

Слинько Є.І., Нехлопочин О.С.

ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України», м. Київ, Україна

## Рентгенологічна оцінка ефективності тілозамінних систем для вентрального субаксіального цервікоспондилодезу

**Резюме. Актуальність.** На сьогодні вентральний цервікоспондилодез є найбільш поширеним методом хірургічної корекції більшості травматичних ушкоджень субаксіального відділу хребта. Незважаючи на широкий асортимент тілозамінних систем, у сучасній літературі відсутні дані про переваги застосування певного типу конструкцій при різних варіантах пошкодження остеолігаментозного апарата. **Мета** — рентгенологічна оцінка ефективності використання тілозамінностабілізуючих систем при різних варіантах травматичних ушкоджень шийного відділу хребта. **Матеріали та методи.** Проведено аналіз даних рентгенограм 70 пацієнтів, які перенесли вентральний субаксіальний цервікоспондилодез у зв'язку з травматичним пошкодженням шийного відділу хребта. Проведено дослідження ефективності відновлення сегментарного кіфозу оперованого сегмента і стабільності досягнутої корекції в післяопераційному періоді. Терміни спостереження: інтраопераційно, через 3–5 днів, 3, 6 і 12–18 місяців після оперативного втручання. Як система стабілізації використані комбінація «Mesh + вентральна пластина» і телескопічний тілозамінний імплант. Переломи класифіковані згідно з основними класами AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. **Результати.** Інтраопераційні рентгенограми свідчать про більш дозовану корекцію сегментарного кіфозу оперованого сегмента при застосуванні тілозамінного імпланту. При цьому 87,5 % аналізованих випадків містяться в необхідному діапазоні значень. При застосуванні комбінації Mesh із вентральною пластиною цей показник становив 50 %. Аналіз динаміки втрати корекції свідчить про більшу стабільність досягнутого спондилодезу при застосуванні тілозамінного імпланту. На 3-тю — 5-ту добу післяопераційного періоду максимальне наростання сегментарного кіфозу зареєстроване при С-типі ушкодження і застосуванні комбінації Mesh із вентральною пластиною. Мінімальна деформація відзначена при використанні тілозамінного імпланту та при А-типі ушкодження. Аналогічна залежність спостерігається на всіх подальших термінах спостереження. **Висновки.** При виконанні вентрального субаксіального цервікоспондилодезу пошкодження типу А є найбільш стабільними, а пошкодження типу С проявляють максимальну схильність до втрати досягнутої інтраопераційної корекції. Застосування тілозамінного імпланту порівняно з комбінацією Mesh із вентральною пластиною забезпечує більше збереження сагітального контуру оперованого сегмента на всіх термінах спостереження.

**Ключові слова:** вентральний спондилодез; шийний відділ; травматичне ушкодження; система стабілізації

### Вступ

Вентральні декомпресивно-стабілізуючі втручання протягом останніх декількох десятиліть вважаються пріоритетним методом хірургічної корекції травматичних ушкоджень субаксіального рівня шийного відділу хребта (ШВХ) [21]. Крім вирішення основного хірургічного завдання — декомпресії невральних структур хребетного каналу в пацієнтів із хребетно-спинномозковою травмою, передній доступ до тіл шийних хреб-

ців належною мірою дозволяє як виконувати корекцію сагітального профілю травмованого хребта, так і здійснювати адекватну стабілізацію [8]. Ряд авторів демонструє високу ефективність переднього спондилодезу при травматичному пошкодженні як переднього, так і заднього опорного комплексу ШВХ [7]. Розроблені та ефективно застосовуються методи відкритого переднього непрямого вправлення підвивихів і зчеплених вивихів [17].

Разом із відомою оптимізацією оперативних дій і тактичних рішень сучасна хірургія субаксіального рівня ШВХ характеризується широким спектром систем для стабілізації оперованого хребетно-рухового сегмента (ХРС). При цьому основними завданнями, що виконує імплантована система, є: 1) заміщення кісткового дефекту, що виник у результаті часткової або тотальної вертебректомії компримованого хребця; 2) відновлення опорної функції оперованого ХРС; 3) формування адекватного сегментарного профілю; 4) досягнення надійного первинно-стабільного спондилодезу [20]. Реалізація необхідних функціональних характеристик досягається певними конструктивними трансформаціями дизайну систем, що імплантуються. Аналіз найбільш поширених у сучасній вертебурології імплантів дозволяє досить умовно виділити 2 групи пристроїв. До першої групи належать комбінації різних конструкцій, в яких функцію заміщення тіла хребця і функцію стабілізації виконують два незалежних імпланти. Найбільш відомим прикладом є поєднання вертикального циліндричного сітчастого імпланту типу Mesh і вентральної ригідної пластини [1]. До другої групи віднесені моносистеми, конструктивні параметри яких забезпечують всі необхідні завдання без додаткової стабілізації [2, 3].

Під час аналізу даних літератури зустрічалися поодинокі публікації, що відображали переваги або недоліки будь-якого з наведених типів тілозамінностабілізуючих систем [5]. При цьому не наведено даних, що повною мірою демонструють біомеханічні, рентгенологічні або клінічні наслідки вентрального спондилодезу з використанням різних систем стабілізації при всякого роду травматичних ушкодженнях ШВХ.

**Метою** наведеної роботи була рентгенологічна оцінка ефективності застосування тілозамінностабілізуючих систем при різних варіантах травматичних ушкоджень остеолігаментозного апарату ШВХ.

## Матеріали та методи

Проведено ретроспективний аналіз результатів хірургічного лікування пацієнтів із травматичними ушкодженнями субаксіального рівня ШВХ за даними архіву Клініки патології спинного мозку та хребта Інституту нейрохірургії ім. А.П. Ромоданова НАМНУ. Критеріями відбору були: виконане вентральне де-

компресивно-стабілізуюче оперативне втручання з резекцією 1 тіла хребця; наявність не менше 2 контрольних оглядів у післяопераційному періоді. Всього проаналізовано 70 пацієнтів, які відповідають умовам вибірки. Залежно від типу використаної під час оперативного втручання системи, пацієнти були розподілені на 2 групи: у I групі пацієнтів застосовувалася комбінація «Mesh + вентральна ригідна пластина», у II — телескопічний тілозамінний імплант (ТТЗІ). За характером травматичних ушкоджень остеолігаментозного апарату кожна група поділялася на підгрупи (табл. 1). У нашому дослідженні ми виділяли типи пошкоджень, що відповідають основним класам AOSpine subaxial cervical spine injury classification system:

- А — переломи тіла хребця;
- В — ушкодження передньої або задньої поздовжньої зв'язки;
- С — вивихи, підвивихи, зміщення одного хребця щодо іншого в будь-якій площині.

Як критерій ефективності розглядався показник сегментарного кіфозу (СК) оперованого сегмента, що оцінювався як кут Кобба між контралатеральними замикальними пластинами хребців, суміжних із резектованим. Оцінювалися такі показники:

- можливість відновлення сагітального контуру оперованого сегмента до показників, найбільш наближених до фізіологічних;
- стабільність досягнутих значень сегментарного кіфозу в динаміці на різних термінах спостереження.

Оцінка рентгенограмметричних показників виконувалася в такі терміни: інтраопераційно (після виконання корекції і постановки тілозамінностабілізуючої системи), через 3–5 днів після оперативного втручання, а також через 3, 6 і 12–18 місяців при контрольних оглядах.

Статистична обробка отриманих результатів виконувалася із застосуванням статистико-аналітичного пакета Statistica 10. Первинним етапом аналізу даних служила перевірка нормальності розподілу аналізованого показника із застосуванням критерію Колмогорова — Смирнова. Подальша обробка проводилася з використанням критерію Стьюдента. Припущення про статистичну значущість отриманих результатів вважали правильним, коли ймовірність нульової гіпотези становила менше 5 % ( $p < 0,05$ ).

**Таблиця 1. Коротка характеристика груп пацієнтів**

Тип фіксації	Тип травматичних уражень	Підгрупи	Кількість пацієнтів	Відсоток покриття термінів спостереження
Mesh + Plate (I група)	A	IA	14	87,14
	B	IB	11	89,09
	C	IC	13	86,15
ТТЗІ (II група)	A	IIA	11	89,09
	B	IIB	10	88
	C	IIC	11	87,27

## Техніка хірургічного втручання

Оперативне втручання виконувалося в умовах загальної полікомпонентної анестезії з оротрахеальною інтубацією. У положенні пацієнта на спині на тлі легкої екстензії ШВХ здійснювався вентролатеральний доступ до тіл хребців за методом Смітта — Робінсона. Після рентгенологічної верифікації рівня ушкодження виконувалася резекція тіла компримованого хребця з видаленням міжхребцевих дисків. У разі МРТ-верифікованої епідуральної гематоми здійснювалася резекція задньої поздовжньої зв'язки з ревізією і санацією епідурального простору. В отриманий кістковий дефект встановлювалася поперечно заповнена кістковими фрагментами тілозамінна конструкція. У разі імплантації імпланту Mesh установка виконувалася на тлі осової тракції. При цьому вертикальний розмір Mesh у пацієнтів I групи або ступінь дистракції ТТЗІ в II групі адаптувалися так, щоб СК оперованого сегмента перебував у діапазоні від  $-5^\circ$  до  $-3^\circ$ . Вентральна пластина в разі установки Mesh або ТТЗІ фіксувалася до тіл хребців, суміжних із видаленим за допомогою монокортикальних гвинтів, по 2 в кожне тіло. Рана ушивалась пошарово, наглухо, не дренировалась. У післяопераційному періоді шийний відділ фіксувався головотримачем типу Філадельфія. Гнійно-септичні ускладнення не реєструвалися ні в ранньому, ні у віддаленому післяопераційному періоді.

## Результати

### Інтраопераційний контроль

Аналіз результатів інтраопераційних рентгенограм, виконаних після установки тілозамінностабілізуючої системи, демонструє такі особливості (рис. 1).

Медіана значень СК всіх аналізованих підгруп знаходиться в запланованих межах. При цьому звертає на себе увагу значно більший розкид аналізованого показника в I групі пацієнтів. Так, коефіцієнт варіації (CV) СК при установці комбінації «Mesh + вентральна

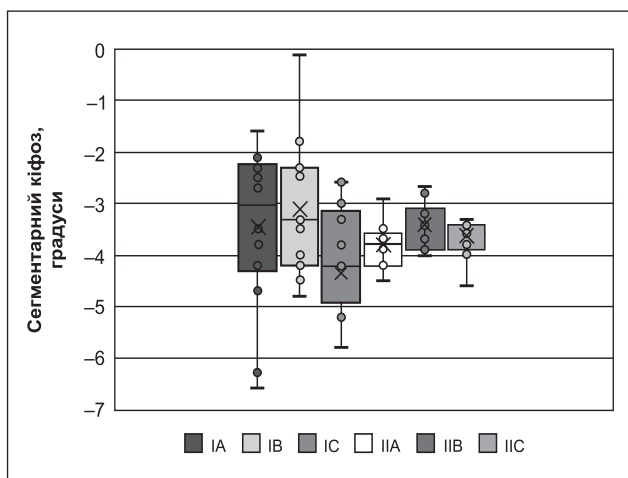
пластина» на тлі всіх аналізованих типів пошкодження перевищує 30 % при максимальному значенні в ІА-підгрупі — 44,9 %. У II групі дисперсія значно менша, CV максимальний відзначений у ІС-підгрупі і становить всього 14,2 %. Описаний феномен, мабуть, є наслідком впливу конструктивних особливостей ТТЗІ, що дозволяють виконувати більш дозовану корекцію висоти оперованого сегмента. Це, зі свого боку, вказує на можливість формування необхідного кута СК із високою точністю. У той же час зміна висоти Mesh можлива тільки з досить широким кроком, що з урахуванням індивідуальних особливостей кожного пацієнта в низці випадків визначає відхилення отриманого СК від бажаного.

Загалом при установці ТТЗІ 87,5 % аналізованих випадків містяться в запланованому діапазоні значень СК, тоді як для комбінації «Mesh + вентральна пластина» цей показник становить всього 50 %. При цьому найменшу відповідність (всього 35,71 %) зазначено в ІА-підгрупі з явною тенденцією до дефіциту корекції, що, мабуть, обумовлено збереженням заднім опорним комплексом при А-типі пошкоджень і, відповідно, до певної ригідності сегмента. На противагу цьому в ІС-підгрупі відзначена схильність до гіперкорекції з частотою відповідності 53,85 % до необхідного діапазону значень. При відновленні висоти оперованого сегмента із застосуванням ТТЗІ подібної тенденції не відзначається, що обумовлено іншою технікою установки імпланту і корекції СК.

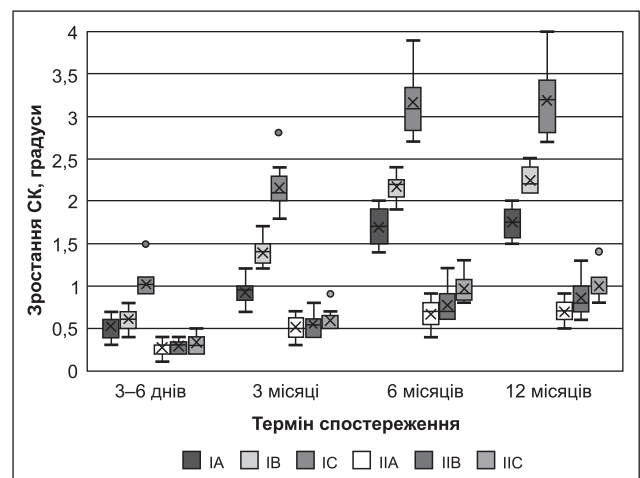
### Динаміка СК

При аналізі інтенсивності втрати показника СК виконувалось порівняння кожного терміну спостереження з інтраопераційними показниками (рис. 2) та з попереднім терміном спостереження (рис. 3). Отримані результати дозволяють виявити певну закономірність.

Так, **термін спостереження 3–6 днів** характеризується певною втратою досягнутої корекції в усіх аналізованих підгрупах. Цей факт, очевидно, обумовлений



**Рисунок 1.** Показники сегментарного кіфозу оперованого ХРС у пацієнтів за даними інтраопераційного рентгенологічного контролю



**Рисунок 2.** Динаміка СК у різні терміни спостереження (різниця з інтраопераційними показниками)

тим, що до моменту виконання першого післяопераційного контролю всі пацієнти були реабілітовані в положення стоячи або сидючи. Зміна положення хворого призводить до відновлення осьового навантаження на ШВХ і викликає виникнення напруження в системі «тілозамінностабілізуюча система — тіло хребця», причому величина навантажувальних напруг, що визначає ступінь варіювання показників сегментарного кифозу, буде корелювати зі стабілізуючими можливостями імплантованої конструкції.

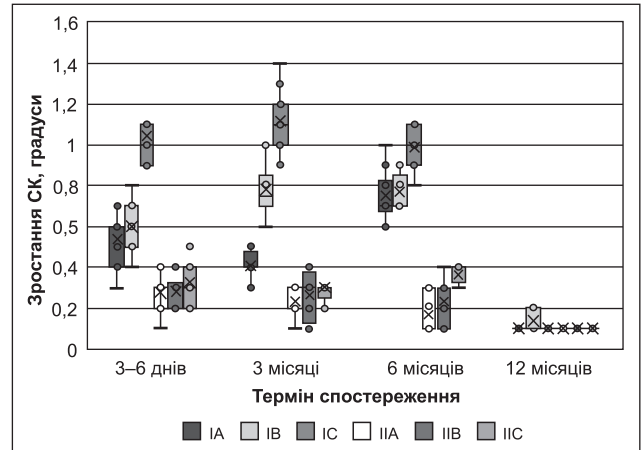
Порівнюючи результати рентгенограметричних даних у пацієнтів із різними системами стабілізації, очевидним стає, що моноконструкція в ранньому післяопераційному періоді забезпечує більшу стабільність оперованого сегмента. Максимальне збільшення значення СК при імплантації ТТЗІ зареєстровано в ІС-підгрупі і становить всього  $0,327 \pm 0,033^\circ$  ( $p = 0,181$ ). При А і В типах пошкоджень різниця з інтраопераційним контролем менш значима і становить відповідно  $0,2730 \pm 0,0273^\circ$  ( $p = 0,139$ ) і  $0,28 \pm 0,025^\circ$  ( $p = 0,192$ ).

Застосування комбінації «Mesh + вентральна пластина» виявляє подібну закономірність, однак із більшими значеннями. Максимальна втрата інтраопераційно досягнутого СК оперованого сегмента також відзначена при С-типі ушкодження і становить  $1,046 \pm 0,045^\circ$  ( $p = 0,074$ ). Найбільш стабільною є фіксація пошкоджень типу А, що проявляється наростанням кифозу на  $0,536 \pm 0,032^\circ$  при  $p = 0,368$  порівняно з інтраопераційними даними. Переломи типу В, як і в попередній групі пацієнтів, мають проміжне значення. Так,  $\Delta$ СК становить  $0,600 \pm 0,038^\circ$  ( $p = 0,325$ ).

Груповий статистичний аналіз демонструє вірогідні відмінності отриманих показників  $\Delta$ СК у пацієнтів з однотипними ушкодженнями остеолігаментозного апарата, оперованих із використанням різних тілозамінностабілізуючих систем ( $p < 0,0001$ ).

**До 3 місяців післяопераційного періоду** в низці підгруп спостерігаються максимальні зміни аналізованого показника (рис. 3). Так, в ІС-підгрупі різниця з попереднім терміном спостереження становила  $1,12^\circ$ , що визначило загальну втрату СК у  $2,1630 \pm 0,0840^\circ$  ( $p = 0,001$ ). Значна втрата корекції відзначається і при В-типі ушкоджень на тлі комбінованої стабілізації. Різниця з першим післяопераційним контролем становила  $0,79^\circ$ , загальна втрата корекції —  $1,390 \pm 0,048^\circ$  ( $p = 0,029$ ). У пацієнтів ІА-підгрупи різниця статистично невірогідна і становила  $0,925 \pm 0,041^\circ$  ( $p = 0,139$ ) порівняно з інтраопераційними даними.

При імплантації ТТЗІ динаміка значно менш виражена. Так, максимальні значення  $\Delta$ СК порівняно з післяопераційним контролем відзначаються при В-типі ушкодження ШВХ і становлять  $0,257^\circ$ . Загальна втрата СК у цій підгрупі —  $0,5360 \pm 0,0498^\circ$  ( $p = 0,055$ ). Традиційно найбільш стабільними залишаються пошкодження А-типу — втрата корекції не більше  $0,5200 \pm 0,0146^\circ$ , динаміка статистично вірогідна при  $p = 0,013$ . Пошкодження С-типу на тлі імплантації моноконструкції демонструють  $\Delta$ СК в  $0,261^\circ$  порівняно з попереднім терміном спостереження, при цьому



**Рисунок 3. Динаміка СК у різні терміни спостереження (різниця між попереднім і наступним термінами спостереження)**

загальна динаміка за весь період становила  $0,0589 \pm 0,0455^\circ$  ( $p = 0,05$ ).

**Термін спостереження 6 місяців** характеризується стабільно низькою динамікою СК у пацієнтів ІІ групи. Так, найбільша різниця в межах 3 місяців відзначена в ІС-підгрупі пацієнтів і становила  $0,374^\circ$ , при цьому загальна  $\Delta$ СК зареєстрована в обсязі  $0,963 \pm 0,059^\circ$  ( $p = 0,0002$ ). Втрата корекції при В-типі ушкоджень у межах одного терміну становила  $0,238^\circ$ , загальна динаміка —  $0,775 \pm 0,075^\circ$  ( $p = 0,01$ ). Найбільш стабільна фіксація в ІА-групі пацієнтів: динаміка в межах одного терміну —  $0,15^\circ$ , загальна —  $0,667 \pm 0,075^\circ$  ( $p = 0,01$ ).

На противагу ІІ групі пацієнтів у І спостерігається тривала динаміка зміни СК. Загальна втрата корекції для групи становила  $0,842 \pm 0,030^\circ$ . При цьому досить значне зростання відзначене в ІА-підгрупі:  $0,77^\circ$  у межах тримісячного строку і  $1,690 \pm 0,062^\circ$  ( $p = 0,00001$ ) за весь період спостереження. При С-типі травми ШВХ динаміка за 3 місяці досягла  $1,003^\circ$  і загалом становила  $3,167 \pm 0,121^\circ$  ( $p < 0,0001$ ). У ІВ-підгрупі зміни можна порівняти з попереднім терміном:  $0,776^\circ$  за 3 місяці, загальне значення —  $2,167 \pm 0,050^\circ$  ( $p < 0,0001$ ).

**На фінальному терміні спостереження** всі аналізовані підгрупи характеризуються стабільною рентгенологічною картиною. Зміни порівняно з 6 місяцями післяопераційного періоду становлять у межах  $0,1^\circ$  і є статистично вірогідними.

Загальна закономірність, визначена за результатами проведеного аналізу, така. Найбільш нестальбільними при проведенні вентрального декомпресивно-стабілізуючого оперативного втручання є пошкодження С-типу згідно з AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. При цьому застосування комбінації «Mesh + вентральна пластина» зумовлює наростання кифотичної деформації в межах  $3,190 \pm 0,127^\circ$ , тоді як ТТЗІ забезпечує в 3 рази більш стабільну фіксацію ( $\Delta$ СК =  $1,001 \pm 0,060^\circ$ ). Відмінності між підгрупами ІС і ІС вірогідні при  $p < 0,00001$ .

Аналогічна закономірність відзначена і для інших типів травми ШВХ. У підгрупах ІА і ІА фіналь-

ні значення становили відповідно  $1,750 \pm 0,056^\circ$  і  $0,7010 \pm 0,0462^\circ$  при  $p < 0,00001$ . Для В-типу пошкоджень значення СК при фіксації «Mesh + вентральна пластина» і ТТЗІ визначені відповідно  $2,250 \pm 0,057^\circ$  і  $0,863 \pm 0,080^\circ$ .

Слід зазначити, що аналіз динаміки СК демонструє відсутність статистично значущих змін при імплантації ТТЗІ, починаючи з 6 місяців післяопераційного періоду, незалежно від характеру пошкодження остеолігаментозного апарату ШВХ, тоді як комбінована система забезпечує досягнення стабільного спондилодезу тільки до 12 місяців. Це явище, очевидно, пов'язане з більш рівномірним розподілом навантажень у системі «кістка — імплант» при застосуванні ТТЗІ, що виключає розвиток локального остеопору, мікронестабільності і зрештою забезпечує швидшу консолидацію.

## Обговорення

Незважаючи на достатню історію клінічного застосування різних типів тілозамінностабілізуючих систем при оперативних втручаннях на ШВХ, питання щодо переваги будь-якого варіанта фіксації залишається відкритим.

Однією з перших робіт, присвячених порівнянню клініко-рентгенологічних результатів використання моноконструкції і комбінації тілозамінної системи з ригідною пластиною, стала публікація М. Sabraja і співавт [13]. На базі університетського медичного комплексу Шаріте (м. Берлін) дослідниками був проведений ретроспективний аналіз результатів терапії 44 пацієнтів. Як тілозамінні системи застосовувалися ADDPlus і ADD імпланти виробництва Ulrich GmbH & Co. За результатами 12-місячного контролю, автори дійшли висновку, що застосування моноконструкції хоч і є більш зручним у плані хірургічної стабілізації, але сприяє більшому ризику втрати корекції і деформації оперованого ХРС. При цьому дослідники відзначають, що використані під час оперативних втручань імпланти ADDPlus на відміну від ADD характеризувалися значно меншим опорним майданчиком і відсутністю лордозних кутів на торцевих поверхнях конструкцій. Наведена публікація відіграла певну роль у подальшій розробці принципів вентральних декомпресивно-стабілізуючих втручань. У той же час висловлені авторами припущення про недостатні стабілізуючі можливості пластиноінтегрованих конструкцій, що базуються на порівняльному аналізі частоти незадовільних результатів, малопереконливі. Описаний у роботі дисонанс періодичності післяопераційних ускладнень, очевидно, пов'язаний із вказаною нерівноцінністю конструктивних показників дизайну розглянутих імплантів.

Подальші дослідження прямо або опосередковано спростовують отримані авторами результати. Так, у 2014 році S. Fürdereг і співавт. опублікували результати *ex vivo* біомеханічних досліджень, які демонструють, що при збереженні замикальних пластин хребців кейджі з фіксацією до тіл забезпечують високий ступінь стабільності при осьовому навантаженні до 1000 Н [15].

Проспективне 5-річне дослідження, проведене Christopher Brenke і співавт., демонструє результати, що частково підтверджують отримані нами дані [14]. Автори розглядають відновлення СК оперованого ХРС до  $-5^\circ$  як оптимальне для подальшої адаптації кісткових структур хребців, суміжних із видаленим. При цьому слід зазначити, що з 50 пацієнтів з імплантованою комбінацією «тілозамінний імплант + вентральна пластина» у 9 автори відзначили міграцію конструкції, що вимагала повторного оперативного втручання.

Подальші дослідження свідчать про більш високу клінічну ефективність саме моноконструкцій. Так, R. Bassani публікує клінічний випадок успішної заміни комбінації тілозамінної конструкції і пластини на моносистему у зв'язку з неспроможністю фіксації [6]. В аналітичному огляді існуючих тілозамінних систем В. Elder і співавт. демонструють, що конструкції з інтегрованими фіксаторами забезпечують більшу стабільність при осьових навантаженнях [5].

L. Nigro і співавт. наводять серію клінічних випадків грубої кіфотичної деформації ШВХ у зв'язку з розвитком туберкульозного спондиліту. Як оптимальні тілозамінностабілізуючі системи при резекції 2 тіл хребців і відновленні сагітального профілю автори розглядають саме моноконструкції з гвинтовою фіксацією до суміжних тіл [4].

На сьогодні опублікована низка робіт, що наводять біомеханічні переваги використання моноконструкцій, які забезпечують більш рівномірний розподіл навантаження на кісткові структури хребців, суміжних із резектованим [11, 18].

Велика увага останнім часом приділяється впливу СК на стан суміжних ХРС у пацієнтів, які перенесли декомпресивно-стабілізуюче втручання. Так, Yin Liu і співавт. демонструють, що формування кіфозу оперованого ХРС значною мірою підвищує внутрішньодисковий тиск і визначає збільшення обсягу рухів у суміжних сегментах, що в кінцевому підсумку викликає швидкий розвиток дегенеративно-дистрофічних змін [19]. При цьому слід зазначити, що низка авторів, розглядаючи вертебретомію як метод лікування шийної мієлопатії, допускає наростання кіфотичної деформації до  $10^\circ$  порівняно з інтраопераційними показниками [12]. За нашими даними, настільки виражена втрата корекції при травматичному ураженні ШВХ часто викликає порушення конгруентності у фасеточних суглобах і при ураженні зв'язкового апарату заднього опорного комплексу може призводити до одно- або двобічного вивиху, що обумовлює досить високий ризик розвитку компресійно-дисциркуляторного симптомокомплексу ураження невральних структур на рівні оперованого сегмента.

Розглядаючи динаміку СК при різних типах ушкодження ШВХ, слід зазначити, що наші дані певною мірою підтверджуються результатами A. Vassago і співавт. [9, 10]. Так, пошкодження типу А автори розглядають як найбільш стабільні, типу С — найбільш нестабільні. У низці випадків при пошкодженні структур усіх опорних колон ХРС наведені рекомендації щодо виконан-

ня не тільки переднього, а й заднього спондилодезу. У той же час низка публікацій показує спроможність ізольованого переднього спондилодезу при вертебротомії на тлі значного пошкодження зв'язкового апарату заднього опорного комплексу [16].

## Висновки

— Наведені дані переконливо демонструють, що вентральний субаксіальний цервікоспондилодез є високоєфективним методом хірургічного лікування травматичних ушкоджень ШВХ.

— Розроблена в клініці методика виконання хірургічного втручання дозволяє мінімізувати порівняно з літературними даними рівень втрати сагітального профілю оперованого сегмента.

— Застосування телескопічного тілозамінного протеза тіла хребця забезпечує більший рівень стабільності оперованого сегмента порівняно з комбінацією «тілозамінна конструкція + вентральна пластина».

— Подальший аналіз результатів терапії пацієнтів із виділенням підтипів травматичних ушкоджень ШВХ дозволить як оптимізувати методи хірургічної корекції, так і знизити частоту ускладнень і повторних ревізійних хірургічних втручань.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

## Список літератури

1. Барыш А.Е. Передний межтеловой цервикоспондилодез с применением вертикальных цилиндрических сетчатых имплантатов [Текст] / А.Е. Барыш, Р.И. Брузницкий // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2010. — № 4. — С. 50-55.
2. Нехлопочин А.С. Телозамещающий телескопический эндопротез для субаксиального цервикоспондилодеза [Текст] / А.С. Нехлопочин, А.И. Швеиц, С.Н. Нехлопочин // Вопросы нейрохирургии. — 2016. — Т. 80. — № 1. — С. 19-26. DOI: 10.17116/neiro201680119-26.
3. Хирургическая техника вентральной декомпрессии спинного мозга с корпородезом телескопическими устройствами [Текст] / Е.И. Слынько, В.В. Вербов, В.В. Соколов и др. // Український нейрохірургічний журнал. — 2005. — № 4. — С. 63-71.
4. A case of cervical tuberculosis with severe kyphosis treated with a winged expandable cage after double corpectomy [Text] / L. Nigro, R. Tarantino, P. Donnarumma et al. // J. Spine Surg. — 2017. — Vol. 3. — № 2. — P. 304-308. DOI: 10.21037/jss.2017.06.02.
5. A systematic review of the use of expandable cages in the cervical spine [Text] / B.D. Elder, S.-F. Lo, T.A. Kosztowski et al. // Neurosurg. Rev. — 2016. — Vol. 39. — № 1. — P. 1-11. DOI: 10.1007/s10143-015-0649-8.
6. Anterior multiple cervical corpectomy and fusion [Text] / R. Bassani, C. Lamartina, G. Casero, P. Berjano // Eur. Spine J. — 2014. — Vol. 23. — № 9. — P. 2024-2025. DOI: 10.1007/s00586-014-3497-2.
7. Anterior Surgery for Unstable Lower Cervical Spine Injuries [Text] / E. Lambiris, P. Zouboulis, M. Tylliana-

kis, E. Panagiotopoulos // Clin. Orthop. Relat. Res. — 2003. — Vol. 411, № 411. — P. 61-69. DOI: 10.1097/01.blo.0000068185.83581.cf.

8. Anterior Surgical Fixation for Cervical Spine Flexion-Distractive Injuries [Text] / A. Jack, G. Hardy-St-Pierre, M. Wilson et al. // World Neurosurg. — 2017. Vol. 101. — P. 365-371. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.02.027.

9. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system [Text] / A.R. Vaccaro, J.D. Koerner, K.E. Radcliff et al. // Eur. Spine J. — 2016. — Vol. 25. — № 7. — P. 2173-2184. DOI: 10.1007/s00586-015-3831-3.

10. Application of AOSpine Subaxial Cervical Spine Injury Classification in Simple and Complex Cases [Text] / B. Aarabi, C. Oner, A.R. Vaccaro et al. // J. Orthop. Trauma. — 2017. — Vol. 31. — № 9 (Supl.). — P. 24-32. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000944.

11. Artificial cervical vertebra and intervertebral complex replacement through the anterior approach in animal model: a biomechanical and in vivo evaluation of a successful goat model [Text] / J. Qin, X. He, D. Wang et al. // PLoS One. — 2012. — Vol. 7. — № 12. — P. 1-13. DOI: 10.1371/journal.pone.0052910.

12. Assessing the amount of distraction needed for expandable anterior column cages in the cervical spine [Text] / M. Sewell, L. Rothera, O. Stokes et al. // Ann. R. Coll. Surg. Engl. — 2017. — Vol. 99. — № 8. — P. 659-660. DOI: 10.1308/rcsann.2017.0052.

13. Cages with fixation wings versus cages plus plating for cervical reconstruction after corpectomy — is there any difference? [Text] / M. Cabrera, A. Abbushi, S. Kroppenstedt, C. Woiciechowsky // Cent. Eur. Neurosurg. — 2010. — Vol. 71. — № 2. — P. 59-63. DOI: 10.1055/s-0029-1246135.

14. Complications associated with cervical vertebral body replacement with expandable titanium cages [Text] / C. Brenke, S. Fischer, A. Carolus et al. // J. Clin. Neurosci. — 2016. — Vol. 32. — P. 35-40. DOI: 10.1016/j.jocn.2015.12.036.

15. Einfluss von Design und Implantationstechnik auf das Risiko der progredienten Sinterung verschiedener HWS-Cages [Text] / S. Fürderer, F. Schöllhuber, J.-D. Rompe, P. Eysel // Orthopade. — 2014. — Vol. 31. — № 5. — P. 466-471. DOI: 10.1007/s00132-001-0289-2.

16. Internal fixation of cervical trauma following corpectomy and reconstruction. The effects of posterior element injury. [Text] / J.M. Spivak, S. Bharam, D. Chen, F.J. Kummer // Bull. Hosp. Jt. Dis. — 2000. — Vol. 59. — № 1. — P. 47-51.

17. Kanna, R.M. Modified anterior-only reduction and fixation for traumatic cervical facet dislocation (AO type C injuries) [Text] / R.M. Kanna, A.P. Shetty, S. Rajasekaran // Eur. Spine J. — 2017. — P. 1-7. DOI: 10.1007/s00586-017-5430-y. [Epub ahead of print]

18. Nekhlopochin A.S. The analysis of stress-strain state in the cortical screw-vertebral body system when modelling of fixation of implants for anterior cervical interbody fusion [Text] / A.S. Nekhlopochin, S.N. Nekhlopochin, G.V. Syrovoy // Russ. J. Biomech. — 2017. — Vol. 21. — № 1. — P. 77-88. DOI: 10.15593/RZhBiomeh/2017.1.08.

19. Prognostic Value of Lordosis Decrease in Radiographic Adjacent Segment Pathology After Anterior Cervical Corpec-

tomy and Fusion [Electronic Resource] / Y. Liu, N. Li, W. Wei et al. // Sci. Rep. — 2017. — Vol. 7. — № 1. — P. 14414. DOI: 10.1038/s41598-017-14300-4. URL: <http://www.nature.com/articles/s41598-017-14300-4>.

20. Spine Trauma — What Are the Current Controversies? [Text] / C. Oner, S. Rajasekaran, J.R. Chapman et al. // J.

Orthop. Trauma. — 2017. — Vol. 31. — № 9 (Supl.). — P. 1-6. DOI: 10.1097/BOT.0000000000000950.

21. Zaveri G. Management of Sub-axial Cervical Spine Injuries [Text] / G. Zaveri, G. Das // Indian J. Orthop. — 2017. — Vol. 51. — № 6. — P. 633-652. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho\_192\_16.

Отримано 02.02.2018

Слынько Е.И., Нехлопочин А.С.

ГУ «Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины», г. Киев, Украина

### Рентгенологическая оценка эффективности телозамещающих систем для вентрального субаксиального цервикоспондилодеза

**Резюме. Актуальность.** В настоящее время вентральный цервикоспондилодез является наиболее распространенным методом хирургической коррекции большинства травматических повреждений субаксиального отдела позвоночника. Несмотря на широкий ассортимент телозамещающих систем, в современной литературе отсутствуют данные об преимуществах применения определенного типа конструкций при различных вариантах повреждения остеолигаментозного аппарата. **Цель** — рентгенологическая оценка эффективности применения телозамещающих стабилизирующих систем при различных вариантах травматических повреждений шейного отдела позвоночника. **Материалы и методы.** Проведен анализ данных рентгенограмм 70 пациентов, перенесших вентральный субаксиальный цервикоспондилодез в связи с травматическим повреждением шейного отдела позвоночника. Проведено исследование эффективности восстановления сегментарного кифоза оперированного сегмента и стабильности достигнутой коррекции в послеоперационном периоде. Сроки наблюдения: интраоперационно, через 3–5 дней, 3, 6 и 12–18 месяцев после выполненного оперативного вмешательства. В качестве систем стабилизации использованы комбинация «Mesh + вентральная пластина» и телескопический телозамещающий имплант. Переломы классифицированы согласно основным классам AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. **Результаты.** Интраоперационные рентгенограммы свидетельствуют о более дозированной

коррекции сегментарного кифоза оперированного сегмента при применении телозамещающего импланта. При этом 87,5 % анализированных случаев находятся в требуемом диапазоне значений. При применении комбинация Mesh с вентральной пластиной этот показатель составил 50 %. Анализ динамики потери коррекции свидетельствует о большей стабильности достигнутого спондилодеза при применении телозамещающего импланта. На 3-и — 5-е сутки послеоперационного периода максимальное нарастание сегментарного кифоза зарегистрировано при С-типе повреждения и применении комбинации Mesh с вентральной пластиной. Минимальная деформация отмечена при использовании телозамещающего импланта и при А-типе повреждения. Аналогичная зависимость наблюдается на всех дальнейших сроках наблюдения. **Выводы.** При выполнении вентрального субаксиального цервикоспондилодеза повреждения типа А являются наиболее стабильными, а повреждения типа С проявляют максимальную склонность к потере достигнутой интраоперационной коррекции. Применение телозамещающего импланта по сравнению с комбинацией Mesh с вентральной пластиной обеспечивает большую сохранность сагиттального контура оперированного сегмента на всех сроках наблюдения.

**Ключевые слова:** вентральный спондилодез; шейный отдел; травматическое повреждение; система стабилизации

E.I. Slynko, A.S. Nekhlopochin

State Institution "Romodanov Neurosurgery Institute of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

### X-ray evaluation of the efficiency of vertebral body replacement systems for anterior subaxial cervical fusion

**Abstract. Background.** Anterior cervical fusion is the most common method of surgical correction for majority of subaxial spine traumatic injuries. Despite the wide range of vertebral body replacement systems, in the modern literature, there is no data on the advantages of using a certain type of implant for various damages to the osteoligamentous apparatus. The purpose of the study was to evaluate the radiographic effectiveness of vertebral body replacement systems for anterior fusion in various traumatic injuries of the cervical spine. **Materials and methods.** We have performed the analysis of X-ray data of 70 patients, who underwent anterior subaxial fusion surgery due to traumatic injury of the cervical spine. We have analyzed the efficiency of restoring segmental kyphosis of the operated segment and the stability of the achieved correction in the postoperative period. The follow-up period was: intraoperatively, 3–5 days, 3, 6 and 12–18 months after the surgery. As a stabilization system, we used combination "mesh + ventral plate" and telescopic vertebral body replacement implant. Fractures are classified according to the main classes of AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. **Results.** Intraoperative radiographs indicate a more dosed

correction of the segmental kyphosis of the operated segment when using telescopic implant. So, 87.5 % of the analyzed cases are in the required range of values. This index was 50 %, when the combination of mesh and ventral plate was used. The analysis of the dynamics of correction failure indicates a greater stability of the achieved fusion when using vertebral body replacement implant. On day 3–5 of the postoperative period, the maximum increase in segmental kyphosis is recorded with C type of injury and with the use of the combination of mesh and ventral plate. Minimal deformation was noted when using telescopic implant and in type A injury. A similar dependence is observed during all further observation periods. **Conclusions.** When performing anterior subaxial cervical fusion, type A injuries are the most stable, and maximum risk of the achieved intraoperative correction failure is detected with type C injuries. The use of telescopic vertebral body replacement implant provides greater safety of the sagittal contour of the operated segment at all periods of observation as compared to the combination of mesh and ventral plate.

**Keywords:** anterior spinal fusion; cervical spine; traumatic injury; stabilization system