

А.О. Мезенцев^{1,2}, Д.Є. Петренко^{1,2}, Д.О. Демченко^{1,2}

Аналіз результатів лікування грудного ідіопатичного сколіозу з кутом Cobb 80–100°

¹ Навчально-науковий медичний центр «Університетська клініка» Харківського національного медичного університету, Україна

² КНП «Міська багатoproфільна клінічна лікарня матері та дитини імені професора М.Ф. Руднева» Дніпровської міської ради, Україна

Paediatric Surgery(Ukraine).2023.2(79):28-34; doi 10.15574/PS.2023.79.28

For citation: Mezentsev AO, Petrenko DE, Demchenko DO. (2023). Analysis of the results of surgical treatment in idiopathic thoracic scoliosis with Cobb angle 80°-100°. Paediatric Surgery (Ukraine). 2(79): 28-34. doi: 10.15574/PS.2023.79.28.

Передня мобілізація хребта є ефективним методом етапної корекції грудного ідіопатичного сколіозу з кутом Cobb 80–100°. Впровадження в клінічну практику сучасних транспедикулярних імплантатів та остеотомій заднього опірного комплексу зменшило частоту її використання, але збільшило кількість неврологічних ускладнень.

Мета – порівняти результати використання передньої мобілізації в поєднанні із заднім коригувальним спондилодезом та тільки заднього коригувального спондилодезу в пацієнтів із ригідним грудним ідіопатичним сколіозом.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективний порівняльний аналіз результатів хірургічного лікування 167 хворих на грудний ідіопатичний сколіоз із кутом Cobb 80–100°. Пацієнтів поділено на дві групи: 1-ша група – 83 особи (середній вік – 13,7 року), яким виконували передню мобілізацію викривлення та задній коригувальний спондилодез, 2-га група – 84 особи (середній вік – 14,7 року), яким виконували задній коригувальний спондилодез та остеотомію Ponte на 3–5 рівнях.

Результати. Середній показник кута Cobb грудного викривлення до хірургічного лікування у 1-й групі становив 87,1° (±1,96), у 2-й групі – 83,8° (±2,85); після хірургічного лікування – відповідно 32,2° (±2,24), або 63% корекції, і 44,2° (±3,22), або 47% корекції. Загальна середня тривалість хірургічних втручань у 1-й групі дорівнювала 410 хв (140 хв+270 хв), у 2-й групі – 320 хв. Інтраопераційна крововтрата складала відповідно 890 мл і 900 мл. Середній об'єм гемотрансфузії становив відповідно 650 мл і 672 мл. Середній час перебування на стаціонарному лікуванні був відповідно 15,6 доби і 8,6 доби.

Висновки. Порівняно із заднім коригувальним спондилодезом, застосування двоетапного лікування, яке включає в себе передню мобілізацію викривлення та задній коригувальний спондилодез за хірургічної корекції ригідних сколіотичних деформацій хребта, дає змогу збільшити інтраопераційну корекцію основного викривлення на 17%.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду пацієнтів.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: ідіопатичний сколіоз, передня мобілізація хребта, задній коригувальний спондилодез, остеотомії хребта.

Analysis of the results of surgical treatment in idiopathic thoracic scoliosis with Cobb angle 80°–100°**A.O. Mezentsev^{1,2}, D.E. Petrenko^{1,2}, D.O. Demchenko^{1,2}**¹University Medical Centre «University Clinic» of Kharkiv National Medical University, Ukraine²Dnipropetrovsk Specialized Clinical Medical Center of Mother and Child named after Professor M.F. Rudnev of Dnipropetrovsk Regional Council, Ukraine

Anterior spinal mobilization is an effective method of staged correction of thoracic idiopathic scoliosis with a Cobb angle of 80–100°. The introduction of modern transpedicular implants and osteotomies of the posterior support complex into clinical practice has reduced the frequency of its use, but increased the number of neurological complications.

Purpose – to compare the results of anterior mobilization in combination with posterior corrective fusion and posterior corrective fusion alone in patients with stiff thoracic idiopathic scoliosis.

Materials and methods. A retrospective comparative analysis of the results of surgical treatment of 167 patients with thoracic idiopathic scoliosis with a Cobb angle of 80–100° was performed. Patients were divided into two groups: the Group 1 – 83 patients (mean age – 13.7 years) who underwent anterior curvature mobilization and posterior corrective fusion, the Group 2 – 84 patients (mean age – 14.7 years) who underwent posterior corrective fusion and Ponte osteotomy at 3–5 levels.

Results. The average thoracic Cobb angle before surgery in the Group 1 was 87.1° (±1.96), in the Group 2 – 83.8° (±2.85); after surgery – 32.2° (±2.24), or 63% correction, and 44.2° (±3.22), or 47% correction, respectively. The total average duration of surgical interventions in the Group 1 was 410 minutes (140 minutes + 270 minutes), in the Group 2 – 320 minutes. Intraoperative blood loss was 890 ml and 900 ml, respectively. The average volume of haemotransfusion was 650 ml and 672 ml, respectively. The average hospital stay was 15.6 days and 8.6 days, respectively.

Conclusions. Compared with posterior corrective fusion, the use of two-stage treatment, which includes anterior mobilization of the curvature and posterior corrective fusion for surgical correction of stiff scoliotic spinal deformities, allows to increase the intraoperative correction of the main curvature by 17%.

The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee of all the institutions mentioned in the study. Informed consent was obtained from the patients.

No conflict of interests was declared by the authors.

Keywords: idiopathic scoliosis, anterior spinal mobilization, posterior corrective fusion, spinal osteotomies.

Хірургічний доступ до вентральних відділів хребта протягом багатьох років використовують для видалення тіл і міжхребцевих дисків при пухлинах, травматичних пошкодженнях, запальних процесах і килах. Починаючи з 70-х років ХХ ст., передню дисктомію за пропозицією G.R. Anderson почали застосовувати для мобілізації ригідних сколіотичних викривлень хребта з кутом Cobb понад 90–100°. Особливо передня мобілізація є ефективною при гіпо- або гіперкіфозі грудного відділу хребта, забезпечуючи корекцію сагітального контуру та зменшуючи ризик неврологічних ускладнень, що можуть виникнути після виконання заднього коригувального спондилодезу імплантатом.

Особливого поширення передня мобілізація викривлення набула в сполученні з використанням ендокоректорів другого та третього покоління, таких як дистрактор Harrington, і гачкових або гібридних імплантатів CDI [6,7]. Впровадження в клінічну практику сучасних транспедикулярних імплантатів останнього покоління дало змогу значно збільшити коригувальні зусилля, що прикладаються до хребта. Отже, необхідність досягнення додаткової дестабілізації хребта зменшилася. Крім того, поєднання використання цих імплантатів з остеотомією заднього опірною комплексу хребта (Ponte, Smith–Peterson) дало змогу виправляти сколіоз приблизно на 70–80% [15].

Незважаючи на це, корекція ригідних деформацій хребта понад 100° потребувала більшої дестабілізації за рахунок виконання резекції хребта (vertebral column resection – VCR) [18].

Такий підхід дав змогу отримувати задовільну корекцію хребта під час одного хірургічного втручання, уникаючи таких недоліків передньої мобілізації, як постторакаломічний синдром, плеврит та ін. [19]. Але водночас відносно висока кількість неврологічних ускладнень і ступінь інтраопераційної крововтрати, вірогідність ушкодження твердої мозкової оболонки, необхідність збільшувати протяжність зони спондилодезу та ризик розвинення псевдоартрозу в післяопераційному періоді стали причиною до поступового повернення актуальності комбінованих хірургічних втручань для корекції сколіозу [3].

Мета дослідження – порівняти результати використання передньої мобілізації в поєднанні із заднім коригувальним спондилодезом та заднього коригувального спондилодезу в пацієнтів із ригідним грудним ідіопатичним сколіозом.

Матеріали та методи дослідження

Проведено ретроспективний порівняльний аналіз результатів хірургічних втручань у 167 хворих (чоловічої статі – 17, жіночої – 150) на ідіопатичний сколіоз, що отримували лікування в Науково-на-

Оригінальні дослідження. Абдомінальна та торакальна хірургія



Рис. 1. Рентгенограми хворої віком 14 років із правобічним ідіопатичним сколіозом 4-го ступеня в передньо-задній та бічній проєкціях до (а) і після (б) двоетапного хірургічного втручання (1-ша група). До хірургічного втручання кут грудного викривлення становив 89°, а поперекового – 65° за Cobb, грудний кіфоз – 25°, поперековий лордоз – 44°. Після заднього коригувального спондилодезу грудне викривлення стало 30°, поперекове – 24°, грудний кіфоз – 19°, поперековий лордоз – 40°

вчального медичному центрі «Університетська клініка» Харківського національного медичного університету в період 2016–2022 рр.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом. На проведення дослідження отримано інформовану згоду пацієнтів.

Критерії залучення до дослідження: ідіопатичний сколіоз, правобічні викривлення з кутом Cobb 80–100°, вік хворих – 12–16 років, відсутність попередніх операцій або патології органів грудної порожнини.

Критерії вилучення до дослідження: сколіотичні деформації іншого генезу (вроджені, нейром'язові, синдромальні, тощо), пацієнти з деформацією до 80°, або ті, що перевищують 100°.

Усіх хворих поділено на дві групи. До першої групи двоетапного лікування залучено 83 пацієнти (середній вік – 13,7 року), яким для корекції викривлення проведено передню мобілізацію хребта з видаленням 4–6 міжхребцевих дисків (1-й етап лікування) та корекцію викривлення полісегментарним імплантатом (2-й етап) – рис. 1.

Пацієнтам 2-ї групи, що складалася з 84 пацієнтів (середній вік – 14,8 року), проведено одноетапну ко-

Таблиця

Післяопераційні показники, що досліджувалися в групах хворих

Параметри	1-ша група	2-га група
Корекція грудного викривлення, %	63	47
Корекція поперекового викривлення, %	54	52
Корекція грудного кіфозу, %	23,9	19,7
Корекція поперекового лордозу, %	19,9	19,9
Інтраопераційна крововтрата, мл	890	900
Об'єм гемотрансфузії, мл	650	672
Тривалість втручання, хв	410	320
Перебування в стаціонарі, доби	15,6	8,6



Рис. 2. Рентгенограми хворої віком 14 років із правобічним ідіопатичним сколіозом 4-го ступеня в передньо-задній та бічній проєкціях до (а) і після (б) одноетапного хірургічного втручання із заднього доступу (2-га група). До хірургічного втручання кут грудного викривлення становив 82° , а поперекового – 60° за Cobb, грудний кіфоз – 36° , поперековий лордоз – 45° . Після заднього коригувального спондилодезу грудне викривлення стало 38° , поперекове – 36° , грудний кіфоз – 38° , поперековий лордоз – 45°

рекцію викривлення транспедикулярним імплантатом (практикум стабілізації) – рис. 2. З метою мобілізації викривлення на вершині грудного та поперекового викривлень виконано остеотомії Smith–Petersen і Ponte на 3–5 рівнях.

У всіх пацієнтів проаналізовано до- та післяопераційні показники кута Cobb грудного та поперекового викривлення, грудного кіфозу та поперекового лордозу, а також динаміку їхніх відносних змін. Також вивчено загальний час проведення хірургічного втручання, загальний об'єм інтраопераційної крововтрати, кількість випадків порушень сигналів інтраопераційного моніторингу спинного мозку, об'єм гемотрансфузії та середній показник тривалості перебування в стаціонарі.

Результати дослідження та їх обговорення

Рентгенометричний аналіз показав, що середній показник кута Cobb грудного викривлення до хірургічного лікування в 1-й групі становив $87,1^\circ (\pm 1,96)$, у 2-й групі – $83,8^\circ (\pm 2,85)$. Доопераційне поперекове викривлення мало кут $47,6^\circ (\pm 2,37)$ та $49,6^\circ (\pm 3,35)$, відповідно. Грудний кіфоз був $35,5^\circ (\pm 2,43)$ та $35,5^\circ (\pm 3,64)$, відповідно. Поперековий лордоз до втручання складав відповідно $42,7^\circ (\pm 1,84)$ та $40,3^\circ (\pm 2,66)$ – рис. 3 А, Б.

Після хірургічного лікування (табл.) середній кут Cobb грудного викривлення в 1-й групі дорівнював

$32,2^\circ (\pm 2,24)$, або 63% корекції, у 2-й групі – $44,2^\circ (\pm 3,22)$, або 47% корекції. Поперекове викривлення було виправлено у 1-й групі до $21,5^\circ (\pm 1,68)$, або 54%, у 2-й групі – до $23,6^\circ (\pm 2,62)$, або 52%. Порівняно з доопераційними вимірюваннями грудний кіфоз у 1-й групі виправлено до $27^\circ (\pm 1,23)$, або 23,9%, у 2-й групі – до $28,5^\circ (\pm 1,95)$, або 23,7%. Поперековий лордоз у відносних показниках змінився однаково в обох групах – на 19,9% ($34,2^\circ (\pm 1,36)$ – 1-ша група, $32,3^\circ (\pm 1,8)$ – 2-га група) – рис. 3 А, Б.

Загальна середня тривалість хірургічних втручань у 1-й групі становила 410 хв (140 хв + 270 хв), у 2-й групі – 320 хв. Інтраопераційна крововтрата – відповідно 890 мл та 900 мл. Середній об'єм гемотрансфузії – відповідно 650 мл та 672 мл. Середня тривалість перебування на стаціонарному лікуванні – відповідно 15,6 доби та 8,6 доби (табл.).

Порушення сигналів нейромоніторингу спинного мозку виявлено у 2 хворих 1-ї групи та у 5 хворих 2-ї групи. Після проведення профілактичних заходів під час хірургічного втручання [10] зміни мали зворотний характер і не вплинули на кінцевий результат лікування.

Хірургічне лікування ригідних деформацій хребта з кутом викривлення 80° та більше є викликом для багатьох хірургів, оскільки перед ними стоїть завдання забезпечити максимальну триплосинну

Оригінальні дослідження. Абдомінальна та торакальна хірургія

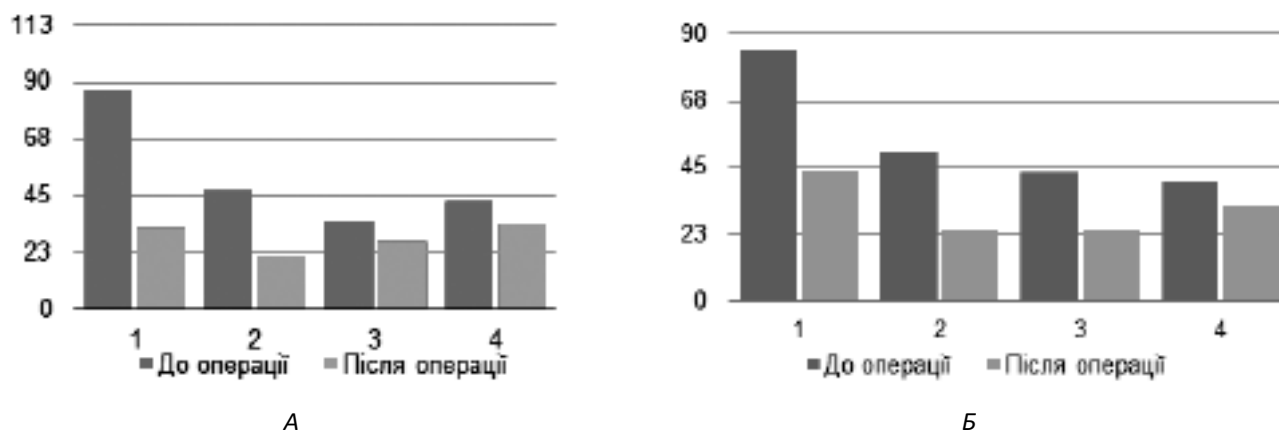


Рис. 3. Динаміка змін кута Cobb грудного викривлення (1), поперекового викривлення (2), грудного кіфозу (3) і поперекового лордозу (4): А – у 1-й групі, Б – у 2-й групі

корекцію викривлення з мінімальною кількістю ускладнень. У сучасній вертебральній хірургії використовують двоетапну хірургічну корекцію, що включає в себе передню дискектомію та задній коригувальний спондилодез транспедикулярним імплантатом або одноетапний задній коригувальний спондилодез у сполученні з різними варіантами остеотомій, а також передопераційну галотракцію протягом визначеного часового проміжку з подальшим заднім коригувальним спондилодезом.

У ряді досліджень доведено, що передня дискектомія, порівняно з хірургічним втручанням, виконується із заднього доступу, призводить до більшої дестабілізації хребта, що сприяє досягненню триплосинної корекції викривлення [2]. Зменшення популярності наведеного підходу пов'язане з розвитком післяопераційних ускладнень після торактомії та післяопераційним погіршенням функції зовнішнього дихання [1,11,13]. Порівняльні дослідження проміж результатами використання двоетапних передньо-задніх хірургічних втручань і заднього коригувального спондилодезу довели, що застосування останнього при ригідних викривленнях приводить до однакового результату лікування в сполученні зі зменшеною тривалістю перебування в стаціонарі [5,7]. Водночас застосування заднього коригувального спондилодезу збільшує протяжність фіксації хребта та відповідно підвищує ризик розвитку захворювання перехідного сегмента (adjacent level disease) [12, 20].

Поширення заднього коригувального спондилодезу в хірургії сколіозу пов'язано як із застосуванням сучасних транспедикулярних імплантатів, так і остеотомій заднього опірної комплексу, таких як Ponte і Smith–Petherson. Їх виконання дає змогу збільшити корекцію приблизно на 5–10° на кожному з рівнів, де вони були проведені [17].

М. Shaheen зі співавторами, які вивчали результати застосування остеотомії Ponte у 8881 хворого з підлітковим ідіопатичним сколіозом, встановили, що в таких пацієнтів протягом 90 днів після хірургічного втручання збільшується ризик повторного надходження до стаціонару з метою виконання ревізійного хірургічного втручання внаслідок ушкодження твердої мозкової оболонки, які виникають під час остеотомії [16]. Крім того, за даними A.J. Buckland та співавторів, зміни сигналу інтраопераційного моніторингу в пацієнтів зі сколіозом виникають під час виконання остеотомій у 9,3% пацієнтів, тоді як без цієї хірургічної маніпуляції – тільки в 4,2% випадків [4].

Ще однією лікувальною альтернативою є передопераційна галотракція, ефективність якої наведено в багатьох наукових роботах. Наприклад, у роботі [9] проаналізовано застосування на першому етапі лікування гравітаційної галотракції у 76 пацієнтів із кутом деформації понад 100° за Cobb із подальшим виконанням другого етапу, зокрема заднього коригувального спондилодезу. Аналіз результатів лікування показав, що після галотракції в дітей зменшився кут деформації в середньому на 36,5°.

У дослідженні проведено порівняльний аналіз застосування двоетапної корекції ригідного грудного ідіопатичного сколіозу із застосуванням передньої дискектомії та заднього коригувального спондилодезу (1-ша група) і заднього коригувального спондилодезу (2-га група). Аналізуючи отримані дані, слід зауважити, що в 1-й групі хворих виявлено меншу кількість випадків зміни сигналу інтраопераційного моніторингу спинного мозку порівняно з 2-ю групою. На наш погляд, це пов'язано з тим, що за рахунок більшого ступеня мобілізації хребта, що досягнуто шляхом видалення міжхребцевих дисків,

корекція викривлення під час другого етапу лікування потребувала менших зусиль, що прикладаються до хребта та опосередковано на спинний мозок.

До нашого дослідження не увійшли пацієнти з ригідними деформаціями хребта, яким виконували резекцію хребта (vertebral column resection). Дійсно, ця операція має високу ефективність з огляду на ступінь корекції викривлення, яка, за даними літератури, становить 50–70% [8], але має високий рівень інтраопераційної крововтрати та ризик неврологічних ускладнень. Так, L.G. Lenke зі співавторами проаналізували результати лікування 147 пацієнтів, яким для виправлення сколіозу застосовували резекцію хребта. Середній об'єм крововтрати, за даними авторів, становив 1610 мл, а зміни сигналу інтраопераційного моніторингу спинного мозку з подальшим неврологічним дефіцитом відмічалися у 39 (27%) пацієнтів [8]. В іншій роботі B. Raynor та співавтори встановили, що серед 12 375 випадків виконання резекції хребта 386 пацієнтів мали незворотний неврологічний дефіцит [14].

Порівнюючи наведені дані щодо результатів застосування резекції хребта з отриманими нами результатами, можна зробити висновок, що двоетапна корекція ригідного сколіозу дає змогу досягнути ідентичного з резекцією хребта ступеня корекції викривлення, але з істотно меншим ризиком виникнення неврологічних ускладнень та об'ємом інтраопераційної крововтрати. Потенційні ускладнення, довша тривалість перебування в стаціонарі в разі двоетапного лікування, на наш погляд, не є вирішальним фактором на користь вибору резекції хребта.

Висновки

Порівняно із заднім коригувальним спондилодезом, використання двоетапного лікування, яке включає в себе передню мобілізацію викривлення та задній коригувальний спондилодез під час хірургічної корекції ригідних сколіотичних деформацій хребта, дає змогу збільшити інтраопераційну корекцію основного викривлення на 17%.

Рівень крововтрати та об'єму гемотрансфузії між групами двоетапної та одноетапної корекції викривлення із заднього доступу значно не відрізнявся.

Застосування передньої мобілізації викривлення та заднього коригувального спондилодезу у хворих із ригідним сколіозом дає змогу досягнути зіставних із резекцією хребта результатів і водночас із меншою крововтратою та ризиком виникнення неврологічних ускладнень.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References/Література

1. Bernstein RM, Hall JE. (1998). Solid rod short segment anterior fusion in thoracolumbar scoliosis. *J Pediatr Orthop B*. 7 (2): 124–131. doi: 10.1097/01202412-199804000-00006.
2. Betz RR, Harms J, Clements DH, Lenke LG, Lowe TG, Shuffelbarger HL et al. (1999). Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 24 (3): 225–239. doi: 10.1097/00007632-199902010-00007.
3. Bridwell KH, Lewis SJ, Rinella A, Lenke LG, Baldus C, Blanke K. (2004). Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*. 86A (1): 44–50. doi: 10.2106/00004623-200403001-00007.
4. Buckland AJ, Moon JY, Betz RR, Lonner BS, Newton PO et al. (2019, Feb 1). Ponte Osteotomies Increase the Risk of Neuro-monitoring Alerts in Adolescent Idiopathic Scoliosis Correction Surgery. *Spine*. 44 (3): E175–E180. doi: 10.1097/BRS.0000000000002784.
5. Burton DC, Sama AA, Asher MA, Burke SW, Boachie-Adjei O, Huang RC et al. (2005). The treatment of large (>70°) thoracic idiopathic scoliosis curves with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? *Spine*. 30 (17): 1979–1984. doi: 10.1097/01.brs.0000176196.94565.d6.
6. Di Silvestre M, Bakaloudis G, Lolli F, Vommaro F, Martikos K, Parisini P. (2008). Posterior fusion only for thoracic adolescent idiopathic scoliosis of more than 80 degrees: pedicle screws versus hybrid instrumentation. *Eur Spine J*. 17 (10): 1336–1349. doi: 10.1007/s00586-008-0731-9.
7. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Luhmann SJ, Bridwell KH. (2006). Anterior/posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees. *Spine (Phila Pa 1976)*. 31 (20): 2386–2391. doi: 10.1097/01.brs.0000238965.81013.c5.
8. Lenke LG, Newton PO, Sucato DJ, Schuffelburger HL. (2013, Jan 15). Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity: a multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 38 (2): 119–132. doi: 10.1097/BRS.0b013e318269fab1.
9. Levytskyi AF, Rogozynskyi VA, Dolianytskyi MM. (2020). Halo-gravity traction in the treatment of complex (>100°) scoliotic deformities of the spine in children: a review of clinical cases. *Paediatric Surgery, Ukraine*. 4 (69): 67–71. [Левицький АФ, Рогозинський ВО, Доляницький ММ. (2020). Гало-гравітаційна тракція при лікуванні складних (>100°) сколіотичних деформацій хребта в дітей: огляд клінічних випадків. *Хірургія дитячого віку*. 4 (69): 67–71]. doi: 10.15574/PS.2020.69.67.]
10. Lewis SJ, Wong IHY, Strantzas S, Holmes LM. (2019, May). Responding to Intraoperative Neuromonitoring Changes During Pediatric Coronal Spinal Deformity Surgery. *Global Spine J*. 9; 1: 15S–21S. doi: 10.1177/2192568219836993.
11. Li M, Ni J, Fang X, Liu H, Zhu X, He S et al. (2009). Comparison of selective anterior versus posterior screw instrumentation in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 34 (11): 1162–1166. doi: 10.1097/BRS.0b013e31819e2b16.
12. Lonner BS, Ren Y, Upasani VV, Marks MM, Newton PO, Samdani AF et al. (2018). Disc degeneration in unfused caudal motion segments ten years following surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deformity*. 6 (6): 684–690. doi: 10.1016/j.jspd.2018.03.013.
13. O'Donnell C, Michael N, Pan X, Emans J, Garg S, Erickson M. (2018). Anterior spinal fusion and posterior spinal fusion both effectively treat lenke type 5 curves in adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter study. *Spine Deform*. 6 (3): 231–240. doi: 10.1016/j.jspd.2017.09.054.
14. Raynor B, Bright J, Lenke LG, Rahman R. (2013, Jan 15). Significant change or loss of intraoperative monitoring data: a 25 years experience in 12375 surgeries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 38 (2): E101–E108. doi: 10.1097/BRS.0b013e31827aafb9.

Оригінальні дослідження. Абдомінальна та торакальна хірургія

15. Schwab F, Blondel B, Chay E, Demakakos J, Lenke L, Tropicano P et al. (2014, Jan). The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery*. 74 (1): 112–120; discussion 120. doi: 10.1227/NEU.0000000000001820.
16. Shaahen M, Koltsov JCB, Cohen SA, Langer JL. (2022). Complication risks and costs associated with Ponte osteotomies in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: insights from a national database. *Spine Deformity J*. 10: 1339–1348. doi: 10.1007/s43390-022-00534-4.
17. Shufflebarger HL, Geck MJ, Clark CE. (2004). The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screws. *Spine (Phila Pa 1976)*. 29 (3): 269–276; discussion 276. doi: 10.1097/01.brs.0000109881.63411.48.
18. Suk SI, Kim JH, Kim WJ, Lee SM, Chung ER, Nah KH. (2002). Posterior vertebral column resection for severe spinal deformities. *Spine (Phila Pa 1976)*. 27: 2374–2382. doi: 10.1097/00007632-200211010-00012.
19. Weiss HR, Goodall D. (2008, Aug 5). Rate of complications in scoliosis surgery – a systematic review of the Pub Med literature. *Scoliosis*. 3: 9. doi: 10.1186/1748-7161-3-9.
20. Mezentsev AA. (2003). Peredne-zadnyy spondyloides pry khyrurhicheskoi korrektsii tiazhelikh skolyotycheskykh deformatsii pozvonochnika. *Litopys travmatolohii ta ortopedii*. 1-2: 8-10. [Мезенцев АА. (2003). Передне-задний спондилодез при хирургической коррекции тяжелых сколиотических деформаций позвоночника. *Літопис травматології та ортопедії*. 1-2: 8-10].

Відомості про авторів:

Мезенцев Андрій Олексійович – д.мед.н., лікар ортопед-травматолог вертебрологічного відділення КНП «МБКЛМД імені проф. М.Ф. Руднева». Адреса: м. Дніпро, пр. Л. Українки 26.

Петренко Дмитро Євгенович – д.мед.н., зав. вертебрологічного відділення КНП «МБКЛМД імені проф. М.Ф. Руднева». Адреса: м. Дніпро, пр. Л. Українки 26.

Демченко Дмитро Олександрович – лікар ортопед-травматолог вертебрологічного відділення КНП «МБКЛМД імені проф. М.Ф. Руднева». Адреса: м. Дніпро, пр. Л. Українки 26.

Стаття надійшла до редакції 10.03.2023 р., прийнята до друку 14.06.2023 р.