

Національна академія медичних наук України  
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора  
М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

**ПОПСУЙШАПКА КОСТЯНТИН ОЛЕКСІЙОВИЧ**


УДК 616.711-001.5-089(045)

**ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ТІЛ ХРЕБЦІВ  
ГРУДНОГО ТА ПОПЕРЕКОВОГО ВІДДІЛІВ ХРЕБТА  
(клініко-експериментальне обґрунтування)**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора медичних наук



Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України».

Науковий консультант: доктор медичних наук, професор  
заслужений діяч науки і техніки України  
РАДЧЕНКО Володимир Олександрович  
Державна установа «Інститут патології хребта  
та суглобів імені професора М.І.Ситенка  
Національної академії медичних наук України»,  
заступник директора з наукової роботи

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор  
ГОЛКА Григорій Григорович  
Харківський національний медичний  
університет МОЗ України, завідувач  
кафедри травматології та ортопедії

доктор медичних наук, професор  
заслужений діяч науки і техніки України  
БУР'ЯНОВ Олександр Анатолійович  
Національний медичний університет  
імені О.О. Богомольця МОЗ України  
завідувач кафедри травматології та ортопедії

доктор медичних наук, професор  
ШИМОН Василь Михайлович  
Державний вищий навчальний заклад  
«Ужгородський національний університет»  
МОН України, завідувач кафедри загальної  
хірургії з курсами травматології, оперативної  
хірургії та судової медицини

Захист відбудеться « 12 » квітня 2019 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий « 11 » березня 2019 р.

В.о. вченого секретаря  
спеціалізованої вченої ради  
доктор медичних наук, професор



О.А. Тяжелов

**Актуальність теми.** Переломи грудного та поперекового відділів становлять 40-60 % від усіх ушкоджень хребта і близько 10 % від усіх переломів скелета в структурі політравми. Близько 60–70 % усіх ушкоджень грудного та поперекового відділу хребта є нестабільними, а 20–30 % — ускладненими та призводять до стійкої втрати працездатності. Протягом першого року після таких травм інвалідність становить 80 %, другого — 70 %, трьох років і більше – 52,3 % (Фадеев Г.И. 1983; Хвисяк М. І., 2018, Аєві М., 2007).

Вид і обсяг медичної допомоги таким пацієнтам визначають на підставі діагностики типу ушкоджень. Проте більшість класифікацій заснована на ознаках форми зруйнованого хребця та геометрії площини зламу. Дуже важливим є оцінювання можливих подальших патологічних переміщень у хребтовому руховому сегменті (ХРС) за умов навантажень під час лікування. Найбільш використовуваним для лікування постраждалих із травмою грудного та поперекового відділів хребта є хірургічний метод, але немає чітких рекомендацій щодо вибору певного підходу в конкретній клінічній ситуації (Altay M., 2007; Boerger T, 2000; Formby P. M., 2015), через що виникають такі ускладнення, як переломи металевих конструкцій.

На сьогодні не вивчено стан ушкодженого хребта після його навантаження – які виникають деформації, залежність їхньої величини від ступеня руйнації хребта і зміни з плином часу. Разом із цим вибір методу лікування залежить від характеру деформування хребта і хребтового каналу або ступеня нестабільності, критерії якої у випадку різних морфологічних форм ушкоджень не описані. Мобільність ушкодженого хребта залежить від ступеня травмування зв'язок, які з'єднують хребці, проте через складність оцінювання фахівці зазвичай використовують термін «нестабільні ушкодження», поєднуючи всі переломи з високим ступенем і ризиком зміщення.

Основним завданням хірургічного лікування пацієнтів із неускладненими ушкодженнями хребта є усунення травматичних деформацій і створення стабільної фіксації ХРС до консолідації перелому або формування кісткового блоку. Залишається не визначеним, яке місце в регенерації хребта займає зрощення перелому, а яке утворення кісткового спондилодезу. Втім, для раціонального з'єднання фрагментів зламаного хребця важливо розуміти здатність тіла хребця до відновлення та можливості оптимізації цього процесу.

Часто ушкодження грудного та поперекового відділів хребта, особливо нестабільні, ускладнені травмою або компресією нервових структур, що обумовлює необхідність екстреної діагностики та лікування. Проте немає однозначної думки про необхідність й обсяг декомпресії хребтового каналу. Те саме стосується неускладнених ушкоджень, які мають критичний рівень стенозу (Isomi T., 2000; Vaccaro A. R., 2001).

Незважаючи на безліч транспедикулярних фіксаторів і технологій для їхньої імплантації, залишилися суперечливими тактичні питання – протяжність спондилодезу в кожному морфологічному випадку, можливість корекції деформації із заднього доступу, необхідність застосування передньої міжтілової опори (Alanay A., 2001; Altay M., 2007; Gelb D., 2008; Tezeren G., 2005).

Вибір методу та протяжності фіксації конструкції неможливий без урахування особливості перебігу регенерації тіла хребця, визначення факторів, які впливають на цей процес. Якість спондилодезу та характер зрощення тіла хребця визначають збереження опороспроможність хребта в подальшому.

Відсутність єдиної думки щодо методів лікування пацієнтів з ускладненими та неускладненими ушкодженнями хребта, травматичним стенозом хребтового каналу та неврологічною симптоматикою призводить до виникнення значної кількості тактичних помилок, розвитку больового синдрому після спондилодезу, що підкреслює актуальність обраного напряму дослідження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» («Дослідити ефективність і розробити критерії лікування травматичних і вогнепальних ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта та їх наслідків»), Шифр теми ЦФ.2015.1.НАМНУ, держреєстрація № 0115U00302; «Обґрунтувати та розробити концепцію лікування травматичних та вогнепальних вибухових переломів тіл хребців грудного та поперекового відділу хребта», Шифр теми ЦФ.2018.1.НАМНУ, держреєстрація № 0118U003212. Автором запропоновано та впроваджено методики лікування пацієнтів з переломами тіл хребців грудного та поперекового відділів, взято участь у хірургічному лікуванні пацієнтів та узагальненні його результатів).

**Мета дослідження:** покращити результати лікування пацієнтів із високоенергетичними переломами тіл хребців грудного та поперекового відділів хребта шляхом експериментально-клінічного обґрунтування концепції раціонального лікування на підставі визначення залишкової фіксованості хребтового рухового сегмента, функціонального стану хребта і хребтового каналу.

**Завдання дослідження:**

1. На підставі аналізу наукової літератури визначити стан проблеми щодо класифікації, критеріїв вибору методів лікування та результатів їхнього застосування в пацієнтів із переломами тіл хребців (вибуховими, типу А з дистракцією та ротацією) грудного та поперекового відділів хребта.

2. Визначити структурні ознаки, які супроводжують перелом тіла хребця і впливають на вибір методу лікування.

3. За допомогою біомеханічної моделі визначити особливості деформування хребта, показники залишкової фіксованості та деформації стискання за умов основних типів руйнування хребтового рухового сегмента.

4. Проаналізувати напружено-деформований стан у системі «транспедикулярна конструкція – хребтовий руховий сегмент» залежно від типу ушкодження, кількості фіксованих сегментів, використання міжтілової опори.

5. Вивчити в експерименті на тваринах роль фібрин-кров'яного згустку в регенерації дефекту тіла хребця.

6. Вивчити розміри хребтового каналу й оцінити динаміку неврологічних порушень до та після лікування пацієнтів із вибуховими переломами тіл хребців із використанням різних методів.

7. Визначити показники функціонального стану хребта, а саме величину кіфотичної деформації та показники сагітального балансу до та після лікування вибухових переломів із використанням різних методів .

8. На підставі клінічних досліджень оцінити перебіг регенерації тіла хребця за умов використання різних методів хірургічного лікування.

9. Ґрунтуючись на клініко-експериментальних дослідженнях розробити концепцію лікування пацієнтів із вибуховими переломами та переломами тіл хребців з distraкцією та ротацією грудного та поперекового відділів хребта та провести її клінічну апробацію.

*Об'єкт дослідження* – вибухові переломи та переломи тіл хребців із distraкцією та ротацією грудного та поперекового відділів хребта.

*Предмет дослідження* – експериментальні біомеханічні моделі, розподіл напружень у транспедикулярних конструкціях, морфологія вибухового перелому тіла хребця, морфологія перелому типу А з distraкцією або ротацією, морфологічні зміни кісткової тканини, функціональний стан хребта, консервативне лікування переломів хребта, хірургічне лікування переломів тіл хребців за рахунок методу шести гвинтової фіксації, за рахунок методу восьми гвинтової фіксації, методу комбінованого передньо-заднього спондилодезу на 360°, триколонної реконструкції хребта.

*Методи дослідження:* клінічний, рентгенологічний, комп'ютерно-томографічний, магнітно-резонансне дослідження, біомеханічний, математичне й експериментальне моделювання, гістологічний, статистичний.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше на підставі біомеханічних і клінічних досліджень встановлено закономірності деформування хребта в разі переломів тіл хребців грудного і поперекового відділів за умов різного обсягу руйнування анатомічних структур. Доведено наявність залишкової фіксованості та залишкової деформації хребта, згідно з якими встановлено основні типи кіфотичної деформації (пружно-пластична, контрольовано-пластична і неконтрольовано-пластична), які визначають тактику лікування.

Уперше на підставі розроблених біомеханічних фізичної та математичних моделей вибухового перелому та перелому тіла хребця з distraкцією та ротацією обґрунтовано механічну ефективність транспедикулярних конструкцій із різною кількістю фіксованих хребтових рухових сегментів. Встановлено, що максимальні напруження в транспедикулярних конструкціях виникають у стрижнях на рівні кріплення верхніх і нижніх гвинтів. На математичній моделі визначено зниження напруження у зруйнованих хребцевих рухових сегментах зі збільшенням кількості фіксованих хребців. Доведено, що введення гвинта в зламаній хребець знижує напруження в стрижнях близько 20 %. Встановлено, що використання міжхребцевої опори призводить до зменшення напруження в задніх відділах хребта та металевій конструкції.

Уперше в експерименті на тваринах доведено можливість оптимізації регенерації тіл хребців після травматичних ушкоджень шляхом введення збагаченого тромбоцитами фібрину. Клінічно доведено, що утворення наявності фібрин-кров'яного згустку на місці переднього підзв'язкового крововиливу сприяє формуванню кісткової тканини по передньому контуру тіла хребця, що покращує опороспроможність хребта.

На підставі ретроспективного аналізу результатів лікування пацієнтів із вибуховими переломами і переломами з дистракцією та ротацією визначено, що відновлення просвіту хребтового каналу переважно відбувається завдяки ремоделюванню хребтового каналу і лише 10 % — завдяки лігаментотаксису.

Доведено, що пацієнти з частковою неврологічною симптоматикою типів В, С, D за шкалою ASIA, у разі хірургічного лікування можуть мати сприятливий результат.

У результаті аналізу функціонального стану хребта встановлено, що найефективнішим методом корекції залишкової деформації хребта є метод довговажільної фіксації – восьмигвинтова фіксація (на два хребця вище та на два нижче зони ушкодження) з міжхребцевою опорою або без неї. Методи коротковажільної фіксації – комбінований бісегментарний передньо-задній задній спондилодез на 360° та бісегментарна шестигвинтова фіксація – можуть бути використаними в лікуванні неповних або повних вибухових переломів тіл хребців.

Уперше експериментально-клінічно обґрунтовано та розроблено концепцію лікування пацієнтів із вибуховими переломами та переломами тіл хребців з дистракцією та ротацією за принципом залишкової фіксованості хребта.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено алгоритм лікування вибухових переломів і переломів тіл хребців із дистракцією та ротацією з урахуванням залишкової фіксованості хребта, а саме неушкоджених анатомічних структур та їхнього впливу на розвиток деформації, яка дає змогу вибрати ефективний метод лікування цієї категорії пацієнтів, покращити його результати та якість життя хворого.

Розроблена робоча класифікація переломів тіл хребців, яка ґрунтується на принципі залишкової фіксованості хребта, а саме на ознаках деформації хребта та хребтового каналу, та дає змогу визначити критерії використання транспедикулярних конструкцій, протяжності спондилодезу, необхідність використання міжтілової опори та кісткової пластики.

Розроблений спосіб (патент № 12028 Україна) та композит (патент № 119623 Україна) для реконструктивно-відновлюваного лікування вибухових переломів тіл хребців сприятимуть оптимізації перебігу процесу регенерації та покращенню опороспроможності хребта.

Результати дослідження впроваджено в науковий процес кафедри травматології та ортопедії Харківської медичної академії післядипломної освіти МОЗ України та клінічну практику ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України», Військово-медичного клінічного центра Північного регіону МО України (м. Харків), КНП «Міська клінічна

лікарня швидкої та невідкладної медичної допомоги ім. проф. О.І. Мещанінова» Харківської міської ради.

**Особистий внесок здобувача.** Автором визначені мета і завдання дослідження, виконано ретроспективний аналіз рентгенограм і томограм 113 пацієнтів із переломами тіл хребців грудного та поперекового відділу хребта до і після лікування. Ним узагальнено результати клінічних, рентгенологічних, комп'ютерно-томографічних і магнітно-резонансних досліджень пацієнтів, яких включено в роботу. Особисто автором прооперовано частину хворих, проведено обстеження та динамічне спостереження за всіма пацієнтами. Інтерпретація отриманих результатів належить авторові, ним сформульовано висновки роботи.

Наукові дослідження виконані в Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка НАМН України»: біомеханічні з вивчення особливості деформування хребта, показників залишкової фіксованості та деформації стискання за умов основних типів руйнування хребтового рухового сегмента, а також вивчення напружено-деформованого стану у системі «транспедикулярна конструкція – хребтовий руховий сегмент» залежно від типу ушкодження, кількості фіксованих сегментів, використання міжтілової опори – в лабораторії біомеханіки за консультативної допомоги наукових співробітників Яреська О.В., Карпинського М.Ю.; експериментальні з моделювання на тваринах травматичного дефекту – в експериментально-біологічній клініці за консультативної допомоги наукового співробітника Іванова Г.В.; гістологічні з аналізу формування кістково регенерату – в лабораторії морфології сполучної тканини за консультативної допомоги к.б.н. Ашукіної Н.О. Автор узагальнив отримані результати, виконав статистичну обробку цифрових показників та обґрунтував висновки дослідження.

**Апробація результатів дослідження.** Результати досліджень викладені на XV, XVI та XVII з'їздах ортопедів-травматологів України (Дніпропетровськ, 2010; Харків, 2013; Київ, 2016); VI з'їзді нейрохірургів України (Харків 2017); науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні дослідження в ортопедії та травматології» (V, VI) наукові читання, присвячені пам'яті академіка О.О. Коржа (Харків, 2017, 2018); XIV, XV Міжнародному симпозиумі малоінвазивної та інструментальної хірургії хребта (Харків 2017, 2018), науково-практичної конференції Медицина АТО (Київ 2016); міжнародній поєднаній конференції Німецького та Українського товариств ортопедів та травматологів (Баден-Баден, 2017), науково-практичній конференції «Актуальні питання хірургії хребта» (Запоріжжя 2017).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 29 наукових праць, із них 3 довідково-методичні видання, 22 статі в наукових фахових виданнях, 2 патенти України, 2 роботи в матеріалах з'їздів.

**Обсяг і структура дисертації.** Робота містить вступ, аналітичний огляд літератури, розділ матеріалу та методів дослідження, три розділи власних досліджень, висновки, додатки, список використаної літератури з 210 джерел (135 латиницею та 75 – кирилицею). Робота викладена на 409 сторінках машинописного тексту, містить 70 таблиць, 117 рисунок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Матеріал і методи.** У клінічне дослідження включено 113 хворих із травматичними ушкодженнями грудного та поперекового відділів хребта, яких проліковано в клініці патології хребта ДУ «ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка НАМН», відділенні політравми КНП Міської клінічної лікарні швидкої невідкладної медичної допомоги ім. проф. О.І. Мещанінова, Військово-медичному клінічному центрі північного регіону. Критерії включення – неускладнені й ускладнені вибухові переломи та переломи тіл хребців із дистракцією та ротацією грудного та поперекового відділів хребта. Згідно з універсальною класифікацією ушкоджень цих відділів хребта F. Magerl і співавт. (1994), AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System (Aebi M., 2007) – неповний вибуховий перелом типу А 3.1 і неповний вибуховий перелом із розколюванням типу А 3.2, повний вибуховий перелом типу А 3.3, перелом тіла хребця типу А з дистракцією тип АВ (тип В 1.2, В 2.3) та перелом тіла хребця типу А з ротацією тип АС (тип С 1.3).

Травматичні ушкодження хребта у 95 хворих (84 %) були ізольованими. У 18 (16,6 %) важкість загального стану обумовлена політравмою: комбіновані травми скелета виявлено в 6 осіб (5 %), інших систем — 9 (9 %), бойові ушкодження хребта і спинного мозку — 3 (2,6 %).

Залежно від неврологічної симптоматики пацієнтів розділили на тих, хто мав неускладнені (74 осіб, 65,4 %) і ускладнені (39; 34,5 %) ушкодження.

За локалізацією ушкодження розділені на травми грудного відділу хребта Th<sub>I</sub>–Th<sub>X</sub> — 14 (12,3 %) хворих, перехідного грудопоперекового Th<sub>XI</sub>–L<sub>II</sub> — 79 (69,9 %), поперекового L<sub>III</sub>–S<sub>I</sub> — 20 (17,6 %).

Клінічне обстеження здійснювали за загальновідомими методиками дослідження ортопедичних хворих.

Оскільки в дослідженні брали участь пацієнти з різним рівнем неврологічної симптоматики, ступінь тяжкості її виражали у відсотках від норми (суб'єктивна оцінка) й аналізували рухову та поверхневу чутливість за шкалою ASIA (об'єктивна). Оцінювали початковий рівень неврології з моменту травми, до та після хірургічного лікування. Критерій ефективності лікування — різниця показників контрольного терміну спостереження та передопераційних показників. Динаміку неврологічної симптоматики за шкалою ASIA аналізували лише в одного хворого — оцінювали кратність змін балів у процесі лікування. Аналіз тяжкості неврологічної симптоматики у відсотках дозволяв проводити порівняння всередині групи.

Пацієнтів розділили на 5 груп залежно від методу лікування: I (контрольна, 14 осіб) — консервативний метод; II (17) — у хірургії хребта використано коротку шістьгвинтову транспедикулярну конструкцію; III (55) — восьмигвинтову; IV (22) — комбінований передньо-задній спондилодез на 360°; V (5) — триколонну реконструкцію хребта із заднього доступу.

Результати консервативного лікування оцінено через 3 міс. після травми, у віддаленому періоді через рік після неї і більше; хірургічного — безпосередньо



після операції, протягом перших двох тижнів і у віддаленому післяопераційному періоді від 1 до 3 років (середній термін спостереження 19,4 міс.).

*Рентгенографія.* Рентгенограми в стандартних проекціях виконано всім пацієнтам. Контрольну рентгенографію проводили відразу після хірургічного втручання, через декілька днів у положенні хворого стоячи (у разі неускладнених ушкоджень), через 6 і 12 міс. після операції. У разі консервативного лікування рентгенографію виконували після травми, на наступний день після ортезування в положенні хворого стоячи, через 1, 3, 6 і 12 міс. після ортезування. *Рентгенометрію* здійснювали за відомими методиками. Оцінювали кут кіфотичної деформації до і після лікування, ступінь компресії тіла хребця, кут лордозу або кіфозу, сагітальну вертикальну ось, співвідношення нахилу таза та величини поперекового лордозу. Кут кіфотичної деформації вимірювали за методом Кобба, визначали ступінь утрати корекції в процесі лікування. Для визначення сагітального балансу хребта 58 пацієнтам виконано рентгенограми поперекового та грудного відділів хребта із головками стегнових кісток у бічній проекції в положенні стоячи. На спондилограмах визначали позиційні параметри сагітального хребтово-тазового балансу відносно лінії гравітації (вертикальна лінія схилу проведена від центру тіла  $S_{VII}$  хребця) та константний параметр відхилу таза від вертикальної осі  $PI$ . До параметрів сагітального контуру хребта відносили величину кіфозу та лордозу, сагітальну вертикальну вісь. Розраховували співвідношення поперекового лордозу та скошеності таза ( $PI-LL$ ). За нормальний показник вважають  $PI-LL \pm 10^\circ$ , від  $\pm 10^\circ$  до  $\pm 20^\circ$  — помірно збільшений «+», понад  $20^\circ$  — збільшений «++».

*Комп'ютерну томографію (КТ) хребта* виконано всім пацієнтам після травми, 23 (прооперовано методом шести- і восьмигвинтової фіксації) — відразу після хірургічного втручання, 46 — у віддаленому періоді від 1 до 3 років, у середньому 19,4 міс.) (I група – 5, II – 7, III – 24, IV – 10).

На аксіальних КТ-зрізах вимірювали сагітальний розмір (СР, %) хребтового каналу та розраховували у відсотках за формулою:

$$CP (\%) = (CU \times 100\%) / CH, \quad (1)$$

де  $CU$  – сагітальний розмір каналу на рівні ушкодженого хребця (мм);

$CH$  – на рівні неушкодженого хребця (мм).

Середній ступінь звуження (стенозу) хребтового каналу в сагітальному напрямку (%) становить різницю між значеннями сагітального розміру хребтового каналу на рівні ушкодженого та неушкодженого сегментів (останній завжди дорівнює 100 %).

Ступінь фрагментації тіла хребця виражається у відсотках і розраховується у порівнянні з неушкодженим тілом хребця. На КТ-сканах оцінюють цілісність задніх кісткових структур.

*Магнітно-резонансна томографія (МРТ).* Перед операцією МРТ виконано 97 хворим, що дало змогу оцінити загалом стан ХРС, міжхребцевого диска, зв'язок і спинного мозку, вивчити поширення крововиливу, наявність розривів міжостової й інших міжхребцевих зв'язок.

*Діагностичні критерії й оцінювання ефективності лікування вибухових переломів тіл хребців, переломів із distraкцією і ротацією.* Для проведення паралельних групових порівнянь і розроблення концепції лікування визначені діагностичні ознаки та їхні градації. Динаміку неврологічної симптоматики оцінювали у відсотках (%) перед хірургічним втручанням, відразу після і через рік після нього. Для визначення можливостей соціальної адаптації хворих із патологією хребта після травми та протягом лікування F. Denis і співав. (Ульрих, Э. В. 2002) запропонували оцінювати інтенсивність больового синдрому та післяопераційну працездатність хворих.

*Оцінювання якості спондилодезу і регенерації тіла хребця.* На КТ виявляли ознаки зрощення тіла хребця: відновлення його структури з наявністю та без дефектів у центральній частині; утворення кісткового регенерату по передньому контуру тіла хребця. Звертали увагу на наявність дуговідросткового артродезу; середню втрату корекції або поодинокі випадки втрати корекції; переломи гвинтів. Оцінювали її заповнюваність міжхребцевої опори кістковою тканиною.

**Експериментальні дослідження.** *Біомеханічні дослідження анатомічних препаратів* передбачали з'ясування характеру деформування неушкодженого хребта і за різних варіантів руйнування елементів ХРС (подібні до тих, що трапляються в клінічній практиці) під дією вертикальних навантажень.

Експериментальна біомеханічна модель являла собою анатомічний препарат нижньогрудного та поперекового відділів хребта (Th<sub>IX</sub>–L<sub>V</sub>) свині зі збереженими дисками та зв'язками. Відомо, що хребці свині анатомічно та морфологічно наближені до хребців людини й експериментальні дослідження на них є репрезентативними (Busscher I., 2010). Спочатку досліджували неушкоджений хребет, потім відтворювали варіант ушкодження, прикладали навантаження й оцінювали деформацію. Модельовані ушкодження відповідали типам переломів хребця Th<sub>XII</sub> за класифікацією F. Magerl і співавт. (Aebi M., 2007): типу А (підгрупа А 3.1, А 3.2, А 3.3), типу А з distraкцією (тип В 1.2, В 2.3), типу А з ротацією (С 1.3) (рис. 1).

Навантаження здійснювали власноруч, дозуючи зусилля на стиснення хребта по осі за допомогою тензометричного датчика. Вертикальне навантаження прикладали до середини дуг верхнього хребця поетапно, з інтервалом в 50 Н, і збільшували його, поки модель зберігала цілісність. На кожному рівні навантаження фіксували величину лінійного зміщення ХРС на стиснення.

У другій серії експерименту досліджено зміни довжини об'єкта і величини кіфотичного деформування за умов різного обсягу руйнування сегмента Th<sub>XII</sub>–L<sub>I</sub>, визначено залишкову деформацію та залишкову фіксованість хребта в разі переломів груднопоперекового відділу. Експеримент проведений на препаратах груднопоперекового відділу хребта свині. Спочатку вивчали неушкоджений хребет, потім на ньому послідовно відтворювали певний варіант ушкодження, навантажували та заміряли зміни довжини об'єкта і величини кіфотичної деформації сегмента хребта. Варіанти ушкодження ХРС створювали на кожному із трьох препаратів (рис. 2).

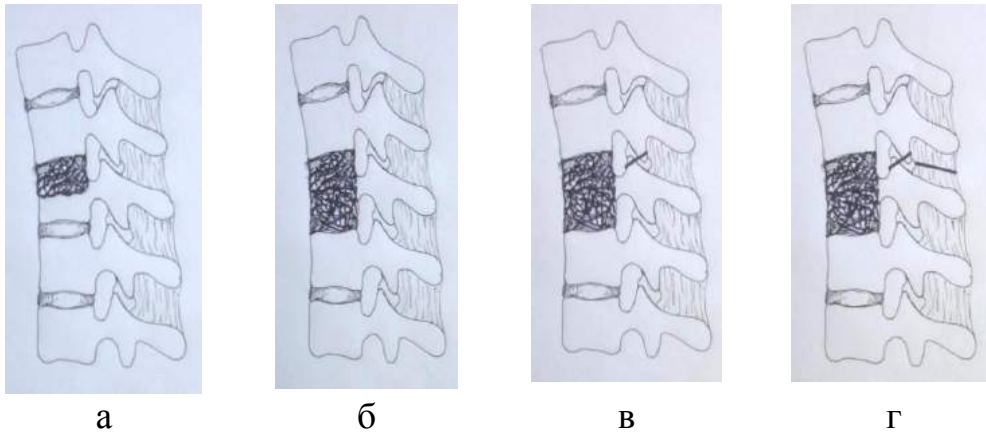


Рис. 1. Схеми грудноперекового відділу хребта з різним обсягом руйнування елементів ХРС: а) верхньої половини тіла Th<sub>XII</sub> хребця з прилеглим диском; б) усього тіла Th<sub>XII</sub> хребця з прилеглими дисками; в) додаткове руйнування суглобових відростків Th<sub>XI</sub>– Th<sub>XII</sub> з обох сторін; г) додаткове руйнування міжостъової зв'язки Th<sub>XI</sub>– Th<sub>XII</sub>.

Перші дві ситуації відповідали неповному вибуховому перелому типу А з різним ступенем руйнування тіла хребця, третя – неповному з ушкодженням заднього лігаментозного комплексу (зв'язок). У четвертій ситуації все тіло (100 %) і два суміжні диски було зруйновано – повний вибуховий перелом типу А. У п'ятому випадку зруйновано 100 % тіла хребця, диски, дуги і зв'язки, що може відповідати ушкодженню тіла хребця з дистракцією та ротацією.

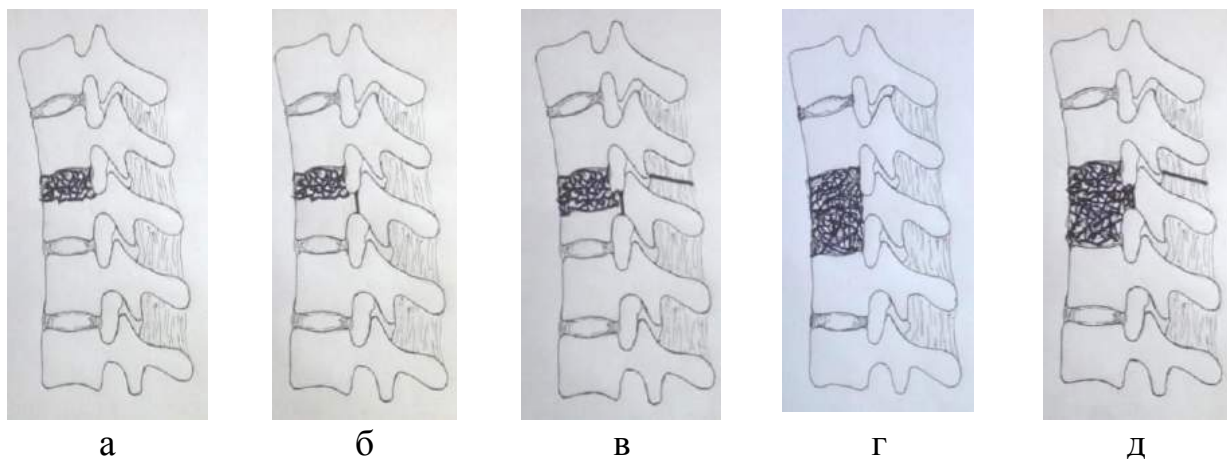


Рис. 2. Схеми грудноперекового відділу хребта з різним обсягом руйнування елементів ХРС: а) верхньої третини тіла Th<sub>XII</sub> хребця з прилеглим диском; б) верхньої половини тіла Th<sub>XII</sub> хребця з прилеглим диском доповнене пересіченням кореня обох дуг; в) верхньої половини тіла Th<sub>XII</sub> хребця з прилеглим диском доповнено пересіченням кореня дуг і міжостъової зв'язки Th<sub>XI</sub>–Th<sub>XII</sub>; г) повне руйнування тіла хребця Th<sub>XII</sub> із суміжними дисками; д) повне руйнування тіла хребця Th<sub>XII</sub> із суміжними дисками доповнено пересіченням кореня дуг та міжостъової зв'язки Th<sub>XI</sub>–Th<sub>XII</sub>.

Препарат хребта фіксували на стенді для біомеханічних досліджень і прикладали навантаження в точці на передньому краю тіла  $Th_{VIII}$ . Цим моделювали ситуацію, коли вектор сили проходив перед тілом ушкодженого хребця. Величина навантаження дорівнювала 200 Н, що приблизно відповідає масі частини тіла, розташованої вище рівня  $Th_{XII}$ . Навантаження проводили вручну, протягом 1 хв, дозуючи зусилля за допомогою тензOMETричного датчика. Довжину об'єкту та величину кінфотичної деформації реєстрували фотометрично та досліджували за методикою Кобба (Isomi T., 2000).

Додатково для контролю зміни положення і форми експериментальної моделі поза нею поміщали міліметровий папір. Деформацію виміряли у вихідному положенні; під час вертикального осьового навантаження силою 200 Н; після нього. За допомогою олівця та міліметрового паперу виконували графометричні вимірювання: відстань між крайніми контрольними точками, яка вказувала на проекційне укорочення або подовження досліджуваного сегмента хребта. Ротаційні або поперечні переміщення не реєстрували. У кожному випадку навантаження та виміри проводили тричі та обчислювали середню величину. Після тестів навантажень оцінювали величину осьового подовження ( $\Delta L$ ) та величину залишкової деформації ( $\Delta L'$ ) (рис. 3).

Величина осьового подовження ( $\Delta L$ ), або залишкова фіксованість хребта є різницею між довжиною об'єкта під час навантаження і після зняття навантаження:  $(\Delta L) = c - b$ . Залишкова деформація стискування  $\Delta L' = a - c$ .

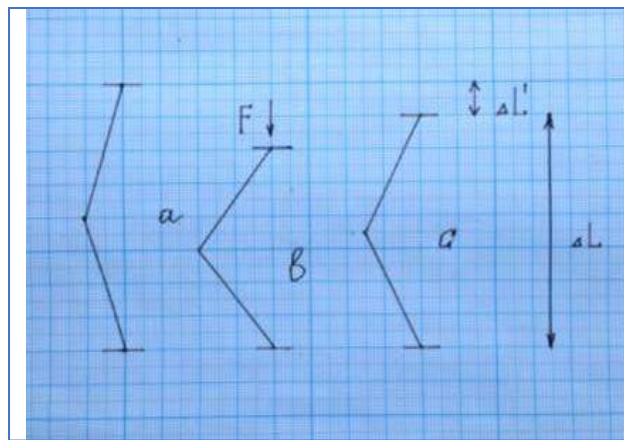


Рис. 3. Визначення залишкової деформації хребта ( $\Delta L'$ ) та залишкової фіксованості хребта ( $\Delta L$ ): а — початкова довжина досліджуваної моделі; в — під час осьового навантаження; с — після навантаження.

*Математичне моделювання.* За основу взято моделі хребців ( $Th_{IX-LV}$ ): у нормі; з ушкодженням 50 % обсягу тіла хребця  $Th_{XII}$  із заднім відділом включно; усього тіла хребця  $Th_{XII}$  і суміжних дисків; тіла хребця, диска, дуги та частково суглобів. Геометричні моделі створювали за допомогою програми SolidWorks, розрахунки виконували в програмі ANSYS.

Створено три розрахункові моделі блоку хребців  $Th_{IX-LV}$  з ушкодженням: 1) 50 % об'єму тіла хребця  $Th_{XII}$  і фіксацією хребців  $Th_{XI}$  та  $L_1$ , а також варіант моделі з ушкодженням дуг хребців; 2) 50 % об'єму тіла хребця  $Th_{XII}$  і фіксацією хребців  $Th_{XI}$ ,  $Th_{XII}$  і  $L_1$ , а також варіант моделі з ушкодженням дуг хребців;

3) 50 % об'єму тіла хребця  $Th_{XII}$  та фіксацією хребців  $Th_X$ ,  $Th_{XI}$  і  $L_I$ ,  $L_{II}$ , а також варіант моделі з ушкодженням дуг хребців.

Далі створено чотири розрахункові моделі блоку хребців  $Th_{IX-L_V}$ : 1) заміна зруйнованого тіла хребця  $Th_{XII}$  міжхребцевою опорою, руйнація дуг хребців і фіксація хребців  $Th_X$ ,  $Th_{XI}$  і  $L_I$ ,  $L_{II}$  транспедикулярною конструкцією; 2) руйнація 100 % об'єму тіла хребця  $Th_{XII}$ , дуг хребців і фіксація хребців  $Th_X$ ,  $Th_{XI}$  і  $L_I$ ,  $L_{II}$  транспедикулярною конструкцією; 3) заміна зруйнованого тіла хребця  $Th_{XII}$  міжхребцевою опорою, руйнація дуг хребців і фіксація хребців  $Th_{XI}$  і  $L_I$  бісегментарною транспедикулярною конструкцією; 4) заміна зруйнованого тіла хребця  $Th_{XII}$  в поєднанні з руйнуванням дуг хребців і використанням лише міжтілової опори.

*Експеримент на тваринах.* Для оцінювання перебігу репаративного остеогенезу після травматичного ушкодження тіл хребців і визначення ролі фібринового згустку проведено моделювання на 18 безпородних кролях-самцях віком 4-5 міс. із середньою масою тіла ( $4 \pm 0,5$ ) кг. Кролям дослідної групи (9), моделювали вибуховий перелом частини тіла хребця шляхом відтворення в тілах хребців кісткових дефектів з кістковою крихтою. Далі в дефекти вводили фібриновий згусток і закривали гемостатичною плівкою «Fibrilar» (De Puy), створивши модель крововиливу з подальшим утворенням фібрин-кров'яного згустку. У тварин контрольної групи дефекти не заповнювали і також закривали гемостатичною плівкою.

*Методика отримання фібринового згустку.* Перед хірургічним втручанням у кроля, якого не передбачали оперувати, забирали 7 мл крові та виготовляли PRF за методикою D. M. Dohan Ehrenfest (2014).

*Гістологічні дослідження.* Структуру клітин та міжклітинної речовини на гістопрепаратах аналізували під світловим мікроскопом «Olympus BX63» (Японія). Вимірювали площу новоутворених тканин регенерату (кісткової та фіброретикулярної) та розраховували їх відносний вміст (%) від загальної площі дефекту.

*Статистичні методи.* Застосовано методи описової статистики з обчисленням середнього (M), його стандартного відхилення (SD), мінімального та максимального значень вибірок. Зважаючи на те, що порівнювали декілька варіантів (вибірок), використовували алгоритми однофакторного дисперсійного аналізу з апостеріорним тестом Дункана. Розподіл параметрів аналізували за допомогою спряжених таблиць із розрахунком статистики  $\chi^2$  (V Крамера) та статистичної значущості. Порівняння термінів спостереження проводили за допомогою Т-критерію для парних вибірок, порівняння між групами – за допомогою Т-критерію для незалежних вибірок. Кореляцію ознак проводили за методом непараметричної кореляції  $\tau$ -b-Кендалла (для номінальних даних). Для обробки клінічних даних застосовано методи описової статистики, для метричних даних – кореляційний аналіз Пірсона. Дані підготовлені в пакеті MS Excel з подальшою обробкою в пакеті статистичних програм IBM SPSS Advanced Statistics 20.0.

**Теоретичне обґрунтування розроблення підходів до лікування тіл хребців.** *Особливості ушкодження анатомічних структур ХРС, їхній*

взаємозв'язок і визначення факторів, які можуть впливати на вибір методу лікування.

Ушкодження тіла хребця без травмування інших анатомічних структур діагностували в 46 (40,7 %) хворих; із ушкодженням лігаментозного комплексу — в 54 (47,8 %); остеолігаментозного комплексу — в 13 (11,5 %). Тобто, вибухові переломи тіл хребців можуть супроводжуватися розривом зв'язок і переломом дуг хребців.

Аналіз анатомічних змін ХРС грудного та поперекового відділів хребта показав, що ознаки «ступінь руйнації (фрагментації) тіла хребця», «ступінь сагітального розміру хребтового каналу», «ушкодження задніх відділів хребта» можуть існувати окремо та є морфологічними ознаками ушкодження, які супроводжують перелом тіла хребця і впливають на вибір методу лікування.

На підставі аналізу наукової літератури створено алгоритм лікування високоенергетичних переломів тіл хребців, де проблемні місця позначено знаком питання (рис. 4).

Сформульована гіпотеза дослідження: передбачається, що збереження певної (залишкової) опороспроможності травмованого хребта впливає на вибір методу лікування.

Будь-яку наукову гіпотезу слід перевіряти експериментально та клінічно, що було виконано в поданій роботі.

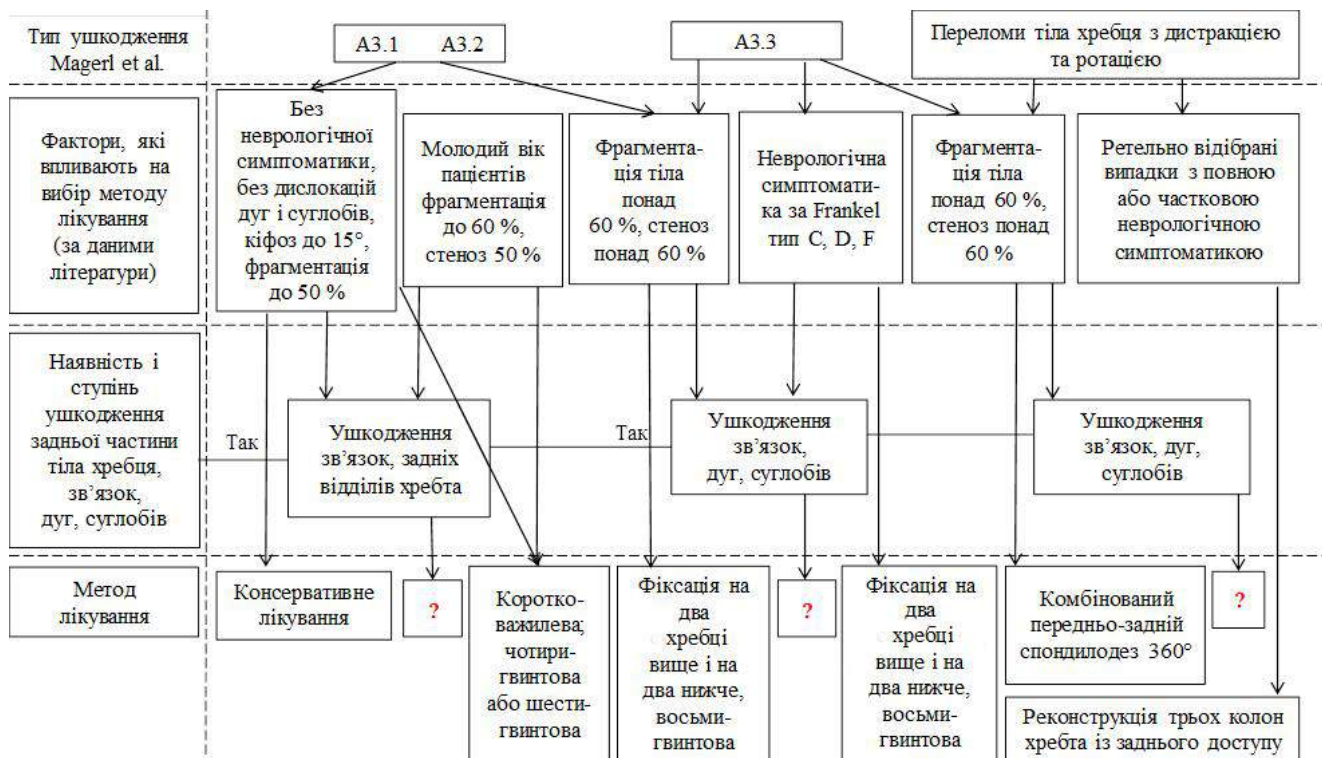


Рис. 4. Алгоритм лікування високоенергетичних переломів тіл хребців за класифікацією F. Magerl і співавт.

**Результати експериментальних досліджень.** Деформація грудноперекового відділу хребта за умов різних типів ушкодження. У процесі

вивчення властивостей міцності ХРС визначали величину осьового стиснення та модуль загальної деформації.

У результаті проведеного експерименту встановлено:

– неушкоджена експериментальна модель грудопоперекового відділу хребта під дією вертикального навантаження проявляє властивості пружної конструкції;

– у разі осколкового руйнування тіла хребця  $T_{h_{II}}$  із прилеглими дисками та переломами суглобових відростків за умов дії вертикального осьового навантаження 300 Н утворюється залишкова деформація стиснення експериментальної моделі грудопоперекового відділу хребта в межах 0,6–2,16 мм, але при цьому зберігаються її пружні властивості.

*Деформація грудопоперекового відділу хребта за умов різних типів ушкодження та зміщення вектору навантаження вперед.* Для визначення пружної складової ( $\Delta L$ ) «модуля загальної деформації» слід спочатку здійснити навантаження на досліджуваний об'єкт, після чого зняти навантаження та виміряти зміну розмірів об'єкта. Це збільшення ( $c$ ) характеризує пружну складову деформації стискання (рис. 3), і саме вона визначається залишковою фіксованістю хребта. Деформація, яка залишається після усунення навантаження, являє собою «залишкову деформацію стискання» ( $\Delta L'$ ), що характеризує пластичну деформацію. Залишкова деформація хребта є протилежною величиною залишковій фіксованості хребта та характеризує ступінь розвитку сталої його деформації після навантаження.

*Залишкова фіксованість хребта* – це здатність ушкоджених хребтових сегментів протидіяти зовнішнім навантаженням без розвитку пластичної деформації.

У другій серії експерименту проведено клінічні й експериментальні дослідження для визначення залишкової деформації стискання та залишкової фіксованості хребта у разі «високоенергетичних» переломів грудопоперекового відділу хребта.

Залишкова фіксованість хребта в разі ушкодження 30 % тіла хребця зі збереженими задніми відділами та коренями дуг складає 100 %, а залишкова деформація від початкового неушкодженого — 7,5 %. Це означає, що саме первинна руйнація хребта призводить до виникнення залишкової деформації, а подальше навантаження не спричинює розвиток деформації й ушкоджений хребет є повністю пружним. Залишкова фіксованість хребта в разі ушкодження 50 % тіла хребця з ушкодженням задніх його відділів і коренів дуг становила 100 %, а залишкова деформація хребта від початкового неушкодженого об'єкта — 14,3 %. Ситуація 3 характеризувалась ушкодженням 50 % тіла хребця з ушкодженням його задніх відділів, коренів дуг і міжостьової зв'язки. Після дії навантаження залишкова фіксованість хребта становила 96,5 %, а залишкова деформація хребта від початкового неушкодженого об'єкта збільшилася від 14,3 до 17,8 %. Залишкова фіксованість хребта в разі ушкодження 100 % тіла хребця та навантаження силою 200 Н склала 100 %, а залишкова деформація хребта від початкового неушкодженого об'єкта не змінилась і склала 21,5 %. Залишкова фіксованість моделі з 100 % ушкодженням тіла хребця, одним

суміжним міжхребцевим диском, з ушкодженням міжостової зв'язки та дуг складала 94,8 %, а залишкова деформація хребта зросла до 26,7 % (на 5,2 %).

Таким чином, передусім на розвиток залишкової деформації хребта впливає ушкодження тіла хребця; на величину залишкової фіксованості хребта — ушкодження заднього опорного комплексу.

Основним результатом двох серій експерименту стало визначення факту утворення в результаті осколкового руйнування тіла хребця різного обсягу з прилеглим диском залишкової деформації стиснення моделі зі збереженням її пружних властивостей. Цей стан ми визначили поняттям *пружно-пластична деформація хребта*. У разі моделювання ситуації з розривом міжостової зв'язки за умов подальшого навантаження відбувається контрольоване прогресування кіфотичної деформації хребта в межах  $10^\circ$ . Цей стан визначено поняттям *контрольовано-пластична деформація хребта*. Подальше збільшення ступеня руйнування ХРС Th<sub>XII</sub> (дуг хребців і дуговідросткових суглобів) призводить до того, що зразок втрачає здатність протистояти збільшенню навантаження і пружна деформація поступово переходить у неконтрольоване крихко-пластичне руйнування — *неконтрольовано-пластична деформація хребта* (рис. 5).

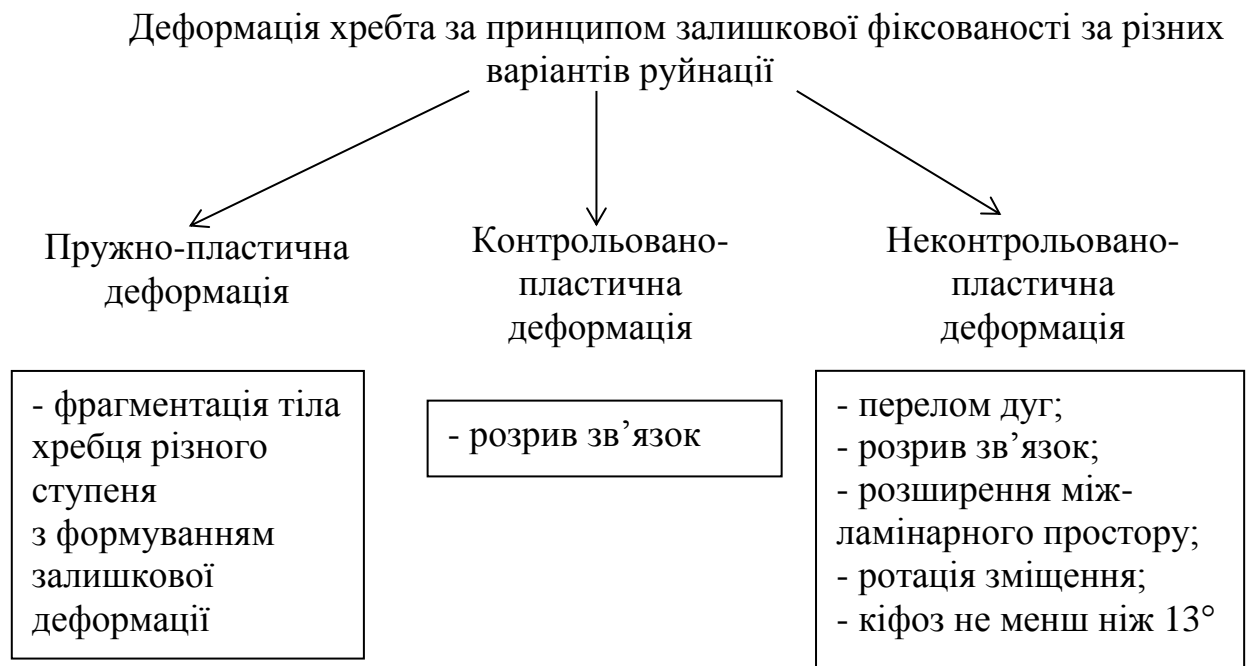


Рис. 5. Схема варіантів деформації хребта за принципом залишкової фіксованості.

У результаті проведеного експерименту доведено, що саме стан задніх відділів хребта визначає ступень *залишкової фіксованості хребта* в разі переломів тіл хребців із різним ступенем руйнування. Зі зменшенням залишкової фіксованості хребта змінюється варіант деформації хребта.

*Математичне моделювання методів фіксації вибухових переломів грудного та поперекового відділів хребта.* Аналіз НДС розрахункових моделей



показав, що зі збільшенням кількості гвинтів у конструкціях рівень напружень поступово знижувався, але характер їхнього розподілу в хребті не змінювався. У разі вертикального навантаження найбільш напруженим є задній опорний комплекс хребта, а максимальні напруження у конструкціях розташовані в стрижнях під механізмом кріплення верхніх гвинтів. Ефективність утримання фрагментів ушкодженого хребця залежить від протяжності інструментарії.

Використання шестигвинтової фіксації в разі ушкодження 50 % тіла хребця, із додатковим гвинтом у зламаний хребець, призводить до зниження напружень у стрижнях близько 20 %.

Ушкодження заднього опорного комплексу — перелом дуг хребців — спричинило значне збільшення напруження (на 17 %) в ушкодженому тілі хребця і на 16 % – у ніжках хребця в чотиригвинтової моделі. Для варіанта моделі з 100 % ушкодженням тіла хребця та переломом дуг і фіксацією хребців на два хребці вище і на два нижче зони перелому рівень напружень хребців збільшився на 50 %, а на межі «гвинт – кістка» — більше ніж удвічі.

*Визначення ролі збагаченого тромбоцитами фібрину в процесі регенерації дефекту тіла хребця (експериментальне дослідження in vivo).* У результаті морфологічного дослідження встановлено, що введення в травматичний дефект тіла хребця кролів фібринового згустку сприяє прискоренню кісткоутворення через 14 днів та 1 міс. після травми, причому кісткова тканини утворюється безпосередньо на фрагментах фібринового згустку. Через 14 днів після операції за умов використання фібрину відносна площа кісткової тканини була у 2,16 раза більшою порівняно з контролем. Через 1 міс. вона заповнювала всю територію дефекту, а в дефектах тіл хребців кролів контрольної групи зберігалися ділянки фіброретикулярної тканини. Через 3 міс. після операції у контрольних та дослідних тварин отримані аналогічні результати.

### **Результати клінічних досліджень**

*Результати лікування хворих I групи із використанням консервативних методик.* У хворих (14 осіб) цієї групи всі ушкодження хребта були неускладнені, за морфологією — неповний вибуховий перелом типу А3.1.

З'ясовано, що в процесі консервативного лікування в пацієнтів із вибуховими переломами хребта деякий час зберігається больовий синдром середньої інтенсивності (6-7 балів за шкалою ВАШ), який протягом часу повністю регресує, а функція хребта відновлюється. Незважаючи на наявність кіфотичної деформації, функціональний результат у 92,9 % пацієнтів був задовільним. У 7,1 % хворих із кіфотичною деформацією відмічений хронічний больовий синдром.

Середня величина кіфотичної деформації (на рівні перехідного груднопоперекового відділу хребта) після травми становила  $8,3^{\circ} \pm 2,5^{\circ}$ , а після лікування значущо збільшилася до  $13,5^{\circ} \pm 4,2^{\circ}$  ( $p = 0,001$ ). Хоча такий результат неможна вважати відмінним, він задовольняв пацієнтів. Середня втрата корекції через 3 міс. після лікування ортезом становила  $5,3^{\circ} \pm 2,3^{\circ}$ .

Загалом, консервативне лікування за допомогою жорсткого ортеза протягом 3 міс. після травми є методом вибору в пацієнтів із вибуховими переломами типу А 3.1 без неврологічної симптоматики, стенозу хребтового каналу менш ніж 10 % і ушкодження заднього лігаментозного комплексу.

*Результати лікування пацієнтів II групи з використанням короткої бісегментарної шестигвинтової фіксації.* До цієї групи увійшло 17 хворих із неускладненими ушкодженнями хребта. Переломи в них класифіковано: неповний вибуховий (А 3.1) – 13 (76,5 %) осіб; неповний вибуховий із розколюванням (А 3.2) – 4 (23,5 %).

Середній розмір хребтового каналу після травми становив  $(17,05 \pm 20,2) \%$ , а у віддаленому післяопераційному періоді (середній термін спостереження 19,4 міс.) —  $(8,25 \pm 8,4) \%$ . Середня величина корекції стенозу хребтового каналу через тривалий термін завдяки лігаментотаксису та природнього ремоделювання дорівнювала  $(8,8 \pm 10,8) \%$ .

Регенерація тіла хребця в більшості хворих (14) II групи перебігала за типом ангиогенного, хондрального та десмального кісткоутворення. Лише у 3 пацієнтів регенерація відбувалася завдяки періосту з формуванням містка між тілами хребців уздовж передньої поздовжньої зв'язки.

Загалом після хірургічного втручання зі встановленням шестигвинтової конструкції середня величина кіфотичної деформації на рівні перехідного груднопоперекового відділу хребта ( $Th_{XI}-L_{III}$ ) значущо зменшилася до  $5,4^\circ \pm 3,1^\circ$  ( $p = 0,004$ ), тобто використаний метод забезпечив на цьому рівні середню корекцію кіфотичної деформації на  $8,4 \pm 6,5^\circ$ .

Виходячи з власних досліджень, цей метод рекомендований для пацієнтів із неповним вибуховим переломом тіла хребця зі збереженими коренями дуг і фрагментацією тіла хребця до 30 %.

*Результати лікування пацієнтів III групи із використанням довгої восьмигвинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження.* Зазначений метод виявився найчастіше використовуваним для лікування переломів тіл хребців — 55 хворих. У них визначено: неповний вибуховий (А3.1) і неповний вибуховий перелом із розколюванням (А3.2) — 28 пацієнтів, повний вибуховий (А3.3) — 7, перелом тіла хребця з дистракцією (АВ) — 15, вибуховий перелом з ротацією (АС) — 5.

Ураховуючи наявність неврологічної симптоматики, пацієнтів цієї групи розділили на три підгрупи: неускладнені ушкодження (згідно з класифікацією неврологічних порушень ASIA тип E) — неврологічна симптоматика відсутня, 31 (56,4 %) особа; ускладнені ушкодження у вигляді повного порушення провідності спинного мозку або корінців кінського хвоста типу А — нижньої параплегії, яка виникла в момент травми (зі слів хворого) і не змінювалась у процесі лікування, 10 (18,2 %); часткова неврологічна симптоматика типів В, С, D — неповне порушення провідності, за якої хворі після травми частково відчували кінцівки і в них були рухи, у процесі лікування неврологічна симптоматика змінювалась (14 (25,4 %) хворих).

У підгрупі з ускладненими ушкодженнями у вигляді повного порушення провідності спинного мозку або корінців кінського хвоста типу А (більшість

хворих відмічає, що відразу після травми або в найближчий час вони припинили відчувати нижні кінцівки з повною втратою рухової функції) в післяопераційному періоді не було змін у неврологічному статусі. Відмінною характеристикою цієї підгрупи була наявність структурного стенозу величиною від 10 до 100 %, у середньому —  $(71,0 \pm 31,1)$  %. Тяжкість неврологічної симптоматики була пов'язана з первинною травмою спинного мозку та ймовірною наявністю динамічного стенозу. Усі ушкодження спинного мозку локалізовані на рівні Th<sub>VIII</sub>–Th<sub>XII</sub>.

У підгрупі з частковою неврологічною симптоматикою типів B, C, D неврологічна симптоматика змінювалась. У 3 пацієнтів був достатньо грубий неврологічний дефіцит типу B (ASIA): відсутність рухів нижче рівня ураження з частковим збереженням чутливої функції, тобто до 90 % неврологічної втрати від норми. Загальний показник рухової функції нижніх кінцівок (ASIA) у цих 3 хворих був відсутнім і становив 0-2 бали. Кратність неврологічних рухових змін у них була від 4 до 12 одиниць. У перші 2 тижні після операції відмічено відновлення рухової функції. Середній показник через 2 тижні за шкалою ASIA дорівнював 6,5 балу (від 4 до 8) за максимально можливих 52.

У пацієнтів із неврологічною симптоматикою типу B за ASIA у результаті хірургічного лікування з використанням восьмивинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження відновлення рухової функції відбувалося протягом першого року. Відновлення чутливої функції мало кращі початкові зміни, але в подальшому, протягом року, виявлено менш позитивну неврологічну динаміку. Хворі через рік після хірургічного втручання мали дуже хороший результат відновлення рухової функції, у 3 із них відмічено практично повне відновлення функції кінцівок.

Наступна неврологічна підгрупа (6 пацієнтів) відповідала за шкалою ASIA типу D – неповне порушення провідності нижче рівня ураження з силою м'язів понад 3 балів. Неврологічна симптоматика була характерною для забою або струсу спинного мозку або кінського хвоста та супроводжувалася незначним зниженням функції м'язів нижніх кінцівок, порушенням функції тазових органів та онімінням в аногенітальній ділянці. Загальний неврологічний дефіцит складав від 20 до 60 %. У 3 пацієнтів неврологічна симптоматика повністю відновила протягом перших двох тижнів. У решти встановлено практично повне або часткове відновлення неврології. Середня кратність відновлення рухової функції в перші два тижні склала 1,2; протягом року – 1,1. Середня кратність відновлення поверхневої чутливості в перші два тижнів була 1,1; протягом року – 1,18.

Під час обстеження пацієнтів із частковою неврологічною симптоматикою встановлено, що середній розмір хребтового каналу в них становив 60 %. При цьому в 5 осіб ступінь стенозу не досягав 50 %, у 6 становив від 50 до 70 %, у 3 перевищував 70 %.

Крім того, ми оцінили розміри хребтового каналу до, після і через 19,4 міс. (середня тривалість спостереження) після хірургічного лікування. Доступними для аналізу були результати КТ усіх хворих напередодні

хірургічного втручання, 17 – відразу після операції, 24 – через рік і більше (середній термін спостереження 19,4 міс.).

Загальний середній ступінь звуження (стенозу) сагітального розміру хребтового каналу в III групі хворих склав 44,9 % після травми, після операції – 37,35 %. Відповідно, відновлення просвіту хребтового каналу після операції дорівнювало 7,5 %. Середній ступінь звуження хребтового каналу через рік після хірургічного втручання і більше становив 15,8 %. Відновлення просвіту хребтового каналу протягом тривалого часу завдяки природному ремоделюванню становило 21,55 %. Таким чином, відновлення просвіту хребтового каналу за рахунок лігаментотаксісу та природного ремоделювання дорівнювало 29,1 %.

Пацієнти з частковою неврологічною симптоматикою типу В, С, D за шкалою ASIA в разі хірургічного лікування можуть сподіватися на сприятливий результат. У хворих із тяжкою неврологічною симптоматикою типу В, С найефективніше відновлення рухової і чутливої функції зафіксовано протягом року, а типу D – у перші два тижні після операції з подальшим поступовим відновленням протягом року.

Загальна середня величина кіфотичної деформації у пацієнтів III групи після травми склала  $16,4^{\circ} \pm 6,9^{\circ}$ , після операції значущо ( $p = 0,001$ ) зменшилася до  $3,9^{\circ} \pm 3,9^{\circ}$ , через рік становила  $4,4^{\circ} \pm 4,1^{\circ}$ . Середня величина корекції кіфотичної деформації дорівнювала  $12,6^{\circ} \pm 7,0^{\circ}$ , втрати корекції —  $1,0^{\circ} \pm 1,7^{\circ}$ .

У пацієнтів із неповним вибуховим переломом (А 3.1) та неповним вибуховим перелом з розколюванням (А 3.2) середня величина кіфотичної деформації дорівнювала  $14,2^{\circ} \pm 4,1^{\circ}$ , після операції значущо ( $p = 0,001$ ) зменшилася до  $3,5^{\circ} \pm 3,5^{\circ}$  (у середньому на  $10,7^{\circ} \pm 4,7^{\circ}$ ). Середня величина кіфотичної деформації після травми у хворих з повним вибуховим переломом типу А 3.3 становила  $20,7^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$ , після операції значущо ( $p = 0,001$ ) зменшилася до  $5,1^{\circ} \pm 4,5^{\circ}$ . Середня величина корекції кіфотичної деформації дорівнювала  $15,6^{\circ} \pm 7,1^{\circ}$ . Середня величина кіфотичної деформації після травми в пацієнтів із вибуховим переломом із дистракцією (АВ) та ротацією (АС) становила  $18,1^{\circ} \pm 8,8^{\circ}$ , після операції значущо зменшилася ( $p = 0,001$ ) до  $3,9^{\circ} \pm 4,3^{\circ}$ . Величина корекції кіфотичної деформації у цих хворих внаслідок лікування з використанням восьмигвинтової фіксації склала  $14,1^{\circ} \pm 9,0$

Відновлення сагітального балансу та кривизни фізіологічних викривлень забезпечує запобігання компенсаторних патологічних змін у суміжних ХРС (спондилоартроз, остеопороз). Збереження показників сагітального контуру протягом часу є результатом досягнутої корекції деформації. У жодного хворого показники сагітальної вертикальної осі не виходили за межі норми, загальний середній показник сагітальної вертикальної осі SVA дорівнював 1,29.

У процесі оцінювання співвідношення величини поперекового лордозу та нахилу таза (PI-LL) в пацієнтів III групи виявлено певні особливості. Показник оцінено в 32 хворих, серед яких у межах норми (від  $0^{\circ}$  до  $10^{\circ}$ ) він був у 15. Тобто, у 15 осіб були нормальні показники поперекового лордозу. Серед них більшість (10) мали переломи Th<sub>XI</sub>-L<sub>I</sub> хребця, грудного відділу хребта — 3, ушкодження L<sub>II</sub> хребця — 2.

Помірне збільшення показника PI–LL від 10° до 20° характеризується зменшенням величини лордозу, а саме його випрямленням, що було встановлено в 9 із 32 пацієнтів (28,1 %). Значне збільшення показника PI–LL від 20° зафіксовано у 8 осіб (25 %). Загальна кількість хворих з помірним та значним збільшенням показника PI–LL склала 18 хворих (53,1 %). Загальні середні значення PI–LL в перехідному груднопоперековому відділі хребта становили  $17,9^\circ \pm 10,9^\circ$ , а в поперековому відділі хребта  $27,5^\circ \pm 3,5^\circ$ . Залежно від локалізації: у більшості склала з рівня хребців L<sub>II</sub>–L<sub>III</sub> — 11 хворих (34 %), з рівня Th<sub>XI</sub>–L<sub>I</sub> — 6.

Таким чином, у результаті аналізу функціонального стану хребта визначено, що застосування восьмигвинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження (III група) для стабілізації поперекового відділу хребта може призводити до випрямлення лордозу, у разі недостатнього формування стрижнів під фізіологічний лордоз. Використання деротаційного маневру під час вправлення перелому має позитивно впливати на формування поперекового лордозу.

Аналіз структурних змін у ХРС показав, що морфологія ушкодження, а саме: ступінь компресії та ступінь фрагментації тіла хребця, ушкодження міжхребцевого диска, наявність підзв'язкового крововиливу, впливає на регенерацію тіла хребця.

Утворення регенерату тіла хребця оцінено за допомогою рентгенологічного і КТ-дослідження в період спостереження понад року в 39 пацієнтів. Виявлено два варіанти перебігу регенерації тіла хребця. Перший пов'язаний із повним відновленням заднього контуру тіла хребця та неповним – переднього, з дефектами в центральній частині (20 хворих, 51,2 %). Другий варіант (19 хворих, 48,8 %) характеризувався утворенням кісткового зрощення з суміжним хребцем за рахунок задньої частини тіла хребця та регенерації по передньому його контуру. Утворений між тілами хребців «місток» повторював форму виявленого раніше крововиливу, що підтверджує припущення про його важливу роль у формуванні кісткового регенерату.

*Результати досліджень у IV групі хворих, де використано комбінований передньо-задній спондилодез на 360°.* Морфологія ушкоджень була такою: неповний вибуховий перелом типу A3.2 — 4 (18,2 %), повний вибуховий типу A3.3 — 7 (31,8 %), вибуховий із дистракцією та ротацією — 11 (50,0 %). За неврологією пацієнти характеризувались: неускладнені ушкодження — 12 (54,5 %), ускладнені — 10. У 17 хворих (77,2 %) використано коротковажильні конструкції в комбінації 4 транспедикулярних гвинтів із поперечним стягуванням і передньою міжхребцевою опорою; у 5 (22,7 %) — восьмигвинтову транспедикулярну конструкцію в комбінації з передньою міжхребцевою опорою.

Із 22 пацієнтів у 10 виявлено неврологічну симптоматику: у 3 — повне порушення провідності нервових структур типу А за ASIA. Серед пацієнтів з ускладненими переломами в 7 (31,8 %) виявлено симптоматику неповного ушкодження спинного мозку типу В, С, D.

Визначено, що після травми рівень неврологічних розладів у IV групі сягав  $(83,0 \pm 25,3)$  %. Через рік показники неврологічного стану в деяких хворих відновились (0 %), а в середньому значущо ( $t = 5,291$ ;  $p = 0,002$ ) зменшилася до  $(21,4 \pm 26,1)$  %. У період до 12 міс. спостереження відбувалося швидке значуще ( $t = 4,793$ ;  $p = 0,003$ ) відновлення неврологічного статусу — зменшення неврологічних ускладнень досягло  $(54,3 \pm 27,1)$  %.

Середній показник стенозу хребтового каналу в цій групі хворих до операції склав  $(60,8 \pm 29,5)$  %, у подальшому розміри хребтового каналу не вивчали, оскільки метод передбачає повне усунення кісткового стенозу.

Середня величина корекції кіфотичної деформації у хворих IV групи дорівнювала  $19,0^\circ \pm 11,2^\circ$ ; загальна середня втрата корекції —  $-0,7^\circ \pm 1,5^\circ$ .

Величина корекції кіфотичної деформації у хворих із неповним вибуховим переломом після виконання комбінованого передньо-заднього спондилодезу на  $360^\circ$  дорівнювала  $14,5^\circ \pm 0,7^\circ$ .

У хворих із повним вибуховим переломом типу A3.3 середня величина кіфотичної деформації після операції зменшилася в 15,1 разу ( $t = 9,460$ ;  $p = 0,001$ ) порівняно з показником після травми, а середня величина її корекції становила  $17,0^\circ \pm 3,4^\circ$ .

У пацієнтів із вибуховим переломом із дистракцією (AB) середня величина кіфотичної деформації після операції зменшилася в 4,1 разу ( $t = 6,594$ ;  $p = 0,001$ ), втрата корекції через рік виявилася несуттєвою. Загальна величина корекції становила  $18,3^\circ \pm 9,2^\circ$ .

Величина кіфотичної деформації після травми у хворих із вибуховим переломом з ротацією (AC) була  $28,0^\circ \pm 17,6^\circ$ , після операції відбулося зменшення до  $0,3^\circ \pm 5,5^\circ$ , яке зберігалось на термін спостереження 12 міс.

У більшості хворих (17) показник сагітального балансу у післяопераційному періоді був у межах норми — від 0,5 до 2,0 см. Ознака співвідношення величини поперекового лордозу та нахилу таза (PI–LL) практично у всіх хворих була в межах норми. Показник PI–LL, який характеризує фізіологічні викривлення, у хворих із використанням методу короткої інструментації за рахунок передньо-заднього спондилодезу на  $360^\circ$  мав позитивніші значення, ніж у пацієнтів, яким встановлено восьмигвинтову конструкцію.

Аналіз результатів регенерації показав у більшості з них кісткову перебудову в міжхребцевій опорі: у 14 (63 %) — повну, у 6 (27 %) пацієнтів — неповну протягом терміну спостереження до 1 року.

*Аналіз результатів використання триколонної реконструкції хребта із заднього доступу (V група).* Група була найменшою — 5 хворих. За морфологією: у 2 пацієнтів виявлено повний вибуховий перелом типу A3.3, у 3 — вибуховий перелом із дистракцією та ротацією.

Усі ушкодження в пацієнтів цієї групи поєднувалися з неврологічною симптоматикою типів А, В, С за шкалою ASIA. Основне відновлення функції кінцівок у хворих із неповним порушенням провідності спинного мозку відбулося протягом року. У пацієнтів із повним порушенням провідності спинного мозку в післяопераційному періоді змін неврологічної симптоматики не спостерігали.

У V хворих групи зафіксовано ступінь стенозу хребтового каналу 96 %. Функціональний стан хребта був дуже схожий із групою з використанням восьмигвинтової фіксації.

Загальна середня величина кіфотичної деформації після травми склала  $22,2^\circ \pm 2,7^\circ$ , після операції зменшилася на  $13,2^\circ \pm 19,2^\circ$ . Загальна середня величина кіфотичної деформації після операції склала  $9,0^\circ \pm 17,6^\circ$ .

*Деформація хребта, хребтового каналу та вибір методу лікування.* Консервативний метод лікування не забезпечує корекції залишкової деформації хребта, а, навпаки, із перебігом часу призводить до збільшення деформації. Після досягнення певної залишкової деформації регенерація тіла хребця відбувалась у такому положенні з утворенням щільної кісткової тканини в задній його частині.

У разі ушкодження зв'язок заднього опорного комплексу методом вибору є хірургічний бісегментарний спондилодез. Порівнюючи консервативний і хірургічний методи лікування, слід зазначити, що обидва вони забезпечують задовільний клінічний результат протягом року після травми. Рентгенологічний результат позитивніший у разі хірургічного лікування, що надає цьому методу перевагу.

Застосування додаткового транспедикулярного гвинта в зламаній хребець забезпечило надійне збереження досягнутої корекції в межах  $0,4^\circ$ , підтвержуючи результати математичних розрахунків про зниження напружень у стрижнях близько 20 % за таких умов. Збереження певної досягнутої корекції відбувається завдяки задньому спондилодезу та регенерації тіла хребця по задньому контуру. Цей метод лікування раціонально використовувати у хворих із неповним вибуховим переломом тіла хребця (ступінь руйнування до 30 %), із неушкодженими коренями дуг, без неврологічної симптоматики за умов пружно-пластичного варіанту деформування хребта.

Використання восьмигвинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження є ефективнішим у хворих із неповним вибуховим переломом. Цей метод забезпечує корекцію залишкової деформації в середньому в межах  $10,7^\circ$ . Проте метод шестигвинтової фіксації є безпечнішим.

Метод восьмигвинтової транспедикулярної фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження в разі повних вибухових переломів і переломів тіл хребців із дистракцією та ротацією забезпечує корекцію залишкової деформації в межах  $15^\circ$ . Додаткове використання міжхребцевої опори підвищує середній рівень корекції залишкової деформації до  $21^\circ$  (табл. 1). Основна корекція хребта в разі ушкоджень із дистракцією та ротацією досягається шляхом використання довгої восьмигвинтової фіксації. У результаті клінічного дослідження та математичних розрахунків доведено, що у хворих із повним вибуховим переломом тіла хребця або неповним вибуховим переломом із розколванням (за повної руйнації тіла хребця) у разі ушкодження дуг хребта або суглобів (внаслідок травми або хірургічного видалення під час ламінектомії) використання восьмигвинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження без міжхребцевої опори призводить до збільшення рівня напружень у стрижнях конструкції на 50 % і на межі «гвинт – кістка»

більш ніж у 2 рази. Тому в такій клінічній ситуації мова йде про неконтрольовано-пластичну деформацію та залишкову фіксованість хребта, а задньої конструкції недостатньо для збереження певної рівноваги, тобто необхідним є використання передньої міжхребцевої опори.

У результаті клінічних досліджень підтверджено дані математичних розрахунків про поступове зменшення напруження в конструкції та зоні перелому зі збільшенням кількості транспедикулярних гвинтів. Доведено, що використання методу восьмигвинтової фіксації на два хребця вище і на два нижче зони перелому забезпечує досягнуту корекцію. Із перебігом часу збереження досягнутої корекції в разі восьмигвинтової фіксації відбувається завдяки формуванню спондилодезу та щільної кісткової перебудови задньої частини тіла хребця, а в частини хворих (48,8 %) — унаслідок регенерації суміжних тіл хребців по передньому контуру. Регенерація тіла хребця по передньому контуру забезпечує зміцнення залишкової фіксованості хребта і може бути варіантом вибору у тих випадках, коли є необхідність застосовувати міжхребцеву опору, з метою збереження певної рівноваги.

Метод коротковажільного комбінованого передньо-заднього спондилодезу на  $360^\circ$  у разі повних вибухових переломів і переломів тіл хребців із дистракцією та ротацією забезпечив корекцію залишкової деформації в межах  $21^\circ$  (табл. 1) і найліпші показники сагітального балансу.

Хірургічні втручання за методикою комбінованого передньо-заднього спондилодезу є тривалішими, але не більш травматичними, ніж метод восьмигвинтової фіксації з лямінектомією. Метод триколонної реконструкції виявився більш травматичним, а за тривалістю порівняним із комбінованим передньо-заднім спондилодезом на  $360^\circ$ . Метод восьмигвинтової фіксації з лямінектомією і триколонної реконструкції хребта є менш безпечними відносно розвитку ускладнень у разі переломів хребта з неврологічною симптоматикою.

Таким чином, кожен хірургічний метод лікування певною мірою забезпечує корекцію залишкової деформації хребта. Залишкова фіксованість хребта зменшує навантаження на конструкції, а зменшення залишкової фіксованості призводить до збільшення напружень у конструкції. Вони певною мірою залежить від залишкової фіксованості хребта. Протяжність інструментації та необхідність застосування міжхребцевої опори під час лікування вибухових переломів тіл хребців залежить від здатності методу забезпечити корекцію деформації, а можливість збереження рівноваги (корекції деформації) визначається залишковою фіксованістю хребта.

### **Концепція лікування переломів тіл хребців грудного та поперекового відділу хребта**

*Робоча класифікація переломів тіл хребців (вибухових, переломів тіл хребців типу А з дистракцією і ротацією) грудного та поперекового відділу хребта за принципом залишкової фіксованості хребта.* Розроблення класифікації передбачає аналіз діагностичних критеріїв (табл. 2), а концепції лікування — ефективності певного методу лікування.



Розподіл величин кіфотичної деформації при хірургічному лікуванні різних морфологічних форм

Група	Тип перелому	Кіфотична деформація, град.			Корекція після операції, град.	Втрата корекції, град.
		Після травми	Через 6 міс.	Через 12 міс		
II	A3.1 A3.2	14,00±7,63	5,69±4,25	4,50±2,45	8,31±6,18 t = 5,378; p = 0,001	0,88±2,80 t = 0,884; p = 0,406
III	A3.1 A3.2	14,21±4,07	3,50±3,46	4,53±4,29	10,71±4,74 t = 11,970; p = 0,000	-1,00±1,31 t = -2,958; p = 0,010
	A3.3	20,71±7,93	5,14±4,52	6,17±3,92	15,57±7,14 t = 5,772; p = 0,001	-1,00±1,27 t = -1,936; p = 0,111
	AB AC	18,05±8,84	3,95±4,35	3,36±4,03	14,10±9,03 t = 6,982; p = 0,000	-1,09±1,64 t = -2,206; p = 0,052
IV	A3.1 A3.2	13,75±4,57	-1,5±4,36	0,50±4,95	15,25±0,96 t = 31,856; p = 0,000	-1,00±1,41 t = -1,000; p = 0,500
	A3.3	16,57±6,02	1,14±6,62	0,60±8,02	15,43±4,31 t = 9,460; p = 0,000	-0,20±0,45 t = -1,000; p = 0,374
	AB AC	26,36±9,20	5,09±6,05	–	21,27±12,89 t = 5,472; p = 0,000	-0,88±1,97 t = -1,357; p = 0,212
V	A3.3	23,00±4,24	1,8±31,11	–	21,20±35,35 t = 0,200; p = 0,874	–
	AB AC	21,67±2,08	3,00±1,00	–	18,667±2,082 t=15,532; p=0,004	–

Перший рівень ділення класифікації міститься в її назві та є об'єктом вивчення — *неповний вибуховий перелом, неповний вибуховий перелом із розколюванням, повний вибуховий перелом, перелом типу А з distraкцією або ротацією*. Наступне, друге, класифікаційне ділення виділяє дві найважливіші ознаки, які можуть існувати окремо одна від одної та визначають характер деформування хребта в разі переломів тіл хребців і стеноз хребтового каналу.

Таблиця 2

Робоча класифікація переломів тіл хребців (неповний вибуховий, неповний вибуховий із розколюванням, повний вибуховий, типу А з дистракцією або ротацією) грудного та поперекового відділів хребта за принципом залишкової фіксованості хребта

Деформація хребта за принципом залишкової фіксованості	Деформація хребтового каналу
<p>I – задні відділи хребта неушкоджені (<i>пружно-пластична деформація з фрагментацією тіла хребця різного ступеня та формуванням остаточної деформації</i>);</p> <p>II – ушкодження лігаментозних структур (<i>пластична контрольована деформація з фрагментацією тіла хребця різного ступеня та розривом міжостьових зв'язок, прогресуюча в сагітальній площині до 10°</i>);</p> <p>III – ушкодження задніх відділів хребта з дистракцією (<i>пластична неконтрольована деформація з компресійним переломом типу А і переломом дуг, розривом зв'язок, розширенням міжламінарного простору, куті кифозу не менше ніж 13°, неконтрольовано прогресуюча в сагітальній площині</i>);</p> <p>IV - ушкодження задніх відділів хребта з ротацією (<i>пластична неконтрольована деформація з фрагментацією тіла хребця різного ступеня, розривом зв'язок, ротаційним зміщенням хребта, переломом дуг, неконтрольовано прогресуюча во всіх площинах</i>)</p>	<p>0 – стеноз відсутній            + – стеноз до 30 % зі збереженням коренів дуг і фрагментацією тіла хребця до 30 %            ++ – стеноз до 60–70 %            +++ – стеноз більше ніж 60-70 % або абсолютний (на розсуд хірурга)</p>

*Загальні положення концепції лікування вибухових переломів і переломів тіл хребців із дистракцією та ротацією грудного та поперекового відділів хребта.*

Розроблена нами концепція лікування хворих передбачає вибір методу лікування вибухового перелому тіла хребця (табл. 3).

Принципи концепції лікування хворих із вибуховими переломами та переломами тіл хребців з дистракцією і ротацією грудного та поперекового відділів хребта.

1. Деформація хребта виникає під час руйнування тіла хребця, безпосередньо в момент травми і залежить від її інтенсивності. У разі ушкодження задніх відділів хребта за умов подальшого навантаження відбуватиметься прогресування деформації хребта. Ступінь стенозу хребтового каналу не залежить від ступеня руйнації тіла хребця та величини залишкової деформації.

2. Хворих із неповним вибуховим переломом тіла хребця, без стенозу хребтового каналу (або зі стенозом хребтового каналу до 10 %), без ушкодження зв'язок заднього відділу хребта можна лікувати консервативним методом.

3. Пацієнтів із пружно-пластичною та пластичною контрольованою деформацією хребта слід лікувати з використанням короткоричагової фіксації хребта (шестигвинтова фіксація або комбінований бісегментарний передньо-задній спондилодез на 360°) або довгоричагової восьмигвинтової фіксації.

4. Хворих із пластичною неконтрольованою деформацією хребта (переломи тіла хребця з дистракцією або ротацією) слід лікувати з використанням довгоричагової восьмигвинтової фіксації, бажано в поєднанні з міжхребцевим спондилодезом (комбінований передньо-задній спондилодез на 360° на два хребця вище і на два нижче зони ушкодження, триколонна реконструкція хребта із заднього доступу або передбачувана можливість відновлення передньої опори за рахунок регенерації по передньому контуру тіла хребця).

Таблиця 3

Концепція лікування пацієнтів із переломами тіл хребців (вибухових, переломів тіл з дистракцією і ротацією) грудного та поперекового відділів хребта

Деформування		Метод лікування		
хребта	хребтового каналу			
I	0	Консервативний	Консервативний	
I	+	Коротка шестигвинтова фіксація		
II	0			Довга восьмигвинтова фіксація
II	+			
I, II	++	Довга восьмигвинтова фіксація (рекомендований)	Комбінований короткий передньо-задній спондилодез на 360°	
I, II.	+++	Комбінований короткий передньо-задній спондилодез на 360°	Комбінований короткий передньо-задній спондилодез на 360°	
III, IV	++	Довга восьмигвинтова фіксація (у разі неврологічної симптоматики лямінектомія) із бажаним застосуванням переднього спондилодезу		
III, IV	+++	Комбінований довгий передньо-задній спондилодез на 360° (ASIA тип D, C)	Триколонна реконструкція хребта із заднього доступу (ASIA тип B, A)	

5. Хворим зі стенозом хребтового каналу до 60-70 % проводять непрямую декомпресію хребтового каналу за рахунок лігаментотаксису та природнього ремоделювання хребтового каналу.

6. Хворим зі стенозом хребтового каналу понад 60-70 % (критичний стеноз) проводять пряму декомпресію хребтового каналу.

За запропонованою концепцією оцінюються ознаки та їхні градації, згідно з класифікацією переломів тіл хребців (вибухових, із дистракцією та ротацією) проводять вибір методу лікування. У концепції ознака «деформування хребта» відповідає за збереження рівноваги в зоні операції і водночас передбачає вибір найбільш раціональної довжини конструкції.

У градації ознаки I (*пружно-пластична деформація хребта з фрагментацією тіла хребця різного ступеня та формуванням остаточної деформації*) та II (*пластична контрольована деформація хребта з фрагментацією тіла хребця різного ступеня з розривом міжкостьових зв'язок, прогресуюча в сагітальній площині до 10°*) перевага надається короткоричаговим методам лікування (шестигвинтова фіксація або бісегментарний комбінований передньо-задній спондилодез на 360°) або довгій восьмигвинтовій фіксації.

У градації ознаки III (*пластична неконтрольована деформація хребта з переломом типу A з розривом зв'язок, переломом дуг, розширенням міжшлямінарного простору, кутлом кіфозу не менше 13°, неконтрольовано прогресуюча в сагітальній площині*) та IV (*пластична неконтрольована деформація хребта з фрагментацією тіла хребця різного ступеня, з розривом зв'язок, ротаційним зміщенням хребта, переломом дуг, неконтрольовано прогресуюча во всіх площинах*) перевага надається лише довгоричаговим методам лікування із бажаним застосуванням переднього спондилодезу.

Ознака «ступінь стенозу хребтового каналу» відповідає за вибір методу відновлення просвіту хребтового каналу.

У разі ступеня стенозу до 60-70 % звуження просвіту хребтового каналу перевага надається непрямим методам декомпресії.

У разі стенозу хребтового каналу понад 60-70 % (абсолютний стеноз хребтового каналу) слід обирати прямі методи декомпресії.

## ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу наукової літератури встановлено відсутність єдиної думки щодо застосування різних методів лікування пацієнтів із вибуховими переломами та переломами тіл хребців із дистракцією та ротацією. Виявлено, що використовувані класифікації переломів тіл хребців орієнтовані на оцінювання стану лише ушкоджених структур ХРС, без урахування особливостей структури неушкоджених компонентів. Під час планування лікувальних заходів поза увагою фахівців залишається величина кіфотичної деформації хребта, недостатньо враховується ступінь морфологічних змін і стенозу хребтового каналу, а також взаємозв'язок між ними. Не вирішено такі питання хірургічної тактики, як необхідність використання міжхребцевої опори,

довжина інструментації, виконання кісткової пластики, відновлення просвіту хребтового каналу.

2. Найсуттєвішими структурними ознаками, які впливають на вибір методу лікування та можуть існувати окремо одна від одної, виявилися: «характер ушкодження та ступінь руйнації (фрагментації) тіла хребця», «ступінь сагітального розміру хребтового каналу», «ушкодження задніх відділів хребта».

3. У результаті біомеханічних досліджень розробленої експериментальної моделі хребта тварин виявлено основні закономірності розвитку кіфотичної деформації внаслідок вибухових переломів тіл хребців грудноперекового відділу хребта й визначено біомеханічні показники — залишкову фіксованість і залишкову деформацію хребта. Доведено, що ступінь залишкової фіксованості хребта визначає стан задніх відділів хребта. Встановлено, що внаслідок руйнування тіла хребця різного обсягу з прилеглим диском утворюється залишкова деформація зі збереженням пружних властивостей моделі, яку класифіковано як пружно-пластичну. У разі додаткового розриву міжостової зв'язки внаслідок подальшого навантаження виявлено контрольоване прогресування кіфотичної деформації хребта в межах  $10^\circ$ , що класифіковано як контрольовано-пластична деформація хребта. Зі збільшенням ступеня руйнування ХРС  $T_{HII}$  (додатково дуг хребців і дуговідросткових суглобів) зразок втрачає здатність протистояти зростаючим навантаженням і пружна деформація переходить у неконтрольоване крихко-пластичне руйнування – неконтрольовано-пластичну деформацію хребта.

4. У результаті аналізу напружено-деформованого стану системи «транспедикулярна конструкція – хребтовий руховий сегмент» встановлено, що використання будь-якої транспедикулярної конструкції сприяє зниженню напруження в ушкодженному хребці. За умов вертикального навантаження найбільш напруженим є задній опорний комплекс хребта, а максимальні напруження у фіксувальних конструкціях виникають у стрижнях на рівні кріплення верхніх гвинтів. Збільшення кількості гвинтів у фіксувальних конструкціях призводить до зменшення рівня напружень без зміни характеру їхнього розподілу у хребті. У разі використання восьмигвинтової фіксації загальний рівень напружень у розрахунковій моделі порівняно з фіксацією чотирма та шістьма гвинтами був нижчим в блоці хребців  $L_1-L_V$  майже удвічі. Додаткове введення гвинта в зламаній хребець знижує напруження в стрижнях близько 20 %. Ушкодження заднього опорного комплексу (перелом дуг хребців) призвело до значного збільшення напруження на 17 % в ушкодженному тілі хребця і на 16 % у ніжках хребця в моделі з чотирма гвинтами. У випадку 100 % руйнації тіла хребця та переломом дуг (ушкодження заднього опорного комплексу) і фіксації хребців на два хребця вище і на два нижче зони перелому рівень напружень у них збільшився на 50 %, а на межі «гвинт – кістка» більш ніж удвічі. Використання міжтілової опори суттєво не впливало на розподіл напружень і більш напруженими були задні відділи хребта та металева конструкція.

5. У результаті експерименту на тваринах встановлено, що введення в дірчастий дефект тіла хребця кролів збагаченого тромбоцитами фібрину сприяє

прискоренню кісткоутворення через 14 днів та 1 міс. після травми. Через 14 днів після операції за умов використання збагаченого тромбоцитами фібрину відносна площа кісткової тканини була у 2,16 раза більшою порівняно з контролем. Через 1 міс. вона заповнювала всю територію дефекту, а в дефектах тіл хребців кролів контрольної групи зберігалися ділянки фіброретикулярної тканини. Через 3 міс. після операції у контрольних та дослідних тварин зона дефекту була заповнена кістковою тканиною пластинчастої структури.

6. Середня величина відновлення просвіту хребтового каналу в групі з шестигвинтовою фіксацією становила 8,8 % і досягала максимуму через рік і більше після повної перебудови кісткової тканини. У групі з восьмигвинтовою фіксацією середня величина відновлення просвіту хребтового каналу після операції становила 7,5 %, а через рік і більше – 21,6 %. Метод комбінованого передньо-заднього спондилодезу на 360° і триколонної реконструкції хребта із заднього доступу передбачає повне усунення кісткового стенозу хребтового каналу.

Пацієнти з частковою неврологічною симптоматикою типу В, С, D за шкалою ASIA у разі хірургічного лікування можуть мати сприятливий результат. У хворих із неврологічною симптоматикою типу В і С найефективнішим є відновлення протягом року і більше. Постраждалі з неврологічною симптоматикою типу D найбільш ефективно відновлюються в перші два тижні після операції.

7. У групі хворих, які отримували консервативне лікування, середня втрата корекції деформації через 3 міс. після лікування становила 5,3°. Середній показник співвідношення поперекового лордозу та нахилу таза PI–LL дорівнював 16,4°, що свідчить про парагібарне збільшення поперекового лордозу. Використання методу шестигвинтової транспедикулярної фіксації забезпечило корекцію деформації в межах 8,3° і відновлення показників сагітального балансу. За рентгенологічним аналізом визначено кращі показники в разі хірургічного лікування порівняно з консервативним.

Використання восьмигвинтової фіксації в пацієнтів із неповним вибуховим переломом забезпечило корекцію деформації до 10,7°, із повними вибуховими переломами та переломами тіл хребців із дистракцією та ротацією — до 15°. За аналізом показників сагітального хребтово-тазового балансу встановлено можливість випрямлення лордозу в разі застосування восьмигвинтової фіксації для стабілізації поперекового відділу хребта. У разі лікування цим методом без міжхребцевої опори переломів на рівні поперекового лордозу (з рівня L<sub>II</sub>) та грудного кіфозу слід ретельного формувати викривлення хребта.

У разі використання методу комбінованого передньо-заднього спондилодезу на 360° середня величина корекції кіфотичної деформації в пацієнтів із повним вибуховим переломом тіла хребця становила 17,0°, а з переломом типу А з дистракцією (АВ) або ротацією (АС) – 18,3°. Додаткове використання міжхребцевої опори в разі триколонної реконструкції хребта із заднього доступу збільшує середній рівень корекції до 21°. Показники сагітального хребтово-тазового балансу в разі застосування методу короткого

передньо-заднього спондилодезу на 360° свідчили про найефективніше його відновлення та збереження в порівнянні з іншими методами лікування.

8. На підставі клініко-інструментальних досліджень доведено, що використання всіх хірургічних методів дає змогу запобігти прогресуванню деформації завдяки регенерації тіла хребця, перебудові міжхребцевої опори на кісткову тканину та формуванню заднього кісткового спондилодезу. Визначено відновлення структури тіла хребця з формуванням кісткового регенерату по передньому контуру, де за даними КТ виявлено підзв'язковий крововилив, у 48 % пацієнтів із вибуховими переломами з використанням восьмигвинтової фіксації. Це відображує важливу роль крововиливу в ділянці передньої поздовжньої зв'язки з подальшим утворенням фібрин-кров'яного згустку у формування кісткового регенерату, який є додатковою ланкою, що разом із заднім спондилодезом створює умови для збереження досягнутої корекції деформації. У разі застосування комбінованого передньо-заднього спондилодезу в 63 % хворих відбувається утворення кісткової тканини в середині та зовні міжхребцевої опори.

9. Розроблено концепцію лікування пацієнтів із вибуховими переломами та переломами тіл хребців із дистракцією та ротацією, яка дає змогу обрати оптимальний метод лікування на підставі трьох ознак – ступеня фрагментації тіла хребця, деформування хребта за принципом залишкової фіксованості та деформування хребтового каналу.

### ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Патология позвоночника (пособие для врачей) / [Волошин Н.И., Костерин С.Б., Петренко Д.Е., **Попсуйшапка К.А.**, Скиданов А.Г., Федотова И.Ф., Феклина И.В.]; под ред. Н.А. Коржа, В.А. Радченко. – Київ: ООО «Бібліотека «Здоров'я України», 2013. – 226 с. – (Серия «Бібліотека «Здоров'я України»).

Автор особисто проаналізовано наукову літературу щодо проблеми лікування ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта, проведено її систематизацію, підготовлено відповідний розділ до друку.

2. Справочник ортопеда. Справочник врача / [Колесниченко В. А., Барков А. А., Болховитин П. В., Бондаренко С. Е., Бурлака В. В., Гарбузняк И. Н., Голка Т. Г., Головина Я. А., Костерин С. Б., Мезенцев В. А., Петренко Д. Е., Подгайская О. А., **Попсуйшапка К. А.**, Скиданов А. Г., Федотова И. Ф.]; под ред. Н.А. Коржа, В.А. Радченко. – 2-е изд., доп. – Киев : ООО «Бібліотека «Здоров'я України», 2015. – 436 с. - (Серия «Бібліотека «Здоров'я України»).

Особисто автором підготовлено до друку розділ, присвячений ушкодженням грудного та поперекового відділів хребта.

3. Боль в спине. Пособие для семейных врачей / [Барков А. А., Костерин С. Б., Пионтовский В. К., Попов А. И., **Попсуйшапка К. А.**, Скиданов А. Г., Федотова И. Ф., Шманько А.П.]; под ред. Н.А. Коржа, В.А. Радченко. – Київ: ООО «Бібліотека «Здоров'я України», 2018. – 192 с. – (Серия «Бібліотека «Здоров'я України»).

Особисто автором підготовлено до друку розділ, присвячений

ушкодженням грудного та поперекового відділів хребта.

4. Радченко В. А. Современные подходы к хирургическому лечению поврежденный позвоночника / В. А. Радченко, **К. А. Попсуйшапка** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2009. – № 3. – С. 89-92.

Автором особисто проаналізовано та узагальнено результати хірургічного лікування хворих з переломами грудного та поперекового відділів хребта, підготовлено публікацію до друку.

5. Радченко В. А. Спондилодез при повреждениях позвоночника / В. А. Радченко, **К. А. Попсуйшапка** // Травма. – 2011. – Т. 12, № 1. – С. 84-86.

Автор брав участь у систематизації термінології характеристик спондилодезу в разі хірургічного лікування ушкоджень грудного і поперекового відділів хребта.

6. Радченко В. О. Епідеміологія вогнепальних ушкоджень хребта в Харківському регіоні під час військових дій на Сході України / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, А. І. Попов, О. Л. Бородай, С. І. Бібіченко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. – № 3 (604). – С. 5-10.

Автор особисто провів лікування хворих із бойовими ушкодженнями хребта, проаналізував особливості перебігу цих ушкоджень.

7. **Попсуйшапка К. О.** Метааналіз результатів лікування вибухових переломів нижньогрудного та поперекового відділів хребта / **К. О. Попсуйшапка** // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. – № 4 (605). – С. 134-142.

8. **Попсуйшапка К. А.** Сравнительный анализ показателей при физическом и математическом моделировании взрывного перелома грудного отдела позвоночника / **К. А. Попсуйшапка**, С. А. Тесленко, А. В. Ярьсько, Vijai Krishninarra // Травма. – 2016. – Т. 17, № 3. – С. 92-98.

Автор взяв участь у розробленні математичної моделі грудноперекового відділу хребта, аналізі результатів дослідження.

9. Радченко В. А. Экспериментальное исследование модуля упругости препарата грудного отдела позвоночника свиньи / В. А. Радченко, **К. А. Попсуйшапка**, М. Ю. Карпинский, Е. Д. Карпинская, С. А. Тесленко // Травма. – 2016. – Т. 17 (6). – С. 91-100.

Ідея виконання дослідження належить авторові, він взяв участь у проведенні випробувань, інтерпретував отримані результати.

10. Радченко В. О. Дослідження напружено-деформованого стану моделі хребта за різноманітних методик хірургічного лікування вибухових переломів грудноперекового відділу (частина перша) / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, О. В. Ярьсько // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 1 (606). – С. 27-33.

Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні й аналізі результатів.

11. Радченко В. О. Дослідження напружено-деформованого стану моделі хребта за різноманітних методик хірургічного лікування вибухових переломів грудноперекового відділу (частина друга) / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, О. В. Ярьсько // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 2 (607). – С. 6-13.



Авторові належить ідея розроблення математичної моделі, він взяв участь в її створенні й інтерпретації результатів.

12. **Попсуйшапка К. О.** Визначення ролі збагаченого тромбоцитами фібрину в процесі регенерації дефекту тіла хребця (експериментальне дослідження) / **К. О. Попсуйшапка**, Н. О. Ашукіна, В. О. Радченко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 3 (608). – С. 32-38.

Автор особисто розробив дизайн експерименту, виконав хірургічні втручання у тварин, взяв участь в аналізі результатів.

13. **Попсуйшапка К. О.** Клініко-експериментальні кореляції розвитку залишкової деформації хребта за умов вибухових переломів груднопоперекового відділу / **К. О. Попсуйшапка**, М. Ю. Карпінський, А. І. Попов, І. А. Субота, С. О. Тесленко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2017. – № 4 (609). – С. 49-56.

Автор безпосередньо проводив експериментальне дослідження, брав участь у клінічних дослідженнях.

14. Радченко В. А. Экспериментальное моделирование взрывных переломов груднопоясничного отдела позвоночника / В. А. Радченко, **К. А. Попсуйшапка**, М. Ю. Карпинский, Е. Д. Карпинская, С. А. Тесленко // Травма. – 2017. – Т. 18, № 2. – С. 46-52.

Автором особисто запропоновано модель експерименту, взято участь в її реалізації, узагальнено результати дослідження.

15. **Попсуйшапка К. О.** Залишкова фіксованість хребтових сегментів при вибухових переломах груднопоперекового відділу хребта / **К. О. Попсуйшапка**, М. Ю. Карпінський, С. О. Тесленко, О. Д. Карпінська, А. І. Попов // Травма. – 2017. – Т. 18, № 4. – С. 46-52.

Автором особисто запропоновано модель експерименту, взято участь в її реалізації, узагальнено результати дослідження.

16. Радченко В. О. Сучасний погляд на лікування вибухових переломів груднопоперекового відділу хребта (огляд літератури) / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, С. О. Тесленко // Травма. – 2017. – Т. 18, № 6. – С. 152-161.

Особистий внесок автора полягає в аналізі наукової літератури.

17. Радченко В. О. Вибухові переломи грудного та поперекового відділу хребта (частина перша): огляд літератури / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, Ю. О. Бабалян, С. О. Тесленко // Український нейрохірургічний журнал. – 2017. – № 4. – С. 10-17.

Особистий внесок автора полягає в аналізі наукової літератури, підготування матеріалів для публікації.

18. Радченко В. О. Особливості магніторезонансної томографії у візуалізації вибухових переломів нижньогрудного та поперекового відділів хребта / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, І. Ф. Федотова, О. А. Сіренко, І. В. Фекліна // Международный медицинский журнал. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 55-59.

Автором особисто запропоновано ідею дослідження, виконано аналіз томограм, проліковано пацієнтів, узагальнено результати.

19. Радченко В. О. Результати консервативного лікування та використання методу короткої транспедикулярної фіксації в разі вибухових переломів грудного і

поперекового відділів хребта / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, Д. О. Чекрижев, С.О. Тесленко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2018. – № 1 (610). – С. 19-28.

Особистий внесок автора полягає в участі в лікуванні хворих, аналізі результатів лікування.

20. Радченко В. О. Аналіз функціонального стану хребта за умов хірургічного лікування вибухових переломів грудного та поперекового відділів / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, С.О. Тесленко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2018. – № 2 (611). – С. 5-12.

Автор взяв участь у лікуванні хворих, проаналізував результати, сформулював висновки.

21. Радченко В. О. Результати перебігу регенерації тіла хребця при хірургічному лікуванні вибухових переломів грудного та поперекового відділі хребта / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, С.О. Тесленко // Травма. – 2018. – Т. 19, № 2. – С. 64-71.

Особистий внесок автора полягає в участі в хірургічному лікуванні хворих, ним особисто обстежено пацієнтів, проаналізовано результати лікування.

22. Хвисьюк М. І. Ушкодження грудного та поперекового відділу хребта при множинних та поєднаних травмах / М. І. Хвисьюк, В. Г. Ринденко, В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, С.О. Тесленко // Літопис травматології та ортопедії. – 2018. – № 1-2 (37-38). – С. 80-83.

Автор особисто відібрано й обстежено пацієнтів, взято участь у хірургічному лікуванні, проаналізовано результати.

23. Радченко В. О. Вибухові переломи грудного та поперекового відділу хребта (частина друга): огляд літератури / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, Ю. О. Бабалян, С.О. Тесленко // Український нейрохірургічний журнал. – 2018. – № 1. – С. 19-27.

Автором особисто проаналізовано джерела літератури.

24. Радченко В. О. Аналіз розмірів хребтового каналу і динаміки неврологічної симптоматики при хірургічному лікуванні вибухових переломів грудного та поперекового відділів хребта / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, С.О. Тесленко // Український нейрохірургічний журнал. – 2018. – № 2. – С. 47-60.

Автор взяв участь у лікуванні хворих, проаналізував отримані результати.

25. Popsuishapka O. K. Fibrin-blood clot as an initial stage of formation of bone regeneration after a bone fracture / O. K. Popsuishapka, N. O. Ashukina, V. O. Litvishko, V. V. Grigorjev, O. O. Pidgaiska, **К. О. Popsuishapka** // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2018. – Vol. 8 (3). – P. 322–328.

Автор провів пошук джерел літератури, взяв участь в обговоренні концепції формування кісткового регенерату на основі фібринового згустку.

26. Пат. 120281 Україна, МПК А61В 17/56 (2006.01) Спосіб реконструктивно-відновлюваного лікування вибухових переломів, переважно поперекового відділу хребта / **Попсуйшапка К. О.**, Палкин О. В., Радченко В. О.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». – № u201704690; заявл. 15.05.2017; опубл. 25.10.2017, Бюл. № 20.

Особистий внесок автора полягає у виконанні патентного пошуку, запропонованні способу лікування вибухових переломів.

27. Пат. 119623 Україна, МПК А61F 2/28 (2006.01), А61L 27/00, А61L 27/40 (2006.01), А61L 27/50 (2006.01), А61L 27/56 (2006.01). Композит для реконструктивно-відновлювального лікування переломів, переважно вибухових, хребців / **Попсуйшапка К. О.**, Палкин О. В., Радченко В. О.; заявник і патентовласник ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка НАМН України». – № u201704674; заявл. 15.05.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18.

Автор брав участь у розробленні композиту.

28. Радченко В. А. Использование меж остистого динамического имплнтата «COFLEX» у больных со стенозом позвоночного канала поясничного отдела позвоночника / В. А. Радченко, А. А. Левшин, И. Ф. Федотова, **К. А. Попсуйшапка**, А.В. Палкин, Л.М. Бенгус: Збірник наукових праць XV з'їзду ортопедів-травматологів України (Дніпропетровськ, 16-18 вересня 2010 р.) / Міністерство охорони здоров'я України, Академія медичних наук України, Українська асоціація ортопедів-травматологів. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 268.

Автор брав участь у хірургічному лікуванні пацієнтів і проаналізував його результати, доповів матеріали на з'їзді.

29. Радченко В. О. Хірургічне лікування вибухових переломів грудопоперекового відділу хребта / В. О. Радченко, **К. О. Попсуйшапка**, А. І. Попов, А. Г. Скіданов, О. А. Сіренко : Тези доповідей VI з'їзду нейрохірургів України (Харків, 14-16 червня 2017 р.) / МОЗ України, НАМН України, МОН України, ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України», Українська Асоціація Нейрохірургів. — Харків, 2017. — С. 36.

Автор брав участь у хірургічному лікуванні пацієнтів і проаналізував його результати, доповів матеріали на з'їзді.

## АНОТАЦІЯ

**Попсуйшапка К.О. Лікування переломів тіл хребців грудного та поперекового відділів хребта (клініко-експериментальне обґрунтування).** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2019.

Роботу присвячено покращенню результатів лікування пацієнтів із високоенергетичними переломами тіл хребців грудного та поперекового відділів хребта шляхом експериментально-клінічного обґрунтування концепції раціонального лікування.

На підставі біомеханічних і клінічних досліджень доведено наявність залишкової фіксованості та залишкової деформації хребта, згідно з якими встановлено основні типи кіфотичної деформації (пружно-пластична, контрольовано-пластична і неконтрольовано-пластична), які визначають тактику лікування.

Встановлено, що найефективнішим методом корекції залишкової деформації хребта є метод довговажільної фіксації – восьмигвинтова фіксація (на два хребця вище та на два нижче зони ушкодження) з міжхребцевою опорою або без неї. Методи коротковажільної фіксації – комбінований бісегментарний передньо-задній задній спондилодез на 360° та бісегментарна шестигвинтова фіксація – можуть бути використаними в лікуванні неповних або повних вибухових переломів тіл хребців.

Розроблено концепцію лікування пацієнтів із вибуховими переломами та переломами тіл хребців із дистракцією та ротацією, яка дає змогу обрати оптимальний метод лікування на підставі трьох ознак – ступеня фрагментації тіла хребця, деформування хребта за принципом залишкової фіксованості та деформування хребтового каналу.

**Ключові слова:** переломи тіл хребців, грудний та поперековий відділи хребта, деформація хребта та хребтового каналу, транспедикулярні конструкції, міжхребцева опора, залишкова фіксованість хребта, залишкова деформація хребта.

## АННОТАЦИЯ

**Попсуйшапка К.А. Лечение переломов тел позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника (клинико-экспериментальное обоснование).** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21 – травматология и ортопедия. – Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И.Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2019.

Переломы тел позвонков грудного и поясничного отделов в результате высокоэнергетической травмы составляют 40-60 % всех переломов позвоночника.

В последние годы для лечения больных с высокоэнергетическими переломами тел позвонков используют хирургические методы лечения. Однако в то же время сохраняются противоречия в тактике лечения, а именно в выборе протяженности фиксации в разных клинических группах, возможность коррекции деформации из заднего доступа, необходимость использования межтеловой опоры. Противоречия сохраняются в вопросе лечения осложненной и неосложненной травмы позвоночника, отсутствие корреляций между неврологической симптоматикой и степенью стеноза позвоночного канала.

Цель работы – улучшить результаты лечения пациентов с высокоэнергетическими переломами тел позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника путем клинико-экспериментального обоснования концепции рационального лечения на основе определения остаточной деформации и фиксированности позвоночного двигательного сегмента, функционального состояния позвоночника и позвоночного канала.

Предметом научного исследования послужили данные КТ и МРТ-исследований пациентов с взрывными переломами позвоночника, проанализирована морфология повреждений, проведен анализ результатов лечения. Общее количество больных – 113.

Главная идея исследования состоит в том, что сохранение определенной опорной функции поврежденного позвоночника влияет на выбор метода лечения.

Состояние опорной функции поврежденного позвоночника изучено на физической биомеханической модели, в результате чего доказано наличие остаточной деформации и остаточной фиксированности позвоночного двигательного сегмента. Определены понятия «упруго-пластическая деформация позвоночника», «контролируемая пластическая» и «неконтролируемая пластическая деформация» поврежденного позвоночника.

В результате использования метода математического моделирования доказано, что применение транспедикулярной конструкции приводит к уменьшению напряжения в поврежденном позвоночнике. При разрушении

100 % тела позвонка и переломе дуг (повреждение заднего опорного комплекса) и фиксации на два позвонка выше и на два позвонка ниже зоны повреждения уровень напряжения в позвоночнике увеличился на 50 %, а на границе «винт-кость» – более, чем в два раза.

Анализ репаративного процесса тел позвонков половозрелых кролей показал, что введение в травматический дырчатый дефект фибринового сгустка способствует стимуляции костеобразования через 14 суток и 1 мес. после травмы. Наличие у пациентов подсвязочной гематомы может способствовать образованию регенерата по передней поверхности тела позвонка.

В процессе клинического исследования всех пациентов (113) разделили на 5 групп в зависимости от метода лечения I (контрольная, 14); II (17 пациентов) – короткая бисегментарная шестивинтовая фиксация; III (55) — восьмивинтовая фиксация на два позвонка выше и на два позвонка ниже зоны повреждения; IV (22) — комбинированный передне-задний спондилодез на 360°; V (5) — трехколонная реконструкция позвоночника из заднего доступа.

Разработана концепция лечения больных по принципу остаточной деформации и фиксированности позвоночника, которая дает возможность выбрать определенный метод лечения взрывного перелома тела позвонка в каждом клиническом случае. Предложенная концепция и алгоритм лечения разработаны на основе трех признаков: степень фрагментации тела позвонка, деформация позвоночника по принципу остаточной фиксированности и деформирования позвоночного канала.

**Ключевые слова:** переломы тел позвонков, грудной и поясничный отделы позвоночника, деформация позвоночника и позвоночного канала, транспедикулярные конструкции, межтеловая опора, остаточная фиксированность хребта, остаточная деформация позвоночника.

## SUMMARY

*Popsuishapka K.O.* Treatment of the thoracic and lumbar spine vertebrae fractures (clinical and experimental justification). - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for a doctor's degree of medical sciences by specialty 14.01.21 – Traumatology and Orthopaedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine». Kharkiv, 2019.

The study is devoted to the improvement of the results of treatment of patients with high-energy fractures of the thoracic and lumbar spine vertebral bodies through the experimental and clinical justification of the concept of rational treatment.

Based on biomechanical and clinical studies, the presence of residual fixation and residual spinal deformation has been proved, according to which the basic types of kyphotic deformation (elastic-plastic, controlled plastic and uncontrolled-plastic), which determine the tactics of treatment, have been established.

It was established that the most effective method of correction of residual spinal deformation is the method of longitudinal fixation - eight-screws fixation (on two vertebrae above and two below the zone of injury) with or without an intervertebral support. Short-acting fixation methods - combined bisegmental anterior-posterior, posterior 360 ° spinal fusion and bisegmental six-screws fixation - can be used in the treatment of incomplete or complete burst fractures.

The concept of treatment of patients with burst fractures and fractures of vertebral bodies with distraction and rotation is developed, it allows to choose the optimal method of treatment on the basis of three signs - degree of fragmentation of the vertebral body, deformation of the spine on the principle of residual fixation and deformation of the spinal canal.

**Key words:** vertebrae fractures, thoracic and lumbar spine, spine deformity, spinal canal deformation, transpedicular construction, intervertebral support, residual fixed spine, residual spine deformation.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ВАН	–	візуально-аналогова шкала
КТ	–	комп'ютерна томографія
МРТ	–	магнітно-резонансна томографія
НДС	–	напружено-деформований стан
СР	–	сагітальний розмір
ХРС	–	хребтовий руховий сегмент
PI	–	Pelvic Incidens
PRF	–	platelet rich fibrin