

УДК 616.711:617.53]-089.843(045)

Динамічні цервікальні пластини у хірургії шийного відділу хребта (огляд літератури)

О. Є. Барिश¹, С. О. Козирев²

¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

²КЗОЗ «Харківська обласна клінічна травматологічна лікарня». Україна

In this review aspects of historical development, biomechanical features of anterior cervical interbody fusion using dynamic cervical plates are presented, their advantages and limitations, which due to their design features, are set out, results of their clinical application were analyzed. Considering on certain inconsistency between results of experimental studies and results of clinical application of dynamic anterior cervical plates, ideal balance between dynamism and rigidity of fixation of pathologically changed spinal motion segments fully has not been studied.

В обзоре проанализированы разработки, биомеханические особенности переднего межтелового спондилодеза с использованием динамических цервикальных пластин. Освещены их преимущества и недостатки, которые обусловлены конструктивными особенностями, и изучены результаты клинического применения. Учитывая некоторую несогласованность результатов экспериментальных исследований и клинического применения динамических цервикальных пластин, баланс между динамизмом и ригидностью фиксации патологически измененных позвоночных двигательных сегментов сегодня остается до конца не изученным.

Ключові слова: шийний відділ хребта, передній міжтіловий спондилодез, динамічні цервікальні пластини, вертикальні циліндричні сітчасті імпланти, ускладнення

Вступ

Для вентральної стабілізації тіл шийних хребців під час виконання переднього міжтілового спондилодезу (ПМС) використовують цервікальні пластини (ЦП) двох основних типів, які умовно називають ригідними та динамічними [1, 2]. Дуже цікавим є факт певної неузгодженості між результатами експериментальних та клінічних спостережень щодо застосування динамічних ЦП. Експериментальні дослідження останніх років свідчать, що динамічні ЦП мають переваги порівняно з ригідними завдяки кращому розподілу навантаження між металоконструкціями та міжтіловою опорою, що теоретично покращує міжтілове зрощення та мінімізує кількість ускладнень, пов'язаних із засобами для ПМС [2–7]. Водночас повідомлення про клінічне застосування динамічних ЦП досить суперечливі. У разі ПМС різної протяжності за умов травм та захворювань шийного відділу хребта (ШВХ), де найчастіше виконували бісегментарний ПМС, підтверджено на практиці їх експериментально доведе-

ні переваги [8–16]. Разом з тим, існують публікації про результати, які відрізняються від очікуваних за експериментальними даними, а також відзначені недоліки динамічних ЦП, які певною мірою нівелюють їх переваги [2, 17–22]. Незважаючи на постійне вдосконалення методик ПМС, кількість ускладнень у разі використання динамічних ЦП достатньо висока — від 2 до 22,6 %. На думку деяких авторів, однією з причин незадовільних результатів є надмірна здатність динамічних ЦП до забезпечення рухливості на рівні стабілізації шийних хребтових рухових сегментів (ХРС) [2, 23, 24].

Під час аналізу наукової літератури ми виявили значну кількість вітчизняних та зарубіжних російськомовних робіт, присвячених ПМС у хірургії ШВХ [1–20]. Але зазначимо, що вони містять інформацію про застосування, здебільшого, ригідних ЦП, а публікації стосовно динамічних ЦП практично відсутні.

Мета дослідження: проаналізувати наукову літературу щодо результатів експериментальних

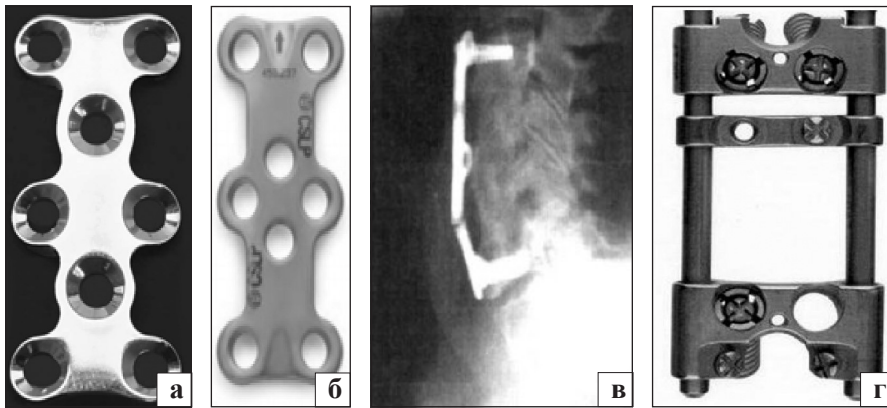


Рис. 1. Зразки цервікальних пластин різних поколінь та ілюстрація ефекту вторинної динамізації: ригідні пластини першого покоління Orozco (Synthes) (а) та другого CSLP (Synthes) (б) [46]; фотовідбиток рентгенограми, що ілюструє полом ЦП та утворення після цього кісткового блоку внаслідок феномену вторинної динамізації [13] (в); динамічна пластина третього покоління DOC VCSS (DePuy) [2] (г)

досліджень та клінічного застосування динамічних цервікальних пластин різних конструкцій.

Матеріал та методи

Для систематизації матеріалів про використання динамічних ЦП у хірургії ШВХ проаналізовано спеціалізовану вітчизняну та зарубіжну літературу, зокрема електронні ресурси мережі Internet з використанням інформаційного порталу Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського, наукометричних баз Medline та PubMed. Пошук проводили за ключовими словами anterior cervical interbody fusion, dynamic cervical plates, meshed cages, complications, у результаті чого було знайдено понад 90 посилань. Для подальшого дослідження використано джерела, які містять історичну інформацію, результати експериментальних досліджень, аналіз клінічного застосування та ускладнень у разі використання динамічних ЦП за умов травм та захворювань ШВХ.

Результати та їх обговорення

Історія розробки динамічних ЦП. У 50–60 роках ХХ сторіччя було запропоновано багато методик ПМС для лікування захворювань та ушкоджень ШВХ, які забезпечили значне покращення результатів та стали початком нового етапу в хірургії хребта. У 1964 р. Böhler запропонував перший пристрій для внутрішньої вентральної міжтілової фіксації шийних ХРС, щоб запобігти таким ускладненням, як псевдоартроз та вторинна кіфотична деформація після хірургічних втручань. У 1970 р. Orozco та співавт. представили пластину Н-подібної форми (рис. 1, а). У 1980 р. Caspar презентував оригінальну пластину. Спільними конструктивними їх особливостями була відсутність блокування в пластині гвинтів, кут введення яких визначав хірург індивідуально для кожного випадку. Суттєвим недоліком пластин було необхідне бікортикальне проведення гвинта через тіло хребця, що могло призвести до ушкодження спинного мозку [45, 46].

У 1986 р. Morscher удосконалив ЦП Orozco, використавши унікортикальні гвинти, які блокуються в пластині, а кут їх введення тепер став фіксованим [7, 22]. Так було впроваджено в практику ригідну ЦП другого покоління (рис. 1, б). З використанням у клінічній практиці цього типу імплантатів було відкрито явище вторинної динамізації через руйнування ЦП (рис. 1, в): полом пластини призводив до утворення кісткового блоку за рахунок компресії кісткового трансплантата в міжтіловому проміжку. В іншому випадку був би можливим розвиток псевдоартрозу через екранування навантаження. Саме в результаті аналізу таких випадків Adams та Benzel розробили у 1998 р. перший динамічний імплантат — пластину DOC VCSS (рис. 1, г), що стало початком ери третього покоління ЦП [47].

Біомеханічні особливості ПМС з використанням динамічних ЦП. Для кращого розуміння процесів утворення міжтілового зрощення в результаті ПМС важливими є поняття про осідання, пролабування, розподіл та екранування вертикального осьового навантаження (рис. 2). Осідання — це зменшення вертикального розміру оперованих ХРС у післяопераційному періоді. Залежно від засобу відновлення міжтілової опори воно може бути обумовлено трьома головними причинами. У тих випадках, коли для відновлення міжтілової опори застосовують кісткові кортикально-губчасті автотрансплантати (ККГАТ), відбувається часткова резорбція позбавленого кровопостачання кісткового трансплантату у зв'язку з ремоделюванням, що може призвести до його колапсу (рис. 2, а). Резорбція та подальше ремоделювання є закономірними процесами під час формування спондилодезу. Спочатку кістковий трансплантат частково резорбується, потім заміщується новоутвореною кісткою [48]. Тому за певних умов (маса та якість ККГАТ, відповідність до сприймаючого ложа в тілах хребців, адекватність додаткової фіксації металоконструкціями тощо) на початкових етапах процесу репаративної регенерації може

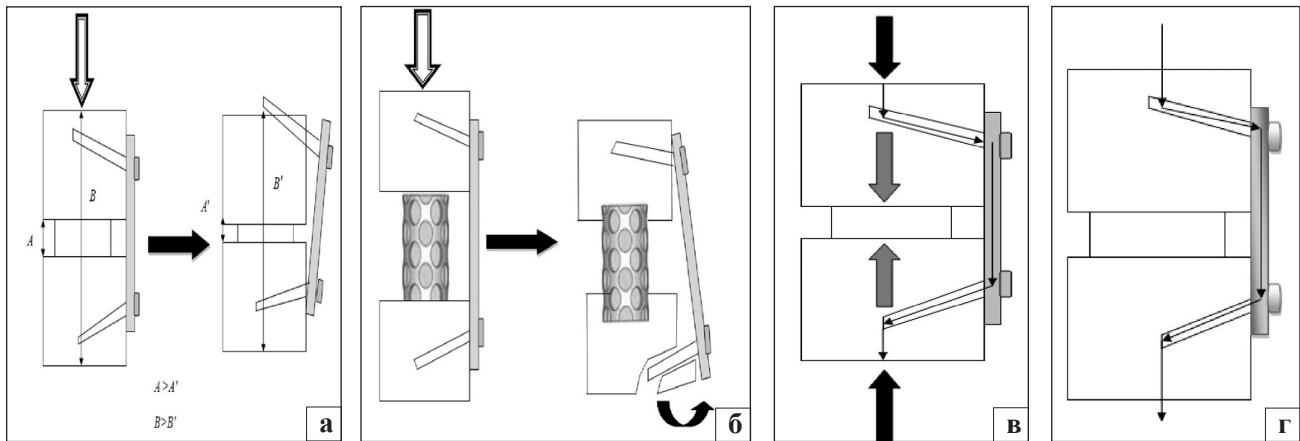


Рис. 2. Схеми осідання (а) та пролабування імплантата до тіл хребців (б), розподілу (v) та екранування навантаження до міжтілової опори та металоконструкцій (г)

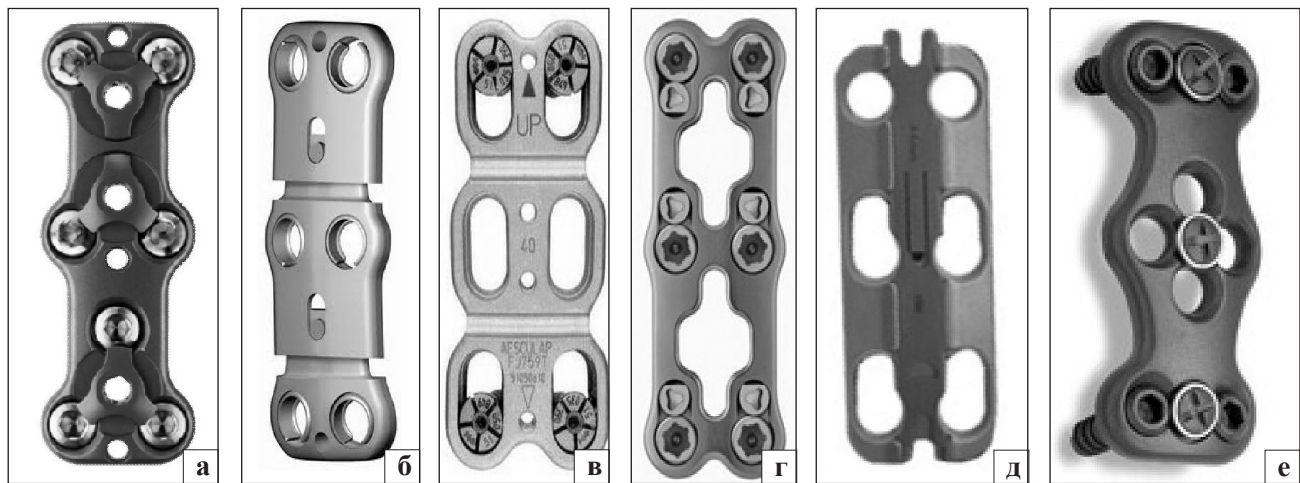


Рис. 3. Сучасні динамічні ЦП: а) ротаційна Trinica (Zimmer); б) трансляційна Swift Plus (DePuy); в) трансляційна ABC (Aesculap); г) гібридна Skyline (DePuy); д) гібридна C-Тек (Biomet); е) пластина Atlantis (Medtronic), яку можна використати як ротаційну та гібридну

відбуватися осідання. Варто відзначити, що воно залежить від застосованого трансплантату та кількості рівнів, на яких виконують втручання. Середнє значення осідання трансплантату з гребеня клубової кістки для моно- та бісегментарного спондилодезу становить 1,4 та 1,8 мм відповідно, а для кісткових алотрансплантатів ці показники становлять 2,4 та 3,0 мм [49]. Тому у випадках використання кісткових алотрансплантатів типовішим є осідання через їх поршньові рухи або пролабування до тіл шийних хребців.

У разі застосування вертикальних циліндричних сітчастих імплантатів (ВЦСІ) або імплантатів з більшою за кісткову тканину щільністю відбувається осідання через пролабування до тіл шийних хребців (рис. 2).

Розподіл навантаження — це передача осьового навантаження на контактну поверхню «міжтілова опора — тіла хребців» і металоконструкцію для

ПМС, що прямо пропорційно впливає на процес міжтілового зрощення (рис. 2, в). За даними наукової літератури, для успішної реалізації ПМС та підвищення стабільності фіксації ХРС необхідний оптимальний розподіл навантаження між трансплантатом та пластиною, у разі якого пропорція становить 70 % навантаження на трансплантат та 30 % на пластину [2, 48, 45].

Екранування навантаження — це зменшення навантаження на контактну поверхню «міжтілова опора — тіла хребців» через підвищену передачу на пластину, що знижує навантаження трансплантату до рівня, коли може виникнути його резорбція та, як наслідок, псевдоартроз на рівні стабілізації ХРС, збільшення навантаження на металоконструкції, втрата їх фіксувальних властивостей (рис. 2, г).

Нині відомо чимало ЦП, які відрізняються за конструктивними особливостями та видом динамізації (рис. 3).

Класифікація динамічних пластин. У сучасній літературі найчастіше використовують класифікацію ЦП, запропоновану R. W. Naid і співавт. [46]. Згідно з нею виділяють ЦП з бікортикальними гвинтами, які не блокуються, а також з монокортикальними блокованими гвинтами. Останні ЦП, у свою чергу, поділяють на дві групи — ригідні (constrained) та динамічні (semi-constrained). Перші характеризуються наявними блокованими кістковими гвинтами, де рухи між елементами конструкції не відбуваються. Другі також мають блоковані кісткові гвинти, але на відміну від перших у цих ЦП можливі рухи між елементами конструкції. Динамічні ЦП поділяють на ротаційні, трансляційні та гібридні [2, 46].

Для ротаційних динамічних ЦП характерною є рухливість на поверхні «гвинт — пластина», тобто під час міжтілового зрощення після виконання ПМС гвинти рухаються в поздовжньому напрямкові в сагітальній площині та дозволяють часткове клінічно незначуще осідання кісткового трансплантата або пролабування імплантата до тіл хребців [46, 47]. До таких ЦП належать Atlantis (Medtronic) (рис. 3, е), Trinica (Zimmer) (рис. 3, а), Trestle (AlphatecSpine) та ін. Ротаційне переміщення гвинтів у отворах ЦП покращує розподіл навантаження між ЦП та міжтіловою опорою. Водночас, недоліком є можлива міграція гвинтів зі зміною кута траєкторії їх проведення та зменшення щільності кісткової тканини тіл хребців.

У разі використання трансляційних ЦП спостерігають інший варіант осідання. Розрізняють два типи таких імплантатів. У ЦП першого типу (ABC, ABC 2, Aescular) (рис. 3, в) гвинти можуть переміщатися в спеціальних отворах вздовж вісі пластини на обмеженій відстані, що мінімізує ризик прорізування гвинтів. Недоліком зазначених ЦП називають ймовірність перекриття пластиною суміжних дисків під час осідання у випадку неправильного встановлення, що веде до осифікації міжтілових проміжків суміжних рівнів. Трансляційні пластини другого типу (DOC (рис. 1, г), SC-AcuFixAnt-CerII (Zimmer), Atlantis Translational (Medtronic), SWIFT Plus (DePuy) (рис. 3, б)) є пристроями, що складаються з двох або більше частин, котрі рухаються одна відносно одної під час осідання, тому їх називають телескопічними. Гвинти ригідно фіксовані до кістки, а динамізація відбувається завдяки вкороченню вертикального розміру пластини. Перевагою цього типу пластин є відсутність перекриття суміжних міжтілових проміжків, а недоліками — високий профіль, складність конструкції та менша жорсткість порівняно з трансляційними ЦП першого типу.

Можна виділити також гібридні ЦП, серед яких розрізняють декілька типів. Пристрої типу Skyline (DePuy) (рис. 3, г) або Atlantis у гібридній конфігурації (Medtronic Sofamor Danek) (рис. 3, е) являють собою пластини з круглими отворами, де одна пара гвинтів є ригідними, інша — варіабельними за проведенням, що створює однонаправлену динамізацію. Конструкції Premier (Medtronic) або С-Тек (Biomet) (рис. 3, д) — це пластини з поздовжніми та круглими отворами. У круглі можна встановити як блоковані, так і варіабельні за проведенням гвинти, а у поздовжні — варіабельні гвинти для досягнення одночасного ефекту ротаційної та трансляційної динамізації [3, 45]. Таким чином, відому класифікацію можна доповнити та представити так, як на рис. 4.

Експериментальні дослідження властивостей динамічних ЦП. Останніми роками науковці активно дискутують про переваги та недоліки динамічних ЦП з огляду на біомеханічні дослідження та практичне застосування. G. R. Fogel та співавт. [6] провели дослідження, під час якого вивчали кінематичні властивості ригідних та динамічних ЦП. Використали 12 анатомічних препаратів ШВХ свиней. Було виконано корпектомію на двох рівнях, міжтіловий спондилодез ККГАТ та вентральну фіксацію ригідними ЦП у 6 випадках та динамічними ЦП ще у 6. До всіх препаратів прикладали ідентичне навантаження. Дослідники визначили, що обидві ЦП значно зменшили обсяг рухів у ШВХ. Навантаження на трансплантат у положенні розгинання було більш значущим у групі ригідних ЦП, але в положенні згинання відзначалася його значуща втрата. Водночас, у групі динамічних ЦП зберігалася величина цього показника [6]. Аналізуючи результати дослідження, проведеного на заморожених препаратах шийних хребців людини, M. F. Dvořák та співавт. [5] звернули увагу на кращу стабілізацію під час навантаження в положенні розгинання в разі використання динамічних ЦП у порівнянні з ригідними. У процесі біомеханічних досліджень D. S. Brodke та співавт. [3] і D. Riedly та співавт. [7] виявили, що навіть за вкорочення трансплантата динамічні ЦП дають змогу досягти значно більшого, ніж ригідні, пропорційного розподілу навантаження між трансплантатом та ЦП. Під час вивчення жорсткості фіксації за допомогою різних видів ЦП група авторів довела, що комплектні динамічні ЦП є менш жорсткими порівняно з ригідними та цілісними динамічними [3]. На 21 анатомічному препараті ШВХ був оцінений розподіл навантаження в разі використання ЦП за осідання трансплантату на 10 %. Автори виділили три групи спостереження — з використанням ригідних, ротаційних та трансляційних ЦП. Результати

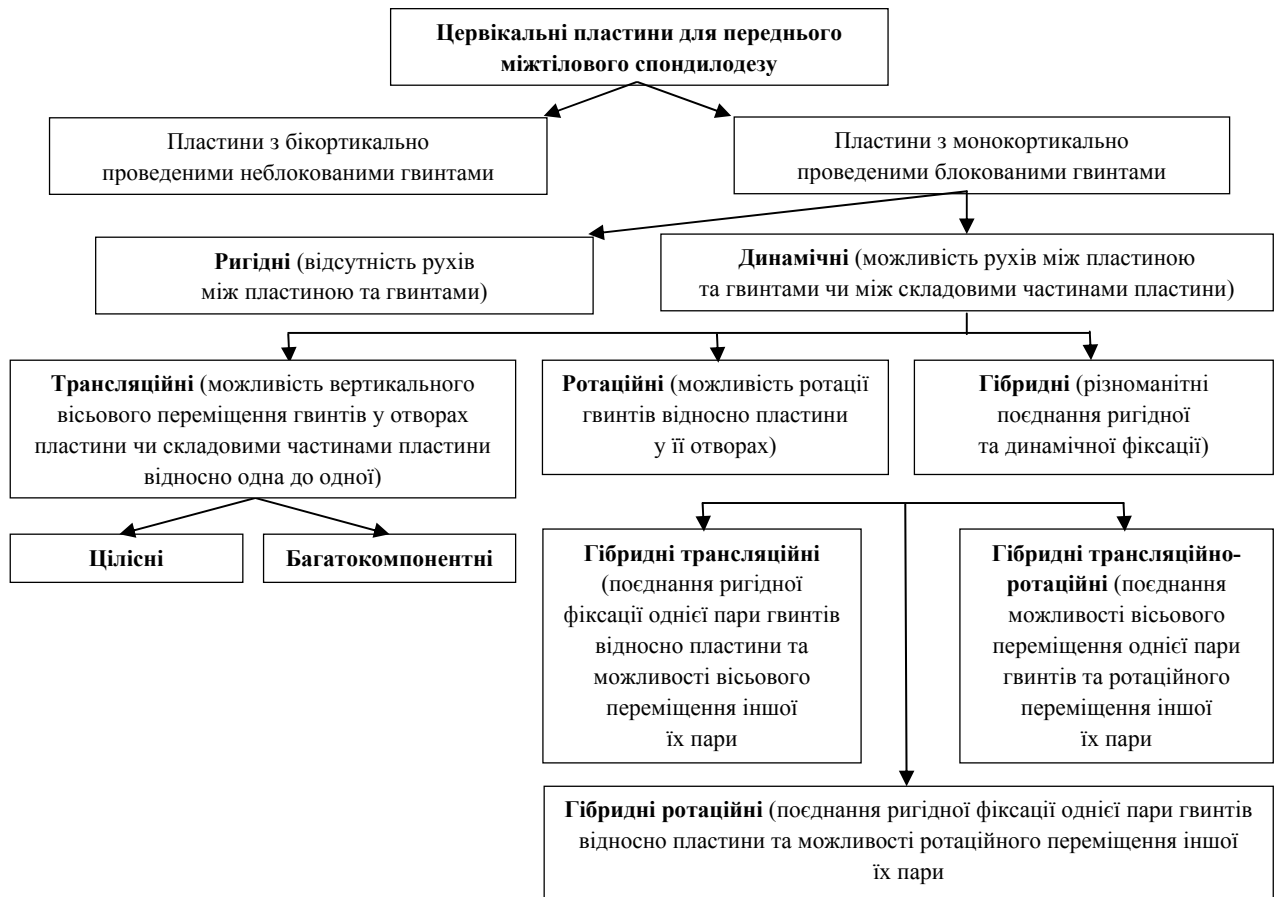


Рис. 4. Схематичне зображення модифікованої класифікації цервікальних пластин для переднього міжтілового спондилодезу [46]

дослідження засвідчили, що під час осідання ригідні ЦП втрачають до 70 % можливостей розподілу навантаження, а також жорсткість фіксації за згинання та розгинання, що не відбувалося з динамічними ЦП [4]. J.-P. Eun [50] провів біомеханічне дослідження, вивчаючи силу, необхідну для осьової динамізації трансляційної динамічної ЦП залежно від напрямку введення гвинтів. Було відібрано 12 анатомічних препаратів ШВХ $C_{IV}-C_{VII}$. Встановлено трансляційну динамічну ЦП ДОС з напрямком введення гвинтів 20° та 30° у 6 випадках для кожної. У результаті дослідження статистично значущої різниці між аналізованими показниками не виявлено.

Результати клінічного застосування динамічних ЦП та дослідження успішності міжтілового зрощення. У дослідженні G. Goldberg та співавт. [51] проаналізовані результати лікування хворих з дегенеративними захворюваннями ШВХ. У 21 випадкові виконали хірургічне втручання з використанням ригідних ЦП та ККГАТ, а у 22 — динамічних ЦП та кісткових кортикально-губчастих алотрансплантатів. Фахівці вивчали рентгенограми через 6–9 та 10–13 міс. після операції. Під час першого контрольного дослідження успішний спондилодез

спостерігали у 87,8 % для ригідних та у 89,8 % для динамічних ЦП, під час другого — у 86,4 % для ригідних та у 94,2 % для динамічних. P. S. Saphier та співавт. [15] доповіли про результати лікування 50 хворих, де для ПМС у 25 випадках використано ригідні ЦП, у інших 25 — гібридні динамічні ЦП Premier. Під час вивчення шкал, які характеризують біль та функціональний стан ШВХ, виявлено більш значиме покращення стану в групі хворих, оперованих за допомогою динамічних ЦП. Успішний спондилодез спостерігали у 96 % випадків для динамічних ЦП та у 92 % для ригідних. Виконання моносегментарного ПМС за допомогою трансляційних динамічних ЦП, які дозволяють міграцію гвинтів на 10 мм у краніальному та каудальному напрямкові, та з використанням ККГАТ дало змогу отримати у 66 пацієнтів кісткове зрощення у 100 % випадків [8].

J. Stulik та співавт. [16] проаналізували результати лікування 132 пацієнтів, 69 з яких прооперували з використанням трансляційних динамічних ЦП ABC, а 63 — ригідних. У всіх випадках для ПМС застосовували ККГАТ. Проводили рентгенологічний контроль через 3 та 6 міс. після операції. Показник

осідання для динамічних ЦП становив 1,4 мм під час першого контрольного вимірювання та 0,8 мм під час другого. Різниця між показниками осідання для ригідних та динамічних ЦП була значущою через 6 міс. після хірургічного втручання. У групі, де використовували динамічні ЦП, ускладнень з боку імплантатів не відзначено. За умов застосування ригідних ЦП в одному випадкові відзначили полом пластини, у двох — міграцію каудальної пари гвинтів до суміжного міжхребцевого диска [16]. N. E. Epstein [9] представив результати лікування 60 хворих після виконання моносегментарного ПМС з ККГАТ із гребня клубової кістки та трансляційних динамічних ЦП АВС. Кісткове зрощення спостерігали у 100 % випадків.

Науковці з США вивчили вплив ригідних ЦП та трансляційних динамічних ЦП на клінічний результат за умов мультисегментарного ПМС та дійшли висновку, що в разі використання динамічних ЦП значення показників за VAS та NDI достовірно нижчі порівняно з ригідними ЦП. Також відзначено, що відсоток успішного спондилодезу за втручання на двох та трьох рівнях був вищим у випадку застосування динамічних ЦП порівняно з ригідними [11]. На підставі п'яти досліджень, у яких оцінили ефективність використання динамічних (172 випадки) у порівнянні з ригідними (143) ЦП за ПМС різної протяжності доведено, що клінічні результати в разі мультисегментарного ПМС були кращими за умов застосування динамічних ЦП [52].

Аналізуючи результати лікування хворих, в яких використовували ротаційні та трансляційні динамічні ЦП, дослідники дійшли висновку, що через осідання ККГАТ застосування ротаційних ЦП виправданіше за однакових клінічних результатів та показників кісткового зрощення [12]. Інші дослідники стверджують, що трансляційна пластина з поздовжніми отворами забезпечує більший розподіл навантаження на трансплантат, ніж ротаційна [21].

Група авторів вивчала зміну висоти оперованих ХРС та сегментарний шийний сагітальний контур (ШСК) у 70 хворих, яким виконали хірургічне втручання на ШВХ з приводу травм. Моносегментарний ПМС здійснено у 61 випадку, бі- та мультисегментарний — у 9. Для 24 пацієнтів застосовано ригідні, у решти — ротаційні та трансляційні динамічні ЦП. У 58 випадках використовували ККГАТ з малоомілкової кістки, у 4 — кісткові кортикально-губчасті алотрансплантати, і у 7 — ККГАТ з гребня клубової кістки, у 1 — ККГАТ з малоомілкової кістки. Відзначено втрату висоти трансплантата на 19 % у разі застосування трансляційних ЦП, водночас за умов використання ротаційних — на

37,2 %, а ригідних — на 31,8 %. Вентральну міграцію трансплантатів спостерігали у 3 випадках за використання динамічних ЦП [12].

Було вивчено кісткове зрощення після бісегментарного ПМС за допомогою трансляційної динамічної ЦП АВС. Використовували ККГАТ з гребня клубової кістки. Для аналізу зрощення застосовували рентгенографію та комп'ютерну томографію (КТ). Період спостереження становив 3,2 роки. Через 3 міс. після хірургічного втручання за результатами рентгенографії міжтілове зрощення відбулося у 83 % хворих, за даними КТ — у 50 %. Через 6 міс. після операції зрощення на рентгенограмах відзначали у 96 % пацієнтів, на КТ-сканах — у 70 % [10].

Група авторів вивчила ефективність застосування трансляційних динамічних ЦП у порівнянні з ЦП першого покоління. До клінічної групи увійшов 81 пацієнт із захворюваннями ШВХ. Використовували ККГАТ з гребня клубової кістки. Дослідники дійшли висновку, що показники кісткового зрощення через 6 тижнів після хірургічного втручання були кращими в групі, де застосовували динамічні ЦП. Також виявлено формування кісткового зрощення швидше в разі використання трансляційних ЦП [53].

У дослідженні Epstein вивчали результати лікування 66 хворих з осифікацією задньої поздовжньої зв'язки у випадку використання ригідних та трансляційних динамічних ЦП АВС для ПМС, також пацієнтам виконували задній спондилодез. Під час ПМС використовували свіжозаморожені кісткові алотрансплантати з малоомілкової кістки. Псевдоартроз розвинувся в 1 (4 %) хворого з динамічною ЦП, а в групі з використанням ригідних ЦП цей показник становив 13 % (5 пацієнтів) [54].

A. A. Ragab та співавт. [55] вивчали кісткове зрощення та термін його утворення, процес осідання, ускладнення в разі застосування ригідних, ротаційних та трансляційних динамічних ЦП у лікуванні дегенеративних захворювань ШВХ на двох суміжних рівнях. Автори не знайшли підтвердження переваг динамічних ЦП над ригідними.

A. Ghahreman та співавт. [19] досліджували вплив осідання ККГАТ на зміну показника сегментарного ШСК у разі використання трансляційної ЦП АВС у 55 хворих. Кісткове зрощення досягнуте у 96 % випадків. Середній показник осідання становив 1,7 мм. Через 6 міс. після хірургічного втручання виявили зменшення сегментарного ШСК на 2,7°. Автори відзначили, що показник втрати сегментарного ШСК залежить від величини осідання трансплантату.

Результати клінічного застосування динамічних ЦП та ВЦСІ. Група авторів провела дослідження

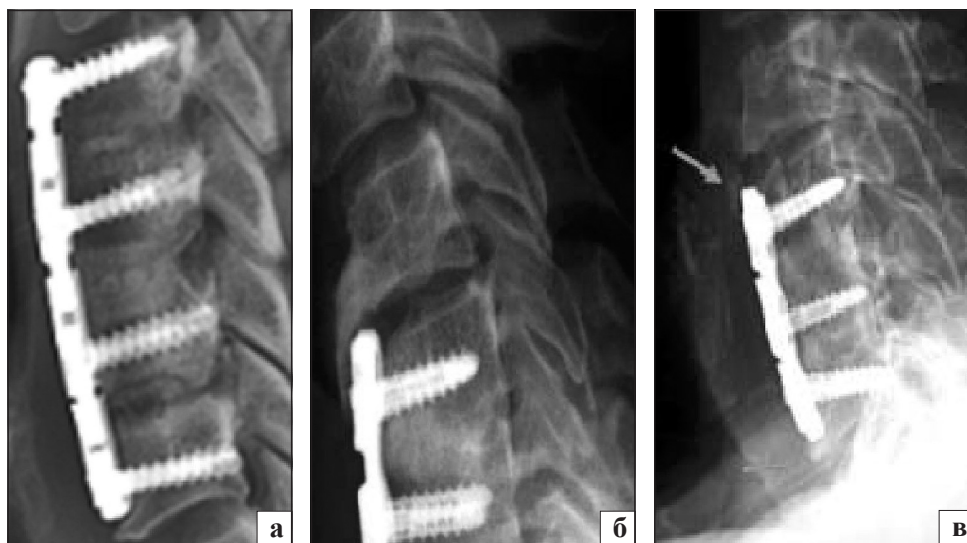


Рис. 5. Фотовідбитки з рентгенограм, які ілюструють ускладнення в разі використання трансляційних ЦП: а) розвиток псевдоартрозу (динамічна трансляційна пластина, багаторівневий спондилодез); б), в) осифікація суміжного рівня та навколо пластини, що викликана міграцією ЦП у краніальному напрямку [2, 17, 22]

результатів ПМС за чотирма методиками у разі захворювань ШВХ на двох суміжних рівнях. Хворих розділили на чотири групи — у першій використовували динамічні ЦП та ККГАТ з гребня клубової кістки, у другій — динамічні ЦП та ВЦСІ, у третій — лише ВЦСІ, у четвертій виконували субтотальну корпектомію та ПМС за допомогою динамічної ЦП та ККГАТ з гребня клубової кістки. У дослідженні використовували ротаційні та трансляційні ЦП. Незрощення спостерігали у 25 % хворих у разі застосування ВЦСІ окремо, у 8 % — за умов виконання дискектомії та ПМС за допомогою ЦП, у 4 % — за використання ВЦСІ та ЦП. Кращі показники зрощення встановлені в групі з використанням ВЦСІ та ЦП, де також спостерігали мінімальну втрату висоти оперованого ХРС [56]. Група авторів вивчала результати лікування 10 хворих з використанням кейджів, що розширюються, та трансляційних динамічних ЦП, причому в чотирьох випадках використовували задній спондилодез. Відзначали мінімальне осідання (менше ніж 2 мм) у трьох випадках за корпектомії на двох рівнях. Більш значуще осідання спостерігали у хворих з остеопорозом та під час проведення багаторівневих корпектомій [57]. D. J. Chung та співавт. [23] вивчали результати лікування 31 пацієнта з захворюваннями ШВХ за допомогою ВЦСІ та динамічних ЦП (у 27 хворих застосовували ротаційну ЦП, а у 4 — трансляційну). У 24 пацієнтів виконали бісегментарний, а у 7 — мультисегментарний ПМС на чотирьох ХРС. У 83,9 % досягнуто хороших та відмінних клінічних результатів. Зрощення зафіксовано у 96,3 % хворих. Застосування ВЦСІ та динамічної ЦП автори визнали ефективним для реконструкції анатомічних параметрів шийних ХРС після корпектомій.

Ускладнення після використання динамічних ЦП. Досить розповсюдженими ускладненнями у разі використання динамічних ЦП, за даними наукової літератури, називають псевдоартроз, незрощення, втрату величини сегментарного ШСК, розвиток небажаної кіфотичної деформації, форамінальний стеноз та дегенеративні зміни на рівнях, що суміжні з оперованими. S. M. DuVois та співавт. [18] порівняли клінічні та рентгенологічні результати застосування ригідних і ротаційних динамічних ЦП. Дослідники засвідчили, що застосування ротаційних ЦП призводить до більшої кількості незрощень (16 %), ніж ригідних ЦП (5 %). D. E. Bullard та J. J. Souzg [17] відзначали випадок псевдоартрозу за мультисегментарного ПМС з використанням трансляційної ЦП, причому він локалізувався на найнижчому з оперованих рівнів (рис. 5, а).

У мультицентровому рандомізованому дослідженні вивчали пов'язані з імплантатом ускладнення, термін формування зрощення, а також зміни величини сегментарного ШСК. Проаналізовано результати лікування 132 хворих, у частини з яких використали трансляційні ЦП АВС, а в решти — ригідні ЦП. Застосовували ККГАТ у всіх випадках. Встановлено меншу кількість ускладнень за умов використання динамічних ЦП. Кісткове зрощення відбувалося швидше також за умов використання динамічних ЦП. Показник втрати величини сегментарного ШСК для динамічних ЦП становив $1,3^\circ$ на час виписування зі стаціонару порівняно з $4,3^\circ$ через 2 роки після операції, причому різниця була статистично значущою ($P = 0,003$) [14].

Група вчених дослідила фактори ризику ускладнень за умов багаторівневої корпектомії у ШВХ та стабілізації за допомогою динамічної ЦП. Було вивчено 30 випадків та виявлено такі ускладнення:

міграцію трансплантата у двох випадках, перелом тіла хребця C_{VII} — у двох, викручування гвинтів — також у двох. У 4 хворих виявили незрощення під час останнього обстеження [20]. Визнаним недоліком трансляційних пластин з поздовжніми отворами є можливий розвиток осифікації на суміжному рівні або навколо пластини (рис. 5, б, в) за умови, якщо вона не буде встановлена на достатній відстані від суміжних міжхребцевих дисків [2, 22].

Під час вивчення ефективності застосування трансляційних динамічних ЦП у порівнянні з ЦП першого покоління у 81 хворого відзначено гетеротопічну осифікацію на суміжних рівнях у 7 з 33 хворих за умов використання динамічних ЦП, а також у двох з них розвиток кісткового зрощення навколо ЦП на суміжних рівнях [53]. Вивчаючи результати лікування хворих з використанням динамічних ЦП та ВЦСІ, у 13 % випадків автори відзначили такі загальнохірургічні ускладнення, як дисфонію, транзиторну дисфагію, невропатію корінця спинного мозку. У 7 (22,6 %) хворих виявлені ускладнення, пов'язані з імплантатами, а саме: міграцію гвинтів та ВЦСІ, злам гвинта, пролабування ВЦСІ понад 10 %, а також міграцію пластини [23]. Отже, нині бракує переконливих клінічних та експериментальних результатів, які демонструють явну перевагу динамічних ЦП над ригідними.

Висновки

У спеціальній літературі сьогодні обмаль публікацій, присвячених експериментальним та клінічним дослідженням властивостей та результатів застосування динамічних цервікальних пластин. Динамічні пластини теоретично мають переваги над попередніми поколіннями цервікальних пластин, особливо з огляду на розподіл навантаження на міжтілову опору, що підтверджують експериментальні дослідження. Але існує ймовірність того, що у випадку застосування динамічних цервікальних пластин у процесі осідання можуть з'явитися небажані зміни шийного сегментарного сагітального контуру та форамінальний стеноз. У певних випадках може збільшитися кількість утворених псевдоартрозів. Бісегментарний передній міжтіловий спондилодез із застосуванням динамічних цервікальних пластин використовують у світовій практиці найчастіше. Збалансованість динамізму та ригідності фіксації патологічно змінених шийних хребтових рухових сегментів вивчено недостатньо і це потребує подальших досліджень.

Список літератури

1. Mofkhar R. Anterior cervical plates: a historical perspective / R. Mofkhar, G. R. Trost // *Neurosurg. Focus.* — 2004. —

- Vol. 16, № 1. — P. 1–5.
2. Rhee J. M. Dynamic anterior cervical plates / J. M. Rhee, K. D. Riew // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* — 2007. — Vol. 15. — P. 640–646.
3. Dynamic cervical plates: biomechanical evaluation of load sharing and stiffness / D. S. Brodke, S. Gollgoly, A. R. Mohr [et al.] // *Spine.* — 2001. — Vol. 26. — P. 1324–1329.
4. Anterior cervical fixation: analysis of load-sharing and stability with use of static and dynamic plates / D. S. Brodke, P. Jr. Klimo, K. N. Bachus [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* — 2006. — Vol. 88-A, № 7. — P. 1566–1573.
5. Anterior cervical plate fixation: a biomechanical study to evaluate the effects of plate design, endplate preparation, and bone mineral density / M. F. Dvorak, T. Pitzen, Q. Zhu [et al.] // *Spine.* — 2005. — Vol. 30, № 3. — P. 294–301.
6. In vitro evaluation of stiffness and load sharing in a two-level corpectomy: comparison of static and dynamic cervical plates / G. R. Fogel, Z. Li, W. Liu [et al.] // *Spine J.* — 2010. — Vol. 10, № 5. — P. 417–421.
7. Cervical spine loading characteristics in a cadaveric C5 corpectomy model using a static and dynamic plate / D. Reidy, J. Finkelstein, A. Nagpurkar [et al.] // *J. Spinal. Disord. Tech.* — 2004. — Vol. 17. — P. 117–122.
8. Balabhadra R. S. Anterior cervical fusion using dense cancellous allografts and dynamic plating / R. S. Balabhadra, D. H. Kim, H. Y. Zhang // *Neurosurg.* — 2004. — Vol. 54. — P. 1405–1411.
9. Epstein N. E. Efficacy and outcomes of dynamic-plated single-level anterior discectomy/fusion with additional analysis of comparative costs / N. E. Epstein // *Surg. Neurol. Int.* — 2011. — Vol. 2. — P. 2–9.
10. Epstein N. E. Documenting fusion following anterior cervical surgery: a comparison of roentgenogram versus two-dimensional computed tomographic findings / N. E. Epstein, R. S. Silvergleide // *J. Spinal Disord. Tech.* — 2003. — Vol. 16, № 3. — P. 243–247.
11. Choice of plate may affect outcomes for single versus multi-level ACDF: results of a prospective randomized single-blind trial / P. D. Nunley, A. Jawahar, E. J. Kerr [et al.] // *Spine J.* — 2009. — Vol. 9, № 2. — P. 121–127.
12. A comparison of fixed-hole and slotted-hole dynamic plates for anterior cervical discectomy and fusion / S. W. Hong, S. H. Lee, L. T. Khoet [et al.] // *J. Spinal Disorders Techn.* — 2010. — Vol. 23, № 1. — P. 22–26.
13. Khoo L. Anterior plating for cervical traumatic fractures: an analysis of graft height and segmental lordosis preservation [Електронний ресурс] / L. Khoo, J. Bena, T. Gravori // *Internet J. Spine Surgery.* — 2004. — Vol. 1, № 2. — Режим доступу до журналу: <http://ispub.com/IJSS/1/2/6208>.
14. Implant complications, fusion, loss of lordosis, and outcome after anterior cervical plating with dynamic or rigid plates: two-year results of a multi-centric, randomized, controlled study / T. R. Pitzen, J. Chrobok, J. Stulik [et al.] // *Spine.* — 2009. — Vol. 34, № 7. — P. 641–646.
15. Stress-shielding compared with load sharing anterior plate fixation: a clinical and radiographic prospective analysis of 50 patients / P. S. Saphier, M. S. Arginteanu, F. M. Moore [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* — 2007. — Vol. 6. — P. 391–397.
16. Fusion and failure following anterior cervical plating with dynamic or rigid plates : 6 months results of a multicentric, prospective, randomized, controlled study / J. Stulik, T. R. Pitzen, J. Chrobok [et al.] // *Eur. Spine J.* — 2007. — Vol. 16. — P. 1689–1694.
17. Bullard D. E. Three-level anterior cervical discectomy and fusion with plate fixation: radiographic results of 127 patients [Електронний ресурс] / D. E. Bullard, J. J. Souza // *Internet J. Neurosurg.* — 2009. — Vol. 6, № 1. — Режим доступу до журналу: <http://ispub.com/IJNS/6/1/5200>.

18. Static versus dynamic plating for multilevel anterior cervical discectomy and fusion / C. M. DuBois, P. M. Bolt, A. G. Todd [et al.] // *Spine J.* — 2007. — Vol. 7, № 2. — P. 188–193.
19. Ghahreman A. Dynamic plates in anterior cervical fusion surgery: graft settling and cervical alignment / A. Ghahreman, P. J. Rao, R. D. Ferch // *Spine.* — 2009. — Vol. 34, № 15. — P. 1567–1571.
20. Risk factors for early reconstruction failure of multilevel cervical corpectomy with dynamic plate fixation / A. Okawa, K. Sakai, T. Hirai [et al.] // *Spine.* — 2011. — Vol. 36, № 9. — P. 582–587.
21. Park J. B. Development of adjacent-level ossification in patients with an anterior cervical plate / J. B. Park, Y. S. Cho, K. D. Riew // *J. Bone Joint Surg.* — 2005. — Vol. 87-A. — P. 558–563.
22. Indications and techniques for anterior cervical plating / J. M. Rhee, J. B. Park, J.-Y. Yang, K. D. Riew // *Neurol. India.* — 2005. — Vol. 53, № 4. — P. 433–439.
23. Preliminary surgical result of cervical spine reconstruction with a dynamic plate and titanium mesh cage / D. Y. Chung, D. Ch. Cho, S. H. Lee, J. K. Sung // *J. Korean Neurosurg. Soc.* — 2007. — Vol. 41. — P. 111–117.
24. Complications in spine surgery / R. Nasser, Y. Sanjay, M. G. Maltenfort [et al.] // *J. Neurosurg. Spine.* — 2010. — Vol. 13. — P. 144–157.
25. Опыт хирургического лечения повреждений средне- и нижнешейного отделов позвоночника, полученных при нырянии / И. П. Ардашев, В. Р. Гатин, Е. И. Ардашева [и др.] // *Травматология и ортопедия России.* — 2012. — № 3. — С. 35–40.
26. Барыш А. Е. Современные принципы стабилизирующих операций при хирургическом лечении заболеваний и повреждений шейного отдела позвоночника: дис. ... докт. мед. наук: 14.01.21 / Барыш Александр Евгеньевич. — Х., 2010. — 362 с.
27. Берсенева В. П. Результаты лечения компрессионных синдромов шейного отдела позвоночника / В. П. Берсенева, В. М. Драгун // *Травматология и ортопедия России.* — 2008. — № 3. — С. 76–77.
28. Новое в хирургии позвоночника / К. Х. Бридвелл, П. А. Андерсон, С. Д. Боден [и др.] // *Хирургия позвоночника.* — 2009. — № 4. — С. 91–107.
29. Декомпрессиивно-стабилизирующие операции при позвоночно-спинномозговой травме / Л. А. Бублик, С. А. Стегний, И. Г. Гохфельд [и др.] // *Український нейрохірургічний журнал.* — 2006. — № 1. — С. 18–26.
30. Вертиль С. Т. Хирургическое лечение повреждений шейного отдела позвоночника с применением первично-стабильной фиксации металлическими конструкциями / С. Т. Вертиль, А. И. Крупаткин, С. В. Юндин // *Хирургия позвоночника.* — 2006. — № 3. — С. 8–18.
31. Воронович И. Р. Состояние хирургической вертебрологии в Белоруссии / И. Р. Воронович // *Хирургия позвоночника.* — 2004. — № 1. — С. 33–38.
32. Алгоритмы диагностики и лечения пациентов с сочетанной позвоночно-спинномозговой травмой / А. А. Гринь, М. А. Некрасов, А. К. Кайков [и др.] // *Хирургия позвоночника.* — 2011. — № 4. — С. 18–26.
33. Драгун В. М. Хирургическое лечение травматических повреждений средне- и нижнешейных позвонков / В. М. Драгун // *Травматология и ортопедия России.* — 2008. — № 3. — С. 82–83.
34. Ершов Н. И. Хирургическое лечение больных с повреждениями позвоночника и спинного мозга по данным МУЗ «Брянская городская больница № 1» / Н. И. Ершов, В. Д. Усиков, В. С. Куфтов // *Травматология и ортопедия России.* — 2007. — № 1. — С. 12–15.
35. Роль стабильно-функционального остеосинтеза переломов позвоночника в комплексном лечении пациентов с политравмой / Е. Т. Жунусов, А. Б. Султангереев, Н. Т. Естемесов [и др.] // *Травматология и ортопедия.* — 2011. — № 2. — С. 56–59.
36. Новая технология передней межтеловой фиксации шейных позвонков пластинами / Н. А. Корж, А. Е. Барыш, Г. Х. Грунтовский, В. В. Лукьянченко // *Травма.* — 2004. — Т. 5, № 3. — С. 250–252.
37. Крылов В. В. Лечение больных с осложненными и неосложненными повреждениями позвоночника при сочетанной травме / В. В. Крылов, А. А. Гринь, Ю. С. Иоффе [и др.] // *Хирургия позвоночника.* — 2005. — № 4. — С. 8–14.
38. Матвеев А. Н. Комбинированный передний спондилодез в лечении травмы шейного отдела позвоночника / А. Н. Матвеев, Д. Л. Глухих // *Хирургия позвоночника.* — 2006. — № 3. — С. 24–28.
39. Мушкин А. Ю. Биомеханика позвоночника в норме и при патологических состояниях: основные аспекты исследований / А. Ю. Мушкин, Э. В. Ульрих, И. В. Зуев // *Хирургия позвоночника.* — 2009. — № 4. — С. 53–61.
40. Лечение перелома шейного отдела позвоночника при болезни Бехтерева / И. А. Норкин, А. А. Чехонацкий, В. Г. Нинель, В. В. Островский // *Хирургия позвоночника.* — 2007. — № 2. — С. 23–25.
41. Рамих Э. А. Травма нижнего шейного отдела позвоночника: диагностика, классификация, лечение / Э. А. Рамих // *Хирургия позвоночника.* — 2005. — № 3. — С. 8–24.
42. Рамих Э. А. Эволюция хирургии повреждений позвоночника в комплексе восстановительного лечения / Э. А. Рамих // *Хирургия позвоночника.* — 2001. — № 4. — С. 85–92.
43. Рерих В. В. Хирургическое лечение повреждений нижнешейного отдела позвоночника / В. В. Рерих, А. Д. Ластевский // *Хирургия позвоночника.* — 2007. — № 1. — С. 13–20.
44. Швец А. И. Передняя декомпрессия при стенозе позвоночного канала в шейном отделе позвоночника / А. И. Швец, В. К. Ивченко // *Травма.* — 2010. — № 2. — С. 161–166.
45. Gonugunta V. Anterior cervical plating / V. Gonugunta, A. A. Krishnaney, E. C. Benzel // *Neurol. India.* — 2005. — Vol. 53, № 4. — P. 424–432.
46. The cervical spine study group anterior cervical plate nomenclature / R. W. Haid, K. T. Foley, G. E. Rodts, B. Barnes // *Neurosurg. Focus.* — 2002. — Vol. 12, № 1. — P. 1–6.
47. Steinmetz M. P. Axially dynamic implants for stabilization of the cervical spine / M. P. Steinmetz, E. C. Benzel, R. I. Apfelbaum // *Operat. Neurosurg.* — 2006. — Vol. 59, № 4. — P. 378–388.
48. Bolesta M. J. Three- and four-level anterior cervical discectomy and fusion with plate fixation: a prospective study / M. J. Bolesta, G. R. Rehtine, A. M. Chrin // *Spine.* — 2000. — Vol. 25, № 16. — P. 2040–2044.
49. Anterior cervical interbody fusion using autogeneic and allogeneic bonegraft substrate: a prospective comparative analysis / R. C. Bishop, K. A. Moore, A. Weidneret [et al.] // *J. Neurosurg.* — 1996. — Vol. 85, № 2. — P. 206–210.
50. Eun J.-P. Biomechanical evaluation of the pullout strength of the dynamic osteosynthesis construct (DOC) anterior cervical plating system: a comparison between the screw angulations to consider the concept of triangulation / J.-P. Eun // *J. Korean Neurosurg. Soc.* — 2004. — Vol. 36. — P. 32–58.
51. Short-term comparison of cervical fusion with static and dynamic plating using computerized motion analysis / G. Goldberg, T. J. Albert, A. R. Vaccaro [et al.] // *Spine.* — 2007. — Vol. 32. — P. 371–375.
52. Dynamic cervical plate versus static cervical plate in the anterior cervical discectomy and fusion: a systematic review / H. Li, J. Min, Q. Zhang [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Trau-*

- matol. — 2013. — Vol. 23, Suppl. 1. — P. 41–46.
53. Axial vs angular dynamization of anterior cervical fusion implants / M. Stancic, P. Margetic, E. Elabjer, M. Milosevic // Coll. Antropol. — 2008. — Vol. 32. — P. 221–229.
54. Epstein N. E. Fixed vs dynamic plate complications following multilevel anterior cervical corpectomy and fusion with posterior stabilization / N. E. Epstein // Spinal Cord. — 2003. — Vol. 41. — P. 379–384.
55. Dynamic anterior cervical plating for multi-level spondylosis: Does it help? / A. A. Ragab, F. S. Hodges, C. P. Hill [et al.] // Evid. Based Spine Care J. — 2010. — Vol. 1, № 1. — P. 41–46.
56. Radiographic comparison of four anterior fusion methods in two level cervical disc diseases : autograft plate fixation versus cage plate fixation versus stand-alone cage fusion versus corpectomy and plate fixation // M. K. Kim, S. M. Kim, K. M. Jeon, T. S. Kim // J. Korean Neurosurg. Soc. — 2012. — Vol. 51. — P. 35–140.
57. Expandable cage for cervical spine reconstruction / H. Y. Zhang, I. Thongtrangan, H. Le [et al.] // J. Korean Neurosurg. Soc. — 2005. — Vol. 38. — P. 435–441.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2013

DYNAMIC CERVICAL PLATES IN THE CERVICAL SPINE SURGERY (LITERATURE REVIEW)

O. Ye. Barysh¹, S. O. Kozyryev²

¹ SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Science of Ukraine», Kharkiv

² Kharkiv Regional Traumatological Hospital, Kharkiv. Ukraine