УДК 616.717.2-001.6-089.881:612.76](045)

DOI: http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872020319-28

Біомеханічне обґрунтування впливу способів фіксації вивиху надплечового кінця ключиці на кінематику рухів надплечово-ключичного та грудинно-ключичного суглобів

С. О. Безрученко [1], О. В. Долгополов [1], І. А. Лазарев [1], О. В. Чкалов [2], М. Л. Ярова [1]

[1] ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ

[2] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

The injury of acromioclavicular joint is one of the causes limitation function of the shoulder joint. Choice of fixation methods of acromioclavicular joint dislocation is actual topic to research. Objective: to study by a biomechanical experiment and to substantiate influence of different fixation methods of acromioclavicular joint dislocation on range of motion of acromioclavicular and sternoclavicular joints during the upper extremity elevation. Methods: 6 prototypes of a natural skeleton 3D technology from ADS plastic were used. The capsuloligamentous components, dynamic and static stabilizations of acromioclavicular and sternoclavicular joint were modeled from artificial materials. Each model of acromioclavicular dislocation was fixed by 6 different fixations methods: «intact joint», «fixation by Weber», «Bosworth screw», «Hook-plate», «DogBone», «External fixation». During the experimental study, the range of motions was fixed in acromioclavicular and sternoclavicular joints in 90 and 180 degrees of arm elevation, each experiment was repeated 5 times. Results: range of motion in acromioclavicular and sternoclavicular joints in position of 90 degree of arm elevation, with fixation of acromioclavicular joint dislocation by Hook-plate and system of 2 mini plates and suture material (DogBone), in position of 180 degree of arm elevation with fixation of «DogBone» was physiological. Other methods of fixation — «Bosworth screw», «Weber fixation», «External fixation», «Hook plate» limited the range of motion in the acromioclavicular joint and increase motion in the sternoclavicular joint at maximal arm elevation. Conclusions: fixation of acromioclavicular joint dislocation by 2 mini plates and suture material (DogBone) gives physiological range of motion in acromioclavicular and sternoclavicular joints during arm elevation.

Повреждения акромиально-ключичного сустава — одна из причин ограничения функции плечевого пояса. Выбор способа фиксации вывиха акромиального конца ключицы остается актуальным вопросом для исследования. Цель: определить в биомеханическом эксперименте и обосновать влияние различных способов фиксации вывиха акромиального конца ключицы на объем движений в акромиально-ключичном и грудинно-ключичном суставах во время элевации верхней конечности. Методы: использованы 6 прототипов натурального скелета, изготовленных из ADS-пластика. Капсульно-связочный аппарат, динамические и статические стабилизаторы акромиально-ключичного и грудинно-ключичного суставов выполнены из искусственных материалов. Каждую модель вывиха акромиального конца ключицы фиксировали 6 способами: интактный сустав («без фиксации»), по Weber, винтом Bosworth, специализированной пластиной (AC Hook-plate), системой DogBone, аппаратом внешней фиксации (АВФ). Элементам плечевого пояса придавали позицию элевации верхней конечности 90° и 180°, после чего оценивали объем движений, каждый эксперимент повторяли 5 раз. Результаты: при элевации верхней конечности 90°, движения в суставах ключицы приближаются к физиологическим, в случае фиксации вывиха в акромиально-ключичном суставе специализированной пластиной (AC Hook-plate) и системой двух мини-пластин, связанных шовным материалом (DogBone); в случае элевации верхней конечности 180° — системой DogBone. Другие методы фиксации (винтом Bosworth, фиксация по Weber, АВФ, специализированной пластиной) ограничивают кинематику движений акромиально-ключичного сустава и увеличивают их в грудинно-ключичном суставе при максимальной элевации верхней конечности. Выводы: движения в акромиально-ключичном и грудинно-ключичном суставах приближены к физиологическим во время элевации верхней конечности в случае фиксации вывиха акромиального конца ключицы с помощью систем двух мини-пластин, связанных шовным материалом. Ключевые слова: акромиально-ключичный сустав, биомеханическое обоснование, способы фиксации.

Ключові слова: надплечово-ключичний суглоб, біомеханічне обґрунтування, способи фіксації

© Безрученко С. О., Долгополов О. В., Лазарев І. А. та ін., 2020

Вступ

Ушкодження надплечово-ключичного суглоба є однією з причин порушення плечолопаткового ритму й обмеження функції плечового суглоба [1]. Функціонування надплечово-ключичного суглоба забезпечують статичні (капсульно-зв'язковий апарат) та динамічні (м'язи, які відіграють важливу роль у стабільності суглоба) стабілізатори [2]. Травматичні вивихи надплечового кінця ключиці (*extremitas acromialis*) посідають 3 місце після вивиху плеча та передпліччя, проте «золотого стандарту» в лікуванні зазначеної патології дотепер не знайдено [3]. Кожного року зростає кількість офіційно зареєстрованих методик хірургічного лікування: у 2013 році їх нараховано 151, а у 2017 — вже 162 [4, 5]. Проте, незважаючи на розвиток і впровадження малоінвазивних технологій у лікування вивихів надплечового кінця ключиці, кількість незадовільних результатів залишається високою [5]. Для усунення вивиху надплечового кінця ключиці поширеними методиками фіксації є стабілізація спеціалізованою пластиною Hook, артроскопічні підходи зі застосуванням системи TightRope/DogBone, відкрите вправлення та фіксація системою MINAR, трансартикулярна — спицями Кіршнера тощо [6]. В Україні розроблені та впроваджені такі методики фіксації: система «АКК – Такелаж», модифікованим малеолярним гвинтом, апаратом зовнішньої фіксації (АЗФ) [3, 7, 8]. Завдяки впровадженню МРТ в повсякденну практику дослідників і лікарів виконані в режимі реального часу вимірювання обсягу фізіологічних рухів у суглобах плечового поясу, дали змогу забезпечити краще розуміння кінематики рухів у ньому [9]. Результати цих досліджень допомагають знайти оптимальні способи лікування патологій опорно-рухової системи, у тому числі ушкоджень надплечово-ключичного суглоба. Таким чином, на сьогодні залишається актуальним і дискутабельним питання вибору методики усунення вивиху надплечового кінця ключиці, подальшої тактики лікування та реабілітації пацієнтів з ушкодженням надплечово-ключичного суглоба.

Мета дослідження: визначити в біомеханічному експерименті й обґрунтувати вплив різних способів фіксації вивиху надплечового кінця ключиці на обсяг рухів надплечово-ключичного та грудинно-ключичного суглоба під час елевації верхньої кінцівки.

Матеріал і методи

Біомеханічне дослідження проведено на базі лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», атестованої ДП «Укрметртестстандарт» (свідоцтво ПТ–72/15 від 12.03.2015). У роботі використано 6 прототипів натурального скелета (рис. 1), виготовлених за допомогою 3D-технології із ADS-пластику в лабораторії медичного 3D-друку ДУ «ІТО НАМН України». У процесі дослідження обрано метод напівнатурного моделювання. Капсульно-зв'язковий апарат надплечово-ключичного та грудинно-ключичного суглобів, дзьобо-ключичні зв'язки, передню порцію дельтоподібного та трапецієподібного м'язів моделювали зі штучних матеріалів — гумових стрічок.

Застосовано 6 варіантів фіксації (рис. 2): «без фіксації», що відповідало рухам у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах у нормальних умовах; фіксація двома 2,0 мм спицями Кіршнера та залізним серкляжем за Weber (фіксація за Weber) [10]; гвинтом Bosworth [11]; спеціалізованою пластиною (AC Hook-plate) [12]; двома титановими мікропластинами, фіксованими до дзьобоподібного відростка лопатки та ключиці шовним матеріалом (система DogBone) [13]; АЗФ [14]. Складність біомеханіки та кінематики рухів плечового пояса в сукупності з рухами шкіри та величиною підшкірної жирової клітковини ускладнює вимірювання кінематики рухів із достатньою точністю, тому, на нашу думку, така модель є досить відкритою та параметрично стабільнішою порівняно з натуральними препаратами померлих людей. Переміщення моделі лопатки та її утримання в заданому положенні забезпечувалось за рахунок дії м'язів лопатки (*m. serratus anterior, m. trapezius, m. rhomboideus, m. levator scapule*), які відтворювали за допомогою вантажів, що діяли через систему ниток і блоків, проходження яких відповідало напрямкам дії відповідних м'язових сил (рис. 3).

Використовували середні показники фізіологічних рухів у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах (таблиця) [9, 15]. У процесі дослідження елементам плечового пояса за допомогою підбору маси гирьок і положень блоків надавали позицію елевації верхньої кінцівки 90° (30° за рахунок лопатки та 60° — плечолопаткового суглоба), 180° (60° за рахунок лопатки та 120° — плечолопаткового суглоба), після чого фіксували обсяг рухів у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах.

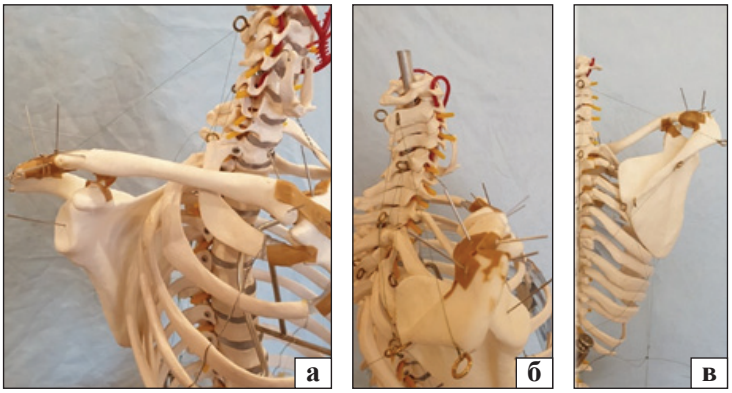

Рис. 1. Прототип моделі натурального скелета, виготовлений із ADS-пластику, моделювання капсульно-зв'язкового апарата надплечово-ключичного та грудинно-ключичного суглобів: вигляд спереду (а), збоку (б) і ззаду (в)

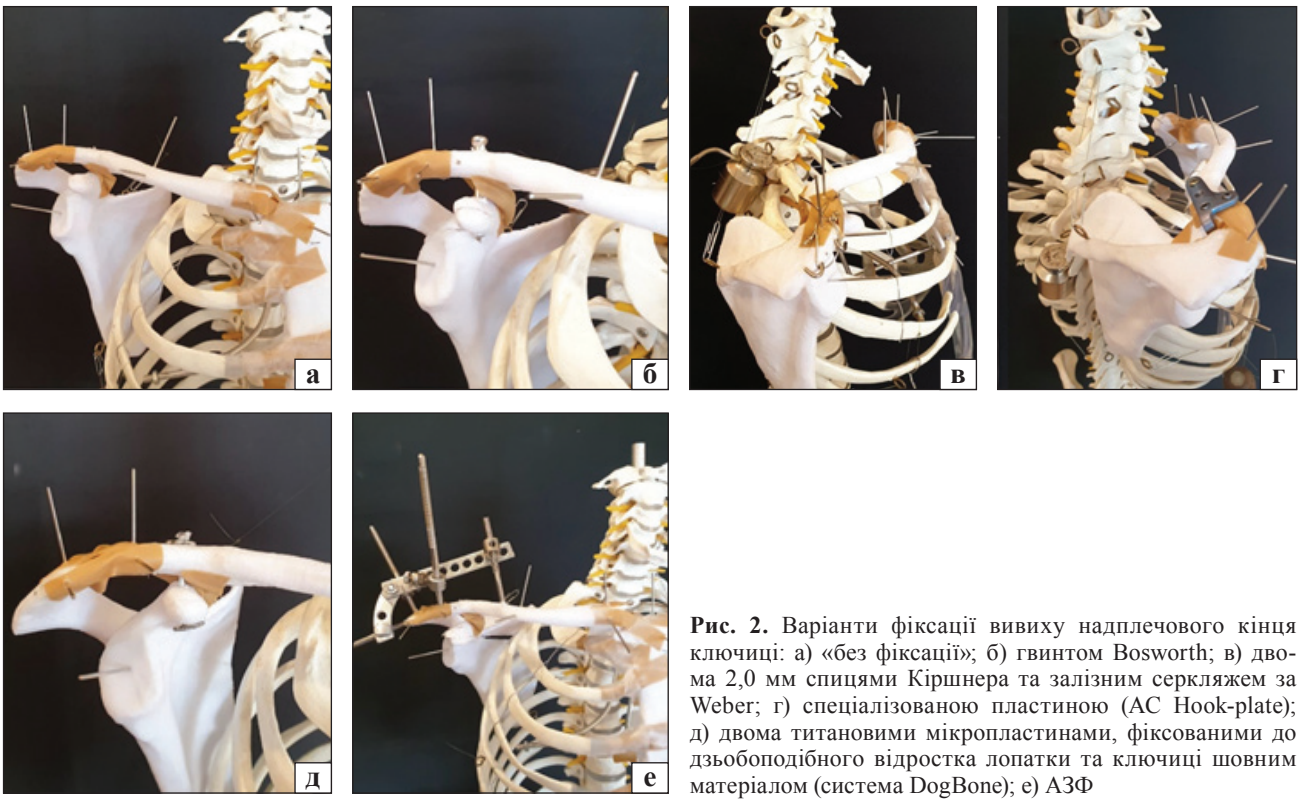

Рис. 2. Варіанти фіксації вивиху надплечового кінця ключиці: а) «без фіксації»; б) гвинтом Bosworth; в) двома 2,0 мм спицями Кіршнера та залізним серкляжем за Weber; г) спеціалізованою пластиною (AC Hook-plate); д) двома титановими мікропластинами, фіксованими до дзьобоподібного відростка лопатки та ключиці шовним матеріалом (система DogBone); е) АЗФ

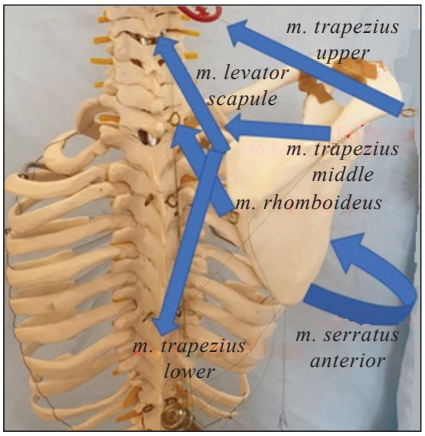

Рис. 3. Переміщення моделі лопатки та утримання в заданому положенні забезпечено за рахунок дії м'язів лопатки та блоків, проходження яких відповідало напрямкам дії відповідних м'язових сил

Система координат (рис. 3) була реалізована за загальноприйнятими рекомендаціями International Society of Biomechanics (ISB) [16]. Зміну орієнтації координатних осей під час рухів плечового пояса реєстрували через оптичні маркери (2,0 мм спиці Кіршнера) та шляхом фотофіксації у двох проєкціях (фронтальній і сагітальній), кожен експеримент повторювали п'ять разів.

Статистичну обробку даних та графічне зображення проведено за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу One-way ANOVA та Post-hoc тест (Fisher's LSD) для порівняння рухів у суглобах ключиці залежно від кута елевації верхньої кінцівки за допомогою програмного пакета Microsoft Exel та Statistica 12.0. Різницю параметрів вважали статистично значущою за $p < 0,05$.

Таблиця

Середні показники фізіологічних рухів у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах [9, 15]

Елевація лопатки (град.)	Елевація верхньої кінцівки (град.)	Рухи в суглобах			
		надплечово-ключичному		грудинно-ключичному	
30	90	Елевація, град.	12	Елевація, град.	6
		Ретракція, град.	16	Ретракція, град.	13
		Ротація, град.	12	Ротація, град.	3
		Зміщення в горизонтальній площині, мм	–1,9 ± 1,3		
60	180	Елевація, град.	13	Елевація, град.	25–28
		Ретракція, град.	31	Ретракція, град.	27–33
		Ротація, град.	35	Ротація, град.	14–15
		Зміщення в горизонтальній площині, мм	+1,6 ± 2,7		

Результати та їх обговорення

На сьогодні проведено широкомасштабні біомеханічні дослідження обсягу рухів у надплечово-ключичному суглобі, міцності конструкцій, за допомогою яких застосовують тимчасову або постійну стабілізацію вивихів надплечового кінця ключиці. Проте привертає увагу значна кількість суперечностей щодо ролі різних типів фіксації вивиху надплечового кінця ключиці під час елевації верхньої кінцівки. Саме тому ми вважали за необхідне визначити механізм впливу різних типів фіксації вивиху надплечового кінця ключиці, які нині є найуживанішими, на обсяг рухів у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах.

Під час вимірювання за умов елевації верхньої кінцівки 90° показники ротаційних рухів у надплечово-ключичному суглобі в разі фіксації спеціалізованою пластиною Hook ($p = 0,767$) та системою DogBone ($p = 0,767$) візуально та статистично були наближені до показника «без фіксації» (рис. 4). Стабілізація гвинтом Bosworth, за Weber і АЗФ повністю обмежувала ротаційні рухи в надплечово-ключичному суглобі, які суттєво відрізнялися від показника «без фіксації» ($p < 0,05$). Через обмеження (блокування) ротаційних рухів у цьому суглобі спостерігали збільшення обсягу рухів у грудинно-ключичному за умов закріплення гвинтом Bosworth, за Weber, АЗФ і різницю від показника «без фіксації» ($p < 0,05$). У разі фіксації надплечово-ключичного суглоба спеціалізованою пластиною Hook і системою DogBone значення були наближені до показника «без фіксації» ($p = 0,588$ і $p = 1,0$ відповідно). Величина елевації ключиці в надплечово-ключичному суглобі також не відрізнялася від значення умовної норми ($p = 0,809$ і $p = 0,63$ відповідно). Показники закріплення гвинтом Bosworth, за Weber і АЗФ відрізнялись від норми «без фіксації» ($p < 0,05$). Значення елевації ключиці в грудинно-ключичному суглобі були аналогічними: за умов фіксації спеціалізованою пластиною Hook і системою DogBone відрізнялися від моделі «без фіксації» ($p = 0,786$); у разі використання гвинта Bosworth, фіксації за Weber і АЗФ — були відмінними від неї ($p < 0,05$). Аналіз протракції/ретракції в надплечово-ключичному суглобі показав, що за фіксації спеціалізованою пластиною Hook і системою DogBone статистичної та візуальної різниці з моделлю «без фіксації» не було ($p = 0,465$ і $p = 0,806$), у разі закріплення гвинтом Bosworth, за Weber і АЗФ — різницю виявлено ($p < 0,05$). Оцінювання показників протракції/ретракції ключиці в грудинно-ключичному суглобі визначало аналогічну ситуацію: за використання спеціалізованої пластини Hook і системи DogBone не встановлено відмінностей від моделі «без фіксації» ($p = 0,147$; $p = 1,0$), а в разі фіксації гвинтом Bosworth, за Weber і АЗФ — виявлено ($p < 0,05$).

За умов елевації верхньої кінцівки 180° показники ротаційних рухів у надплечово-ключичному суглобі в разі фіксації системою DogBone були наближені до моделі «без фіксації» ($p = 0,617$), у разі використання гвинта Bosworth, фіксації за Weber, спеціалізованої пластини Hook і АЗФ ротаційні рухи були обмеженими та відрізнялися від показника «без фіксації» ($p < 0,05$). Унаслідок цього спостерігали збільшення обсягу ротаційних рухів у грудинно-ключичному суглобі в разі

стабілізації гвинтом Bosworth, за Weber, спеціалізованою пластиною Hook, АЗФ порівняно з моделлю «без фіксації» ($p < 0,05$), а за використання системи DogBone показники були наближені до неї ($p = 0,21$). У результаті вимірювання значень елевації ключиці встановлено різницю в разі закріплення гвинтом Bosworth, за Weber, спеціалізованою пластиною Hook і АЗФ від показника «без фіксації» ($p < 0,05$), єдиним наближеним методом за величинами виявилася стабілізація системою DogBone ($p = 0,586$). Елевація ключиці в грудинно-ключичному суглобі за умов усіх пристроїв значуще відрізнялася від моделі «без фіксації» ($p < 0,05$). У випадку вимірювання протракції/ретракції в надплечово-ключичному суглобі найбільш наближені показники до моделі «без фіксації» були в разі застосування системи DogBone ($p = 0,513$), решта показали різницю на рівні $p < 0,05$.

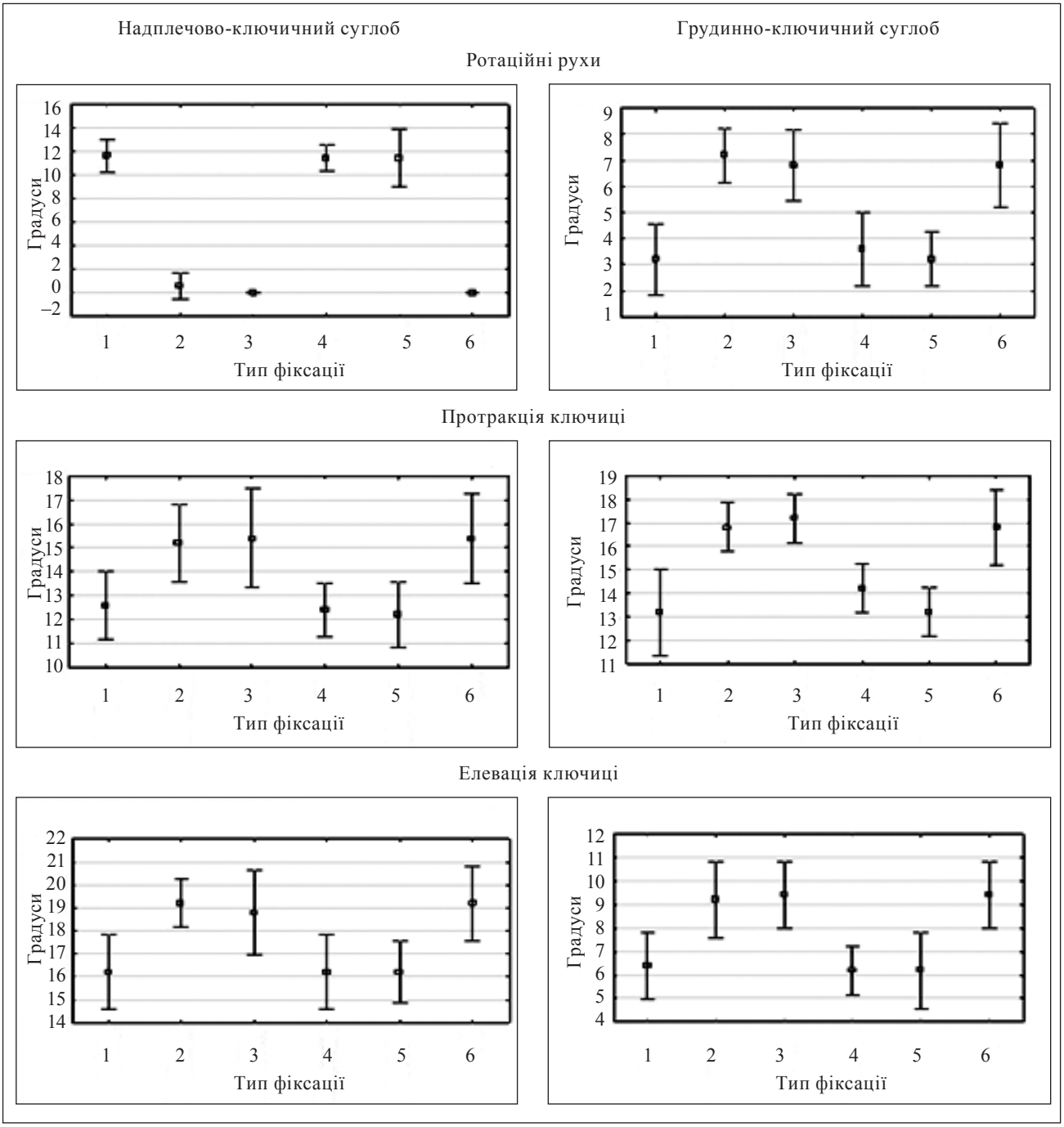

Рис. 4. Порівняльний аналіз кінематики рухів у суглобах ключиці залежно від способу фіксації вивиху надплечового кінця ключиці в положенні елевації верхньої кінцівки 90°. (Тип фіксації: 1 — без фіксації, 2 — гвинт Bosworth, 3 — фіксація за Weber, 4 — Hook-пластина, 5 — система DogBone, 6 — АЗФ)

У грудинно-ключичному суглобі зареєстровано збільшення показників протракції/ретракції в разі стабілізації гвинтом Bosworth, за Weber, АЗФ порівняно з моделлю «без фіксації» ($p < 0,05$), решта — спеціалізована пластина Hook ($p = 0,941$) і система DogBone ($p = 0,701$) значуще не відрізнялись (рис. 5).

Заслуговує на увагу вимірювання обсягу рухів надплечового кінця ключиці в горизонтальній площині за умов елевації верхньої кінцівки 90° та 180° з імітацією та без дії динамічних стабілізаторів надплечово-ключичного суглоба (трапецієподібного м'яза та передньої порції дельтоподібного). Під час елевації верхньої кінцівки 90° із відтворенням дії м'язів спостерігали обмеження рухів надплечового кінця ключиці в горизонтальній площині в разі використання гвинта Bosworth, фіксації за Weber, системою DogBone,

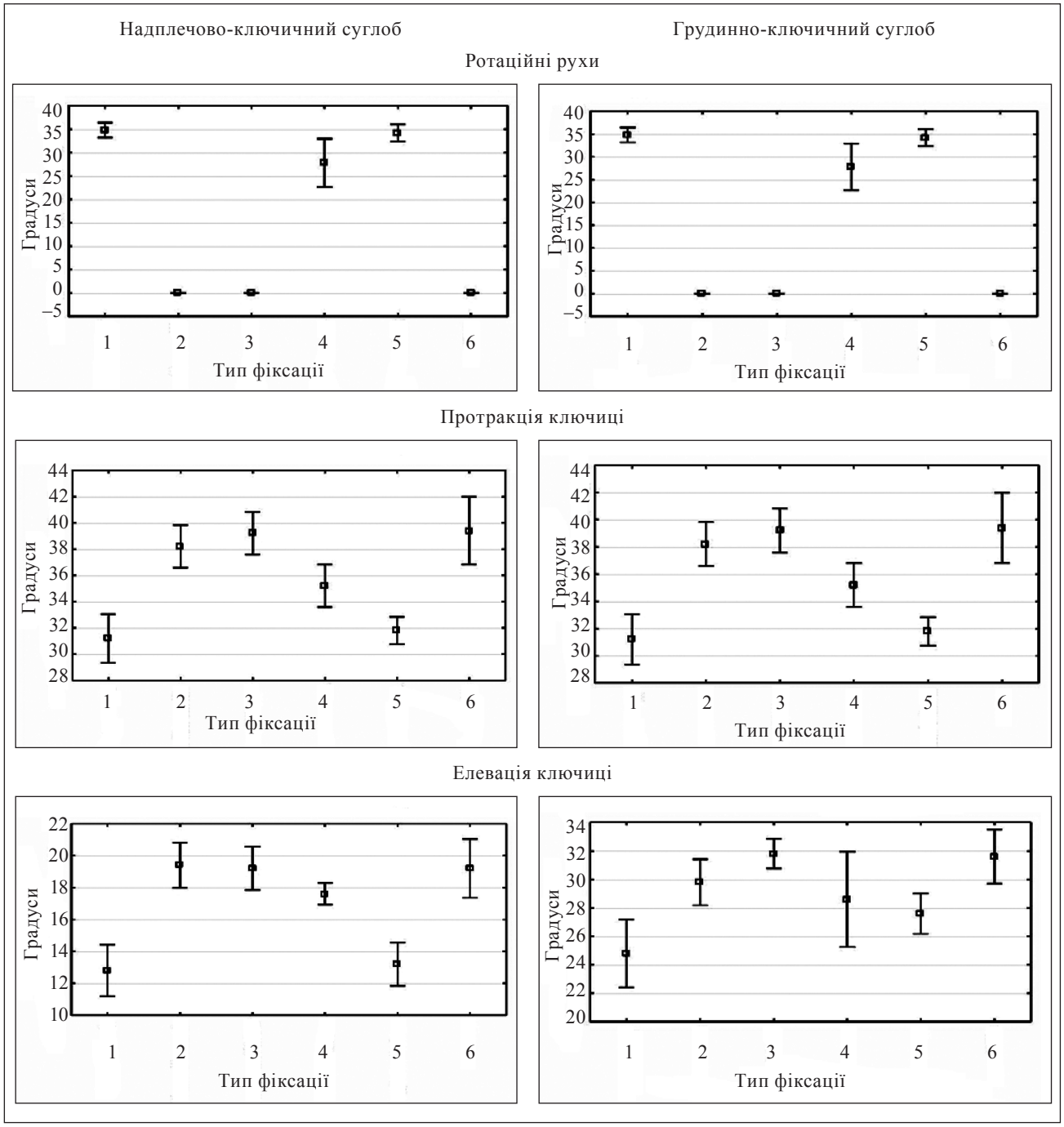

Рис. 5. Порівняльний аналіз кінематики рухів у суглобах ключиці залежно від способу фіксації вивиху надплечового кінця ключиці в положенні елевації верхньої кінцівки 180°. (Тип фіксації: 1 — без фіксації, 2 — гвинт Bosworth, 3 — фіксація за Weber, 4 — Hook-пластина, 5 — система DogBone, 6 — АЗФ)

АЗФ порівняно з показниками «без фіксації» ($p < 0,05$), за умов встановлення спеціалізованої пластини Hook показники наближені до моделі «без фіксації» ($p = 0,446$). У разі вимірювання рухів надплечового кінця ключиці в горизонтальній площині без імітації динамічних стабілізаторів, найбільш наближеною за величинами до моделі «без фіксації» була стабілізація спеціалізованою пластиною Hook ($p = 0,17$), інші методики показали статистичну різницю від варіанта норми ($p < 0,05$). Під час елевації верхньої кінцівки 180° із відтворенням дії динамічних стабілізаторів зафіксовано, що найбільш наближеним методом до показника «без фіксації» є система DogBone ($p = 0,306$), інші методики відрізнялися від них ($p < 0,05$). За умов елевації верхньої кінцівки 180° та без імітації дії динамічних стабілізаторів надплечово-ключичного суглоба всі методи фіксації показали статистичну різницю від показника «без фіксації» ($p < 0,05$).

Історично склалось, що основним принципом хірургічного лікування вивиху надплечового кінця ключиці є відновлення анатомічного співвідношення в надплечово-ключичному суглобі за допомогою методик, які призводили до повного обмеження рухів у суглобі. Згодом, через велику кількість ускладнень, розуміння кінематики рухів у плечовому суглобі та важливості рухів ключиці під час елевації верхньої кінцівки дизайн пристроїв модернізували, методи фіксації стали динамічними та відтворюють нормальний обсяг рухів у суглобах ключиці. Багато експериментальних досліджень здійснено в напрямку вивчення кінематики рухів у плечовому суглобі, особливо в плечолопатковому, із використанням тіл померлих, рентгенологічних досліджень, проведених за допомогою пінів, МРТ-обстежень. Проте робіт щодо вивчення функції й обсягу рухів у надплечово-ключичному суглобі в науковій літературі обмаль.

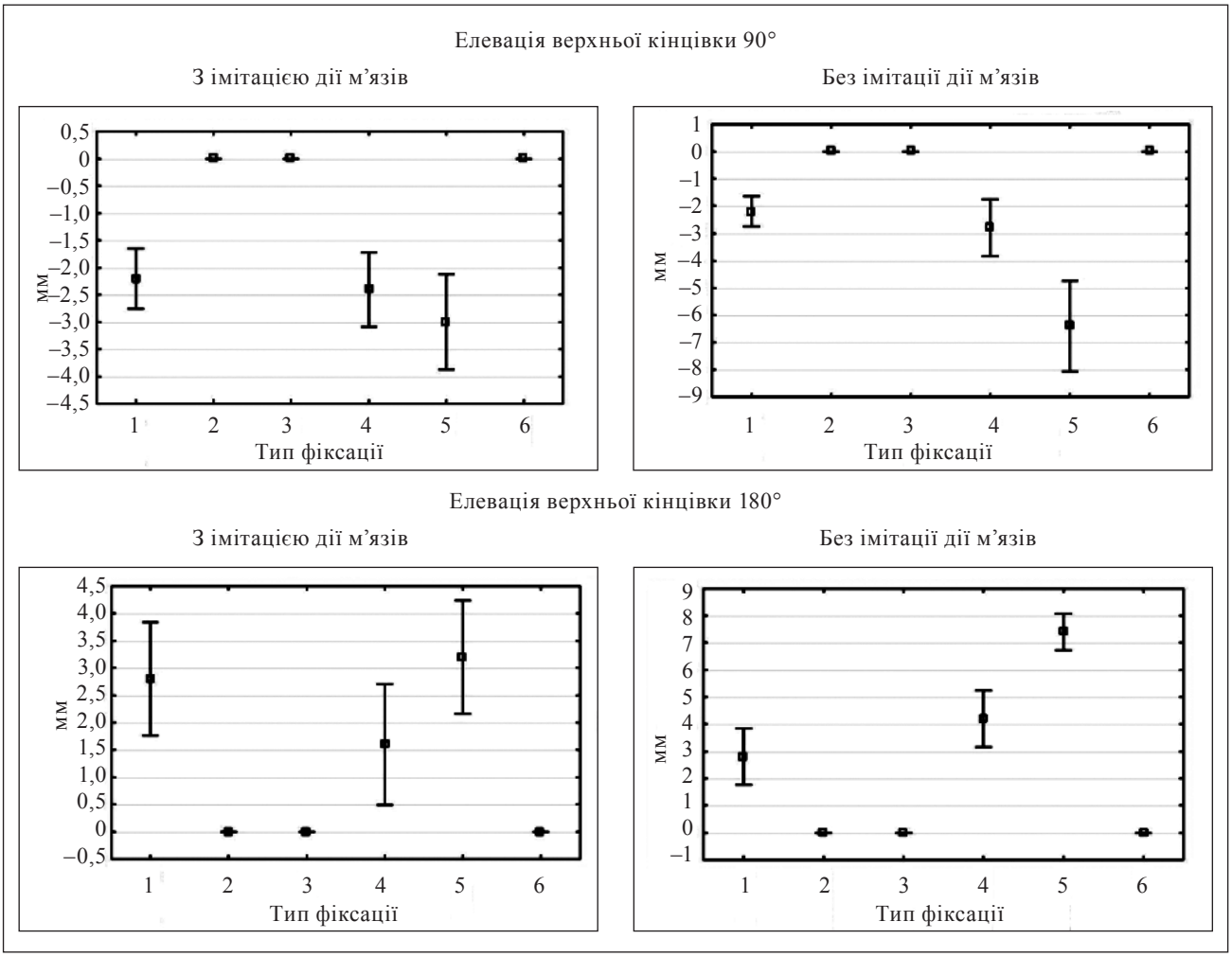

Рис. 6. Порівняльний аналіз зміщення надплечового кінця ключиці в горизонтальній площині за різних способів фіксації надплечово-ключичного суглоба в положенні елевації верхньої кінцівки 90° та 180°. (Тип фіксації: 1 — без фіксації, 2 — гвинт Bosworth, 3 — фіксація за Weber, 4 — Hook-пластина, 5 — система DogBone, 6 — АЗФ)

У 1944 році вперше опубліковано про важливу роль ротаційних рухів ключиці 20° на функцію та обсяг елевації верхньої кінцівки [17]. У результаті встановлення пінів у ключицю та надплечовий відросток лопатки під час рентгенологічного дослідження виявлено лише 5°–8° ротаційних рухів у надплечово-ключичному суглобі. У роботі W. Sahara і співавт. [9] повідомлено про обсяг ротаційних рухів ключиці в надплечово-ключичному суглобі, який склав 34,9° ± 8,4°, дослідження проводили *in vivo* на 3D МРТ відкритого типу, тому ми вважаємо, що отримані результати максимально наближені до реальних показників [9]. У нашому експерименті відтворено фізіологічні рухи в надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах та виявлено, що за фіксації гвинтом Bosworth, за Weber та АЗФ ротаційні рухи повністю обмежені в надплечово-ключичному суглобі, що, у свою чергу, збільшило показники протракції/ретракції ключиці та компенсаторно — обсяг ротаційних рухів у грудинно-ключичному суглобі. У випадку елевації верхньої кінцівки 90° наближеною до показників норми ротаційних рухів у надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах виявилася стабілізація спеціалізованою пластиною Hook і системою DogBone Artrex. Під час максимальної елевації верхньої кінцівки лише фіксація системою DogBone Artrex зберігає ротаційні рухи в надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах у межах норми. Інші типи фіксації порушували обсяг рухів у суглобах ключиці.

Горизонтальна нестабільність у надплечово-ключичному суглобі, яка проявляється в зміщенні надплечового кінця ключиці в дорзальному напрямку, є актуальною проблемою лікування його вивихів. Більшість хірургічних технік і біомеханічних досліджень направлені на відновлення та вивчення лише вертикальної стабільності в надплечово-ключичному суглобі [18]. L. Weiser і співавт. [19] порівняли 4 анатомічні методики фіксації надплечового кінця ключиці до дзьобоподібного відростка лопатки з і без додаткової фіксації надплечово-ключичного суглоба та дійшли висновку, що додаткова стабілізація не посилює горизонтальну його стабільність [19]. У нашому дослідженні (рис. 6) за умов імітації дії динамічних стабілізаторів надплечово-ключичного суглоба та фіксації системою DogBone і спеціалізованою пластиною Hook досягнуто достатню горизонтальну стабільність цього суглоба під час елевації верхньої кінцівки 90° та 180°, показники були в межах норми. Без імітації динамічних стабілізаторів стабілізація гвинтом Bosworth, за Weber та АЗФ повністю обмежувала горизонтальні рухи в надплечово-ключичному суглобі, наближеною до показників норми була фіксація спеціалізованою пластиною Hook, а фіксація системою DogBone значно перевищувала показники горизонтальної стабільності. Тому вважаємо за доцільне рекомендувати в разі травматичних вивихів надплечового кінця ключиці з ушкодженням динамічних стабілізаторів додаткове фіксування надплечово-ключичного суглоба. Також слід зазначити, що на його горизонтальну стабільність проведення двох систем TightRope додатково не впливає, що підтверджено в біомеханічному дослідженні L. Weiser і співавт. [19].

Вивихи в надплечово-ключичному суглобі є поширеною травмою ділянки плечового пояса, проте методики хірургічного лікування різноманітні та нестандартизовані. Ми показали вплив поширених методів фіксації вивиху надплечового кінця ключиці на обсяг рухів у суглобах ключиці, що в клінічній практиці має вплинути на режим реабілітації хворих, обмежити обсяг рухів верхньої кінцівки та попередити міграцію або злам металофіксаторів.

Висновки

Найбільш наближеною методикою фіксації вивиху надплечового кінця ключиці, за якої відтворюються фізіологічні рухи в надплечово-ключичному та грудинно-ключичному суглобах під час елевації верхньої кінцівки 90° є спеціалізована пластина Hook та система двох мініпластин, зв'язаних шовним матеріалом (система DogBone Artrex). У разі елевації верхньої кінцівки 180° єдиним методом фіксації, коли рухи в надплечово-ключичному суглобі наближені до фізіологічних, є використання двох мініпластин і надміцного шовного матеріалу (система DogBone Artrex), інші методики фіксації (гвинтом Bosworth, за Weber, АЗФ, спеціалізованою пластиною Hook) обмежують рухи в надплечово-ключичному суглобі та збільшують їхній обсяг у грудинно-ключичному ($p < 0,05$).

Фіксація гвинтом Bosworth, за Weber, АЗФ, спеціалізованою пластиною Hook обмежує ротаційні рухи в надплечово-ключичному суглобі під час максимальної елевації верхньої кінцівки, що в клінічній практиці обумовлює її іммобілізацію після хірургічного втручання, обмеження рухів під час реабілітаційного лікування та може вплинути на злам або міграцію металофіксаторів.

У випадку стабілізації вивиху надплечового кінця ключиці технікою анатомічного відтворення дзьобо-ключичної зв'язки за допомогою системи двох мініпластин, з'єднаних шовним матеріалом (система DogBone Artrex) за умов травмування динамічних (дельтоподібного та трапецієподібного м'язів) і статичних стабілізаторів надплечово-ключичного суглоба, що відповідає V ступеню ушкодження за Rockwood, обов'язковим є додаткова фіксація надплечово-ключичного суглоба для його стабілізації в горизонтальній площині.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Acromioclavicular joint stabilization: a biomechanical study of bidirectional stability and strength / P. Hislop, K. Sakata, D. C. Ackland [et al.] // The Orthopaedic Journal of Sports Medicine. — 2019. — Vol. 7 (4). — DOI: 10.1177/2325967119836751.
2. Quantitative assessment of the coracoacromial and the coracoclavicular ligaments with 3-dimensional mapping of the coracoid process anatomy: a cadaveric study of surgically relevant structures / J. Chahla, D. C. Marchetti, G. Moatshe [et al.] // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery. — 2017. — Vol. 34 (5). — P. 1–9. — DOI: 10.1016/j.arthro.2017.11.033.
3. Малоінвазивне лікування свіжих ушкоджень надплечево-ключичного суглоба / М. Л. Головаха, І. В. Шишка, О. В. Баніт [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2012. — № 3. — С. 35–38. — DOI: 10.15674/0030-59872012335-38.
4. Current concepts in the treatment of acromioclavicular joint dislocations / K. Beitzel, M. P. Cote, J. Apostolakos [et al.] // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. — 2013. — Vol. 29 (2). — P. 387–397. — DOI: 10.1016/j.arthro.2012.11.023.
5. New insights in the treatment of acromioclavicular / C. J. A. van Bergen, A. F. van Bemmel, T. D. W. Alta [et al.] // World journal of orthopedics. — 2017. — Vol. 8 (12). — P. 861–873. — DOI: 10.5312/wjo.v8.i12.861.
6. Different treatment strategies for acromioclavicular dislocation injuries: a nationwide survey on open/minimally invasive and arthroscopic concepts / F. Allemann, S. Halvachizadeh, M. Waldburger [et al.] // European Journal of Medical Research. — 2019. — Vol. 24 (1). — Article ID: 18. — DOI: 10.1186/s40001-019-0376-7.
7. Лечение повреждений акромиально-ключичного сочленения методом наружного чрескостного остеосинтеза / В. Ю. Черниш, В. Г. Климовицький, О. Я. Лобко [и др.] // Травма. — 2009. — Т. 10, № 3.
8. Уманский К. С. Результаты применения способа лечения при полных разрывах акромиально-ключичного сочленения, сохраняющего его физиологическую подвижность / К. С. Уманский // Травма. — 2011. — Т. 12, № 1. — С. 21–23.
9. 3D kinematic analysis of the acromioclavicular joint during arm abduction using vertically open MRI / W. Sahara, K. Sugamoto, M. Murai [et al.] // Journal of Orthopaedic Research. — 2006. — Vol. 24 (9). — P. 1823–1831. — DOI: 10.1002/jor.20208.
10. Winkler H. Die Behandlung der Akromioklavikulargelenk verrenkung durch Zuggurtung und Bandnaht [Treatment of acromioclavicular joint dislocation by tension band and ligament suture] / H. Winkler, D. Schlamp, A. Wentzensen // Aktuelle Traumatologie. — 1994. — Vol. 24 (4). — P. 133–139.
11. Bosworth B. M. Acromioclavicular separation: new method of repair / B. M. Bosworth // Surgery, Gynecology and Obstetrics. — 1941. — Vol. 73. — P. 866–871.
12. Sim E. Repair of complete acromioclavicular separations using the Acromioclavicular-Hook Plate / E. Sim, A. Berzlanovich, N. Schwarz // Clinical Orthopaedics and Related Research. — 1995. — Vol. 314. — P. 134–142.
13. Struhl S. Axial-plane biomechanical evaluation of 2 suspensory cortical button fixation constructs for acromioclavicular joint reconstruction / S. Struhl, T. S. Wolfson, F. Kummer // Journal of Sports Medicine. — 2016. — Vol. 4 (12). — DOI: 10.1177/2325967116674668.
14. Пат. 38662 Україна, A61B 17/60. Спосіб черезкісткового остеосинтезу вивиху акроміального кінця ключиці / Лобко О. Я., Черниш В. Ю., Чернецький В. Ю. [та ін.]. — № u200808639 ; заявл. 01.07.2008 ; опубл. 12.01.2009 ; Бюл. № 1.
15. Procedure to describe clavicular motion / G. G. Delgado, M. De Beule, D. R. Ortega Cardentey [et al.] // Tongel Journal of Shoulder and Elbow Surgery. — Vol. 26 (3). — P. 490–496. — DOI: 10.1016/j.jse.2016.09.009.
16. ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion—Part II: shoulder, elbow, wrist and hand / Ge Wu, F. C. van der Helm, H. E. J. Veeger [et al.] // Journal of Biomechanics. — 2005. — Vol. 38 (5). — P. 981–992. — DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.05.042.
17. Inman V. T. Observations of the function of the shoulder joint / V. T. Inman, J. B. Saunders, L. C. Abbott // Clinical Orthopaedics and Related Research. — 1996. — Vol. 330. — P. 3–12. — DOI: 10.1097/00003086-199609000-00002.
18. Acromioclavicular joint reconstruction: an additional acromioclavicular cerclage does not improve horizontal stability in double coraco-clavicular tunnel technique / J. Theopold, T. Schobel, J. P. Fischer [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. — 2019. — Vol. 27 (12). — P. 3827–3834. — DOI: 10.1007/s00167-019-05674-1.
19. Acromioclavicular joint dislocations: coracoclavicular reconstruction with and without additional direct acromioclavicular repair / L. Weiser, J. V. Nuchtern, K. Sellenschloh [et al.] // Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. — 2017. — Vol. 25 (7). — P. 2025–2031. — DOI: 10.1007/s00167-015-3920-1.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2020

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF DIFFERENT FIXATION METHODS OF ACROMIOCLAVICULAR JOINT DISLOCATIONS ON ACROMIOCLAVICULAR AND STERNOCLAVICULAR JOINTS MOTIONS

S. O. Bezruchenko [1], O. V. Dolhopolov [1], I. A. Lazarev [1], O. V. Chkalov [2], M. L. Yarova [1]

[1] SI «Institute of Traumatology and Orthopedics NAMS of Ukraine», Kyiv
[2] National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

✉ Sergij Bezruchenko: drbezruchenko@gmail.com
✉ Olexij Dolhopolov, MD: poloff@ua.fm
✉ Igor Lazarev, PhD: ilazarev@ukr.net
✉ Olexij Chkalov, PhD in Tech.Scien.: tchkalov@gmail.com
✉ Maryna Yarova, PhD: dr.maryna.yarova@gmail.com

ДО УВАГИ СПЕЦІАЛІСТІВ

ДУ "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України" проводить післядипломну підготовку лікарів-спеціалістів, у тому числі іноземних громадян, у клінічній ординатурі та у формі стажування за спеціальністю «ортопедія і травматологія», на курсах інформації та стажування з актуальних питань ортопедії та травматології (ліцензія Міністерства освіти і науки України АЕ № 285527 від 27.11.2013)

Курси інформації та стажування для лікарів ортопедів-травматологів

№	Назва	Керівник
1.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих із патологією великих суглобів	Проф. Філіпенко В. А.
2.	Ендопротезування великих суглобів	Проф. Філіпенко В. А.
3.	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей з ортопедичною патологією	Проф. Хмизов С. О.
4.	Хірургічні та консервативні методи лікування дітей із патологією стопи	Проф. Хмизов С. О. Кикош Г. В.
5.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих із патологією хребта	Проф. Радченко В. О.
6.	Малоінвазивна й інструментальна хірургія хребта	Проф. Радченко В. О.
7.	Хірургічні та консервативні методи лікування хворих зі сколіотичними деформаціями хребта	Проф. Радченко В. О. К. м. н. Барков О. О.
8.	Мануальна терапія в комплексному лікуванні хворих із патологією хребта	Проф. Радченко В. О.
9.	Діагностика та лікування патології стопи в разі травм і деформацій	К. м. н. Прозоровський Д. В.
10.	Діагностика та лікування пухлин опорно-рухової системи	Проф. Вирва О. Є.
11.	Ревізійне ендопротезування великих суглобів	Проф. Вирва О. Є.
12.	Артроскопічна діагностика та лікування патології великих суглобів	К. м. н. Болховітін П. В. К. м. н. Паздніков Р. В.
13.	Консервативні методи лікування хворих з ортопедо-травматологічною патологією	Д. м. н. Федотова І. Ф. К. м. н. Корж І. В.
14.	Постізометрична релаксація та масаж в ортопедії та травматології	К. м. н. Стауде В. А.
15.	Ультразвукове дослідження опорно-рухової системи в дорослих і дітей	К. м. н. Котульський І. В.
16.	Регіональна анестезія в ортопедії та травматології з використанням ультразвукових методів візуалізації	К. м. н. Лизогуб М. В.
17.	Лабораторні методи дослідження в ортопедії та травматології (клініко-діагностичні, біохімічні, морфологічні, імунологічні)	К. б. н. Леонтьєва Ф. С. К. б. н. Ашукіна Н. О.
18.	Експрес-ортезування та протезування опорно-рухового апарату	К. м. н. Диннік О. А. Тимченко І. Б.

Телефон для довідок: (057) 725-14-77