стенозу хребтового каналу, нестабільністю, грижами міжхребцевих дисків та доповнюється сколіотичною деформацією і остеопорозом [33–35]. У науковій літературі, як бачимо, вітчизняні джерела ґрунтовно відображають методи хірургічного вирішення сегментарного кіфозу [31, 32] шляхом застосування міжтілових

опор та стабілізувальних конструкцій, однак немає робіт, де чітко вказано, на яку величину необхідно провести корекцію, а переважна більшість хірургів робить це емпірично.

Не менш важливими є зміни, які відбуваються в суміжних сегментах до і після проведення інструментації, адже недокорекція в одному сегменті може призвести до компенсаторного гіперлордозу в суміжному, а гіперкорекція — спровокувати кіфозування в суміжних сегментах [31–35]. Однак результатів таких досліджень у разі корекції дегенеративного поперекового кіфозу ми не знайшли.

З питань тотального поперекового кіфозу мусимо відзначити, що вітчизняні джерела не відображають цю проблему, а роботи зарубіжних колег присвячені переважно хірургічному лікуванню поперекового та грудного кіфозу в разі хвороби Бехтерева, ідіопатичного сколіозу та ятрогенії (післялямінектомічний синдром, передні інструментації без застосування кісткової пластики, довгі інструментації поперекового відділу хребта з фіксацією крижової кістки в неправильному положенні та порушенням хребтово-тазового балансу, грудо-поперекова травма) [36–38]. Хірургічне лікування тотальних кіфотичних деформацій такого генезу передбачає переважно декілька варіантів операцій — остеотомію за Сміт-Петерсен, педикулярну субтракційну остеотомію, передньо-задню остеотомію, резекцію тіла хребця [36–40]. Остеотомія за Сміт-Петерсен дає змогу провести корекцію в межах 10° на кожному сегменті, а педикулярна субтракційна остеотомія — до 30° . Але ж поєднання дегенеративного поперекового кіфозу зі стенозом хребтового каналу, нестабільністю сегментів, грижами міжхребцевих дисків потребує дещо іншого підходу. Оскільки рухомість між окремими сегментами збережена, то позитивного результату можна досягти, використовуючи транспедикулярну фіксацію з посегментною корекцією деформації [41–43]. Лікування дегенеративного моносегментарного кіфозу також базується на відновленні нормальних міжтілових співвідносин та жорсткій стабільній фіксації з кістковою пластикою, якщо ми розраховуємо на спондилодез, або без останньої, коли використовуємо рухомі артіфіціальні системи, які хоч і приваблюють хірургів своєю інноваційністю і функціональністю, все ж таки мають менше прихильників серед ортопедів через обмежені показання і не зовсім оптимістичні віддалені результати [44–47].

Поява міжтілових кейджів для проведення процедур міжтілового спондилодезу з різних доступів (TLIF, PLIF, ALIF, DLIF) значно розширила можливості корекції деформації, особливо в поєднанні з транспедикулярною фіксацією [48, 49], а сучасний

інструментарій та імпланти для їх мініінвазивного встановлювання дають змогу досягати ще кращих результатів [50]. Огляд зарубіжних фахових видань показав, що хороші результати можна отримати, використовуючи транспедикулярну фіксацію в поєднанні з міжтіловим спондилодезом [51].

Такі дослідники, як J. V. Gill та K. J. Cho [52, 53], одержали гарні результати після проведення остеотомії за Сміт-Петерсен при дегенеративному поперековому кіфозі. Як бачимо, думки вчених розділилися, одні віддають перевагу посегментній корекції деформації, інші схильються до використання одночасної остеотомії.

На яку величину потрібно проводити корекцію сагітального контуру в разі сагітального дисбалансу? H. Elgafy і співавт. [54] розглядають сагітальний дисбаланс як стан, коли відбувається зміщення S_{II} хребця по відношенню до таза і який може виникати через деформацію шийного, грудного, поперекового відділів хребта або за рахунок фіксованої флексії (згинальної контрактури) кульшових суглобів. Інший термін «фіксований сагітальний дисбаланс» («fixed sagittal imbalance») ототожнюється з поняттям «синдром плоскої спини», причиною якого є втрата поперекового лордозу. Клінічно це проявляється нахилом тулуба вперед та неможливістю стояти прямо без флексії в колінних суглобах і гіперекстензії шийного відділу хребта [54]. Для покращення результатів хірургічного лікування автори рекомендують власну методику передопераційного планування: бокову рентгенографію хребта, таза та стегнових кісток проводять у вертикальному положенні з максимальним розгинанням нижніх кінцівок у кульшових та колінних суглобах, передпліччя зігнуті під кутом 45° . Феморальна вісь, яка є продовженням осі стегнових кісток, подовжується краніально, до неї проводять перпендикуляр від центра тіла хребця C_{VII} (C_{VII} -offset). Величина C_{VII} -офсету вказує на ступінь сагітального дисбалансу, а лінія, проведена від центра тіла C_{VII} хребця до хребця, на якому планують остеотомію, утворює з феморальною віссю кут, на величину якого необхідно провести корегувальну остеотомію — the Seattle angle [54]. За цією методикою автори пролікували 10 хворих, із них у 3 були отримані відмінні результати, у 7 — хороші.

З необхідності відновлення поперекового лордозу S. Berge і співавт. [55] оприлюднили результати лікування 25 хворих із сагітальним дисбалансом, яким проведено комбінований передньо-задній спондилодез. Автори констатували, що в пацієнтів, у яких поперековий лордоз був відновленим більшою мірою, результат лікування кращий. Поряд

з цим хворі, у яких перед операцією відзначали дещо згладжений лордоз, мали кращий післяопераційний результат, ніж ті, у яких поперековий лордоз був у межах фізіологічної норми. К. Booth і співавт. [56] проаналізували результати лікування 28 хворих із flatback-деформаціями, яким виконали остеотомію за Сміт-Петерсен або педикулярну субтракційну остеотомію, та відзначили, що одним із факторів, які спричиняють погіршення результату, є гіперкорекція сагітального балансу.

D. Hanson [57] описав взаємозв'язок між хребтово-тазовим балансом та формуванням і перебігом дегенеративного поперекового кіфозу та інших дегенеративних захворювань хребта. Для характеристики співвідносин комплексу «хребет – таз» науковці використовують певні параметри, які умовно можна розділити на анатомічні та позиційні [56–59]. До анатомічних параметрів відносять тазовий лордоз, або тазовий радіус, і тазовий кут установки. До позиційних параметрів належать сакральна інклінація, тазовий кут, попереково-тазовий лордоз, сакральний нахил, тазовий поворот, виступ S_1 хребця, тазова ширина. Індекс співвідношення «грудний кіфоз/попереково-тазовий лордоз» в нормі дорівнює від 0,15 до 0,75. Також згідно з даними [57] центри тіла L_{IV} хребця та головок стегнових кісток повинні знаходитись попереду від лінії, проведеної від центра тіла T_{IV} хребця перпендикулярно до горизонтальної лінії.

Слід відзначити, що існує певна кореляція між цими показниками та величиною поперекового лордозу. Так, встановлено позитивну кореляцію анатомічного параметра «тазовий кут установки» (pelvic incidence) та позиційного параметра «сакральний нахил» (sacral slope) [58–65], тобто чим більший тазовий кут установки, тим більший сакральний нахил. Також виявлено кореляцію між показником сакрального нахилу та поперековим лордозом: зі збільшенням першого підвищується показник другого і навпаки. У свою чергу, анатомічний параметр «тазовий кут установки» впливає на позиційний параметр кута сакрального нахилу й відповідно на поперековий лордоз. З цього виходить, що індивідуальні анатомічно обумовлені параметри таза можуть впливати на величину поперекового лордозу, у тому числі у випадку дегенеративних захворювань. Такий взаємозв'язок є дуже важливим, оскільки дає змогу визначити певну залежність змінюваних параметрів (поперековий лордоз) від сталих (тазовий кут установки). Ми вважаємо, що подальше дослідження цього напрямку може дати можливість точнішого передопераційного розрахунку щодо відновлення втраченого сагітального контура в кожного пацієнта.

Насамкінець слід відзначити, що незважаючи на досягнення ортопедичної науки щодо вивчення етіології, патогенезу, клінічних проявів та лікування дегенеративного поперекового кіфозу, залишається низка невирішених питань. Так, попри повідомлення про кращі результати у хворих з відновленим поперековим лордозом порівняно з тими, в яких досягнута неповна або гіперкорекція, залишається нез'ясованою величина відновлення сагітального контура в конкретного пацієнта через великий діапазон коливань його нормальних величин. Точного визначення дегенеративного поперекового кіфозу та класифікації немає. Не до кінця відомі причини виникнення дегенеративного поперекового кіфозу. Якщо спиратися лише на розуміння дегенеративного каскаду, то чому в одних людей із поперековим остеохондрозом розвивається поперековий кіфоз, а в інших гіперлордоз [28, 29]? Ми не знайшли пояснення причин і механізму розвитку метаморфозу у суміжних хребтових рухових сегментах та поперековому відділі хребта загалом, без чого неможливо вибрати адекватну хірургічну тактику. Які імплантати слід застосовувати для корекції сегментарного і тотального поперекового кіфозу? В яких випадках достатньо задньої інструментації, а коли необхідний міжгіловий спондилодез? Для відповіді на ці запитання, потрібний подальший науковий пошук у цьому напрямку.

Список літератури

1. Чаклин В. Д. Сколиоз и кифосколиоз / В. Д. Чаклин. — М.: Ортопедия, 1957. — 409 с.
2. Harrington P. R. Treatment of scoliosis Correction and internal fixation by spine instrumentation / P. R. Harrington // J. Bone Joint Surg. — 1962. — Vol. 44-A. — P. 591–597.
3. Цивьян Я. Л. Оперативное лечение горбов / Я. Л. Цивьян. — М.: Медицина, 1973. — 264 с.
4. Luque E. R. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis / E. R. Luque // Clin. Orthop. — 1982. — Vol. 163 — P. 193–198.
5. Корж А. А. Повреждение костей и суставов у детей / А. А. Корж, Н. С. Бондаренко. — Х.: Прапор, 1994. — 445 с.
6. Хвисюк Н. И. Диагностика, клиника, лечение нестабильности позвоночника / Н. И. Хвисюк, Н. А. Корж, С. Д. Шевченко, Е. М. Маковоз, А. С. Нижегородцев // Методические рекомендации ХНИИО. — Харьков, 1988. — 22 с.
7. Bridwell K. H. Degenerative scoliosis / K. H. Bridwell, L. DeWalc. — Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997. — 589 p.
8. Albert T. J. Treatment of adult scoliosis / T. J. Albert, R. A. Balderston // J. South. Orthop. Assoc. — 1996. — Vol. 5. — P. 229–237.
9. Management of adult spinal deformity with combined anterior-posterior arthrodesis and Luque-Galveston instrumentation / O. Boachie-Adjei, G. K. Dendrinos, J. W. Ogilvie, D. S. Bradford // J. Spinal. Disord. — 1991. — Vol. 4. — P. 131–141.
10. Booth K. C. Complications and predictive factors for successful treatment of flat back deformity (fixed sagittal imbalance) / K. C. Booth, K. H. Bridwell, L. G. Lenke [et al.] // Spine. — 1999. — Vol. 24. — P. 1721–1727.

11. Denis F. The iatrogenic loss of lumbar lordosis. The flat back and flat buttock syndromes. Complex spinal deformities. State of the art reviews / F. Denis // *Spine*. — 1994. — Vol. 8. — № 3. — P. 659–680.
12. Roy-Camille R. Synthese du rachis dorso lombaire traumatique par plaques vissees dans les pedicules vertebraux / R. Roy-Camille, D. Berteaux, J. Saillant // *Rev. Chir. Orthop.* — 1977. — Vol. 63, № 5. — P. 452–456.
13. Cotrel Y. Nouvelle technique d'osteosynthese rachidienne segmentaire par voie posterieure / Y. Cotrel, J. Dubouset // *Rev. Chir. Orthop.* — 1984. — Vol. 70. — P. 489–495.
14. Johnson J. R. Combined use of anterior and posterior surgery for adult scoliosis / J. R. Johnson, R. T. Holt // *Orthop. Clin. North. Am.* — 1988. — Vol. 19. — P. 361–370.
15. Prospective analysis of nutritional status normalization after spinal reconstructive surgery / L. G. Lenke, K. H. Bridwell, K. Blanke, C. Baldus // *Spine*. — 1995. — Vol. 30. — P. 1359–1367.
16. La Grone M. O. Flatback syndrome: avoidance and treatment / M. O. La Grone // *Seminars in Spinal Surgery*. — 1990. — Vol. 10, № 4. — P. 328–338.
17. Bernhardt M. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction / M. Bernhardt, K. Bridwell // *Spine*. — 1989. — Vol. 14. — P. 717–721.
18. Reciprocal angulation of vertebral bodies in sagittal plane: Approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis / P. Stagnara, J. C. DeMauroy, G. Dran [et al.] // *Spine*. — 1982. — Vol. 7. — P. 335–342.
19. Jackson R. P. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size: A prospective controlled clinical study // R. P. Jackson, A. C. McManus // *Spine*. — 1994. — Vol. 19. — P. 1611–1618.
20. Jackson R. P. Incidence and severity of back pain in adult idiopathic scoliosis / R. P. Jackson, E. H. Simmons, D. Stripinis // *Spine*. — 1983. — Vol. 8. — P. 749–756.
21. Jackson R. P. Coronal and sagittal plane spinal deformities correlating with back pain and pulmonary function in adult idiopathic scoliosis / R. P. Jackson, E. H. Simmons, D. Stripinis // *Spine*. — 1989. — Vol. 14. — P. 1391–1397.
22. An analysis of sagittal alignment in 100 asymptomatic middle- and older aged volunteers / D. E. Gelb, L. G. Lenke, K. H. Bridwell [et al.] // *Spine*. — 1995. — Vol. 20. — P. 1351–1358.
23. Продан А. И. Клинико-рентгенологические особенности и хирургическое лечение полисегментарного поясничного остеохондроза: дис. ... канд. мед. наук / А. И. Продан. — Харьков, 1981. — 221 с.
24. Попелянский Я. Ю. Вертеброгенные заболевания нервной системы / Я. Ю. Попелянский. — Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство, 1983. — Т. II, Ч. 1. — 371 с.
25. Радченко В. А. Оптимизация хирургической тактики и техники операций при дистрофических заболеваниях поясничного отдела позвоночника: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / В. А. Радченко. — Харьков, 1996. — 44 с.
26. Золотник Э. И. Некоторые вопросы клиники и диагностики выпадения межпозвонковых дисков / Э. И. Золотник // *Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. — 1990. — № 10. — С. 1268–1272.
27. Glenn W. V. Multiplanar display computerized body tomography applications in the lumbal spine / W. V. Glenn, M. L. Rhodes // *Spine*. — 1979. — Vol. 4. — P. 282–352.
28. Попелянский Я. Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология) / Я. Ю. Попелянский. — 4-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2008. — 672 с.
29. Пастушин И. П. Диагностика и клиника дискогенных пояснично-крестцовых радикулитов / И. П. Пастушин // *Врачебное дело*. — 1967. — № 9. — С. 91–93.
30. Шустин В. А. Клиника и хирургическое лечение дискогенных пояснично-крестцовых радикуломиелоишемий / В. А. Шустин, А. И. Панюшкин. — М.: Медицина, 1985. — 173 с.
31. Стабильно-функциональный спондилодез при повреждениях и заболеваниях позвоночника / В. А. Радченко, Г. Х. Грунтовский, А. И. Продан, В. А. Филиппенко: матер. науч.-прак. конф. [«Стабильно-функциональный остеосинтез в травматологии и ортопедии»]. — К., 1991. — С. 59–60.
32. Радченко В. А. Практикум по стабилизации грудного и поясничного отделов позвоночника / В. А. Радченко, Н. А. Корж. — Х.: Прапор, 2004. — 160 с.
33. Simmons E. D. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis / E. D. Simmons // *Clin. Orthop.* — 2001. — Vol. 384. — P. 45–53.
34. Hu S. S. Internal fixation in the osteoporotic spine / S. S. Hu // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 43–48.
35. Kostuik J. P. Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lumbar spine / J. P. Kostuik, T. J. Errico, T. F. Gleason // *Clin. Orthop.* — 1986. — Vol. 203. — P. 219–231.
36. Management of adult spinal deformity with combined anterior-posterior arthrodesis and Luque-Galveston instrumentation / O. Boachie-Adjei, G. K. Dendrinos, J. W. Ogilvie, D. S. Bradford // *J. Spinal Disord.* — Vol. 4. — 1991. — P. 131–141.
37. Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance / K. H. Bridwell, S. J. Lewis, L. G. Lenke [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* — 2003. — Vol. 85-A. — P. 454–463.
38. Management of fixed sagittal plane deformity: Results of the transpedicular wedge resection osteotomy / S. H. Berven, V. Deviren, J. A. Smith [et al.] // *Spine*. — 2001. — Vol. 26. — P. 2036–2043.
39. Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis / E. Thomasen // *Clin. Orthop.* — 1985. — Vol. 194. — P. 142–152.
40. Voos K. Multiple vertebral osteotomies in the treatment of rigid adult spine deformities / K. Voos, O. Boachie-Adjei, B. A. Rawlins // *Spine*. — 2001. — Vol. 26. — P. 526–533.
41. Hacker R. J. Comparison of interbody fusion approaches for disabling low back pain / R. J. Hacker // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 660–665.
42. Ray C. D. Threaded titanium cages for lumbar interbody fusions / C. D. Ray // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 667–680.
43. Ray C. D. Threaded fusion cages for lumbar interbody fusions. An economic comparison with 360 degrees fusions / C. D. Ray // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 681–685.
44. Prosthetic disc nucleus implants / C. D. Ray, R. Schönmayr, S. A. Kavanagh [et al.] // *Neuroradiol.* — 1999. — Vol. 12 (Suppl. 1). — P. 157–162.
45. What's new in spine surgery? / E. Zigler, S. Boden, P. Anderson [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* — 2002. — Vol. 84-A. — P. 1282–1288.
46. Design rationale and biomechanics of Maverick Total Disc arthroplasty with early clinical results / H. H. Mathews, J. C. Lehuec, T. Friesem [et al.] // *Spine J.* — 2004. — Vol. 4 (Suppl. 6). — P. 268–275.
47. De Kleuver M. Total disc replacement for chronic low back pain: background and a systematic review of the literature / M. De Kleuver, F. C. Oner, W. C. Jacobs // *Eur. Spine J.* — 2003. — Vol. 12, № 2. — P. 108–116.
48. Enker P. Interbody fusion and instrumentation / P. Enker, A. D. Steffee // *Clin. Orthop.* — 1994. — Vol. 300. — P. 90–101.
49. Revision or lumbar fusions: A comparison of anterior autograft and all / G. R. Buttermann, P. A. Glazer, S. S. Hu, D. S. Bradford // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 2748–2755.
50. Patient satisfaction after circumferential lumbar fusion /

- P. J. Slosar, J. B. Reynolds, J. Schofferman [et al.] // *Spine*. — 2000. — Vol. 25. — P. 722–726.
51. Sacral screw loads in lumbosacral fixation for spinal deformity / R. S. Pashman, S. S. Hu, M. J. Schendel, D. S. Bradford // *Spine*. — Vol. 18. — 1993. — P. 2465–2470.
 52. Corrective osteotomies in spine surgery / J. B. Gill, A. Levin, T. Burd [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* — 2008. — Vol. 90-A (11). — P. 2509–2520.
 53. Comparison of Smith-Petersen versus pedicle subtraction osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance / K. J. Cho, K. Bridwell, L. Lenke [et al.] // *Spine*. — 2005. — Vol. 30 (18). — P. 2030–2037.
 54. Clinical and radiographic evaluation of sagittal imbalance: a new radiographic assessment / H. Elgafy, R. Bransford, H. Semaan [et al.] // *Am. J. Orthop.* — 2011. — Vol. 40 (3). — P. 30–34.
 55. Management of fixed sagittal plane deformity: outcome of combined anterior and posterior surgery / S. H. Berven, V. Deviren, J. A. Smith [et al.] // *Spine*. — 2003. — Vol. 28 (15). — P. 1710–1715.
 56. Complications and predictive factors for the successful treatment of flatback deformity (fixed sagittal imbalance) / K. C. Booth, K. H. Bridwell, L. G. Lenke [et al.] // *Spine*. — 1999. — Vol. 24 (16). — P. 1712–1720.
 57. Hanson D. S. Correlation of pelvic incidence with low- and high-grade isthmic spondylolisthesis / D. S. Hanson // *Spine*. — 2002. — Vol. 27. — P. 2026–2029.
 58. Boulay C. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis / C. Boulay // *Eur. Spine J.* — 2006. — Vol. 15. — P. 415–422.
 59. Duval-Beaupere G. Visualization on full spine radiographs of the anatomical connections of the centres of the segmental body mass supported by each vertebra and measured in vivo / G. Duval-Beaupere, G. Robain // *Int. Orthop.* — 1987. — Vol. 11 (Issue 3). — P. 261–269.
 60. Duval-Beaupere G. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position / G. Duval-Beaupere, C. Schmidt, P. Cosson // *Ann. Biomed. Eng.* — 1992. — Vol. 20 (Issue 4). — P. 451–462.
 61. Duval-Beaupere G. Pelvic incidence: a fundamental parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves / G. Duval-Beaupere // *Eur. Spine J.* — 1998. — Vol. 7. — P. 99–103.
 62. Duval-Beaupere G. Gravitational forces and sagittal shape of the spine. Clinical estimation of their relations / G. Duval-Beaupere // *Int. Orthop.* — 2008. — Vol. 32 (Issue 6). — P. 809–816.
 63. Gangnet N. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform / N. Gangnet // *Surg. Radiol. Anat.* — 2003. — Vol. 25. — P. 424–433.
 64. Gelb D. E. An analysis of sagittal alignment in 100 asymptomatic middle or aged volunteers / D. E. Gelb // *Spine*. — 1995. — Vol. 20. — P. 1351–1358.
 65. Guigui P. Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagittal balance: analysis of 250 Healthy volunteers / P. Guigui // *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice.* — 2003. — Vol. 89 (Issue 6). — P. 496–506.

Стаття надійшла до редакції 10.01.2014

SURGICAL TREATMENT OF DEGENERATIVE LUMBAR KYPHOSIS (LITERATURE REVIEW)

V. K. Piontkovskyi

CHI «Rivne Regional Clinical Hospital». Ukraine