

ВГО “УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ОРТОПЕДІВ-ТРАВМАТОЛОГІВ”
ВГО “УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ СПОРТИВНОЇ ТРАВМАТОЛОГІЇ,
ХІРУРГІЇ КОЛІНА ТА АРТРОСКОПІЇ”
ДУ “ІНСТИТУТ ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ НАМН УКРАЇНИ”

ВІСНИК

ОРТОПЕДІЇ, ТРАВМАТОЛОГІЇ ТА ПРОТЕЗУВАННЯ

УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
3 (86) – 2015

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор Г. В. Гайко
Відповідальний секретар О. О. Коструб
Науковий редактор А. П. Лябах

М. Л. Анкін (Київ)	А. П. Крись-Пугач (Київ)
А. Т. Бруско (Київ)	В. М. Левенець (Київ)
О. А. Бур'янов (Київ)	О. Є. Лоскутов (Дніпропетровськ)
С. І. Герасименко (Київ)	В. О. Радченко (Харків)
Г. І. Герцен (Київ)	Ю. М. Гук (Київ)
М. П. Грицай (Київ)	А. Т. Сташкевич (Київ)
І. В. Рой (Київ)	С. С. Страфун (Київ)
В. Г. Климовицький (Донецьк)	А. В. Калашніков (Київ)
М. О. Корж (Харків)	С. Магомедов (Київ)

РЕДАКЦІЙНА РАДА

О. Г. Гайко (Київ)	В. В. Поворознюк (Київ)
А. В. Белецький (Мінськ, Білорусь)	М. В. Полулях (Київ)
М. Л. Головаха (Запоріжжя)	А. В. Самохін (Київ)
В. В. Григоровський (Київ)	С. В. Сергеев (Москва, Росія)
І. М. Зазірний (Київ)	В. С. Суліма (Івано-Франківськ)
І. М. Курінний (Київ)	Ю. В. Сухін (Одеса)
А. Ф. Левицький (Київ)	В. О. Фіщенко (Вінниця)
В. Й. Марчинський (Варшава, Польща)	В. А. Філіпенко (Харків)
М. С. Кабацій (Київ)	

Журнал сертифіковано ВАК України (Постанова Президії ВАК України N 1-05/3 від 14.04.2010 р.)
Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія KB № 21234-11034 ПР від 04.03.2015 р. ISSN O132-2486
Рекомендовано до друку вченою радою ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України” (протокол № 11 від 16.06.2015 р.)

Редакція залишає за собою право редагувати подані матеріали. Відповідальність за зміст реклами несе рекламодавець.
За зміст публікацій, достовірність фактів, цитат, власних назв та інших відомостей відповідають автори.
Усі права захищені. Будь-яке відтворення матеріалів або фрагментів із них можливе лише за письмовою згодою авторів і редакції, посилання на видання обов'язкове.

Журнал включений до наукометричних баз РІНЦ

ЗМІСТ

Страфун С.С., Ломко В.М., Гомонай І.В. Клінічна діагностика заднього звиху плеча 4	Strafun S.S., Lomko V.M., Homonai I.V. Clinical diagnosis of posterior shoulder dislocation 4
Лябах А.П. Дистальна тібіо-фібулярна стабілізація при лікуванні переломів кісточок гомілки 8	Liabakh A.P. Distal tibiofibular stabilization in the treatment of malleolar fractures 8
Курінний І.М., Ярова М.Л., Мазевич В.Б. Клініко-ультрасонографічна оцінка хірургічного лікування ушкоджень анулярних зв'язок при наслідках травм сухожилків згиначів пальців кисті в "критичній" зоні 13	Kurinni I.M., Yiarova M.L., Mazevyh V.B. Clinical and ultrasonographic assessment of surgical treatment of pulley damages after trauma of flexor tendons of fingers in the "critical" area 13
Макаров В.Б., Левадний Е.В., Страфун А.С. Сравнительный биомеханический анализ напряженно-деформированного состояния в локтевом суставе в норме и при последствиях травмы 19	Makarov V.B., Lievadnyi Ye.V., Strafun O.S. Comparative biomechanical analysis of stress-strain state of elbow joint in health and after injury 19
Руденко Р.І., Турчин О.А., Лазаренко Г.М., Лябах А.П. Артродез першого зап'ястно-плювового суглоба при хірургічному лікуванні hallux valgus 26	Rudenko R.I., Turchyn O.A., Lazarenko G.M., Liabakh A.P. 1st cuneo-metatarsal fusion in the surgical treatment of hallux valgus 26
Страфун С.С., Борзих О.В., Лакша А.М., Шипунов В.Г. Особливості перебігу компартмент-синдрому при вогнепальних ушкодженнях кінцівок 30	Strafun S.S., Borzyh O.V, Laksha A.M., Shypunov V.G. Features of a current of compartment-syndrome at gunshot wounds of extremities 30
Левицький А.Ф., Карабенюк О.В., Голубенко О.О. Порівняльна характеристика консервативних методів лікування вродженої клишоногості у дітей до першого року життя 34	Levytskyi A.F., Karabeniuk O.V., Golubenko O.O. Comparative characteristics of the conservative methods for the treatment of congenital clubfoot in infants 34
Гук Ю.М., Марциняк С.М., Кінча-Поліщук Т.А., Чеверда А.І. Метаболізм кісткової тканини у хворих на вітамін-Д-залежний рахіт II типу 37	Huk Yu.M., Martsyniak S.M., Kinch-Polishchuk T.A., Cheverda A.I. Bone metabolism in patients with vitamin D-dependent rickets type II 37
Бруско А.Т., Коструб О.О., Блонський Р.І., Блінова О.М. Морфологічні зміни структури сухожилля при синдромі хронічного перевантаження 41	Brusco A.T., Kostrub O.O., Blonskyi R.I., Blinova O.M. Morphological changes in the structure of tendons in the syndrome of chronic overload 41

**Лоскутов О.А., Левадный Е.В.,
Синегубов Д.А., Лоскутов А.Е.**

Влияние толщины цементной мантии
на напряжения в системе
“кость-цемент-бедренный компонент”
эндопротеза тазобедренного сустава 46

Король С.О.

Особливості вогнепальних
і мінно-вибухових поранень стопи,
отриманих під час антитерористичної операції 52

Юхимчук О.А., Калашніков А.В.

Комп'ютерне моделювання напружень
і деформації стегнової кістки
при використанні інтрамедулярних
металевих фіксаторів різної пружності 56

**Горелов О.М., Тітарчук Р.В.,
Головаха М. Л.**

Раннє функціональне навантаження
після відновлення ахіллової сухожилки 62

Огляди і рецензії

Анкін М.Л., Бурлука В.В.

Консервативні та хірургічні методи лікування
нестабільних пошкоджень таза у постраждалих
із політравмою (огляд літератури) 67

Лисак А.С.

Невротизація плечового сплетення:
сучасний стан проблеми (огляд літератури) 73

Короткі повідомлення та нотатки з практики

**Сашо Ассіов, Атанас Андреев,
Атанас Кацаров, Христо Піпонов,
Станіслав Мілев, Пламен Гулубов,
Філіп Хітов**

Клінічний випадок хірургічного лікування
пізнього нижнього вивиху плеча 84

Інформація

Звіт про конференцію ВГО “Українська
асоціація спортивної травматології,
хірургії коліна та артроскопії”
24–26 вересня в Києві (Пуща-Озерна) 88

**Loskutov O.O., Levadnyi E.V.,
Synegubov D.A., Loskutov O.E.**

Influence of thickness of the cement
mantle on the stress state
of the “bone-cement-femoral component”
system of hip endoprosthesis 46

Korol S.O.

Features of gunshot and mine-explosive
foot injuries obtained during
counter-terrorist operations 52

Yukhymchuk O.A., Kalashnikov A.V.

Computer modeling of stresses
and deformation of the femur
using intramedullary metal clamps
of different elasticity 56

**Gorelov O.M., Titarchuk R.V.,
Golovakha M.L.**

Early functional weight-bearing after surgical
repair of achilles tendon rupture 62

Digest and reviews

Ankin M.L., Burluka V.V.

Conservative and surgical treatment
of unstable pelvic injuries in patients
with polytrauma (review of literature) 67

Lysak A.S.

Brachial plexus neurotization: current state
of the art (review of literature) 73

Short reports and notes from practice

**Sasho Assiov, Atanas Andreev,
Atanas Katsarov, Hristo Piponov,
Stanislav Milev, Plamen Gulubov,
Philip Hitov**

A case of surgically treated late inferior
dislocation of the glenohumeral joint 84

Information

Report on the Conference of the NGO
“Ukrainian Association of Sports Traumatology,
Knee Surgery and Arthroscopy”
24-26 September Kyiv (Pushcha-Ozerna) 88

КЛІНІЧНА ДІАГНОСТИКА ЗАДНЬОГО ЗВИХУ ПЛЕЧА

Страфун С.С., Ломко В.М., Гомонай І.В.

ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

Резюме. Результати клінічної діагностики 30 пацієнтів із заднім вивихом плеча проаналізовано та зіставлено з даними інтраопераційної картини та даними інструментальних методів дослідження. Розраховано діагностичну цінність таких клінічних тестів: симптом задньої висувної шухляди, задній стрес-тест, ривок (jerk test), симптом Рова-Зарінса, тест Кіма, модифікований тест О'Брайена, відсутність зовнішньої ротації. Тести, відсутність зовнішньої ротації, задній стрес-тест, ривок (jerk test) виявилися високоспецифічними. Чутливість і специфічність цих тестів становить від 85% до 100%, що робить їх найбільш значущими в клінічній діагностиці заднього вивиху плеча у свіжих і застарілих випадках.

Ключові слова: задній вивих плеча, симптом задньої висувної шухляди, задній стрес-тест, ривок (jerk test), симптом Рова-Зарінса, тест Кіма, модифікований тест О'Брайена.

Вступ

Задній вивих плеча спостерігається приблизно в 2-5% від усіх вивихів плечової кістки [1]. Точна оцінка захворюваності є складним завданням, оскільки ця патологія зустрічається не часто й правильний діагноз не завжди встановлюється. Діагноз заднього вивиху плеча не встановлюється приблизно у 60-79% випадків при первинному огляді [2]. Це приводить до формування контрактур плечового суглоба та збільшення кісткових дефектів головки плечової кістки. Близько 15% всіх задніх звихів плеча є двосторонніми [10], що стирає клінічні ознаки при контралатеральному огляді.

Травматичний задній вивих виникає від осьової сили, прикладеної до верхньої кінцівки в положенні приведення, внутрішньої ротації [11]. Іноді ця патологія виникає внаслідок епіпаду [6] чи судом у результаті метаболічних порушень, таких як гіпоглікемія та гіпокальціємія (при цукровому діабеті, панкреатиті, алкоголізмі, голодуванні) [7, 8]. Крім того, задній вивих спостерігався у пацієнтів після алкогольної або наркотичної абстиненції [5], а також при ураженні електричним струмом або після електрошокової терапії [9].

У застарілих випадках амплітуда рухів помірно збільшується за рахунок розробки та збільшення дефекту передньої поверхні головки плечової кістки, відомого як пошкодження МакЛафліна чи зворотній Хілл-Сакс, проте зовнішня ротація залишається обмеженою та болісною.

В західній літературі задній вивих плеча описується як реалізована задня нестабільність плечового суглоба, а для діагностики використовують такі клінічні тести: симптом задньої висувної шухляди, задній стрес-тест, ривок (jerk test), симптом Рова-Зарінса, тест Кіма, модифікований тест О'Брайена.

Мета роботи – визначити діагностичну цінність клінічних тестів, чутливість і специфічність симптомів (тестів) при задньому звиху плеча.

Матеріали і методи

Матеріалом для роботи стали результати обстеження та хірургічного лікування 30 пацієнтів із заднім вивихом плеча віком від 20 до 70 рр. (в середньому – 39,5 року), які лікувались у клініці мікрохірургії та відновної хірургії верхньої кінцівки ДУ "ІТО НАМН України" (табл. 1). Чоловіків було 26, жінок – 4. Дані з історій хвороби були використані з урахуванням вимог комітету з біоетики ДУ "ІТО НАМН України".

Таблиця 1

Вік	20-30 р.	30-40 р.	40-50 р.	50-60 р.	60-70 р.
Кількість, %	8 26,7%	5 16,6%	6 20%	8 26,7%	3 10%

Давність пошкодження становила від 6 днів до 53 міс. (середня давність – 193 дня) – табл. 2.

Таблиця 2

Давність звиху	до 1 міс.	1-3 міс.	до 6 міс.	більше 6 міс.
Кількість, %	7 23,3%	2 6,7%	4 13,3%	17 56,7%

Виконували дослідження таких клінічних тестів: відсутність зовнішньої ротації, симптом задньої висувної шухляди, задній стрес-тест, ривок (jerk test), симптом Рова-Зарінса, тест Кіма, модифікований тест О'Брайена. Ці тести, окрім відсутності зовнішньої ротації, використовуються для виявлення реалізованої задньої нестабільності плечового суглоба. Оскільки клінічної симптоматики

для заднього звиху плеча не існує, то ми вирішили перевірити чутливість і специфічність тестів при цій патології.

Дослідження пацієнтів проводили в положенні стоячи, сидячи та лежачи. Візуально оцінювали контур плечового суглоба, пальпаторно намагалися виявити міграцію головки плечової кістки назад чи її наявність у підвисній ділянці.

Методика проведення тестів

Відсутність зовнішньої ротації. Різко обмежена зовнішня ротація плечового суглоба навіть при прикладанні сторонньої сили, верхня кінцівка встановлена в положенні внутрішньої ротації 30° (рис. 1).



Рис. 1. Методика проведення тесту “відсутність зовнішньої ротації”

Симптом задньої висувної шухляди (тест Фукудо). Пацієнт лежав на спині, лікар виконував відведення в плечовому суглобі на 80°, згинання у ліктьовому суглобі на 120°, великий палець лікаря знаходився на передній поверхні плечового суглоба, II-IV пальці на задній. Плечова кістка обережно поверталася до середини та приводилася до 60-80°. При позитивному симптомі головка плечової кістки зміщувалася назад, тобто мігрувала з-під великого пальця та відчувалася II-V пальцями (рис. 2).

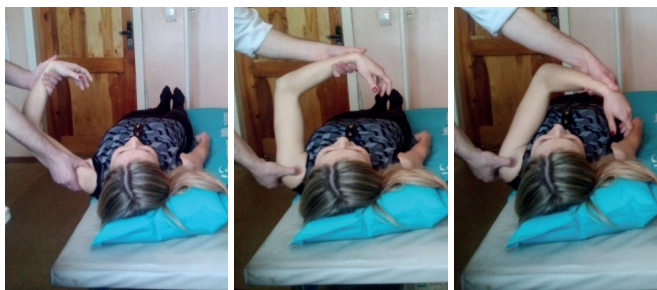


Рис. 2. Методика проведення тесту задньої висувної шухляди

Тест виконували сидячи, досліджувана кінцівка у нейтральному положенні, великий палець лікаря знаходився на задній поверхні плечового суглоба, II-V пальці – на пе-

редній. Виконуючи внутрішню та зовнішню ротацію плеча, пальцями намагалися змістити головку плеча назад.

Задній стрес-тест. Тест виконували сидячи та лежачи, досліджувану кінцівку лікар згинав на 90° у приведеному положенні, обертав до середини на 90° у плечовому суглобі, згинав на 90° у ліктьовому суглобі та здійснював тиск по осі плеча. Тест вважався позитивним, якщо у хворого з'являлося передчуття підзвиху та він намагається завадити цьому (рис. 3).



Рис. 3. Методика проведення заднього стрес-тесту

Ривок (jerk test). Тест виконували в положенні сидячи, досліджувану кінцівку лікар згинав до 90° у плечовому суглобі, ліктьовий суглоб був зігнутий до кута 90°, виконувалася внутрішня ротація до 90° та максимально приводилася до тулуба. При позитивному симптомі відбувалося зміщення головки плечової кістки назад та при відведенні плеча відбувалося її вправлення та відчувався характерний ривок.

Тест Кіма. Тест виконувався в положенні сидячи, досліджувану кінцівку лікар згинав до 90° та відводив до 60° у плечовому суглобі, ліктьовий суглоб зігнутий під кутом 90°, однією рукою лікар тримав кінцівку за передпліччя та виконував тиск по осі плеча, а другою рукою, тримаючи плече за середню третину, виконував тракцію на зовні. Тест вважався позитивним при виникненні болю чи підвиху в плечовому суглобі (рис. 4).

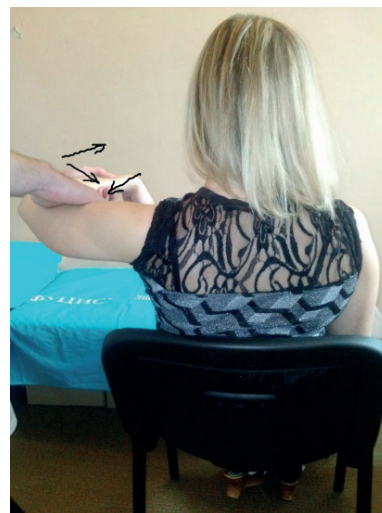


Рис. 4. Методика проведення тесту Кіма

Модифікований тест О'Брайена. Тест виконувався стоячи чи сидячи, досліджувану кінцівку хворий ротував до середини на 90° у плечовому суглобі та згинав до 30-60°, лікар виконував протидію згинанню в результаті чого хворий відчував біль і не міг протистояти.

Симптом Рова-Зарінса. Симптом полягає в неможливості супінації передпліччя при згинанні в ліктьовому суглобі (рис. 5).



Рис 5. Методика виявлення симптому Рова-Зарінса

Була розрахована чутливість і специфічність цих тестів.

Чутливість – процентне співвідношення дійсно позитивних результатів (ДПР) до суми дійсно позитивних (ДПР) та хибно негативних результатів (ХНР):

$$\text{ДПР}/(\text{ДПР}+\text{ХНР})\times 100\%.$$

Специфічність – процентне співвідношення дійсно негативних результатів (ДНР) у пацієнтів, які не мають цієї патології до суми дійсно негативних результатів (ДНР) та хибно позитивних результатів (ХПР) (частота негативного результату в здорових людей):

$$\text{ДНР}/(\text{ДНР}+\text{ХПР})\times 100\%.$$

Результати та їх обговорення

Структурні зміни плечового суглоба, виявлені під час оперативних втручань, залежали від давності пошкодження. Вона становила від 6 днів до 53 міс. (середня давність – 193 дня). Виявлена закономірність між давністю пошкодження та розміром дефекту головки плечової кістки. Чим більша давність пошкодження, тим більший дефект та амплітуда рухів за умови активної розробки пацієнтом.

Дефект головки плечової кістки оцінювали за допомогою інструментальних методів (КТ, МРТ) та інтраопераційно, спостерігали тип III за візуальною класифікацією Каландра [13].

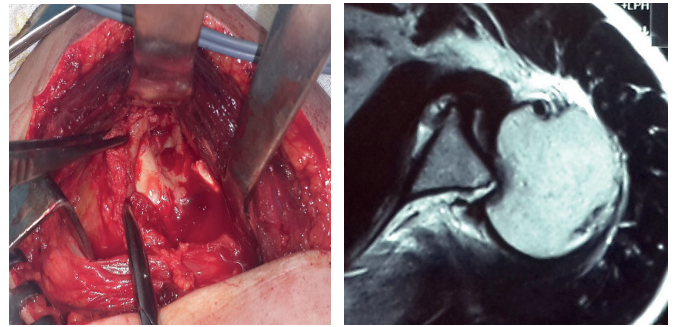


Рис. 6. Хв. Ф. Давність звиху – 6 днів. Дефект головки, зворотній Хілл-Сакс

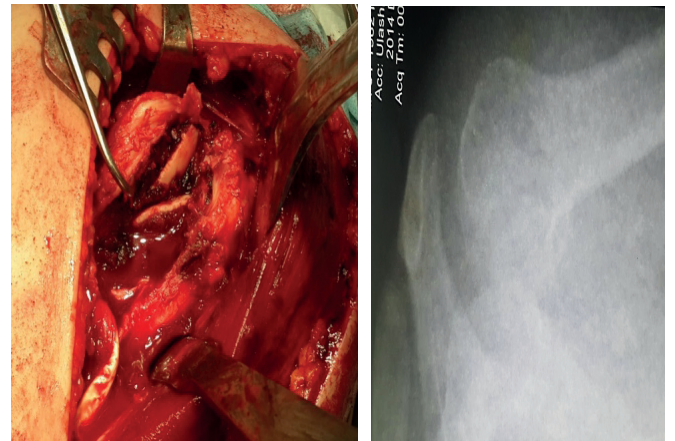


Рис. 7. Хв. Л. Давність звиху – 10 тижнів

У хворих з давністю звиху від 6 днів до 1 міс. величина дефекту головки плеча становила 10-15% (рис. 6), тоді як у застарілих випадках зворотній Хілл-Сакс становив від 25% до 55% (рис. 7).

Зовнішня ротація в плечовому суглобі була різко обмежена та спостерігалася у вигляді хитання. Лише у 1-го хворого було можливе зовнішнє обертання в межах 5-7°.

Зустрічалися також комбінації заднього вивиху плеча та інші пошкодження. У 3-х (10%) випадках спостерігалася застаріле пошкодження обертальної манжети та у 3-х (10%) – невірно консолидований перелом великого горбка плечової кістки. Також у 3-х (10%) випадках виявлено відрив задньої та задньонижньої суглобової губи лопатки. В 1-му випадку був перелом заднього краю суглобової западини лопатки. Пошкодження задньої порції

суглобової губи лопатки спостерігалися у молодих хворих у віці 20-30 рр.

Двобічні задні вивихи виявлені у 3-х (10%) пацієнтів. У 1-го пацієнта він трапився при побутовій травмі (падіння), в інших під час судом внаслідок епінападу (1 хворий) та судом внаслідок гіпоглікемії (1 хворий).

Відсутність зовнішньої ротації плеча спостерігалось в усіх випадках – 100% (табл. 3). Симптом задньої висувної шухляди, задній стрес-тест та ривок (jerk test) були чітко позитивні у хворого з переломом заднього краю суглобової западини лопатки та у хворих з пошкодженням задньої порції суглобової губи лопатки (13,3%). Ці тести провокують напруження на статичні стабілізатори плечового суглоба в горизонтальній площині у положенні згинання та приведення.

Таблиця 3

Показники чутливості та специфічності клінічних симптомів заднього звиху плеча

Симптом	Специфічність	Чутливість
Відсутності зовнішньої ротації	100%	100%
Задня висувна шухляда	94%	16%
Задній стрес-тест	99%	14%
Ривок (jerk test)	85%	90%
Тест Кіма	95%	80%
Модифікований тест О'Брайена	25%	83%

Тест Кіма спостерігався у застарілих випадках заднього вивиху плеча (83,4%), виявився високоспецифічним (95%) та чутливим (80%). У випадках до 3-х тижнів (16,6%) тест Кіма неможливо провести через значний біль та обмеження відведення плеча до 70-80°. Модифікований тест О'Брайена спостерігався у хворих з давністю пошкодження до 6 міс. У випадках більше 10 міс. клінічна картина згладжувалася завдяки постійній розробці рухів пацієнтом. Тобто при регулярному занятті ЛФК і плаванням. Проведення дослідження дозволило встановити діагностичну цінність клінічних тестів у пацієнтів із заднім вивихом плеча.

Висновки

1. Встановлено, що симптом відсутності зовнішньої ротації плеча є високочутливим (100%) та специфічним (100%), а це дозволяє застосовувати його для діагностики як у свіжих, так і застарілих випадках.

2. Чутливість тесту Кіма у застарілих випадках заднього звиху плеча становить 80%, а специфічність – 95%.

3. Задній стрес-тест та ривок (jerk test) показали значну достовірність у застарілих випадках і в поєднанні з пошкодженням ротаційної манжети плеча та задніми статичними стабілізаторами плечового суглоба.

4. Модифікований тест О'Брайена спостерігався у хворих із давністю пошкодження до 6 міс. та був негативним у хворих з більш давнім існуванням заднього звиху.

5. Симптом задньої висувної шухляди спостерігався у хворих з 2-го місяця існування звиху.

Література

1. *Detenbeck LC.* Posterior dislocations of the shoulder / *LC. Detenbeck* // J. Trauma. – 1972. – 12 (3). – P. 183–92.
2. *Matsen F.A.III* Glenohumeral instability. In: Rockwood C.A. Jr., Matsen F.A.III, Wirth M.A. [et al.], editors. The shoulder, vol. 2. 3rd edition / *Matsen F.A.III, Titelman R.M., Lippitt S.B.* [et al.]. – Philadelphia: Saunders, 2004. – P. 655–794.
3. *Funk L.* Clinical assessment of posterior shoulder joint instability / *Funk L., Owen J.M., Bonner C.* // J. of arthroscopy and joint surgery. – 2014. – Vol. 1. – P. 53–58.
4. *Robinson C.M.* Complex posterior fracture-dislocation of the shoulder. Epidemiology, injury patterns, and results of operative treatment / *Robinson C.M., Akhtar A., Mitchell M.* [et al.] // J. Bone Joint Surg. [Am.]. – 2007. – Vol. 89 (7). – P. 1454–1466.
5. *Robinson C.M.* Posterior shoulder dislocations and fracture-dislocations / *C.M. Robinson, J. Aderinto* // J. Bone Joint Surg. [Am.]. – 2005. – Vol. 87 (3). – P. 639–650.
6. *Finelli P.F.* Seizure as a cause of fracture / *P.F. Finelli, J.K. Cardi* // Neurology. – 1989. – Vol. 39 (6). – P. 858–860.
7. *Hepburn DA.* Hypoglycemic convulsions cause serious musculoskeletal injuries in patients with IDDM / *Hepburn DA., Steel J.M., Frier B.M.* // Diabetes Care. – 1989. – Vol. 12 (1). – P. 32–34.
8. *Niazi T.B.* Posterior dislocation of the shoulder due to a hypoglycemic fit / *T.B. Niazi, J.G. Lemon* // Injury. – 1990. – Vol. 21 (6). – P. 407.
9. *Ozer H.* Opposite-direction bilateral fracture dislocation of the shoulders after an electric shock / *Ozer H., Baltaci G., Selek H.* [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2005. – Vol. 125 (7). – P. 499–502.
10. *Iosifidis M.I.* Simultaneous bilateral posterior dislocation of the shoulder: diagnostic problems and management. A case report / *Iosifidis M.I., Giannoulis I., Traios S.* [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2006. – Vol. 14 (8). – P. 766–770.
11. *Roberts A.* Prognosis of posterior dislocation of the shoulder / *A. Roberts, J. Wickstrom* // Acta Orthop. Scand. – 1971. – Vol. 42 (4). – P. 328–337.
12. *Tan A.H.* Missed posterior fracture-dislocation of the humeral head following an electrocution injury to the arm / *A.H. Tan* // Singapore Med. J. – 2005. – Vol. 46 (4). – P. 189–192.
13. *Calandra J.J.* The incidence of Hill-Sachs lesions in initial anterior shoulder dislocations. / *Calandra J.J., Baker C.L., Uribe J.* // Arthroscopy – 1989. – Vol. 5(4) – P. 254–257.

CLINICAL DIAGNOSIS OF POSTERIOR SHOULDER DISLOCATION

Strafun S.S., Lomko V.M., Homonai I.V.

Summary. We analyzed the results of the clinical diagnosis of 30 patients with posterior shoulder dislocation and compared with those of intraoperative picture and of using instrumental methods. The diagnostic value of clinical tests was calculated: the posterior drawer test, posterior stress test, jerk test, Rowa–Zarins symptom, Kim test, modified O'Brien's test, and the absence of external rotation. The tests, the absence of external rotation, posterior drawer test, and jerk test proved to be highly specific. The sensitivity and specificity of these tests ranged from 85% to 100%, making them the most significant in the diagnosis of posterior shoulder dislocation in early and old cases.

Key words: posterior shoulder dislocation, sensitivity, specificity, posterior drawer test, posterior stress test, jerk test, Rowa–Zarins symptom, Kim test, modified O'Brien's test, absence of external rotation.

КЛИНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАДНЕГО ВЫВИХА ПЛЕЧА

Страфун С.С., Ломко В.М., Гомонай И.В.

Резюме. Результаты клинической диагностики 30 пациентов с задним вывихом плеча проанализированы и сопоставлены с данными интраоперационной картины и данными инструментальных методов исследования. Рассчитана диагностическая ценность таких клинических тестов: симптом заднего выдвижного ящика, задний стресс-тест, рывок (jerk test), симптом Рова–Заринса, тест Кима, модифицированный тест О'Браена, отсутствие наружной ротации. Тесты, отсутствие наружной ротации, задний стресс-тест, рывок (jerk test) оказались высокоспецифичными. Чувствительность и специфичность этих тестов составила от 85% до 100%, что делает их наиболее значащими в клинической диагностике заднего вывиха плеча в свежих и застарелых случаях.

Ключевые слова: задний вывих плеча, чувствительность, специфичность, симптом заднего выдвижного ящика, задний стресс-тест, рывок (jerk test), симптом Рова–Заринса, тест Кима, модифицированный тест О'Браена, отсутствие наружной ротации.

УДК 616.718.56/66-001.5-089.22

ДИСТАЛЬНА ТІБІО-ФІБУЛЯРНА СТАБІЛІЗАЦІЯ ПРИ ЛІКУВАННІ ПЕРЕЛОМІВ КІСТОЧОК ГОМІЛКИ

Лябах А.П.

ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

Резюме. Проведено порівняльний аналіз хірургічного лікування 219 пацієнтів з переломами кісточок гомілки типів В (44-В1, 44-В2, 44-В3) та С (44-С1, 44-С2) з та без застосування дистальної тібіо-фібулярної стабілізації (ДТФС): 142 з ушкодженнями типу В (57 із ДТФС, 85 без ДТФС) та 77 з ушкодженнями типу С (31 із ДТФС, 46 без ДТФС). Клініко-рентгенологічні результати вивчені в строки 6–38 міс. (21,3±2,7 міс.) за динамікою зрощення та функцією стопи за схемою AOFAS. Статистичний аналіз проводили за двовибірковим t-тестом ($\alpha=0,05$). Загоєння післяопераційних ран per primam відмічено у 207 випадках (94,5%), інші 12 – поверхнева інфекція та дренування гематом. Пізні ускладнення (13): остеомиєліт та артрит гомілковостопного суглоба – 3, флеботромбоз – 2, нейродистрофічний синдром – 3, сповільнена консолидація – 5. Функція стопи при переломах типу В становила 87,9±2,8 балу при застосуванні ДТФС та 92,4±4,3 балу без ДТФС ($p=0,03$); при переломах типу С – 84,4±3,7 з ДТФС та 89,7±4,1 без ДТФС ($p=0,06$). Висновок: поновлення анатомії зламаних кісток, відсутність інтерпозицій в ділянці синдесмозу, між суглобовими поверхнями таранної кістки та кісточок забезпечують відновлення співвідношень у дистальному тібіо-фібулярному зчленуванні. За дотримання цих умов ДТФС не є обов'язковою у пацієнтів із ушкодженнями 44-С1 та 44-С2, а у пацієнтів із ушкодженнями типу В навіть погіршує функціональний результат.

Ключові слова: гомілковостопний суглоб, переломи кісточок, дистальний тібіо-фібулярний синдесмоз.

Вступ

Переломи кісточок гомілки за різними джерелами становлять 30–60% усіх переломів гомілки, що обумовлює постійну актуальність проблеми їх лікування. Близько 13% переломів кісточок супроводжуються ушкодженнями дистального міжгомілкового синдесмозу (ДМС) [4]. Дотепер не існує “золотого стандарту” для діагностики ушкоджень ДМС, фінальним є інтраопераційний тест на нестабільність мало-гомілкової кістки за допомогою гачка [6] або зовнішньоротаційний стрес-тест (7,5 NM) [7].

Переломи кісточок гомілки переважно є нестабільними ушкодженнями, що потребують репозиції та фіксації. Підхід, започаткований АО, ґрунтується на біомеханічних засадах і методології хірургічного лікування, і це обумовлює його більшу анатомо-функціональну ефективність порівняно з консервативним методом. Однією із важливих переваг відкритої репозиції є точне відновлення анатомії мало-гомілкової кістки [8]. Ще класичні анатомічні дослідження Г. Дюпюїтрена засвідчили, що зміщення латеральної кісточки обумовлює ротаційне зміщення стопи назовні, однак практичні лікарі розцінюють це зміщення на прямій рентгенограмі як “підвих стопи назовні”. Переважна більшість авторів пов’язує це зміщення із ушкодженням структур ДМС, що дійсно актуально в деяких випадках, проте діагностика цих ушкоджень лишається нерозв’язаною проблемою.

Хоча порушення анатомії ДМС пов’язане з ушкодженням зв’язок (*ligg. tibio-fibulare ant. et post., membrane interossea*), відновлення співвідношень у ньому проводять через зближення гомілкових кісток, для чого застосовують болти з гайкою, чотири- та трикортикальну фіксацію металевим гвинтом, біоабсорбуючі гвинти, гнучкі системи (*flexible implants with endobutton*) та інші пристрої [5]. Загалом ці техніки підпадають під поняття “дистальної тібіо-фібулярної стабілізації” (ДТФС) і більшість авторів щиро переконані, що застосування ДТФС при хірургічному лікуванні переломів кісточок справді необхідне. Обов’язковість ДТФС не визначається за рівнем перелому мало-гомілкової кістки, через це для діагностики нестабільності застосовують інтраопераційний стрес-тест [2, 14].

Анатомічне відновлення співвідношень у вилиці є критичним фактором для задовільного відновлення функції. Навіть 1 мм латерального зміщення таранної кістки може зменшити площу тібіо-таранного контакту на 42% [11].

Протягом останніх 10 років ми застосовуємо ДТФС в одиничних випадках, при одночасному відновленні зв’язок латеральної та медіальної зон, переломах 44-С3.

Мета роботи – провести порівняльний аналіз результатів хірургічного лікування переломів кісточок гомілки типів В і С з та без застосування ДТФС.

Матеріали та методи

Матеріалом для роботи стали результати хірургічного лікування та спостереження 219 пацієнтів із переломами

кісточок гомілки (типи ушкоджень В та С), які лікувались у клініці ДУ “ІТО НАМН України” за період 2000–2013 рр. Вік пацієнтів становив $43,6 \pm 5,9$ року (25–71 рр.); чоловіків було 137, жінок – 82. Використання даних із історій хвороби здійснено з урахуванням вимог комітету з біоетики ДУ “ІТО НАМН України”.

Критерії включення до дослідження: переломи типу “В” (44-B1, 44-B2, 44-B3) та “С” (44-C1, 44-C2); до дослідження не увійшли пацієнти, у котрих одночасно з остеосинтезом відновлювали ушкоджені зв’язки (*ligg. talofibulare anterior, deltoideum*) і застосування ДТФС було обов’язковим для розвантаження ділянки шва.

Обстеження пацієнтів включало рентгенографію гомілковостопного суглоба в двох стандартних проекціях і при внутрішній ротації 20°, для деталізації анатомії ушкодження 78 пацієнтам виконали КТ.

Методика хірургічного лікування передбачала першочергове відновлення анатомії мало-гомілкової кістки із остеосинтезом пластинами (1/3 трубки DCP, LCP). Остеосинтез медіальної кісточки здійснювали гвинтами, гвинтом і спицею, спицями та дротяною петлею за Weber. Вибір фіксуючих елементів залежав від величини уламків та їх кількості, топографії площини перелому. Репозицію та остеосинтез заднього краю великогомілкової кістки виконували при його розмірах більше 1/5 суглобової поверхні: в переважній більшості випадків репозиція була закритою, гвинти вводили з передньої поверхні великогомілкової кістки. Проводили рентгеноконтроль і виконували тест на нестабільність мало-гомілкової кістки за допомогою гачка (*hook-test*). До 2005 р. за наявності нестабільності та зміщенні мало-гомілкової кістки у прямій проекції ми проводили ДТФС кортикальним гвинтом через чотири кортикальні шари. Після 2005 р., незалежно від результатів тесту на нестабільність, якщо рентгенанатомія гомілковостопного суглоба була відновлена, на цьому операцію завершували.

Якщо рентгеноконтроль виявляв зміщення, намагались встановити його причину: інтерпозиція фрагментів суглобового хряща та/або мілких остеохондральних фрагментів в ділянці синдесмозу або між латеральною кісточкою та таранною кісткою. Якщо причиною зміщення було ушкодження зв’язок латеральної або медіальної зони, їх відновлювали за допомогою анкерної фіксації. В таких випадках для розвантаження відновленої зв’язки проводили ДТФС, ці пацієнти були виключені з дослідження.

В післяопераційному періоді застосовували іммобілізацію з’ємною гіпсовою пов’язкою від кінчиків пальців до бугристості великогомілкової кістки протягом двох тижнів, після чого іммобілізацію припиняли та знімали шви. Пацієнту рекомендували активні та пасивні рухи в гомілковостопному суглобі та суглобах стопи, повне розвантаження оперованої кінцівки тривало 4 тижні після операції. Після рентгеноконтролю та верифікації зрощення пацієнтам, у котрих не було остеосинтезу заднього краю великогомілкової кістки, дозволяли навантаження на оперовану кінцівку. У хворих із синтезованим заднім краєм

режим розвантаження продовжувався до 6–8 тижнів після операції. Пацієнтам, яким виконували ДТФС, перед початком навантаження видаляли блокуючий гвинт. Подальшу реабілітацію та обсяг додаткового медикаментозного та фізіотерапевтичного лікування визначали індивідуально.

Таким чином, для аналізу були відібрані 219 пацієнтів: 142 з ушкодженнями типу “В” (57 із ДТФС, 85 без ДТФС) та 77 із ушкодженнями типу “С” (31 із ДТФС, 46 без ДТФС). Клініко-рентгенологічні результати лікування вивчені в строки 6–38 міс. ($21,3 \pm 2,7$ міс.). Найближчі результати включали загоєння післяопераційних ран і динаміку зрощення переломів. При оцінці віддалених результатів досліджували функцію стопи у балах за схемою AOFAS (сегмент для заднього відділу стопи). Порівняння середніх проводили за допомогою двовибіркового t-тесту, розрахунки ($\alpha=0,05$) здійснювали в середовищі Microsoft Office Excel 2007 з використанням наданого пакету програм.

Результати та їх обговорення

Загоєння післяопераційних ран per primam відмічене у 207 випадках, що становило 94,5%. Поверхнева хірургічна інфекція та дренування гематом без необхідності термінового видалення фіксаторів відзначено у 9 випадках. Більш пізні ускладнення становили: остеомієліт та артрит гомілковостопного суглоба – 3 випадки, флеботромбоз – 2 випадки, нейродистрофічний синдром – 3 випадки, сповільнена консолидація – 5 випадків. Загалом 13 випадків були виключені з аналізу функціональних результатів: остеомієліт та артрит (“В” – 1, “С” – 2), флеботромбоз (“В” – 1, “С” – 1), нейродистрофічний синдром (“В” – 1, “С” – 2), сповільнена консолидація (“В” – 2, “С” – 3). Функціональні результати по групах порівняння представлені в табл. 1 та 2.

Таблиця 1

Функціональні результати хірургічного лікування переломів типу “В” (44-B1, B2, B3)

Показник	Групи порівняння		Значення p (при $\alpha = 0,05$)*
	ДТФС (n=55) min-max	без ДТФС (n=82) min-max	
AOFAS (бали)	87,9 $\pm$ 2,8 (74–92)	92,4 $\pm$ 4,3 (78–98)	0,03

Примітка: * - двовибірковий t-тест для середніх.

Таблиця 2

Функціональні результати хірургічного лікування переломів типу “С” (44-C1, C2)

Показник	Групи порівняння		Значення p (при $\alpha = 0,05$)*
	ДТФС (n=27) min-max	без ДТФС (n=42) min-max	
AOFAS (бали)	84,4 $\pm$ 3,7 (68–90)	89,7 $\pm$ 4,1 (76–96)	0,06

Примітка: * - двовибірковий t-тест для середніх.

Як видно з таблиць, застосування ДТФС не вплинуло на функціональні результати хірургічного лікування переломів кісточок типів В та С, а при ушкодженнях типу В навіть погіршувало їх ($p=0,03$). Це може свідчити про те, що ДТФС не є такою вкрай необхідною процедурою, як це можна зрозуміти із аналізу наукової літератури.

Вважають, що 10% переломів кісточок і 20% хірургічно пролікованих переломів супроводжуються ушкодженням ДМС [9, 13]. Щодо цих ушкоджень існує багато контроверсійних питань як діагностичного, так і лікувального характеру. Прийнято вважати, що нестабільність ДМС вимагає стабілізації, найпоширенішим способом є транссиндесмозний гвинт. Проте імплантація гвинта унеможливає фізіологічні рухи у ДМС, які здійснює маломілкова кістка. За останніми даними вони складають 1–2 мм латеральної трансляції та 2° зовнішньої ротації при розгинанні стопи під час ходьби. Маючи це на увазі, більшість хірургів видаляє блокуючий гвинт перед початком навантаження [5].

Біомеханічні дослідження вказують, що транссиндесмозний гвинт показаний лише у випадках, коли синдесмозне ушкодження локалізується на 3–4,5 см проксимальніше щілини гомілковостопного суглоба у поєднанні з ушкодженням дельтоподібної зв'язки [1]. Проте на практиці рішення про ДТФС приймають на основі hook-test незалежно від рівня перелому маломілкової кістки. Намагання відновити співвідношення кісток у ДМС та забезпечити при цьому фізіологічну рухливість спричинили пропозицію гнучкої фіксації ДМС (suture-button), проте подібність функціональних результатів цієї техніки та транссиндесмозної фіксації гвинтом, відсутність віддалених результатів і збільшення вартості лікування не дають підстав вважати, що проблема є розв'язаною [12].

У повному дисонансі з загальною масою літератури перебувають одиничні дослідження, які свідчать про необов'язковість застосування ДТФС [3, 6]. Pakarinen H.J. та ін. [6] порівняли результати лікування 24 пацієнтів із переломами типу С (13 – транссиндесмозний гвинт, 11 – без блокування) в строки 53–112 тижнів після операції (в середньому – 61 тиждень) за вираженням больових відчуттів (ВАШ), обсягом рухів у гомілковостопному суглобі, якістю життя, розмірами тібіо-фібулярної відстані по прямій рентгенограмі. Вони не знайшли суттєвої різниці між дослідженими показниками. Аналогічні результати отримали Kennedy J.G. та ін. [3] у 45 пацієнтів із переломами типу С, з яких у 19 випадках ДТФС не проводили.

Недавній мета-аналіз з проблеми транссиндесмозних ушкоджень і ДТФС показав також відсутність різниці у результатах лікування при застосуванні різних методик фіксації ДМС [5]. Найбільшою помилкою, що спричиняє зміщення маломілкової кістки у тібіо-фібулярній вирізці, є неточна репозиція маломілкової кістки [10]. Анатомічні дослідження показують, що без точного відновлення анатомії маломілкової кістки співвідношення у ДМС нормалізувати неможливо [8]. Одне з наших спостережень якраз ілюструє це положення (рис. 1).

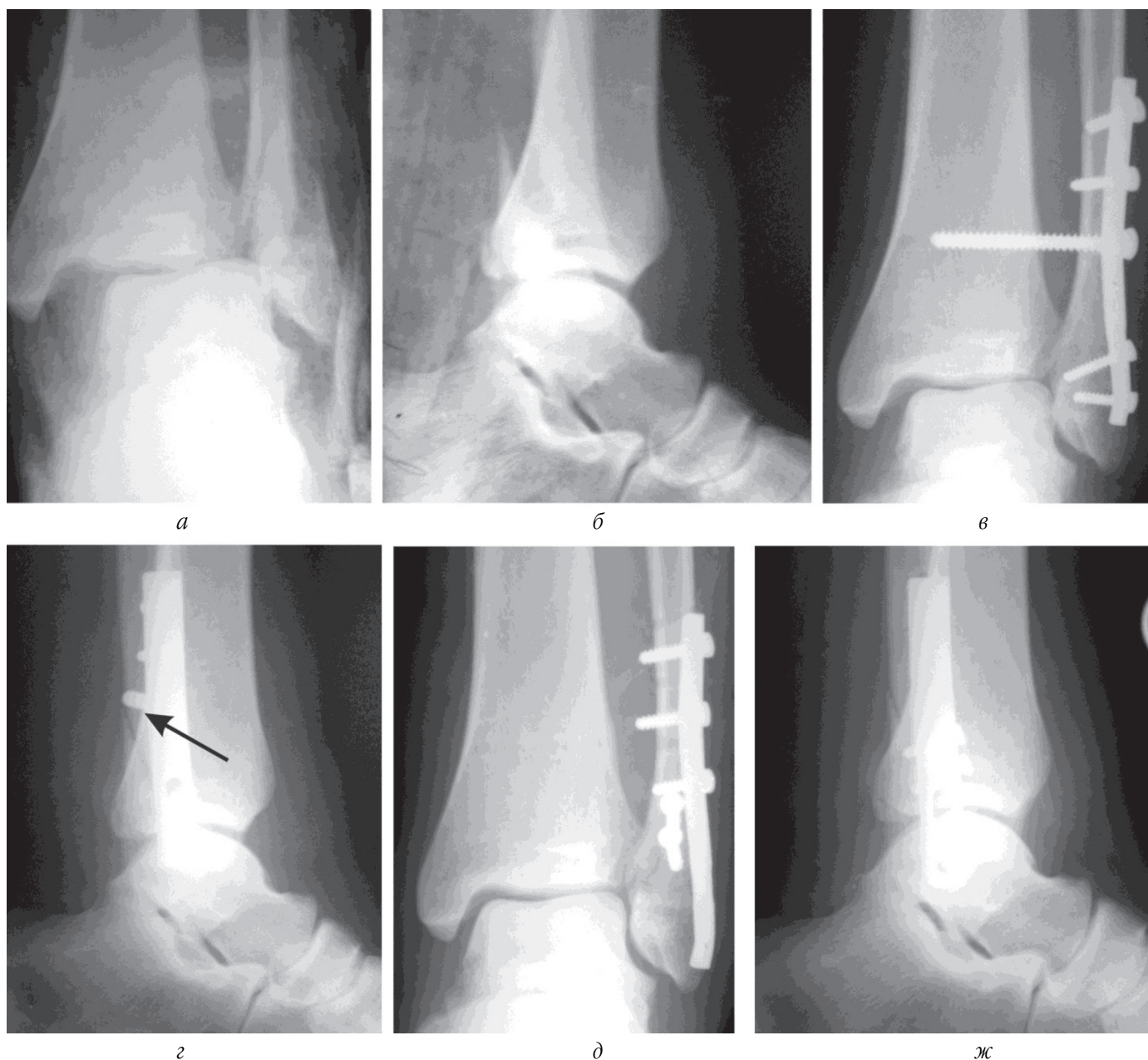


Рис. 1. Ушкодження 44-B2. А та Б – рентгенограми до операції. В та Г – після першої операції; зверніть увагу на дві характерні помилки – неточне відновлення анатомії маломілкової кістки (незначна ротація латеральної кісточки) та некоректне проведення блокуючого гвинта, який розташований позаду від великомілкової кістки (вказано стрілкою). Д та Ж – через два тижні після першої операції, реостеосинтез проведено з використанням тих самих імплантів; адекватне відновлення анатомії маломілкової кістки забезпечує коректні взаємовідношення у гомілковостопному суглобі

Ovaska M.T. та ін. [10] провели ретроспективний аналіз результатів хірургічного лікування 5071 пацієнта (5123 оперованих гомілковостопних суглоба) з переломами кісточок гомілки, з яких у 79 випадках виникла необхідність у повторній операції. За їхніми даними, дисконгруентність дистального тівіо-фібулярного зчленування відмічена у 47 випадках і причинами її були: неточна репозиція маломілкової кістки (24 випадки), розходження вилки (13 випадків), неправильне введення транссиндесмозного гвинта (6 випадків), введення транссиндесмозного гвинта при неушкоджені синдесмозі (4 випадки). Вони також

підтвердили раніше встановлений факт [8], що досягти коректного положення у ДМС за відсутності анатомічної репозиції маломілкової кістки неможливо. Вкорочення маломілкової кістки, що виникає при цьому, викликає каскад непомітних на перший погляд наслідків, що врешті й спричиняють фінальний результат у вигляді дисконгруентності гомілковостопного суглоба [10].

Іншим чинником, на який мало звертають увагу, але який може суттєво ускладнити операцію та скомпрометувати результат, є наявність уламків (фрагмент Tillaux-Chaput) або фрагментів хряща в ділянці ДМС чи

латеральному відділі гомілковостопного суглоба. Так, у спостереженнях Ovaska M.T. та ін. [10] фрагмент Tillaux-Charut був пропущений у чотирьох випадках.

Однією з переваг нашого дослідження є те, що ми включили всі фактори, які допускають двозначність при вирішенні питання про ДТФС. Іншою безумовною перевагою нашого дослідження з відомих подібних є найбільша кількість пацієнтів та застосування уніфікованої хірургічної техніки.

Висновки

Таким чином, проблема ДТФС лишається нерозв'язаною як у діагностичному, так і лікувальному аспектах. Проведений нами порівняльний аналіз хірургічного лікування пацієнтів із переломами кісточок типів В і С із застосуванням ДТФС та без такої показав подібність функціональних результатів у строки 6–38 міс. За схемою AOFAS у пацієнтів з ушкодженнями типу В функціональний результат становив $87,9 \pm 2,8$ балу та $92,4 \pm 4,3$ балу ($p=0,03$) при застосуванні ДТФС та без такої; а у пацієнтів з ушкодженнями типу С – $84,4 \pm 3,7$ та $89,7 \pm 4,1$ балу ($p=0,06$) відповідно.

Умовами, що забезпечують відновлення співвідношень у дистальному тібіо-фібулярному зчленуванні, є відновлення анатомії зламаних кісток і відсутність інтерпозиції безпосередньо в ділянці синдесмозу, між суглобовими поверхнями таранної кістки та кісточок. При дотриманні цих умов ДТФС не є обов'язковою у пацієнтів з ушкодженнями 44-C1 та 44-C2; а у пацієнтів із ушкодженнями типу В навіть погіршує функціональний результат.

Література

1. Boden S.D. Mechanical considerations for the syndesmosis screw – a cadaver study / S.D. Boden, P.A. Labropoulos, P. McCowin // J. Bone Joint Surg. – 1989. – Vol. 71 (A), № 10. – P. 1548–1555.
2. Ebraheim N.A. Syndesmotic disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury / N.A. Ebraheim, H. Elgafy, T. Padanilam // Clin. Orthop. – 2003. – № 409. – P. 260–267.
3. Evaluation of the syndesmotic screw in low Weber C ankle fractures / Kennedy J.G., Soffe K.E., Dalla Vedova P. [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2000. – Vol. 14, № 5. – P. 359–366.
4. Injuries to the tibiofibular syndesmosis / Dattani R., Patnaik S., Kantak A. [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2008. – Vol. 90 (B), № 4. – P. 405–410.
5. Internal fixation of distal tibiofibular syndesmotic injuries: a systematic review with meta-analysis / Wang C., Ma X., Wang X. [et al.] // Intern. Orthop. – 2013. – Vol. 37, № 9. – P. 1755–1763.
6. Intraoperative assessment of the stability of the distal tibiofibular joint in supination-external rotation injuries of the ankle: sensitivity, specificity, and reliability of two clinical tests / Pakarinen H., Flinkkila T., Obtonen P. [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2011. – Vol. 93 (A), № 11. – P. 2057–2061.
7. Jones M.H. Syndesmosis sprains of the ankle / M.H. Jones, A. Amendola // Clin. Orthop. – 2007. – № 455. – P. 173–175.
8. Leeds H.C. Instability of the distal tibiofibular syndesmosis after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures / H.C. Leeds, M.G. Ebrlich // J. Bone Joint Surg. – 1984. – Vol. 66 (A), № 4. – P. 490–503.
9. Outcome after unstable ankle fracture: effect of syndesmotic stabilization / Egol K.A., Pabk B., Walsh M. [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2010. – Vol. 24, № 1. – P. 7–11.
10. Ovaska M.T. A comprehensive analysis of patients with malreduced ankle fractures undergoing re-operation / M.T. Ovaska, Marinen T.J., R. Nadanat [et al.] // Intern. Orthop. – 2014. – Vol. 38, № 1. – P. 83–88.
11. Ramsey P.L. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift / P.L. Ramsey, W. Hamilton // J. Bone Joint Surg. – 1976. – Vol. 58 (A), № 3. – P. 356–357.
12. Schepers T. Acute distal tibiofibular syndesmosis injury: a systematic review of suture-button versus syndesmotic screw repair / T. Schepers // Internat. Orthop. – 2012. – Vol. 36, № 6. – P. 1200–1206.
13. Stark E. Syndesmotic instability in Weber B ankle fractures: a clinical evaluation / E. Stark, P. Tornetta 3rd, W.R. Creevy // J. Orthop. Trauma. – 2007. – Vol. 21, № 9. – P. 643–646.
14. Van den Bekerom M.P. Diagnosing syndesmotic instability in ankle fractures / M.P. van den Bekerom // World J. Orthop. – 2011. – Vol. 2, № 1. – P. 51–56.

DISTAL TIBIOFIBULAR STABILIZATION IN THE TREATMENT OF MALLEOLAR FRACTURES

Liabakh A.P.

Summary. The comparative analysis of surgical treatment of 219 patients with malleolar fractures (44-B1, 44-B2, 44-B3, 44-C1, and 44-C2) with and without distal tibiofibular stabilization (DTFS) has been conducted. Of them, there were 142 patients with type B fractures (57 with DTFS and 85 without DTFS) and 77 patients with type C fractures (31 with DTFS and 46 without DTFS). Clinical and radiological results have been studied according to the AOFAS scale of bony union and foot function in a period of 6 to 38 months (mean time of $21,3 \pm 2,7$ months). Statistical analysis has been performed using the two-sample t-test ($\alpha=0,05$). Primary wound healing has been achieved in 207 cases (94,5%) and other 12 were presented by superficial infections and hematomas. Late complications (13) included: osteomyelitis and ankle arthritis (3), phlebotrombosis (2), algodystrophy (3), and delayed bony union (5). The score of the foot function in type B fractures was $87,9 \pm 2,8$ (with DTFS) and $92,4 \pm 4,3$ (without DTFS) ($p=0,03$); in type C fractures, the score was $84,4 \pm 3,7$ (with DTFS) and $89,7 \pm 4,1$ (without DTFS) ($p=0,06$). Conclusion.

Anatomic restoration of fractured bones and the absence of any interposition between joint surfaces of the talus and malleoli cause restoration of the balance in the distal tibiofibular syndesmosis. Upon these conditions, DTFS is not obligatory in patients with 44-C1 and 44-C2 injuries and even worsens the functional outcomes in patients with type B fractures.

Key words: ankle joint, malleolar fractures, distal tibiofibular syndesmosis.

ДИСТАЛЬНА ТИБІО-ФІБУЛЯРНА СТАБІЛІЗАЦІЯ В ЛЕЧЕННІ ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК

Лябах А.П.

Резюме. Проведен сравнительный анализ хирургического лечения 219 пациентов с переломами лодыжек голени типов В (44-B1, 44-B2, 44-B3) и С (44-C1, 44-C2) с и без применения дистальной тибео-фибулярной стабилизации (ДТФС): 142 с повреждениями типа В (57 с ДТФС, 85 без ДТФС) и 77 с повреждениями типа С (31 с ДТФС, 46 без ДТФС). Клинико-рентгенологические результаты изучены в сроки 6–38 мес. ($21,3 \pm 2,7$ мес.) по динамике сращения и функции стопы по схеме AOFAS. Статистический анализ проводили при помощи двухвыборочного *t*-теста ($\alpha=0,05$). Заживление послеоперационных ран *per primat* отмечено в 207 случаях (94,5%), другие 12 – поверхностная инфекция и дренирование гематом. Поздние осложнения (13): остеомиелит и артрит голеностопного сустава – 3, флеботромбоз – 2, нейродистрофический синдром – 3, замедленная консолидация – 5. Функция стопы при переломах типа В составила $87,9 \pm 2,8$ балла при использовании ДТФС и $92,4 \pm 4,3$ балла без ДТФС ($p=0,03$); при переломах типа С – $84,4 \pm 3,7$ с ДТФС и $89,7 \pm 4,1$ без ДТФС ($p=0,06$). Выводы: восстановление анатомии сломанных костей, отсутствие интерпозиции в области синдесмоза, между суставными поверхностями таранной кости и лодыжек обеспечивают восстановление соотношений в дистальном тибео-фибулярном сочленении. При удовлетворении этих условий ДТФС не является обязательной у пациентов с повреждениями 44-C1 и 44-C2, а у пациентов с повреждениями типа В даже ухудшает функциональный результат.

Ключевые слова: голеностопный сустав, переломы лодыжек, дистальный тибео-фибулярный синдесмоз.

УДК 617.577:616.75-001-089-073.48

КЛІНІКО-УЛЬТРАСОНОГРАФІЧНА ОЦІНКА ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ УШКОДЖЕНЬ АНУЛЯРНИХ ЗВ'ЯЗОК ПРИ НАСЛІДКАХ ТРАВМ СУХОЖИЛКІВ ЗГІНАЧІВ ПАЛЬЦІВ КИСТІ В “КРИТИЧНІЙ” ЗОНІ

Курінний І.М., Ярова М.Л., Мазевич В.Б.

ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ

Резюме. При оцінці хірургічного лікування ушкоджень анулярних зв'язок широко застосовується ультразвукографія. Проведено хірургічне лікування 102 хворих з ушкодженнями сухожилків згиначів пальців кисті в “критичній” зоні. За допомогою ультразвукографії проаналізовано результати лікування 41 пацієнта з супутнім ушкодженням анулярних зв'язок. Функцію верхньої кінцівки оцінювали згідно з QuickDash та за Strickland. Проведений аналіз виявив сильний прямий взаємозв'язок між кінцевим функціональним результатом, типом і ступенем ушкодження зв'язок за шкалою QuickDASH та Strickland. Максимально можливе відновлення дистальних анулярних зв'язок у хворих з ушкодженням сухожилків-згиначів пальців кисті III-IV ступеня тяжкості на рівні “критичної” зони дозволило отримати 53,6% відмінних і добрих кінцевих функціональних результатів за Strickland та 82,9% відмінних і добрих результатів за шкалою QuickDASH.

Ключові слова: анулярні зв'язки, ушкодження сухожилків згиначів, хірургічне лікування, ультразвукографія.

Вступ

Система зв'язок пальців кисті – тонкий комплекс, який тримає сухожилки згиначів пальців кисті щільно поруч з фалангами і суглобами пальців і тим самим забезпечує та полегшує функцію згинання пальців кисті у відповідь на скорочення м'язів-згиначів.

У випадку uszkodження зв'язки для виконання того самого обсягу рухів у суглобах пальців кисті необхідна підвищена екскурсія сухожилка та м'яза-згинача. Оскільки м'язова екскурсія прямо пропорційна довжині м'язових волокон і обмежена цим фактором, ефективність сухожильно-м'язової екскурсії залежить від співвідношення між зв'язками та фалангами пальців кисті.

Збереження та реконструкція цієї системи мають бути засновані на ретельних знаннях анатомії та розумінні відносної функціональної значущості кожного компонента системи. Анулярні зв'язки отримують високі навантаження, що свідчить про необхідність їх збереження або реконструкції під час відновлення сухожилків-згиначів пальців кисті [4].

Існує два типи зв'язок:

1. анулярні (A1-A5), утворені міцними волокнами, розташовуються на рівні міжфалангових суглобів та середини діяфізів фаланг;
2. хрестоподібні (C1-C3), утворені тонкою сполучною тканиною, розташовані між анулярними зв'язками та відіграють допоміжну роль у стабілізації згинального апарату пальців кисті (рис. 1).

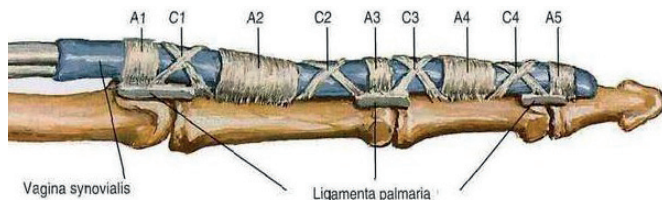


Рис. 1. Анатомія зв'язкового апарату 1-4 пальців кисті (Atlas of anatomy F. Netter)

У численних роботах закордонних авторів розглядається проблема uszkodження зв'язок A2 і A3 і наголошується на тому, що ці травми призводять до значних функціональних втрат внаслідок формування симптому “вітрила” – провисання сухожилка під час згинання пальця. У цих випадках рекомендовано оперативний метод лікування [3, 7].

В одній з попередніх робіт шляхом біомеханічного експерименту було доведено, що напруження на анулярну зв'язку A4 та A5 при збереженні цілісності лише сухожилка глибокого згинача збільшується вдвічі порівняно з моделлю з неушкодженими сухожилками, що призводить до перенавантаження цих зон і може стати причиною повторних uszkodжень при надмірних навантаженнях [1, 5].

Даних щодо аналізу uszkodжень і наступного відновлення анулярних зв'язок A4, A5 при супутньому ушко-

дженні сухожилків-згиначів пальців кисті в “критичній” зоні серед вітчизняної та закордонної літератури не виявлено. Таким чином, постала необхідність подальшого вивчення uszkodження анулярних зв'язок пальців кисті та пошуків наукового обґрунтування тактики оперативного лікування та післяопераційної реабілітації хворих з uszkodженнями сухожилків пальців кисті у “критичній” зоні.

Мета роботи: на підставі аналізу взаємозв'язку клінічних даних та УЗД-досліджень оцінити результати лікування пацієнтів з uszkodженням анулярних зв'язок і сухожилків згиначів пальців кисті та обґрунтувати тактику лікування хворих з цими uszkodженнями.

Матеріали і методи

У відділенні мікрохірургії та реконструктивної хірургії верхньої кінцівки ДУ “ІТО НАМН України” за останні роки проведено хірургічне лікування 102 хворих з uszkodженнями сухожилків згиначів пальців кисті в II “критичній” зоні (від дистальної долонної складки до основи середньої фаланги).

До дослідних груп не включали пацієнтів, які мали травми іншої локалізації, супутні переломи, травми середнього, ліктьового, променевого нервів, uszkodження сухожилків розгиначів пальців кисті, значні дефекти м'яких тканин, а також хворих з uszkodженнями сухожилків згиначів 1 пальця. Підставою включення пацієнтів у дослідження була інтраопераційна діагностика uszkodження анулярних зв'язок різної локалізації та комбінації.

Дослідження проводили в післяопераційному періоді – після відновлення сухожилків-згиначів пальців кисті, оскільки їх uszkodження унеможливило функцію активного згинання. Пацієнтів розподілено на групи згідно зі ступенем uszkodження сухожилків (поверхневого та/або глибокого), а також за комбінаціями супутніх uszkodжень анатомо-функціональних структур: пальцевих нервів, анулярних зв'язок, рубцевої трансформації шкіри та за наявністю або відсутністю контрактур у суглобах пальців кисті.

I група – хворі з ізольованим uszkodженням сухожилків поверхневого та глибокого згинача;

II група – хворі з uszkodженням сухожилків згиначів, пальцевих нервів;

III група – хворі з uszkodженням сухожиль, пальцевих нервів, анулярних зв'язок та контрактурами в суглобах пальців кисті;

IV група – хворі з uszkodженням сухожиль, пальцевих нервів, анулярних зв'язок, контрактурами в суглобах пальців кисті та рубцевими трансформаціями шкіри.

Для пацієнтів I групи двоетапну пластику виконували згідно з методикою, що застосовується в клініці; хворим II групи додатково виконували пластику пальцевих нервів; хворим III групи здійснювали пластику

анулярних зв'язок з використанням ушкодженого сухожилля поверхневого згинача або місцевих тканин і мобілізацію міжфалангових суглобів; хворим IV групи на першому етапі виконували мобілізацію міжфалангових суглобів, пластику анулярних зв'язок та заміщення дефектів шкіри пальця, відновлювали пальцеві нерви шляхом пластики. Деяким пацієнтам з тяжкими контрактурами пальців кисті доводилося проводити повторну (але значно меншу за обсягом) мобілізацію суглобів пальців кисті під час 2-го етапу сухожильної пластики.

Хворим III та IV груп тяжкості проводили УЗД-дослідження відновлених сухожилків-згиначів пальців кисті та відновлених анулярних зв'язок. УЗД-дослідження здійснювали на стаціонарному апараті Philips HD 11 XE, що працює на частоті 12 МГц. З ушкодженням анулярних зв'язок в основній групі було 4 пацієнти з ізольованим ушкодженням сухожилка глибокого згинача і в контрольній – 37 пацієнтів з ушкодженням обох сухожилків згиначів пальців кисті.

Закордонні автори вказують на проведенні дослідження з використанням поздовжніх та поперечних сонограм для вивчення зв'язкового апарату пальців кисті [8, 9]. Враховуючи наявні технічні умови, для аналізу дистальних зв'язок (А4, А5) проводили дослідження у поперечному напрямку.

Методика, запропонована Klauser і Frauscher: вимірювали відстань (В) між сухожилком глибокого згинача (С) та фалангами (Ф) – (ВСФ) в положенні спокою та в положенні згинання (близько 10° в ДМФС і 40° у ПМФС), в положенні розгинання в п'ястно-фалангових суглобах та натисканні кінчиком пальця проти опору (рис. 2).

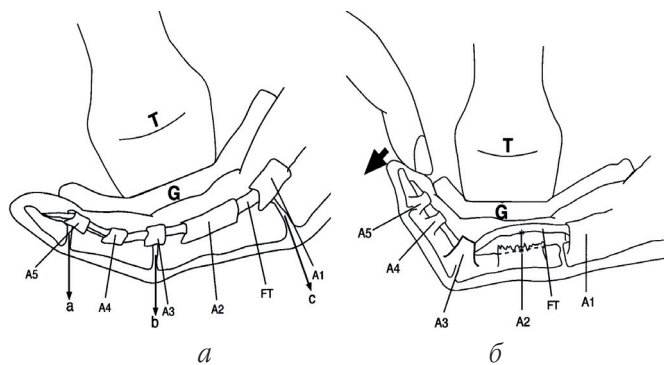


Рис. 2. Положення пальця та датчика під час УЗД-дослідження (при поздовжньому напрямку дослідження)

На підставі класифікації Nauger та Chung відстань ВСФ більша, ніж 1 мм, свідчила про травму анулярних зв'язок.

Щоразу, коли показник відстані між сухожилками згиначів і фалангою наближався до 1 мм (0,8-0,9 мм), вимірювання повторювали під максимальним тиском (супротивом) та брали до уваги найбільше значення. Це дослідження дозволяло паралельно визначити стан сухожилків-згиначів пальців кисті, виявити рубцевий блок або інші зміни в каналі сухожилків-згиначів (рис. 3).

Збільшення відстані ВСФ з примусовим згинанням менше 3 мм вважалося ознакою неповного розриву зв'язок А2, А3. Збільшення відстані ВСФ з примусовим згинанням ≥ 3 мм вважалося ознакою повного розриву зв'язки А2, А3 або комбінованим ушкодженням зв'язок А4+А5. Збільшення відстані ВСФ ≥ 5 мм вважалося ознакою повного комбінованого розриву 2 анулярних зв'язок А2+А3. Збільшення відстані ВСФ $\geq 2,5$ мм використано в якості ознаки повного розриву зв'язки А4, А5. УЗД-дослідження вважалися адекватним у разі проведення візуалізації сухожиль згиначів в спокої та при примусовому згинанні.

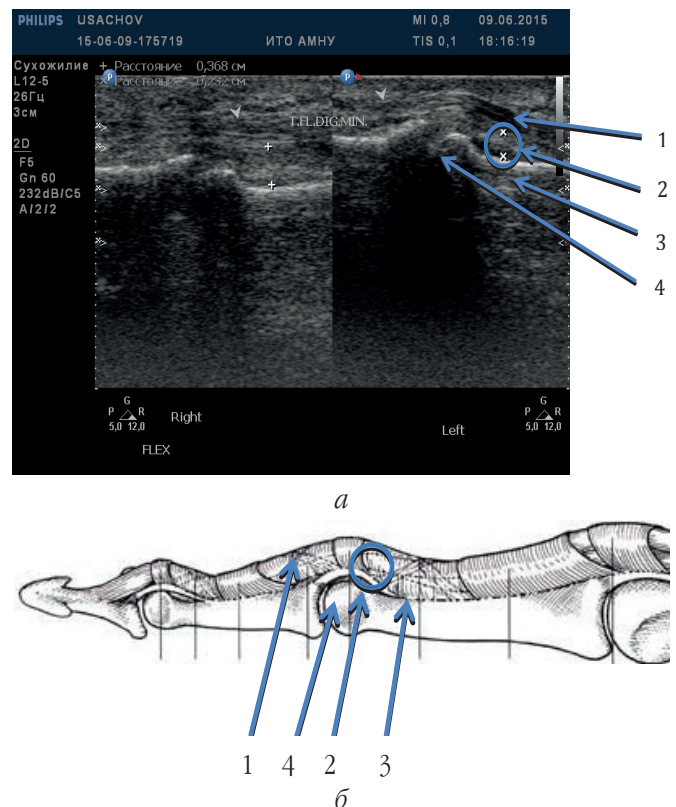


Рис. 3. Порівняльна УЗД-картина ушкоджених анулярних зв'язок А3 пальця кисті (поздовжній напрямок дослідження): а – УЗД-картина ушкоджених анулярних зв'язок А3 пальця кисті; б – схематичне зображення зв'язкового апарату пальців кисті: 1 – сухожилок глибокого згинача; 2 – основна фаланга пальця кисті; 3 – проксимальний міжфаланговий суглоб; 4 – відстань між фалангою та сухожилком глибокого згинача

На рис. 3 показано порівняльні УЗД-картини зв'язки А3 пальця кисті після сухожильної пластики (поздовжній напрямок дослідження) та аналогічних зв'язок відповідного здорового пальця на протилежній кінцівці.

ВСФ на рівні зв'язок А3 на ушкодженій пальці становив майже 4 мм, що відповідало задовільному кінцевому функціональному результату, а на здоровій пальці на протилежній кисті – менше 1 мм (згідно з класифікацією – критерії того, що зв'язка не ушкоджена).

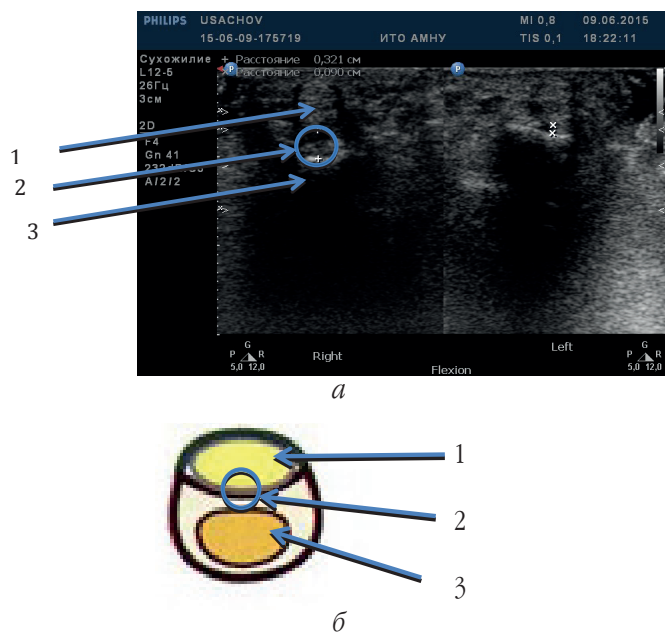


Рис. 4. Порівняльна УЗД-картина ушкоджених анулярних зв'язок А4, А5 пальця кисті (поперечний напрямок дослідження на рівні дистального міжфалангового суглоба): а – УЗД-картина ушкоджених анулярних зв'язок А4, А5 пальця кисті; б – схематичне зображення зв'язкового апарату пальців кисті:
1 – сухожилок глибокого згинача; 2 – відстань між фалангою та сухожилком глибокого згинача;
3 – дистальна фаланга пальця кисті

На рис. 4 показано порівняльні УЗД-картини зв'язок А4, А5 пальця кисті після сухожильної пластики (поперечний напрямок дослідження) та аналогічних зв'язок відповідного здорового пальця на протилежній кінцівці.

ВСФ на рівні зв'язок А4, А5 на ушкодженному пальці становив більше 3 мм, що відповідало задовільному кінцевому функціональному результату, а на здоровому пальці на протилежній кисті – менше 1 мм (згідно з класифікацією – критерії того, що зв'язка не ушкоджена).

Оцінку отриманих результатів за допомогою УЗД проводили за класифікацією Nauger та Chung (2000) [5] (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація ушкоджень анулярних зв'язок кисті за Nauger та Chung (2000)

Групи	ВСФ (відстань від фаланги до сухожилка глибокого згинача)	Інтерпретація УЗД-показників
1	ВСФ < 1 мм	зв'язка неушкоджена
2	ВСФ 1-3 мм	часткове ушкодження зв'язки
3	ВСФ 3-5 мм	повне ушкодження зв'язки
4	ВСФ > 5 мм	комбіноване ушкодження сусідніх зв'язок

Функцію верхньої кінцівки оцінювали згідно з модифікованою шкалою QuickDash та за методикою Strickland.

Strickland = [(обсяг активного згинання в ПМФС + ДМФС) – (дефіцит розгинання в ПМФС + ДМФС)] / 175*100%, відмінні результати – 76-100%, хороші – 51-75%, погані – 26-50 %, незадовільні – < 25%.

Результати та їх обговорення

Зі 102 випадків аналізували віддалені результати лікування у 41 пацієнта з III та IV груп тяжкості ушкоджень, у яких під час операції було встановлено ушкодження анулярних зв'язок та проведено УЗД-дослідження їх функціональної спроможності в післяопераційному періоді. Оцінку отриманих даних виконували за допомогою методу рангової кореляції за Спірменом.

Серед кінцевих результатів лікування хворих у 5 пацієнтів виникли ускладнення (розриви та розвиток рубцевого процесу в порожнині згинального апарату) та значні обмеження функції після відновлення сухожильків згиначів пальців кисті. Відмінні та добрі результати отримано у 1 та 21 пацієнта відповідно. У 19 пацієнтів основної групи отримано задовільні результати у зв'язку з порушенням режиму реабілітації та наступним розвитком комбінованих контрактур у суглобах пальців кисті (табл. 2).

Таблиця 2

Розподіл результатів лікування хворих III та IV груп за шкалою Strickland

Результати лікування за Strickland	Кількість пацієнтів	%
Відмінні (≥76%)	1	2,4
Добрі (75-51%)	21	51,2
Задовільні (50-26%)	19	46,3
Незадовільні (≤25%)	–	–
Всього	41	100

Під час аналізу анкет хворих, які відповідали на питання міжнародної шкали QuickDASH, не виявлено жодного хворого з балами > 75. Найбільше було хворих із балами від 25 до 50 (24 пацієнти), та майже в однаковій кількості були представлені пацієнти з показниками до 25, та від 50 до 75 балів (10 та 7 пацієнтів відповідно (табл. 3)).

Таблиця 3

Розподіл результатів лікування хворих III та IV груп тяжкості за шкалою QuickDASH

Результати лікування за QuickDASH	Кількість пацієнтів	%
0-25	10	24,4
25-50	24	58,5
50-75	7	17,1
75-100	–	–
Всього	41	100

Під час оперативного лікування хворих було розподілено на групи за типом та кількістю ушкоджених анулярних зв'язок. Не виявлено жодного хворого з ізольованим ушкодженням зв'язки A1, A2, A5 та комбінацій ушкодження зв'язок A1+A2 та A2+A3. Майже однакова кількість хворих мала ушкодження зв'язки A3 та A3+A4 – по 5 (4,9%) та 4 (3,9%) випадки відповідно. Найбільша кількість хворих контрольної групи мала ушкодження зв'язки A4, комбінації A4+A5 та A3+A4+A5 – 13 (12,7%), 9 (8,8%) та 10 (9,8%) випадків відповідно.

Встановлено помірний, прямий та достовірний кореляційний зв'язок між результатами розподілу за типом ушкоджених анулярних зв'язок основної групи та контрольної груп ($p=0,65$, рівень значущості $> 95\%$) (табл. 4)

Таблиця 4

Розподіл хворих за типом ушкоджених анулярних зв'язок (на підставі інтраопераційної діагностики)

Зв'язки	Кількість пацієнтів	%
A1	–	–
A1+A2	–	–
A2	–	–
A2+A3	–	–
A3	5	4,9
A3+A4	4	3,9
A4	13	12,7
A4+A5	9	8,8
A5	–	–
A3+A4+A5	10	9,8
Всього	41	40

У пацієнтів результати лікування були оцінені за Strickland як відмінні в 1 випадку при ушкодженні зв'язки A4, добрі – при ушкодженнях A3, A4 та задовільні – при комбінованому ушкодженні зв'язок A4+A5. Серед кінцевих результатів лікування хворих основної групи не було жодного пацієнта з незадовільним результатом лікування, а серед хворих контрольної групи у 5 пацієнтів виникли ускладнення (розриви та розвиток рубцевого процесу в порожнині згинального апарату). У пацієнтів, які відмовились від подальшого лікування, спостерігали значне обмеження функції після відновлення сухожилків згиначів (ці результати не бралися до уваги при підрахунку, оскільки за умови не функціонуючого сухожилка неможливо провести УЗД-дослідження для перевірки цілісності зв'язок). У більшості пацієнтів контрольної групи отримано добрі результати при ізольованому ушкодженні зв'язок A3 та A4 (5 та 4 пацієнти відповідно), а також при комбінації ушкоджень зв'язок A3+A4 (4 пацієнти). Встановлено середній прямий достовірний зв'язок ($p=0,63$, рівень значущості $< 95\%$) між функціональним результатом лікування та типом ушкоджених зв'язок (табл. 5).

Таблиця 5

Залежність функціонального результату (за Strickland) від типу ушкоджених зв'язок (на підставі інтраопераційної діагностики)

Зв'язки	Кількість пацієнтів			
	Функціональні результати лікування			
	відмінні	добрі	задовільні	незадовільні
A1	–	–	–	–
A1+A2	–	–	–	–
A2	–	–	–	–
A2+A3	–	–	–	–
A3	–	5	–	–
A3+A4	–	4	–	–
A4	1	12	–	–
A4+A5	–	–	9	–
A5	–	–	–	–
A3+A4+A5	–	–	–	–

Згідно зі шкалою QuickDASH не було жодного пацієнта з незадовільним результатом лікування, у 5 пацієнтів виникли ускладнення. 7 пацієнтів з сумою балів від 50 до 75 мали комбіновані ушкодження зв'язок. Найбільша кількість пацієнтів (24) отримала від 25 до 50 балів. Виявлено середній прямий достовірний зв'язок між функціональним результатом за QuickDASH та типом ушкоджених зв'язок ($p=0,66$, рівень значущості $< 95\%$) (табл. 6).

Таблиця 6

Залежність функціонального результату (за QuickDASH) від типу ушкоджених зв'язок (на підставі інтраопераційної діагностики)

Зв'язки	Бали			
	0-25	25-50	50-75	75-100
A1	–	–	–	–
A1+A2	–	–	–	–
A2	–	–	–	–
A2+A3	–	–	–	–
A3	3	2	–	–
A3+A4	2	2	–	–
A4	5	6	–	–
A4+A5	–	8	3	–
A5	–	–	–	–
A3+A4+A5	–	6	4	–

Під час аналізу залежності кінцевого функціонального результату лікування та УЗД-показників виявлено, що хворі з відмінним і добрим результатом за Strickland належали до 1 та 2 груп ушкодження зв'язок, а з задовільними – до 2 та 3 груп. Аналіз результатів лікування виявив сильний прямий достовірний зв'язок між функціональним результатом за Strickland та ступенем ушкодження зв'язок ($p=0,85$, рівень значущості $< 99\%$) (табл. 7).

Таблиця 7

**Залежність функціонального результату
(за Strickland) від ступеня ушкодження зв'язок
за даними УЗД**

Групи	Відмінний	Добрий	Задовільний	Незадовільний
1	1	13	–	–
2	–	9	5	–
3	–	–	13	–
4	–	–	–	–

Під час аналізу залежності кінцевого функціонального результату лікування за QuickDASH та УЗД-показників виявлено, що хворі з кількістю балів до 25 (10 пацієнтів) та 25-50 (24 пацієнти) належали до 1 та 2 груп ушкодження зв'язок. А 7 пацієнтів 3 та 4 груп мали 50-75 балів. У основній та контрольній групах виявлено середній прямий достовірний зв'язок між функціональним результатом та ступенем ушкодження зв'язок ($p=0,66$, рівень значущості $< 95\%$) (табл. 8).

Таблиця 8

**Залежність функціонального результату
(за QuickDASH) від ступеня ушкодження
зв'язок за даними УЗД**

Групи	Бали			
	0-25	25-50	50-75	75-100
1	7	15	–	–
2	3	9	3	–
3	–	–	4	–
4	–	–	–	–

Максимальне збереження анулярних зв'язок пальців кисті та їх пластика забезпечує стабільність та одну з біомеханічних засад стабільного функціонування згинального апарату пальців кисті. Відновлення анулярних зв'язок дозволяє створити/відновити повноцінну синовіальну піхву для ковзання сухожилля та рівномірно розподілити навантаження на відновлені структури згинального апарату пальців кисті.

Висновки

1. У хворих з ізольованим ушкодженням однієї зі зв'язок отримано добрі та відмінні результати, при комбінованому ушкодженні двох зв'язок результати були добрими та задовільними, а при комбінованому ушкодженні трьох зв'язок результати були, як правило, задовільними.

2. Виявлено середній достовірний кореляційний зв'язок ($p=0,66$, рівень значущості $< 95\%$) між кінцевим функціональним результатом, типом та ступенем ушкодження зв'язок за шкалою QuickDASH та сильний прямий достовірний зв'язок між функціональним результатом за Strickland та ступенем ушкодження зв'язок ($p=0,85$, рівень значущості $< 99\%$).

3. При максимально можливому відновленні дистальних анулярних зв'язок у хворих з ушкодженням сухожилків-згиначів пальців кисті III-IV ступеня тяжкості на рівні "критичної" зони отримано 53,6% відмінних і добрих кінцевих функціональних результатів за Strickland та 82,9% відмінних і добрих результатів за шкалою QuickDASH, оскільки цей метод лікування приводить до кращого розподілу зусиль між дистальним місцем кріплення сухожилка глибокого згинача та зв'язками A5, A4 та уникнення повторного ушкодження внаслідок перенавантаження.

Література

1. Лазарев І.А. Розподіл зусиль у різних ділянках згинального апарату пальців кисті при стандартному навантаженні / Лазарев І.А., Курінний І.М., Ярова М.Л., Скибан М.В. // Травма. – 2013. – Т. 14. – № 6. – С. 73–82.
2. Klauser A. Finger pulley injuries in extreme rock climbers: depiction with dynamic US / Klauser A., Frauscher F., Bodner G. [et al.] // Radiology. – 2002. – Vol. 222 – Is. 3 – P. 755–761.
3. Boutry N. High-frequency ultrasonographic examination of the finger pulley system / Boutry N., Demondion X., Glaude E. [et al.] // J. Ultrasound Med. – 2005 – Vol. 24 – Is. 10 – P. 1333–1339.
4. Doyle J.R. Palmar and digital flexor tendon pulleys / J.R. Doyle // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2001. – Vol. 383 – P. 84–96.
5. Hauger O. Pulley system in the fingers: normal anatomy and simulated lesions in cadavers at MR imaging, CT, and US with and without contrast material distension of the tendon sheath / Hauger O., Chung C.B., Lektrakul N. [et al.] // Radiology. – 2000. – Vol. 217. – P. 201–212.
6. Katzman B.M. Anatomy and histology of the A5 pulley / Katzman B.M., Klein D.M., Garven T.C. [et al.] // J. Hand Surg. [Am.]. – 1998. – Vol. 23 – Is. 4. – P. 653–657.
7. Leeftang S. The role of proximal pulleys in preventing tendon bowstringing: pulley rupture and tendon bowstringing / S. Leeftang, J.H. Coert // J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg. – 2014. – Vol. 67. – Is. 6. – P. 822–827.
8. Marko B. Ultrasound-guided first annular pulley injection for trigger finger / B. Marko, F. Tiffany // J. Ultrasound Med. – 2009 – Vol. 28 – P. 737–743.
9. Martinoli C. Sonographic evaluation of digital annular pulley tears / Martinoli C., Bianchi S., Nebiolo M., Derchi L., Garcia J. // Skeletal Radiol. – Vol. 29 – P. 387–391.

CLINICAL AND ULTRASONOGRAPHIC ASSESSMENT OF SURGICAL TREATMENT OF PULLEY DAMAGES AFTER TRAUMA OF FLEXOR TENDONS OF FINGERS IN THE "CRITICAL" AREA

Kurinyi I.M., Yiarova M.L., Mazevysh V.B.

Summary. We widely used ultrasonographic examination in assessing surgical treatment of pulley injuries. A surgical treatment of a total of 102 patients with flexor tendon injuries of fingers in a "critical" zone was performed. Of them, 41 patients with concomitant pulley damage were included in the study using analyzing the results of treatment with ultrasound. Upper extremity function was evaluated on the QuickDash and Strickland scales. The analysis revealed a strong correlation between the functional outcome and degree of pulley damage on the QuickDASH and Strickland scales. Maximal possible recovery of distal pulleys in patients with grade III-IV flexor tendon damages of fingers in a "critical" zone enabled to achieve 53.6% excellent and good functional outcomes on the Strickland scale and 82.9% excellent and good results on the QuickDASH scale, respectively.

Key words: pulleys, flexor tendon injuries, surgical treatment, ultrasonography.

КЛИНИКО-УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ АНУЛЯРНЫХ СВЯЗОК ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ТРАВМЫ СУХОЖИЛИЙ СГИБАТЕЛЕЙ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ В "КРИТИЧЕСКОЙ" ЗОНЕ

Куриной И.Н., Яровая М.Л., Мазевич В.Б.

Резюме. При оценке хирургического лечения повреждений анулярных связок широко применяется ультразвукография. Проведено хирургическое лечение 102 больных с повреждениями сухожилий сгибателей пальцев кисти в "критической" зоне. С помощью ультразвукографии проанализированы результаты лечения 41 пациента с сопутствующим повреждением анулярных связок. Функцию верхней конечности оценивали согласно QuickDash и Strickland. Проведенный анализ выявил сильную прямую взаимосвязь между конечным функциональным результатом, типом и степенью повреждения связок по шкале QuickDASH и Strickland. Максимально возможное восстановление дистальных анулярных связок у больных с повреждением сухожилий сгибателей пальцев кисти III-IV степени тяжести на уровне "критической" зоны позволило получить 53,6% отличных и хороших конечных функциональных результатов по Strickland и 82,9% отличных и хороших результатов по шкале QuickDASH.

Ключевые слова: анулярные связки, повреждения сухожилий сгибателей, хирургическое лечение, ультразвукография.

УДК 616.717.51-089.28

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ЛОКТЕВОМ СУСТАВЕ В НОРМЕ И ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ТРАВМЫ

Макаров В.Б.¹, Левадный Е.В.², Страфун А.С.³

¹ ГУ Специализированная медико-санитарная часть № 6, г. Днепропетровск

² Днепропетровский национальный университет

³ Отдел микрохирургии и реконструктивно-восстановительной хирургии верхней конечности НИИ травматологии и ортопедии НАМН Украины, г. Киев

Резюме. Проведен сравнительный биомеханический анализ напряженно-деформированного состояния здорового локтевого сустава при удалении головки лучевой кости и венозного отростка. Результаты доказали, что удаление головки лучевой кости приводит к резкому увеличению напряжений как в костях, так и на суставных контактных по-

верхностях блока плечевой кости и локтевого отростка. Увеличение напряжения меньше критического уровня прочности костной и хрящевой ткани. Однако в реальной клинической практике полученные данные могут прогнозировано свидетельствовать о развитии хронического болевого синдрома в отдаленном периоде после травмы и раннем развитии остеоартроза плечелоктевого сустава.

Ключевые слова: локтевой сустав, площадь контактных напряжений, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементная сетка.

Введение

Локтевой сустав относится к высококонгруэнтным, сложным суставам, состоящим из плечелоктевого, плечелучевого и лучелоктевого суставов, заключенных в одну капсулу [1-2]. Разные повреждения костей и мягких тканей в области локтевого сустава коррелируют с определённым положением сгибания и ротации предплечья в локтевом суставе в момент травмы [3]. Понимание распределения физиологических напряжений и патомеханизмов, возникающих в архитектонике костной ткани после травмы крайне важно для правильной постановки диагноза, лечения и прогноза для максимального восстановления функции [4-5]. Наряду с экспериментальными работами по изучению напряжений, возникающих при нагрузке в локтевом суставе, более 10 лет широко применяются методы конечно-элементного анализа с построением максимально приближенных к реальности трехмерных моделей [6-8]. Изучению напряжений по Мизесу и контактных напряжений, возникающих в здоровом локтевом суставе при различных положениях сгибания, а также при его патологических состояниях после травмы посвящена данная работа.

Цель исследования – провести сравнительный биомеханический анализ напряженно-деформированного состояния в локтевом суставе в норме и при различных патологических состояниях вследствие перенесенной травмы.

Материалы и методы

На основе данных, предоставленных компанией Zygote Media Group, Inc., U.S. (<http://www.3dscience.com>), построены 4 необходимые геометрические модели локтевого сустава (ЛС) (рис. 1), отвечающие достаточным требованиям для исследования напряженно-деформированного состояния: а) здоровый ЛС; б) ЛС без венечного отростка; в) ЛС без головки лучевой кости; г) ЛС без головки лучевой кости и без венечного отростка.

В каждом из четырех случаев напряженно-деформированное состояние рассматривается в диапазоне от 0° до 120° с шагом 30° градусов (рис. 2) в фиксированном среднефизиологическом положении ротации предплечья.

В состав геометрических моделей входят три кости, сочленяющиеся в локтевом суставе. Расчетная часть лучевой кости включает в себя головку и шейку. Части плечевой и локтевой костей включают в себя участки, содер-

жащие суставные поверхности, входящие во взаимодействие с лучевой костью. Моделирование связок и оценка их влияния на общую картину напряженно-деформированного состояния локтевого сустава в данной работе не выполнялась.

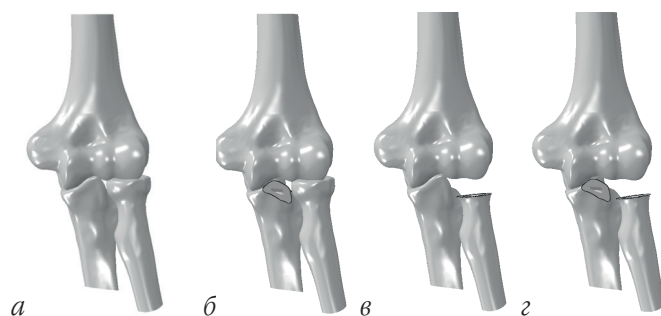


Рис. 1. Различные варианты геометрических моделей локтевого сустава: а – здоровый сустав; б – без венечного отростка; в – без головки лучевой кости; г – без головки лучевой кости и без венечного отростка

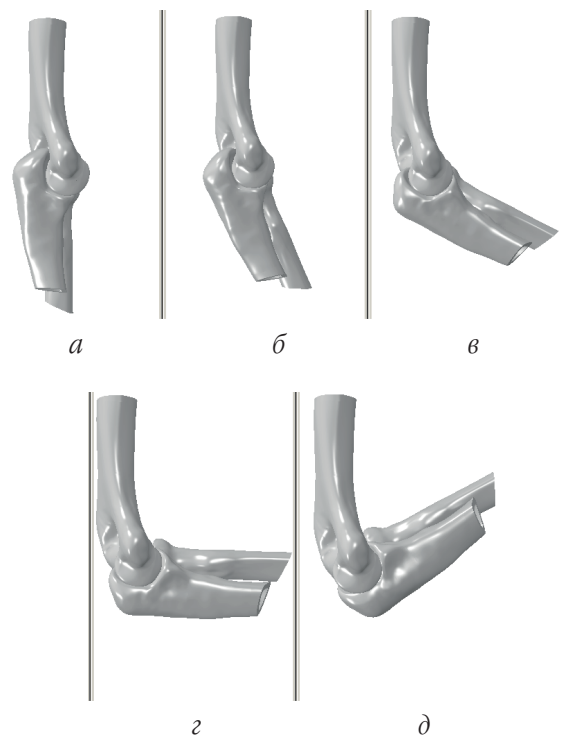


Рис. 2. Углы сгибания в локтевом суставе: а – 0°; б – 30°; в – 60°; г – 90°; д – 120°

Для максимального приближения физических характеристик расчетной модели к реальным мы попытались

учесть влияние хрящей, расположенных на поверхностях контакта в локтевом суставе, задав для них собственное (относительно низкое) значение модуля упругости. Как следовало ожидать, большая податливость поверхностного слоя на соприкасающихся участках расчетной модели снизит эффект скачкообразного повышения напряжения в местах контакта за счет его перераспределения в “мягких” хрящевых слоях. Эта особенность позволила дополнительно повысить достоверность получаемых результатов расчетов (рис. 3).

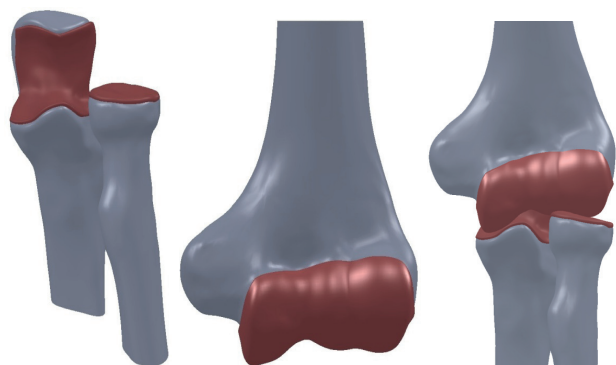


Рис. 3. Геометрические модели локтевого сустава с хрящевыми поверхностями

Исследования выполняли методом конечных элементов (КЭ) в среде программного комплекса ABAQUS. Конечно-элементная сетка локтевого сустава, состоящая из 390353 C3D4 (4-узловой элемент, линейный тетраэдр), показана на рис. 4.

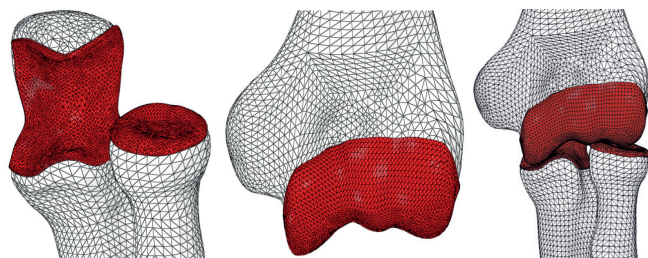


Рис. 4. Конечно-элементная модель локтевого сустава

Свойства материалов модели для всех расчетов были приняты постоянными и одинаковыми (табл. 1, 2) [9-11]. Величина коэффициента Пуассона для всех материалов была принята равной 0,3.

Таблица 1
Прочностные свойства костей

Локализация	Модуль Юнга, ГПа	Прочность при растяжении, МПа	Прочность при сжатии, МПа
Плечевая кость	17,2	30	132
Лучевая кость	18,6	149	114
Локтевая кость	18	148	117

Таблица 2

Модуль Юнга хрящей суставных поверхностей

Локализация суставного хряща	Модуль Юнга, ГПа
На головке плечевой кости	9,6
На головке лучевой кости	9,3
Со стороны локтевой кости	9

Расчет напряженно-деформированного состояния включает в себя расчет напряжений по Мизесу и контактные напряжения.

Трехмерные напряжения и нагрузки образуются в нескольких направлениях. Обычно эти многонаправленные напряжения суммируются для получения эквивалентного напряжения, которое также называется напряжением по фон Мизесу [12]. Трехмерное твердое тело имеет шесть компонентов напряжения. Теория утверждает, что пластичный материал начинает повреждаться в местах, где напряжение по Мизесу становится равным предельному напряжению [12].

Контактные напряжения образуются в месте соприкосновения двух тел в тех случаях, когда размеры площадки касания малы по сравнению с размерами тел (сжатие двух шаров, шара и плоскости, двух цилиндров и т.п.). При сжатии двух тел, имеющих гладкую криволинейную поверхность, а в нашем случае данная ситуация проявляется как в плечелоктевом, так и в лучелоктевом суставах, в зоне контакта происходит соединение точек поверхностей этих тел. Контактные напряжения зависят от радиусов кривизны соприкасающихся поверхностей и модулей упругости тел, нажимающих друг на друга. Уменьшение модуля упругости (модуль Юнга) ведет к увеличению площади контакта, а следовательно, и к уменьшению напряжений [12].

Учитывая данные табл. 1 и 2 можно сделать вывод, что величина модуля Юнга для хрящевых тканей значительно ниже соответствующей величины костных тканей и составляет порядка 0.1...3 МПа. Чтобы учесть снижение уровня модуля Юнга на контактных поверхностных слоях соприкасающихся тел, использовалось среднее значение.

Учитывая, что предметом анализа являются контактные поверхности при вращении костей предплечья вокруг плечевой кости, мы допустили, что положение плечевой кости остается неизменным. Чтобы сохранить обратное влияние на лучевую и локтевую кости со стороны контактирующих участков плечевой кости, фиксация была выполнена в узлах конечно-элементной сетки, наиболее удаленных от мест контакта. Поскольку предполагается анализ результатов расчетов статических задач уравновешенных моделей при различных углах поворота в локтевом суставе, то каждый расчет подразумевает наличие уравновешивающей системы сил, действующую на модель. Нагружение лучевой кости предполагает получение уравновешенного состояния за счет осевого давления на диафизарную часть с одной стороны, и реакции опоры со стороны головки и блока плечевой кости с другой стороны. Учитывая геометрические особенности суставных поверхностей, можно считать, что до определенного уровня нагружения результирующая сил реакции опоры на суставных поверхностях не позволит головке лучевой кости, а тем более локтево-

му отростку выйти из контакта с плечевой костью. Таким образом, задавая осевую нагрузку на лучевую и локтевую кости в направлении локтевого сустава, зафиксировав при этом положение плечевой кости, мы получим установившееся статическое положение системы.

Для оценки осевой нагрузки на лучевую кость и локтевую кость примем, что эта нагрузка появляется вследствие отжимания на руках. Отметим, что лучевая кость при опоре на кисть принимает 70% нагрузки. Предположим, что вес человека, составляет 100 кг:

$$G=100 \text{ (кг)};$$

т.е. сила притяжения будет составлять:

$$F \text{ веса} = G \cdot 9,81 = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ (Н)}.$$

Примем условно, что при отжимании человек перераспределяет нагрузку от силы тяжести на 4 конечности, то сила реакции опоры на одну руку будет составлять:

$$R = 981 / 4 = 245,25 \text{ (Н)}.$$

Так как предплечье состоит из 2-х костей, то сила, действующая вдоль одной лучевой и локтевой костей, будет составлять:

$$R \text{ лучевой} = 245,25 \cdot 0,7 = 171,67 \text{ (Н)};$$

$$R \text{ локтевой} = 245,25 \cdot 0,3 = 73,57 \text{ (Н)}.$$

Результаты и их обсуждение

В результате серии расчетов были получены напряжения по Мизесу и контактные напряжения на суставных поверхностях локтевого сустава в норме и при патологических состояниях вследствие травмы локтевого сустава.

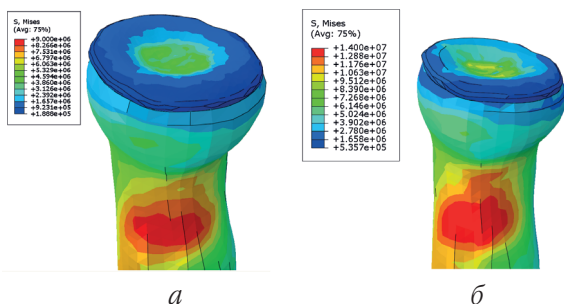


Рис. 5. Распределение напряжений по Мизесу в лучевой кости (угол сгибания 0°): а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

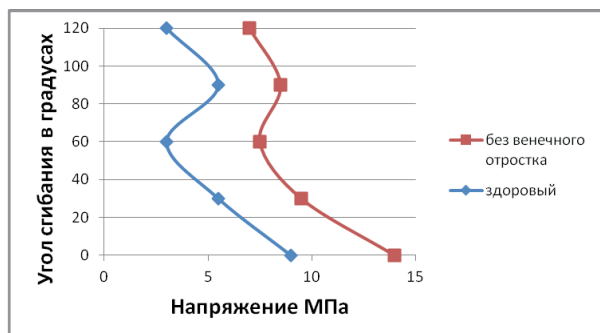


Рис. 6. Зависимость величины напряжения по Мизесу в шейке луча от угла сгибания в здоровом локтевом суставе и без венечного отростка

Из рис. 5 и 6 следует, что отсутствие венечного отростка приводит к повышению напряжений по Мизесу в шейке лучевой кости на 50% и достигает максимальных значений 14 МПа в положении сгибания в локтевом суставе на 0°, а минимальных 7,5 МПа – в положении сгибания на 120°. Это подтверждает значительную стабилизирующую роль венечного отростка, другими словами, при его повреждении повышенные напряжения возникают в шейке и головке лучевой кости, что приводит к их перегрузке.

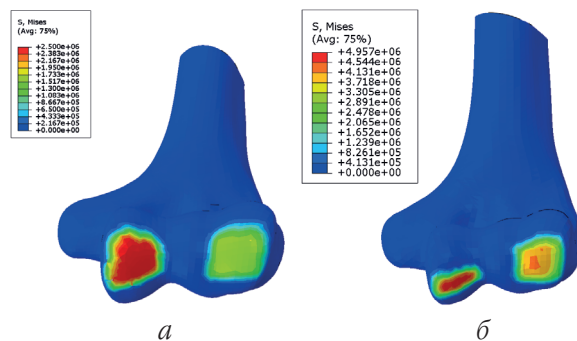


Рис. 7. Распределение напряжений по Мизесу на блоке и головке плечевой кости (угол сгибания 0°): а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

На рис. 7 не показаны распределения напряжений при отсутствии ГЛК и отсутствии ГЛК и венечного отростка, так как напряжений не будет в области головки плечевой кости. Данные по всем четырем расчетным случаям представлены на рис. 8.

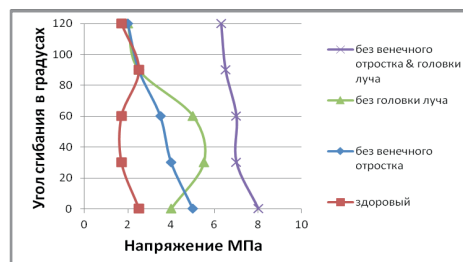


Рис. 8. Зависимость величины напряжения по Мизесу на блоке плечевой кости от угла сгибания в локтевом суставе для всех расчётных случаев

Из данных, представленных на рис. 8, четко видно, что отсутствие ГЛК приводит к резкому увеличению напряжений на блоке – более чем в 3 раза, до 6 МПа, а отсутствие ГЛК и венечного отростка – в 4 раза, до 8 МПа, что свидетельствует о максимальной перегрузке плечелоктевого сустава.

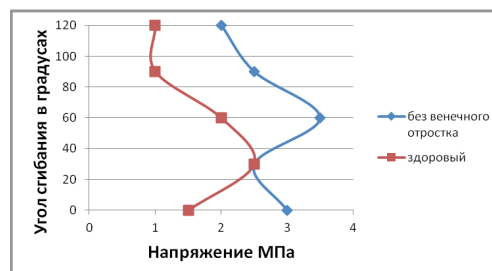


Рис. 9. Зависимость величины напряжения по Мизесу на головке плечевой кости от угла сгибания в здоровом локтевом суставе и без венечного отростка

Тенденція збільшення напружень по Мизесу на головці плечової кістки при відсутності венечного отростка чітко прослідковується на рис. 9. Збільшення напружень досягає 150% і 3,5 МПа при сгибании в локтевом суставі на 60°.

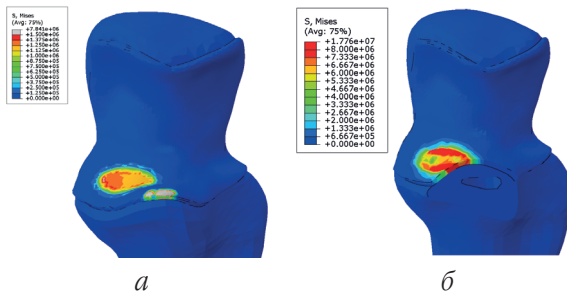


Рис. 10. Распределение напружений по Мизесу на локтевом отростке (угол сгибания 0°): а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

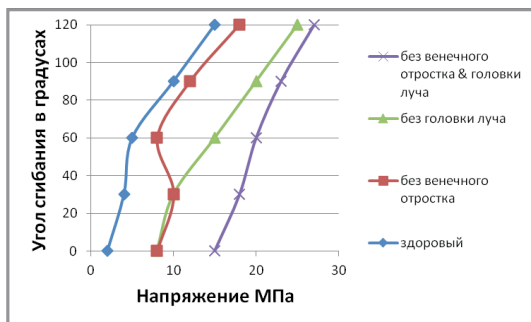


Рис. 11. Зависимость величины напружения по Мизесу на локтевом отростке от угла сгибания в локтевом суставе для всех расчётных случаев

На рис. 10 и 11 представлені напруження по Мизесу в області локтевого отростка. Резке збільшення напружень до 25 МПа спостерігається при удаленні ГЛК і пошкодженні венечного отростка. Ріст напружень во всіх випадках тем більше, чим більше кут сгибания в локтевом суставі.

На рис. 12 представлені дані напружень по Мизесу на венечном отростке. Установлено, що удалення ГЛК приводить до різкого підвищенню напружень до 12,5 МПа в області венечного отростка, що на 110% більше, чим в здоровому суставі.

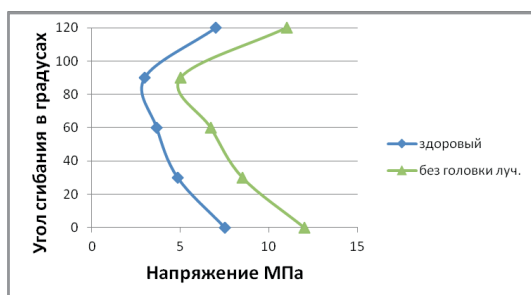


Рис. 12. Зависимость величины напружения по Мизесу на венечном отростке от угла сгибания в локтевом суставе в норме и при удалении ГЛК

На рис. 13 и 14 представлені дані розрахунків контактних напружень на суставной поверхності ГЛК.

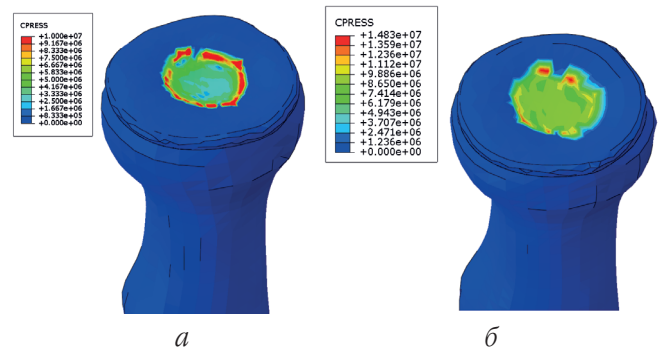


Рис. 13. Распределение контактних напружений на суставной поверхности головки лучевой кости: а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

Установлено, що відсутність венечного отростка приводить до підвищенню контактних напружень на суставной поверхности ГЛК на 50%, до 14,8 МПа в положенні розгибания в локтевом суставі. В інших положеннях підвищення контактних напружень становить 20-30%.

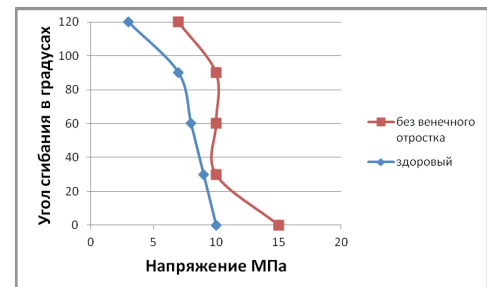


Рис. 14. Зависимость величины контактного напружения на головке лучевой кости от угла сгибания в локтевом суставе в норме и без венечного отростка

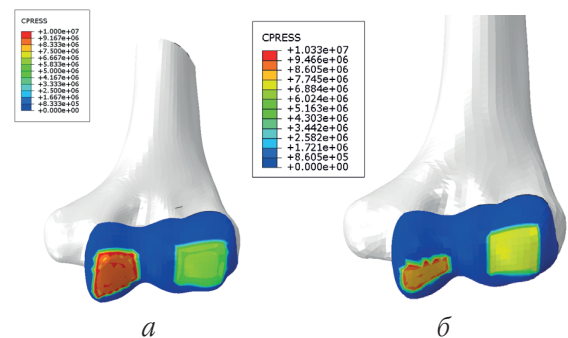


Рис. 15. Распределение контактних напружений на поверхности блока плеча и плечевого отростка: а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

Данні контактних напружень на блоці і головці плечової кістки, отримані для всіх розрахункових випадків, представлені на рис. 15-17. Аналіз цих даних показує, що при удаленні венечного отростка зменшується область контакту на 40% на блоці плечової кістки з незначительним зростом контактних напружень до 20-30% во всіх положеннях сгибания в локтевом суставі. Ріст контактних напружень при удаленні голо-

вки лучевой кости составляет 150%, до 23,5 МПа, а при удалении ГЛК и венечного отростка до 200% или до 28,8 МПа. В то же время изолированное отсутствие венечного отростка не приводит к таким изменениям. Наблюдается умеренный рост контактных напряжений на головке плечевой кости до 40-50% и составляет 15,2 МПа при максимальном сгибании в локтевом суставе (рис. 17).

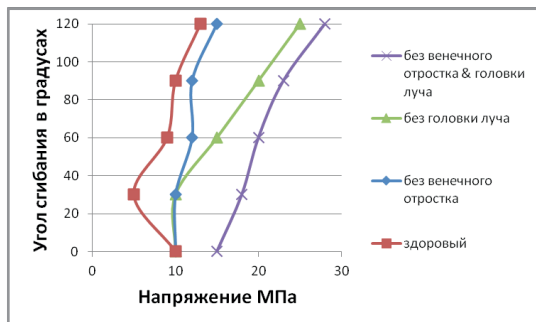


Рис. 16. Зависимость величины контактного напряжения на блоке плечевой кости от угла сгибания в локтевом суставе для всех расчётных случаев

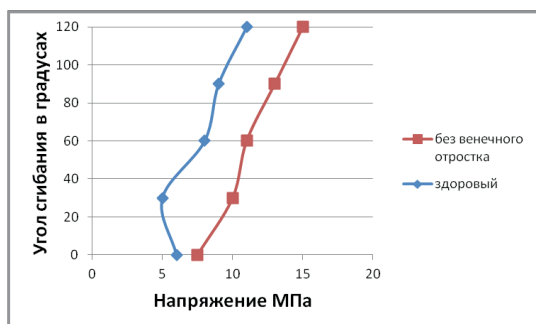


Рис. 17. Зависимость величины контактного напряжения на головке плечевой кости от угла сгибания в локтевом суставе в норме и при отсутствии венечного отростка

Анализ контактных напряжений на локтевом отростке (рис. 18 и 19) показывает, что область контакта при отсутствии венечного отростка не только уменьшается по площади, но и при максимуме контактных напряжений смещается к основанию венечного отростка.

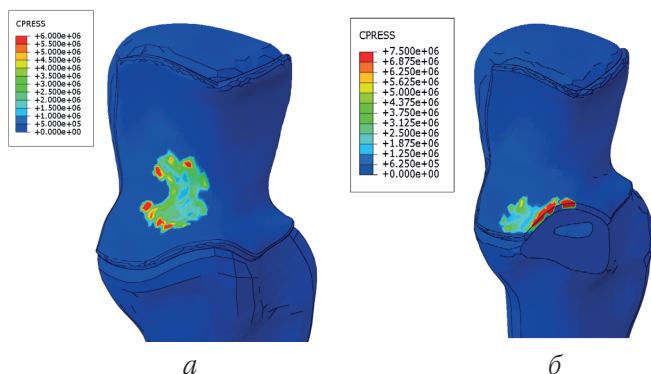


Рис. 18. Распределение контактных напряжений на суставной поверхности локтевого отростка (угол сгибания 0°): а – здоровый сустав; б – без венечного отростка

Это косвенно говорит о дестабилизации сустава. Максимум роста контактных напряжений до 20 МПа наблюдается при отсутствии ГЛК и венечного отростка в положении сгибания на 120°. Интересно отметить, что отсутствие или ГЛК, или венечного отростка приводит к примерно одинаковому увеличению контактных напряжений на локтевом отростке до 14,8 МПа.

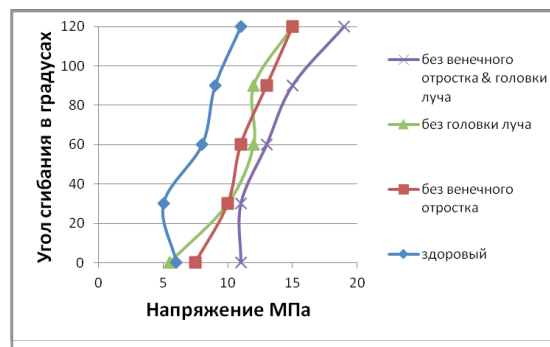


Рис. 19. Зависимость величины контактного напряжения на суставной поверхности локтевого отростка от угла сгибания в локтевом суставе для всех расчётных случаев

Выводы

1. С помощью разработанной трехмерной конечно-элементной модели локтевого сустава можно выполнять исследование напряженно-деформированного состояния как в норме, так и при различных переломах.
2. Установлено, что максимальные напряжения по Мизесу в шейке и головке лучевой кости, а также контактные напряжения на суставной поверхности головки лучевой кости возникают в положении полного разгибания в здоровом локтевом суставе, а с увеличением угла сгибания уменьшаются. Контактные напряжения на остальных суставных поверхностях увеличиваются с увеличением угла сгибания в локтевом суставе.
3. В здоровом локтевом суставе напряжения по Мизесу на венечном отростке достигают максимального значения в положении полного разгибания в локтевом суставе, затем падают до угла 90° и снова возрастают.
4. На блоке плечевой кости напряжения по Мизесу практически не изменяются для всех положений сгибания в локтевом суставе.
5. На суставной поверхности локтевого отростка напряжения по Мизесу возрастают с увеличением угла сгибания локтевого сустава, что дополнительно объясняет факт большинства переломов локтевого отростка в положении сгибания.
6. Рост контактных напряжений при удалении головки лучевой кости составляет 150%, до 23,5 МПа, а при удалении ГЛК и венечного отростка до 200% или до 28,8 МПа.
7. Одновременное отсутствие головки луча и венечного отростка приводит к резкому увеличению как контактных напряжений, так и напряжений по Мизесу.

8. Выполненный сравнительный биомеханический анализ напряженно-деформированного состояния локтевого сустава в норме и при последствиях травмы показал, что удаление ГЛК приводит к резкому увеличению напряжений как в костях, так на суставных поверхностях блока плечевой кости и локтевого отростка. Увеличение напряжений меньше предела прочности данных тканей, что говорит о запасе прочности. Тем не менее, в реальной клинической ситуации полученное повышение напряжений прогностически приведет к развитию болевого синдрома в отдаленном периоде и раннему развитию остеоартроза плечелоктевого сустава.

Литература

1. Fomalski S. Anatomy and biomechanics of the elbow joint / Fomalski S., Gupta R., Lee T.Q. // Tech. Hand Upper Extremity Surg. – 2003. – Vol. 7 (4). – P. 168–178.
2. Bryce C.D. Anatomy and biomechanics of the elbow / C.D. Bryce, A.D. Armstrong // Orthop. Clin. North. [Am.]. – 2008. – Vol. 39 (2). – P. 141–154.
3. Gradl G. Current concepts review – fractures in the region of the elbow / G. Gradl, J.B. Jupiter // Acta. Chir. Orthop. Traumatol. Cech. – 2012. – Vol. 79 (3). – P. 203–212.
4. Mason M. Some observations on fracture of the head of the radius with a review of one hundred cases / M. Mason // J. Bone Jt. Surg. – 1954. – Vol. 42. – C. 123–132.
5. Morrey B. The elbow and its disorders / B. Morrey. – 3^{ed}. – Philadelphia, London, New York : W.B. Saunders company, 2000. – 934 p.
6. Eser A. Nonlinear finite element analysis versus ex vivo strain gauge measurements on immediately loaded implants / Eser A., Akca K., Eckert S., Cebrelli M.C. // Int. J. Oral. Maxillofacial Implants. – 2009. – Vol. 24 (3). – P. 439–446.
7. Rao Z.T. Effect of elbow flexion angles on stress distribution of the proximal ulnar and radius bones under a vertical load: measurement using resistance strain gauges / Rao Z.T., Yuan F., Li B., Ma N. // J. Orthop. Surg Res. – 2014. – Jul. 31. – Vol. 9. – P. 60.
8. Shepard M.F. Effects of radial head excision and distal radial shortening on load-sharing in cadaver forearms / Shepard M.F., Markolf K.L., Dunbar A.M. // J. Bone Joint Surg. [Am.]. – 2001. – Jan. – Vol. 83-A (1). – P. 92–100.
9. Choi K. The elastic moduli of human subchondral, trabecular, and cortical bone tissue and the sizedependency of cortical bone modulus / Choi K., Kubin J.L., Ciarelli M.J., Goldstein S.A. // J. Biomech. – 1990. – Vol. 23 (11). – P. 1103–1113.
10. Карлов А.В. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики / А.В. Карлов, В.П. Шахов. – Томск : STT, 2001. – 480 с.
11. Трушко А.В. АСМ-анализ хрящевых тканей / А.В. Трушко, С.А. Чижик : Матер. VII междунар. семинара (1–3 ноября 2006 г., Минск). – Минск: ИТМО НАН Беларуси, 2006. – С. 162–168.
12. Александров А.В. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов / Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. / Под ред. А.В. Александрова. – 3-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2003. – 560 с.

COMPARATIVE BIOMECHANICAL ANALYSIS OF STRESS-STRAIN STATE OF ELBOW JOINT IN HEALTH AND AFTER INJURY

Makarov V.B., Lievadnyi Ye.V., Strafun O.S.

Summary. A comparative biomechanical analysis of the stress-strain state was performed in the healthy elbow joint with the radius head and/or the coronoid process removing. The results showed that the removal of the radius head leads to a significant stress increase both in bones and at the joint surfaces of the humerus and olecranon. The stress increase was below the critical level of strength of bone and cartilage tissues. However, in actual clinical practice, our data may predict the development of chronic pain in the long-term period and early development of osteoarthritis of the humeroulnar joint.

Key words: elbow joint, contact stress area, stress-strain state, finite element mesh.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В ЛІКТЬОВОМУ СУГЛОБІ В НОРМІ ТА ПРИ НАСЛІДКАХ ТРАВМИ

Макаров В.Б., Левадний Є.В., Страфун О.С.

Резюме. Проведено порівняльний біомеханічний аналіз напружено-деформованого стану здорового ліктьового суглоба при видаленні голівки променевої кістки та вінецьового відростка. Результати довели, що видалення голівки променевої кістки призводить до різкого збільшення напружень як у кістках, так і на суглобових контактних поверхнях блоку плечової кістки та ліктьового відростка. Збільшення напруження менше критичного рівня міцності кісткової та хрящової тканини. Однак у реальній клінічній практиці отримані дані можуть прогностично свідчити про розвиток хронічного болювого синдрому у віддаленому періоді після травми і ранній розвиток остеоартрозу плечоліктьового суглоба.

Ключові слова: ліктьовий суглоб, площа контактних напружень, напружено-деформований стан, кінцево-елементна сітка.

АРТРОДЕЗ ПЕРШОГО ЗАПЛЕСНО-ПЛЕСНОВОГО СУГЛОБА ПРИ ХІРУРГІЧНОМУ ЛІКУВАННІ HALLUX VALGUS

Руденко РІ*, Турчин ОА, Лазаренко ГМ, Лябах АП.
ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ
*Міська лікарня № 9, м. Запоріжжя

Резюме. Проаналізовано результати застосування артродезу першого заплесно-плезного суглоба (1ЗПС) при хірургічному лікуванні hallux valgus у 94 пацієнтів (141 стопа) віком $43,5 \pm 7,8$ року (22–64 роки); жінок було 90, чоловіків – 4. Досліджували плесно-фаланговий кут (ПФК), перший міжплесновий кут (1МПК), рівень больового синдрому (ВАШ), функцію стопи (AOFAS), суб'єктивну оцінку за власним опитувальником. Динаміку змін ПФК та 1МПК оцінили через 3 міс. після операцій у всіх пацієнтів, віддалені результати в строки 12–49 міс. ($28,5 \pm 2,9$ міс.) оцінені у 17 пацієнтів (26 стоп) за всіма дослідженими критеріями. Динаміка змін через 3 міс. після операцій становила для ПФК $24,2^\circ$ ($p=0,003$), для 1МПК – 9° ($p=0,012$). Віддалені результати характеризувались покращенням значень ПФК з $43,5^\circ$ до $14,8^\circ$ ($p<0,001$), 1МПК з 17° до 9° ($p<0,001$), суб'єктивної оцінки з 7 до 1,2 бала ($p<0,001$), функції стопи з 65,1 до 90 балів ($p<0,001$). Незрощення відмічене у 4 випадках (2,1%). Висновок: артродез 1ЗПС є ефективною операцією при хірургічному лікуванні hallux valgus, забезпечує стабільний рівень корекції ПФК та 1МПК, достовірне суб'єктивне та об'єктивне покращення функції стопи, зменшення болю.

Ключові слова: hallux valgus, артродез першого заплесно-плезного суглоба.

Вступ

Hallux valgus як патологічний стан має свою позицію в МКХ-10 (M20.1), проте таке визначення, як відхилення першого пальця стопи назовні, не відображає всіх структурних компонентів деформації. Одним із них є варусне відхилення 1-ї плеснової кістки (1ПК) медіально, яке Truslow W. у 1925 р. назвав metatarsus primus varus (MPV). Деякі автори небезпідставно вважають, що основним чинником MPV є форма будови 1-го заплесно-плезного суглоба (1ЗПС) [2, 13], і що варусне відхилення 1ПК визначає величину кута hallux valgus – плесно-фалангового кута (ПФК). Сучасна концепція хірургічного лікування hallux valgus враховує необхідність корекції MPV, що визначається за значеннями 1-го міжплеснового кута (1МПК). З цією метою використовують дистальні та проксимальні остеотомії 1ПК у поєднанні з операціями в ділянці 1ПФС [15]. Більш обмежене застосування має корегувальний артродез 1ЗПС, хоча з біомеханічних позицій він здатен забезпечити корекцію не тільки приведення, а також і ротації 1ПК. Артродез 1ЗПС на пострадянських теренах більше відомий як операція Альбрехта Г.А. [1], в іноземних джерелах – як модифікована операція Lapidus P.W. [9–12, 16].

Основним показанням до артродезу 1ЗПС вважають його гіпермобільність без чи у поєднанні з болочим остеоартрозом, рецидиви після корекції MPV, елевацію 1ПК [7, 16]. Сучасний мета-аналіз літератури свідчить про кращі корекційні можливості артродезу 1ЗПС порівняно з дис-

тальними, діафізарними та проксимальними остеотоміями 1ПК [5]. Потенційні можливості артродезу 1ЗПС щодо корекції положення 1ПК при хірургічному лікуванні hallux valgus, на наш погляд, не отримали належної оцінки в літературі, а власний досвід застосування цієї операції протягом останніх 15 років дозволяє представити науковий аналіз широкому загалу спеціалістів.

Мета роботи – аналіз результатів застосування артродезу 1ЗПС при хірургічному лікуванні hallux valgus, висвітлення особливостей хірургічної техніки, обговорення показань.

Матеріали та методи

Матеріалом для роботи стали результати обстеження та хірургічного лікування 94 пацієнтів із hallux valgus (141 стопа), оперованих в клініці ДУ "ІТО НАМН України" за період 2000–2014 рр. Використання даних із історій хвороби проведено з урахуванням вимог комітету з біоетики ДУ "ІТО НАМН України".

Вік пацієнтів становив $43,5 \pm 7,8$ року (від 22 до 64); жінок було 90, чоловіків – 4. Пацієнтів піддавали загальному та ортопедичному обстеженню. За навантажувальними рентгенограмами стопи у прямій проекції розраховували такі скіалогічні показники: ПФК, 1МПК; користувались загальноприйнятою методикою [15]. Функцію стопи оцінювали за шкалою AOFAS [8], використовуючи таблицю для 1-го променя. Рівень больового синдрому визначали за ВАШ.

Для врахування суб'єктивної оцінки пацієнтом ми використали опитувальник, який складається із чотирьох блоків: біль, функція, користування взуттям, задоволення зовнішнім виглядом. Кожен блок має чотири пункти, з градацією від 3 до 0, що відображають відповідно найгіршу та найкращу оцінку [2].

Контрольні вимірювання, заповнення шкали AOFAS, ВАШ та опитувальника проводили до операції та не раніше одного року після операції. Вимірювання скіалогічних показників проводили у терміни 3 міс. після операції. Отримані дані та результати вимірювань заносили в електронні таблиці, розраховували описову статистику (середнє, стандартна помилка). Суть відмінностей визначали за допомогою парного двовибіркового t-тесту для середніх при рівні значимості 95% ($p < 0,05$); вплив скіалогічних показників і суб'єктивної оцінки на рівень функції стопи вивчали за допомогою множинної лінійної регресії при рівні значимості 95% ($p < 0,05$). Усі розрахунки проводили в середовищі Microsoft Office Excel 2007 з використанням наданого пакету програм.

Методика хірургічного втручання. Операцію виконували під спинномозковою або загальною анестезією, на знекровленому операційному полі, вона передбачала втручання в ділянці 1ПФС та власне артродез 13ПС.

Перший доступ виконували по медіальній поверхні 1ПФС на межі дорсальної та плантарної шкіри. При значній гіпертрофії медіального виростка головки 1ПК робили еліпсоподібний доступ із видаленням відповідної ділянки шкіри. В проксимальному куті операційної рани виділяли сухожилок *m. abductor hallucis* і по його верхньому краю поздовжньо розтинали капсулу, формуючи дорсальний та плантарний клапті. Краї капсулярних клаптів брали на трималки і разом із шкірними клаптями розводили у сторони. Дорсальний клапоть препарували від гіпертрофованого медіального виростка, плантарний клапоть відділяли від підшкірного жиру на глибину 4–5 мм до тібіальної сесамоподібної кістки. Резектували гіпертрофований медіальний виросток так, щоб залишити відповідну суглобову поверхню головки для тібіальної сесамоподібної кістки. Далі виконували дорсальний доступ у першому міжпальцевому проміжку, як при операції McBride. Відсікали сухожилок *m. adductor hallucis* від проксимальної фаланги, фібулярної сесамоподібної кістки та капсули 1ПФС. Контраговану капсулу 1ПФС розтинали дорсально від фібулярної сесамоподібної кістки поздовжньо, а перпендикулярно цьому розрізу по щілині суглоба робили другий розріз капсули від сухожилка довгого розгинача до фібулярної сесамоподібної кістки. Таке розітнення капсули необхідне для вправлення головки 1ПК над "гамаком". Капсулопластику виконували після артродезу та корекції положення 1ПК.

Доступ до 13ПС розташовували дорсально вздовж латерального краю сухожилка *m. extensor hallucis longus*, який зміщали медіально, а сухожилок *m. extensor hallucis brevis* – латерально. Поздовжньо розтинали окістя та капсулу 13ПС, потім поперечно розтинали капсулу майже на повну ширину суглобових поверхонь. Гострим цільним скальпелем пре-

парували капсулярно-окістні клапті, відділяючи їх від основи 1ПК та медіальної клиноподібної кістки. По бокових поверхнях суглоба вводили два елеватори, за допомогою яких розводили у сторони сухожилки та капсулу. Розмітку резекції проводили так, щоб площа резекції основи 1ПК була перпендикулярною її поздовжній осі. Протяжність резекції мінімальна – знімали суглобовий хрящ із ділянкою субхондральної кістки за допомогою осцилюючої пилки або долота. Резекцію суглобової поверхні клиноподібної кістки проводили аналогічно, розташовуючи її площину перпендикулярно поздовжній осі медіальної колони стопи.

Фіксацію здійснювали гвинтами, спицями, скобами або спеціальними пластинками. Після завершення остеосинтезу виконували капсулопластику. Слід відзначити, що у більшості випадків після виправлення положення 1ПК перший палець займав кореговане положення ще до капсулопластики. Накладали шви на шкіру, рани дренивали пластиковими дренажами-полосками. Гіпсову іммобілізацію не застосовували в жодному випадку. За відсутності показань першу перев'язку робили через 48 годин, ходьбу дозволяли через 24 години після операції. Бинтування стопи застосовували протягом 7 тижнів, протягом перших 3 пацієнту рекомендували амбулаторний режим. Через 4 тижні виконували рентгенографію для контролю за процесом зрощення.

Результати та їх обговорення

Загоєння *per primam* сталось у 137 випадках, у 6 випадках (4,3%) відмічені ускладнення в найближчому післяопераційному періоді. Гематома ділянки хірургічного втручання, що потребувала дренивання, відзначена у 3 випадках; поверхнева хірургічна інфекція – в 1. У 2 випадках перебіг післяопераційного періоду був ускладнений флебітом *v. saphena magna* в місці накладення пневмотурнікета та джгута на стегні.

Більш пізні ускладнення відмічені у 7 випадках: 3 – міграція фіксаторів, 4 – незрощення на місці артродезу (2,1%). Всі випадки незрощення проявлялись рецидивом варусного відхилення 1ПК.

У всіх випадках через 3 міс. після операції проведена оцінка скіалогічних показників (табл. 1). Як видно з таблиці, сталась корекція ПФК на XX° та 1МПК на X° .

Таблиця 1
Динаміка скіалогічних показників у пацієнтів,
котрим виконали артродез 13ПС,
в строки 3 міс. після операції

Показник	Величина показника $M \pm \sigma, \max - \min$		Значення p^* (при $\alpha = 0,05$)
	До операції ($n=141$)	Через 3 міс. після операції ($n=141$)	
ПФК, ($^\circ$)	$39,5 \pm 0,5$ 18–58	$15,3 \pm 0,9$ 8–25	0,003
1 МПК, ($^\circ$)	$19,3 \pm 0,3$ 11–25	$10,1 \pm 0,7$ 9–12	0,012

Примітка: * - парний t-тест для середніх.

Таблиця 2

Динаміка скіалогічних і клінічних показників у пацієнтів, котрим виконали артродез 13ПС, в строки 12 міс. та більше після операції

Показник	Величина показника $M \pm \sigma$, max-min		Значення p^* (при $\alpha=0,05$)
	До операції	Після операції	
ПФК, (°)	43,5 $\pm$ 1,9 (27–56)	14,8 $\pm$ 0,8 (9–18)	<0,001
1 МПК, (°)	17,3 $\pm$ 0,8 (12–25)	9,4 $\pm$ 0,3 (10–13)	<0,001
ВАШ, бали	4,3 $\pm$ 0,2 (2–7)	1,5 $\pm$ 0,2 (0–3)	<0,001
Суб'єктивна оцінка, бали	7 $\pm$ 0,2 (5–9)	1,2 $\pm$ 0,2 (0–3)	<0,001
АOFAS, бали	65,1 $\pm$ 2,1 (38–90)	90 $\pm$ 1 (85–100)	<0,001

Примітка: * - парний t-тест для середніх.

У 17 пацієнтів (26 стоп) оцінка результатів лікування проведена в строки 12–49 міс. (28,5 $\pm$ 2,9), у них досліджена динаміка скіалогічних показників, рівень болю, суб'єктивна оцінка та функція стопи за АOFAS. Результати представлені в табл. 2.

Артродез 13ПС відомий як ефективна хірургічна процедура для корекції hallux valgus середнього та вираженого ступеня тяжкості деформації, проте в літературі є небагато відомостей про корекційні можливості, ускладнення тощо. Willeger M. та ін. [5] зробили мета-аналіз за даними MEDLINE, Embase, CINAHL, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews. В результаті були відібрані 29 публікацій, що включали 1470 оперованих стоп у 1268 пацієнтів віком 46,9 року (16,5–61,9) із середнім строком спостереження 28,5 міс. (6,0–75,6). Корекція 1МПК становила: 9,12° – фіксація гвинтами; 9,75° – фіксація скобами; 12,41° – фіксація гвинтом і блокованою пластиною; 14,36° – гвинтом та спицею; 8,5° – фіксація спицями; 8,6° – фіксація АЗФ ($p=0,0251$). Загальний відсоток ускладнень – 16,05%, з яких незрощення становили 4,01%. Автори зробили висновок, що артродез 13ПС більш ефективний в аспекті корекції 1МПК, ніж остеотомія 1ПК.

Naaz Z. та ін. [10] порівняли результати артродезу 13ПС та проксимальної остеотомії 1ПК на 57 стопах через 11 міс. після операції. Досліджували ПФК, 1МПК, позицію сесамоподібних кісток. Автори дійшли висновку, що артродез забезпечує кращу корекцію 1МПК ($p=0,0039$).

Відсоток незрощень при артродезі 13ПС коливається від 1,8 до 5,3% [12, 14]. Пояснити таку розбіжність складно, можливо це залежить від кількості пацієнтів, а можливо – від способу фіксації. Найнижчий відсоток незрощень дає Rink-Brune O. [14], його дослідження налічує 78 пацієнтів. Найбільший відсоток відмічають Patel S. та ін. [12], їх публікація містить дані про 227 операцій у 211 пацієнтів. Найсвіжіший мета-аналіз, проведений Willeger M. та ін. [5], свідчить про 4,01% незрощень на загал після операції Lapidus. У нашому дослідженні незрощення відмічене у 3 випадках (2,1 %), в усіх була проведена повторна операція. Один з цих випадків не супроводжувався рецидивом варусного відхилення 1ПК, у двох інших відзначено повернення 1МПК до вихідних значень (рис. 1).

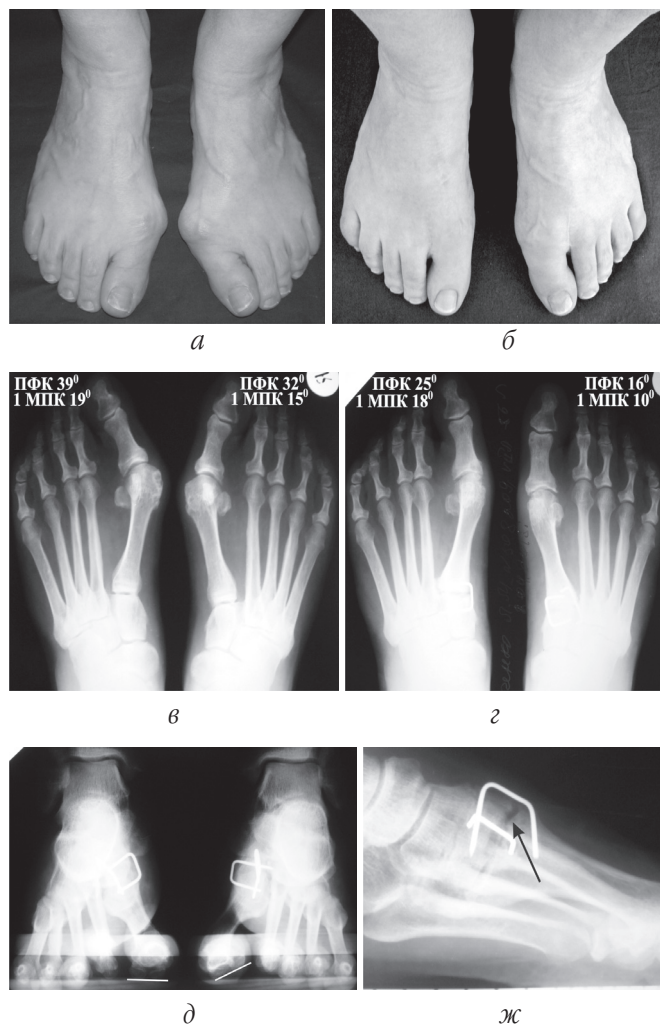


Рис. 1. Застосування артродезу 13ПС у пацієнтки із двобічним hallux valgus. А та Б: вигляд стоп до операції та через 1 рік, зліва – частковий рецидив. В та Г: прямі рентгенограми стоп при навантаженні до операції та через 1 рік. Д – аксіальні рентгенограми головок плеснових кісток через 1 рік після операції, внутрішня ротація 1ПК. Ж – бокова рентгенограма стопи через 1 рік після операції, стрілкою вказано незрощення

Внутрішню фіксацію найчастіше здійснюють двома гвинтами, проведеними назустріч по осі першого променя; дехто доповнює таку фіксацію спицею Кіршнера, яка, на думку авторів, спричиняє “деротуючий” ефект [4].

Слід відзначити, що в даному дослідженні, яке налічує 41 випадок, незрощень автори не зафіксували. Застосування спеціальних міні-пластин не запобігає незрощенню. Klos K. та ін. [11] використали пластинку, укладену по плантарній поверхні, та компресуючий гвинт при виконанні артродезу 13ПС у 59 випадках (58 пацієнтів) і отримали 1,69% незрощень.

Зовсім недавно Bahter J.R. та ін. [6] показали в дослідженні на нативних препаратах 13ПС, що фіксація гвинтами забезпечує втричі більшу стабільність до плантарного розкриття ділянки артродезування, ніж дорсально накладена пластинка.

Ми у більшій частині випадків (124) здійснювали фіксацію скобами, введеними у сагітальній і фронтальній площинах, у 17 випадках – пластинами з кутовою стабільністю (Intercoose).

Майже всі автори застосовують після операції режим повного розвантаження оперованої кінцівки протягом 7–8 тижнів. Ми дозволяємо пацієнтам навантаження на оперовану стопу з 2–3 доби після операції. Цілком допустимий відсоток незрощень (2,1%) порівняно з даними інших авторів підтверджує доцільність нашої тактики післяопераційного ведення пацієнтів, котрим виконали артродез 13ПС. Це дозволяє оперувати одночасно обидві стопи за необхідності корекції двобічного hallux valgus.

Загалом наші результати зіставляються з результатами інших авторів, представленими в літературі, та підтверджують думку про ефективність артродезу 13ПС у комплексному хірургічному лікуванні hallux valgus. Відкритим лишається питання про корекційні можливості проксимальних і діафізарних остеотомій 1ПК порівняно з артродезом 13ПС. Ще одним невирішеним питанням є вибір оптимальної методики остеосинтезу. Безумовно, пріоритетною є фіксація з можливістю раннього навантаження, що забезпечує відповідну зручність для пацієнта та (що суттєво) робить можливою одночасну операцію при двобічній патології.

Висновки

Артродез 13ПС є ефективною операцією при хірургічному лікуванні hallux valgus, виступає складовою частиною реконструкції першого променя стопи та забезпечує сприятливі анатомо-функціональні результати, які характеризуються стабільним рівнем корекції ПФК та 1МПК, достовірним покращенням функції стопи та зменшенням болю. Артродез 13ПС забезпечує корекцію приведення 1ПК, що відображається зменшенням значень першого міжплеснового кута в середньому до 9°, а це майже відповідає нормі.

Література

1. Альбрехт Г.А. Патология и лечение hallux valgus / Г.А. Альбрехт // Русский врач. – 1911. – Т.10, № 1. – С.14–19.
2. Вплив скіалогічних показників та суб'єктивної оцінки на рівень функції стопи у пацієнтів з hallux valgus / Лях А.П., Руденко П.І., Руденко І.А., Зазірний І.М. // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2013. – № 4. – С. 54–57.
3. Диваков М.Г. Способ лечения рецидивов вальгусной деформации первого пальца стопы / М.Г. Диваков, В.С. Осочук // Медицинские новости. – 2002. – № 2. – С. 64–67.
4. Basile P. Immediate weight bearing following modified Lapidus arthrodesis / P. Basile, E.A. Cook, J.J. Cook // J. Foot Ankle Surg. – 2010. – Vol. 49, № 5. – P. 459–464.
5. Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity / Willegger M., Holinka J., Ristl R. [et al.] // Int. Orthop. – 2015. – Vol. 39, № 3. – P. 467–476.
6. Crossed-screws provide greater tarsometatarsal fusion stability compared to compression plates / Baxter J.R., Mani S.B., Chan J.Y. [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2015. – Vol. 8, № 2. – P. 95–100.
7. Fuhrmann R.A. Arthrodesis of the first tarsometatarsal joint for correction of the advanced splayfoot accompanied by a hallux valgus / R.A. Fuhrmann // Oper. Orthop. Traumatol. – 2005. – B. 17, H. 2. – P. 195–210.
8. Kitaoka H. Clinical rating systems for the ankle – hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes / H. Kitaoka // Foot Ankle Int. – 1994. – Vol. 15, № 7. – P. 349–353.
9. Lapidus P.W. Operative correction of the metatarsus varus primus in hallux valgus / P.W. Lapidus // Surg. Gynecol. Obstet. – 1934. – Vol. 58. – P. 183–191.
10. Maintenance of correction of first metatarsal closing wedge osteotomies versus modified Lapidus arthrodesis for moderate to severe hallux valgus deformity / Haaz Z., Hamilton G., Sundstrom D., Ford L. // J. Foot Ankle Surg. – 2007. – Vol. 46, № 5. – P. 358–365.
11. Modified Lapidus arthrodesis with plantar plate and compression screw for treatment of hallux valgus with hypermobility of the first ray: a preliminary report / Klos K., Wilde C.H., Lange A. [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2013. – Vol. 19, № 4. – P. 239–244.
12. Modified Lapidus arthrodesis: rate of nonunion in 227 cases / Patel S., Ford L.A., Etcheberry J. [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2004. – Vol. 43, № 5. – P. 290–295.
13. Radiographic analysis of hallux valgus / Tanaka Y., Takakura Y., Kumai T. [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 1992. – Vol. 77 (A), № 2. – P. 205–213.
14. Rink-Brune O. Lapidus arthrodesis for management of hallux valgus – a retrospective review of 106 cases / O. Rink-Brune // J. Foot Ankle Surg. – 2004. – Vol. 43, № 5. – P. 290–295.
15. Southerland C.C. Preoperative criteria for hallux valgus surgery and use of convergent angled base wedge osteotomy / C.C. Southerland, S.M. Spinner // J. Foot Surg. – 1987. – Vol. 26, № 6. – P. 471–483.
16. The Lapidus procedure as salvage after failed surgical treatment of hallux valgus. Surgical technique / Goetzee J.C., Resig S.G., Kuskowski M., Saleh K.J. // J. Bone Joint Surg. – 2004. – Vol. 86 (A), Suppl. 1. – P. 30–36.

1ST CUNEO-METATARSAL FUSION IN THE SURGICAL TREATMENT OF HALLUX VALGUS

Rudenko R.I., Turchyn O.A., Lazarenko G.M., Liabakh A.P.

Summary. Outcomes of the first cuneo-metatarsal fusion (1st CMF) in surgical treatment of hallux valgus in 94 patients (141 feet) aged 43.5 ± 7.8 years (range of 22 to 64 years) have been analyzed. The study included 90 women and 4 men. The matatarsophalangeal angle (MPA), first intermetatarsal angle (1st IMA), pain level according to the VAS pain scale, foot function according to the AOFAS scale, and subjective assessment using our own questionnaire have been investigated. The dynamics of MPA and 1st IMA has been assessed in all patients 3 months after surgery. Long-term (12–49 months) follow-up results have been assessed in 17 patients (26 feet) according to all investigated data. Three months after surgery, the mean dynamics for MPA was 24.2° ($p=0.003$) and for 1st IMA was 9.2° ($p=0.012$). Long-term results were as follows: MPA improved from 43.5° to 14.8° ($p<0.001$) and the 1st IMA improved from 17° to 9° ($p<0.001$), the score on the VAS pain scale upgraded from 4.3 to 1.5 ($p<0.001$), subjective score according to our own scale changed from 7 to 1.2 ($p<0.001$), and the AOFAS score improved from 65.1 to 90 ($p<0.001$). Non-union has been registered in 4 cases (2.1%). Conclusion. 1st CMF is an effective technique in surgical treatment of hallux valgus, which provides stable correction of MPA and 1st IMA, subjective and objective improvement in foot function, and reduction of pain.

Key words: hallux valgus, 1st cuneo-metatarsal fusion.

АРТРОДЕЗ ПЕРВОГО ПРЕДПЛЮСНЕ-ПЛЮСНЕВОГО СУСТАВА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ HALLUX VALGUS

Руденко Р.И., Турчин Е.А., Лазаренко Г.Н., Лябах А.П.

Резюме. Проанализированы результаты применения артродеза первого предплюсне-плюсневое сустава (1ППС) в хирургическом лечении hallux valgus у 94 пациентов (141 стопа) в возрасте $43,5 \pm 7,8$ года (22–64 года); женщин было 90, мужчин – 4. Исследовали плюсне-фаланговый угол (ПФУ), первый межплюсневый угол (1МПУ), уровень болевого синдрома (ВАШ), функцию стопы (AOFAS), субъективную оценку согласно собственному опроснику. Динамику изменений ПФУ и первого МПУ оценили через 3 мес. после операции у всех пациентов, отдаленные результаты в сроки 12–49 мес. ($28,5 \pm 2,9$ мес.) оценены у 17 пациентов (26 стоп) по всем исследованным критериям. Динамика изменений через 3 мес. составила для ПФУ $24,2^\circ$ ($p=0,003$), для первого МПУ – 9° ($p=0,012$). Отдаленные результаты характеризовались улучшением значений ПФУ с $43,5^\circ$ до $14,8^\circ$ ($p<0,001$), первого МПУ с 17° до 9° ($p<0,001$), субъективной оценки с 7 до 1,2 балла ($p<0,001$), функции стопы с 65,1 до 90 баллов ($p<0,001$). Несращение отмечено в 4 случаях (2,1%). Вывод: артродез 1ППС является эффективной операцией в хирургическом лечении hallux valgus, обеспечивает стабильный уровень коррекции ПФУ и первого МПУ, достоверное субъективное и объективное улучшение функции стопы, уменьшение боли.

Ключевые слова: hallux valgus, артродез первого предплюсне-плюсневое сустава.

УДК 617.57/58-001.4:616-001.35

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ КОМПАРТМЕНТ-СИНДРОМУ ПРИ ВОГНЕПАЛЬНИХ УШКОДЖЕННЯХ КІНЦІВОК

Страфун С.С.¹, Борзих О.В.², Лахша А.М.³, Шитунов В.Г.².

¹ ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

² Головний військово-медичний клінічний центр

"Головний військовий клінічний госпіталь" МО України

³ Українська військово-медична академія МО України

Резюме. Проаналізовано результат лікування 38 випадків компартмент-синдрому (КС) на тлі вогнепальних поранень і переломів довгих кісток. Розвиток КС після вогне-

пального поранення верхньої третини гомілки виявлено в 25 (65,8%) випадках. Поєднання КС із пошкодженням периферичних нервів виявлено в 18 (47,4%) випадках. Шоковий стан на тлі вогнепальної поєднаної травми є фактором ризику розвитку КС, що спостерігалось в 8 (21,1%) випадках. Порушення техніки виконання фасціотомії сталося в 20 (53,1%) випадках.

Ключові слова: компартмент-синдром, вогнепальні поранення кінцівок.

Вступ

Компартмент-синдром (КС) або місцевий гіпертензивний ішемічний синдром (МГІС) є одним із найбільш грізних ускладнень вогнепальних поранень кінцівок і розглядається як стан, при якому зростання підфасціального тиску в закритому кістково-фіброзному просторі зменшує перфузію тканин до рівня, нижчого за життєво необхідний, що призводить до ішемії та некрозу м'язів [2]. За даними різних авторів КС може розвиватися у 40% випадків вогнепальних поранень певної локалізації та призводити до стійкої інвалідності [1, 4]. Не завжди КС при вогнепальних пораненнях кінцівок супроводжується характерною клінічною картиною у вигляді напруження м'яких тканин із вираженим больовим синдромом. Латентний перебіг МГІС стає однією з причин недооцінки загрозливого стану. З іншого боку, ризик розвитку критичної ішемії кінцівок залежить від обізнаності лікарів щодо особливостей хірургічної обробки при вогнепальних пораненнях.

Таким чином, **метою** нашої роботи стало дослідження особливостей перебігу КС у постраждалих із вогнепальними пораненнями та переломами кісток кінцівок для визначення факторів ризику в розвитку цього ускладнення.

Матеріали та методи

Нами проаналізовано результат лікування 38 випадків МГІС на тлі вогнепальних поранень і переломів кісток кінцівок під час масових протестів в м. Києві в лютому 2014 р. в та під час проведення АТО на Сході України.

Всі пацієнти були чоловічої статі віком від 18 до 65 років, середній вік – $43,8 \pm 3,7$ року. Час від моменту отримання поранення до надходження на етап спеціалізованої травматологічної допомоги коливався від декількох годин до 2-5 діб, в зв'язку з чим ми спостерігали випадки розвитку МГІС в м'язово-фасціальних футлярах кінцівок як у стадії зворотних, так і незворотних порушень кровообігу [2]. В 74% випадків пацієнти надходили по санітарній авіації, санітарним автотранспортом – 26%.

Первинна хірургічна обробка на етапі високоспеціалізованої допомоги у ГВМКЦ "ГВКГ" була виконана в 6 (16%) випадках, у 32 (84%) випадках хірургічне втручання було повторним.

За характером вражаючого фактору в 23 (60,5%) випадках МГІС розвивувся на тлі вогнепальних (кульових, осколкових) переломів довгих трубчастих кісток, в 10 (26,3%)

випадках – після мінно-вибухової травми з переломом кісток кінцівок і в 5 (13,2%) випадках – після множинних осколкових поранень.

За локалізацією розвитку МГІС переважало ураження сегментів нижніх кінцівок: гомілки – 21 (55,2%), стегна – 5 (13,2%), плеча – 7 (18,4%), передпліччя – 5 (13,2%). Розвиток КС на суміжних сегментах однієї кінцівки діагностовано у 5 (13,2%) хворих: у 3 (7,8%) пацієнтів МГІС стегна та гомілки та в 2 (5,2%) випадках – плеча та передпліччя.

У 33 (86,8%) випадках МГІС розвивувся на тлі вогнепальних багатоуламкових переломів, з яких у 8 (21%) випадках йому передувало пошкодженням судинно-нервових пучків. Так, за даними медичної документації 3 (7,8%) пацієнтам виконувалась аутовенозна пластика плечової артерії, в 2 випадках – стегнової, в 1 – підколінної та в 2 випадках – задньої великогомілкової артерій.

Клінічні прояви пошкодження периферичних нервів при МГІС зустрічались у 18 (47,3%) поранених: в 10 (26,3%) випадках при ураженні верхньої та 8 (21,1%) випадках – при ураженні нижньої кінцівки. Окремо клінічні прояви пошкодження променевого нерва діагностовано в 3 випадках, ліктьового – в 1, поєднання серединного та ліктьового – в 2, серединного та променевого – в 2 випадках, сідничного нерва – в 2, малогомілкового нерва – в 4 та їх поєднання – в 2 випадках.

Пацієнти з МГІС, як правило, надходили в тяжкому або в край тяжкому стані, що відповідало II періоду травматичної хвороби [5]. У всіх поранених після надходження рани оглядали в умовах перев'язувальної, де визначали локалізацію поранення, стан м'яких тканин ураженої кінцівки, колір шкірних покривів, пульсацію на магістральних судинах і капілярний відклик, неврологічний дефіцит, рухову функцію в суглобах дистальних відділів ураженої кінцівки.

Наявність щільного набряку м'яких тканин, блідість шкірних покривів, ослаблення або відсутність капілярного відклику, порушення чутливості в проекції стоп або кисті ураженої кінцівки потребували виключення або підтвердження МГІС та ставали показанням до вимірювання підфасціального тиску. З цією метою ми застосовували серійний прилад фірми "Stryker". Обов'язковим є вимірювання тиску у всіх м'язово-фасціальних футлярах ураженого сегменту. При набряку м'яких тканин всієї кінцівки вважаємо за доцільне вимірювання тиску в суміжному сегменті для завчасного діагностування підгострого перебігу МГІС [2]. Отримання показників в межах 30-40 мм. рт. ст. менших за рівень діастолічного було одним із показань до виконання первинної або повторної хірургічної обробки вогнепальної рани за невідкладними показами. Хірургічна

обробка рани є складним реконструктивно-відновлювальним втручанням, яке потребує беззаперечного та детального виконання базових її принципів: широкого розсічення рани, висічення нежиттєздатних і забруднених тканин з урахуванням раціонального доступу, ревізією судинно-нервових структур та фасціотомією всіх м'язово-фасціальних футлярів протягом всього ураженого сегменту. Для стабілізації кісткових уламків у більшості випадків застосовували АЗФ на основі стержнів (конструкції АО, Попсуй-Шапки, Костюка).

Одним із складних етапів є некректомія в межах життєздатних тканин. Визначення межі живого та неживого під час хірургічної обробки вогнепальної рани на тлі МГПС часто неможливе, що обумовлено відсутністю чітких кордонів у зоні молекулярного струсу навколо раневого каналу [4]. Це потребує динамічного спостереження за змінами в м'яких тканинах ураженого сегменту та виконання запрограмованих повторних хірургічних обробок. З метою покращення результатів лікування нами додатково в схемі лікування вогнепальних ран впроваджено застосування ультразвукової кавітації вогнепальних ран і систем їх вакуум-асоційованого закриття (V.A.C.) [6]. Ультразвуковий дебрідмент рани під час хірургічних обробок і посилення репаративних процесів у рані під впливом V.A.C.-систем сприяє активному росту грануляційної тканини та чіткому відмежуванню нежиттєздатних тканин.

На завершальному етапі у пацієнтів з МГПС відновлення цілісності шкіряних покривів шляхом накладання вторинних ранніх або пізніх швів було ускладнене в зв'язку зі значним діастазом країв рани та їх рубцевими змінами. В деяких випадках шви накладали на краї рани для зменшення площі дефекту та здійснювали пластику розщепленим шкіряним клаптом. При локалізації в ділянці дефекту зони перелому, як правило, застосовували пластику ротаційним шкірно-фасціальним на перфорантних судинах або м'язовим клаптом з осьовим типом кровопостачання в поєднанні з пластикою розщепленим шкірним клаптом.

Результати та їх обговорення

Лікування хворих із МГПС на тлі вогнепальних поранень є складним і багатоетапним. В більшості випадків перебіг лікування супроводжувався розвитком гнійно-некротичних ускладнень в операційних ранах (абсцеси, інфіковані гематоми, некрози країв ран і неспроможність швів), що потребувало виконання повторних хірургічних обробок для санації вогнищ (від 3 до 12). З іншого боку, перебіг травматичної хвороби вимагав корекції водно-електролітного балансу, анемії, гіпопротеїнемії, нирково-печінкового градієнту, що потребувало розміщення пацієнтів у відділеннях реанімації (від 2 до 7 діб).

В 29 (74%) випадках призначались курси ГБО (від 3 до 10 сеансів), що значно покращувало репаративні процеси в рані та показники гомеостазу.

В 4 (12%) випадках виникала потреба в проведенні гемодіалізу в зв'язку з розвитком у поранених гострої ниркової недостатності на тлі перенесеного МГПС.

Був 1 (2,6%) летальний випадок, пов'язаний із розвитком поліорганної недостатності при переважаючій гострій нирковій недостатності в зв'язку з перенесеним компартмент-синдромом обох гомілок на тлі вогнепального уламкового перелому верхньої третини обох великих кісток та осколкового поранення нижньої трети стегна з пошкодженням підколінної артерії.

В 4 (10,6%) випадках у зв'язку з прогресуванням гнійно-некротичних змін у м'яких тканинах була виконана ампутація ураженого сегменту. В 14 (36,4%) випадках у післяопераційному періоді діагностовано розвиток стійких контрактур у суглобах ураженої кінцівки, що в подальшому потребувало тривалого реабілітаційного лікування.

В зв'язку зі збереженням клінічних проявів пошкодження периферичних нервів у 13 (34,2%) випадках виникала потреба в виконанні невролізу або їх декомпресії, в 7 (18,4%) випадках була необхідна сухожильно-м'язова транспозиція для заміщення втрачених функцій нерва.

Такі невтішні результати спонукали нас до аналізу можливих причин важкого перебігу МГПС при вогнепальних пораненнях з метою визначення факторів ризику появи цього ускладнення.

Серед усіх випадків розвитку МГПС найбільшу частку становила його поява на тлі вогнепального поранення в/з гомілки, що траплялося в 25 (65,7%) випадках, з яких у 18 (47,3%) був уламковий перелом її кісток. Таке переважання розвитку компартмент-синдрому при пораненнях гомілки більш вірогідно зумовлене особливостями анатомічного розташування судинно-нервових пучків щодо кістково-фасціальних футлярів на цьому рівні.

Моментом, що звертає на себе увагу, є значна кількість випадків поєднання МГПС з клінічними проявами порушення функції периферичних нервів, що спостерігалось у 18 (47,3%) випадках. Надмірний біль в ураженому сегменті є однією з основних скарг при розвитку МГПС. Таким чином, порушення чутливості внаслідок пошкодження периферичних нервів може згладжувати та маскувати характерні для МГПС скарги на нестерпний біль розриваючого характеру. Окремо доцільно припустити, що ураження периферичних нервів на рівні проксимальних сегментів кінцівок (плече, стегно) також здатне сприяти розвитку МГПС важкого ступеня в футлярах гомілки та передпліччя. Нами спостерігались 3 випадки КС на передпліччі при вогнепальному переломі нижньої третини плеча з пошкодженням променевого та серединного нервів, що супроводжувалось розвитком МГПС важкого ступеня в м'язово-фасціальних футлярах, клінічним проявом якого був лише помірно виражений набряк.

Іншим сприятливим фактором розвитку МГПС є шоківий стан хворого, що розвивається на тлі вогнепальної поєднаної травми різних анатомічних ділянок. Нами в 8 (21%) випадках діагностовано розвиток МГПС при поєднаних вогнепальних пораненнях голови – 3 (7,8%),

грудної клітки – 2 (5,2%), черевної порожнини – 3 (7,8%) з вогнепальними пораненнями кінцівок. У всіх випадках стан хворих був вкрай важким, що супроводжувалося тривалою гіпотензією. Внаслідок цього рівень перфузії зменшувався до рівня нижчого за життєво необхідний, що призводило до ішемії та некрозу м'язів. Стан хворого з втратою свідомості є обтяжуючим моментом ще й тому, що втрачається можливість оцінити тривалість та інтенсивність больового синдрому. Крім того, в таких випадках КС може протікати більш повільно (підгостро), з невеликими підйомами підфасціального тиску, що ускладнює постановку діагнозу.

І нарешті, повторні хірургічні обробки у хворих з вогнепальними пораненнями та ознаками МПІС продемонстрували дефекти, пов'язані з елементами ПХО на попередніх етапах надання медичної допомоги, що також є одним із факторів ризику розвитку МПІС. Так, з 39 випадків для 5 поранених не виконано фасціотомію на ураженому сегменті, а в 15 випадках вона була недостатньою, оскільки розсічення фасції в межах раневого каналу не дозволяло отримати необхідний декомпресійний ефект. Наполягаємо, що ефективною є лише фасціотомія протягом усього сегменту. Найбільш оптимальним є виконання фасціотомії з просвіту раневого каналу з метою зменшення об'єму хірургічної агресії. Але коли локалізація вхідного чи вихідного отвору раневого каналу не дозволяє виконати адекватну фасціотомію, вона має здійснюватися через окремий доступ. Для цього доцільно застосовувати фасціотомію різної довжини. Використання різного виду ножиць не завжди дозволяє повноцінно виконати підшкірну фасціотомію в дистальних відділах сегменту та супроводжується підвищеним ризиком ятрогенного ушкодження судинно-нервових структур.

Окремої уваги потребують стани, що супроводжуються реконструктивним оперативним втручаннями на магістральних судинах після їх вогнепального пошкодження. Таким хворим обов'язково потрібно виконувати фасціотомію всіх м'язово-фасціальних футлярів ураженого сегменту. Відходження від цього стандарту є дуже загрозливим щодо розвитку компартмент-синдрому.

Таким чином, МПІС є одним із найгірших ускладнень вогнепальних поранень кінцівок, розвиток якого залежить від

характеру поранення, об'єму пошкоджень та якості надання допомоги, супроводжується великим ризиком інвалідизації, що потребує подальшого дослідження цієї проблеми.

Висновки

1. Компартмент-синдром є частим і грізним ускладненням вогнепальних поранень кінцівок. До групи ризику виникнення таких ішемічних ускладнень відносяться: вогнепальні переломи в верхній третині гомілки та вогнепальні переломи з ушкодженням магістральних артерій.

2. Компартмент-синдром у хворих з вогнепальною політравмою розвивається на тлі довготривалих падінь артеріального тиску, втрати свідомості або коматозного стану, має підгострий перебіг з невеликими показниками підйому підфасціального тиску.

3. Поєднання вогнепального поранення з ушкодженням периферичних нервів маскує розгорнуту клінічну картину МПІС.

4. Група хворих з поєднаними вогнепальними пораненнями потребує обов'язкової першочергової ревізії ран кінцівок навіть за відсутності клінічних ознак розвитку МПІС.

5. Фасціотомія протягом усього сегменту є ключовим елементом профілактики розвитку МПІС.

Література

1. Заруцький Я.Л. Вказівки з воєнно-польової хірургії / Я.Л. Заруцький, А.А. Шудрак. – К.: СПД Чалчинська Н.В., 2014. – 396 с.
2. Страфун С.С. Профілактика, діагностика та лікування ішемічних контрактур кисті та стопи / Страфун С.С., Бруско А.Т., Лябах А.П. / - К.: Стило, 2007. – 264 с.
3. Т. Рюди АО – принципы лечения переломов: Т. 1. Принципы / Рюди Т., Бакли Р., Моран К. – Васса Медиа, 2013. – 554 с.
4. Шаповалов В.М. Военная травматология и ортопедия / В.М. Шаповалов. – ООО "Морсар", 2004. – 651 с.
5. Дерябин И.И. Травматическая болезнь / И.И. Дерябин, О.С. Насонкин. – Л.: Медицина, 1987. – 304 с.
6. The Theory and practice of vacuum Therapy. Scientific Basis, Indication for use? Case Reports, Practical Advice / Ed. by Christian Willy. – 2007. – 405 p.

FEATURES OF A CURRENT OF COMPARTMENT-SYNDROME AT GUNSHOT WOUNDS OF EXTREMITIES

Strafun S.S., Borzyb O.V., Laksba A.M., Shypunov V.G.

Summary. Results of treatment of 38 cases of compartment syndrome (CS) on the background of gunshot wounds and fractures of the long bones. Among all cases of CS largest share was CS development against the backdrop of a gunshot wound from the leg – 25 (65.8%) cases. The combination of clinical manifestations of CS dysfunction of peripheral nerves was observed in 18 (47.4%) cases. Prolonged hypotension that occurs when combined gunshot trauma creates conditions for the development of CS, which was observed in 8 (21.1%) cases. Violation technique fasciotomy detected in 20 (53.1%) cases.

Key words: compartment-syndrome, gunshot wounds of extremities.

ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ КОМПАРТМЕНТ-СИНДРОМА ПРИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Страфун С.С., Борзых А.В., Лакиш А.М., Шипунов В.Г.

Резюме. Проанализирован результат лечения 38 случаев компартмент-синдрома (КС) на фоне огнестрельных ранений и переломов длинных костей. Развитие КС после огнестрельного ранения верхней трети голени выявлено в 25 (65,8%) случаях. Сочетание КС с повреждением периферических нервов обнаружено в 18 (47,4%) случаях. Шоковое состояние на фоне огнестрельной сочетанной травмы является фактором риска развития КС, что наблюдалось в 8 (21,1%) случаях. Нарушение техники выполнения фасциотомии выявлено в 20 (53,1%) случаях.

Ключевые слова: компартмент-синдром, огнестрельные ранения конечностей.

УДК 616.248 – 053.2-053.1-08

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСЕРВАТИВНИХ МЕТОДІВ ЛІКУВАННЯ ВРОДЖЕНОЇ КЛИШОНОГОСТІ У ДІТЕЙ ДО ПЕРШОГО РОКУ ЖИТТЯ

Левицький А.Ф., Карабенюк О.В., Голубенко О.О.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ

Резюме. Проаналізовано лікування 60 дітей першого року життя з ідіопатичною вродженою клишоногістю, які перебували на стаціонарному лікуванні в ортопедо-травматологічному відділенні та на амбулаторному – у поліклініці НДСЛ “Охматдит”. Як при використанні методу Зацепіна, так і методу Понсеті отримано задовільні функціональні та косметичні результати. А завдяки методу І. Понсеті, крім доведеної високої ефективності (96,7%), вдалося отримати якісно вищі результати та значно скоротити терміни гіпсування (з 6-8 міс. до 4-7 тижнів), а також ліжко-день.

Ключові слова: деформація стопи, вроджена клишоногість, консервативне лікування, метод Понсеті, метод Зацепіна.

Вступ

Вроджена клишоногість є однією з найбільш поширених вад розвитку опорно-рухового апарату та виявляється у 0,6-3 випадках на 1000 новонароджених [1, 3-4, 7], і знаходиться на першому місці серед вроджених захворювань опорно-рухового апарату [2,5,6,8].

За відсутності або незадовільних результатів лікування клишоногості приводить до інвалідності, що в свою чергу спричиняє значні труднощі в адаптації таких пацієнтів у суспільстві та економічні втрати з боку держави.

Існує багато методів консервативного лікування цієї патології. Серед методів, що включають етапні гіпсові фіксації, на особливу увагу завдяки доступності та ефективності заслуговують методи Т.С. Зацепіна (1947) та І. Понсеті (2000).

Мета роботи – дати порівняльну характеристику ефективності лікування дітей першого року життя методом Т.С. Зацепіна та І. Понсеті.

Матеріали та методи

Проаналізовано лікування 60 дітей з ідіопатичною вродженою клишоногістю, які перебували на стаціонарному лікуванні в ортопедо-травматологічному відділенні та на амбулаторному – у поліклініці НДСЛ “Охматдит”. Пацієнти були розділені на дві клінічні групи, залежно від часу лікування та застосованої методики. Перша група – 30 дітей із I-III ступенями клишоногості, які отримали консервативне лікування за методикою Т.С. Зацепіна у віці від 3 тижнів до 1 року життя, за період з 2008 по 2010 рр. Друга група – 30 пацієнтів, які лікувались за методом І. Понсеті в період

з 2010 до 2012 рр., віком від 1 тижня до 9 місяців життя, з I-III ступенями клишоногості.

Ступінь тяжкості вродженої клишоногості визначали за класифікацією Dimeglio (1995). В роботі використано загальноклінічні, лабораторні, інструментальні (рентгенологічний), морфологічні, а також статистичні методи обробки отриманих результатів.

Результати лікування оцінювали за трибальною системою:

- добрі – немає скарг, функція стопи не порушена, стопа має правильну анатомічну форму, хода не порушена, об'єм рухів стопи не обмежений;
- задовільні – немає скарг, функція стопи не порушена, стопа має правильну анатомічну форму з пасивно корегованим приведенням переднього відділу не більше 20°, слабо виражений варус або вальгус п'ятки, об'єм рухів стопи не значно обмежений;
- незадовільні – скарги на еквіно-варусну форму стопи з приведенням переднього відділу більше ніж на 20°, неможливість пасивної корекції, п'ятка не опущена, дорзифлексія не можлива.

Результати та їх обговорення

У I клінічній групі ступені деформації розподілилися наступним чином: I ступінь – 6 пацієнтів (20%), II ступінь – 21 дитина (70%), III ступінь – 3 малюка (10%).

При використанні методу Зацепіна всім пацієнтам призначався курс накладання гіпсових чобітків із частотою зміни пов'язок 1 раз на 7-10 днів залежно від тяжкості патології. Строки лікування – від 2 до 4 міс. У пацієнтів з I та II ступенями клишоногості в найближчому періоді були досягнуті добрі результати лікування – 27 дітей (90%) (табл. 1).

Таблиця 1

Найближчі результати лікування хворих із вродженою клишоногістю I та II груп

Група	Найближчі результати			Прооперовано
	Добрі	Задовільні	Незадовільні	
I (n-30)	27 (90%)	–	3 (10%)	3 (10%)
II (n-30)	29 (96,7%)	1 (3,3%)	–	23 (76,73%)

У разі незадовільних результатів у найближчому періоді (табл. 1), що характеризувалися неповною корекцією всіх елементів деформації, нами було виконано 3 оперативних втручання (10%): операції на сухожильно-зв'язковому апараті стопи за Зацепіном із подальшою іммобілізацією гіпсовою пов'язкою. Ці пацієнти перебували в стаціонарі 14 діб після операції, після чого виписувалися на амбулаторне лікування – зміна гіпсових пов'язок раз на 2 тижні протягом 4-5 міс.

Таблиця 2

Віддалені результати лікування хворих з вродженою клишоногістю I та II груп

Група	Віддалені результати		
	Добрі	Задовільні	Незадовільні
I (n-18)	10 (55,6%)	7 (38,8%)	1 (5,6%)
II (n-22)	18 (81,8%)	4 (18,2%)	–

Віддалені клінічні результати у I клінічній групі (табл. 2) вивчені у 18 пацієнтів (60%) у строки від 1 до 3 років після лікування та розподілилися наступним чином: добрі – 10 (55,6%) дітей, задовільні – 7 (38,8%) пацієнтів, незадовільні – 1 (5,6%) малюк.

Незадовільний результат лікування в першій клінічній групі був пов'язаний із пізнім зверненням на лікування – в 3,5 міс., та порушенням ортопедичного режиму в післяопераційному періоді. Захворювання проявилось у вигляді приведення та еквіносної деформації стопи, що не коригувалось ручним способом.

В II клінічній групі були наступні ступені деформації: I ступінь – 5 пацієнтів (16,7%), II ступінь – 19 пацієнтів (63,3%), III ступінь – 6 пацієнтів (20%). Етапне гіпсування за методикою Понсеті проводилось кожні 7 днів. Строки від початку гіпсування до транскутанної ахілотомії – від 4 до 7 тижнів. 23 (76,7%) пацієнтам для усунення еквіносної установки стопи було виконано 26 транскутанних черезшкірних ахілотомій, які проводили в стаціонарі. Ці хворі виписувалися наступного дня після операції.

Всім дітям після зняття гіпсу були одягнуті брейси у класичному положенні (70° абдукції, 5° тильної флексії) та рекомендований режим носіння. Перші 3 міс. після закінчення гіпсування діти носили фіксатор 23 години на добу, потім час скорочувався до 20-22 годин – 1 місяць, 18-20 годин – 1 місяць, 16-18 годин – 1 місяць, потім – нічний та денний сон – 14-16 годин до початку самостійної ходи, потім – нічний сон 12-14 годин до 4-5 років. У всіх дітей була досягнута повна корекція деформації стоп. Частота рецидивів становила 3,4% (1 пацієнт).

У пацієнтів з I та II ступенями клишоногості в найближчому періоді (табл. 1) були досягнуті добрі результати лікування – 29 дітей (96,7%), задовільні – 1 пацієнт (3,3%), незадовільних не було.

Віддалені результати лікування дітей II клінічної групи (табл. 2) вивчені у 22 дітей у період від 6 міс. до 2 років і розподілилися вони так: добрі – 18 (81,8%), задовільні – 4 (18,2%), незадовільних не було.

Висновки

За результатами лікування дітей першого року життя можна зробити висновок, що як при використанні методу Зацепіна, так і при використанні методу

Понсеті в найближчому періоді були отримані добрі результати в 90% та в 96,7% випадків відповідно. Проте у віддаленому періоді при використанні методу І. Понсеті добрі результати відзначались у 81,8%, а при лікуванні за Зацепіним – у 55,6%. Таким чином, при лікуванні за Понсеті були отримані якісно вищі результати, скорочено термін гіпсування (з 6-8 міс. до 4-7 тижнів), а також перебування в стаціонарі. Аналіз незадовільних результатів лікування показав, що чим старший пацієнт, тим нижча ефективність застосування традиційного методу Зацепіна.

Література

1. Бландинский В.Ф. Рецидивы косолапости у детей после лечения по методу Понсети / В.Ф. Бландинский, М.А. Вавилов, И.В. Громов // Травматология и ортопедия России. – 2013. – 1 (67). – С. 99–103.
2. Клычкова И.Ю. Консервативное лечение врожденной косолапости: анализ результатов и перспективы / И.Ю. Клычкова, В.М. Кенис, Ю.А. Степанова // Травматология и ортопедия России. – 2011. – 3 (61). – С. 45–49.
3. Клычкова И.Ю. Современные представления о методах консервативного лечения косолапости / И.Ю. Клычкова, Ю.А. Лапкин [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2, № 4. – С. 20–31.
4. Кобзева М.Э. Отдаленные результаты раннего лечения врожденной косолапости (описание клинического случая) / М.Э. Кобзева, Л.К. Михайлова, И.В. Леванова [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2012. – № 2. – С. 71–72.
5. Косов И.С. К патогенезу рецидивирующей врожденной косолапости / И.С. Косов, О.В. Кожевников, С.А. Михайлова [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2011. – № 1. – С. 48–54.
6. Крестьянин В.М. К вопросу об обезболивании у детей первых месяцев жизни при выполнении чрескожной ахиллотомии в лечении врожденной косолапости по методу Понсети / В.М. Крестьянин, С.М. Степаненко, А.О. Домарев, А.В. Исаков // Детская хирургия. – 2013. – № 3. – С. 37–42.
7. Румянцев Г.Н. Врожденная косолапость у детей. Обзор литературы / Г.Н. Румянцев, Л.В. Рассказов, В.В. Мурга, Н.С. Марасанов // Верхневолжский медицинский журнал. – 2012. – Т. 10, № 4. – С. 28–31.
8. Dimeglio A. Classification of clubfoot / A. Dimeglio, H. Bensabel [et al.] // J. Pediatr. Orthop. – 1995. – № 4. – P. 129–136.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE CONSERVATIVE METHODS FOR THE TREATMENT OF CONGENITAL CLUBFOOT IN INFANTS

Levytskyi A.F., Karabeniuk O.V., Golubenko O.O.

Summary. Treatment outcomes of 60 children with idiopathic congenital clubfoot who underwent hospital inpatient treatment at the Orthopedic and Traumatology Department and outpatient treatment at the polyclinic of the NDSB "Okhmatdyt" were analyzed. The treatment outcomes of infants revealed that both Zatsepin and Ponseti methods contributed to satisfactory functional and cosmetic outcomes. The Ponseti method not only proved to be highly effective (96.7%) but also enabled to achieve qualitatively better results and to significantly reduce the time of plastering and stay at hospital (from 6-8 months to 4-7 weeks).

Key words: foot deformity, congenital clubfoot, conservative treatment, Ponseti method, Zatsepin method.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСЕРВАТИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННОЙ КОСОЛАПОСТИ У ДЕТЕЙ ДО ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

Левицкий А.Ф., Карабенюк А.В., Голубенко А.А.

Резюме. Проанализировано лечение 60 детей первого года жизни с идиопатической врожденной косолапостью, которые пребывали на стационарном лечении в ортопедо-травматологическом отделении и на амбулаторном – в поликлинике НДСБ "Охматдет". Как при использовании метода Зацепина, так и метода Понсети получено удовлетворительные функциональные и косметические результаты. А благодаря методу И. Понсети, кроме доказанной высокой эффективности (96,7%), удалось получить качественно более высокие результаты и значительно сократить сроки гипсования (с 6-8 мес. до 4-7 недель), а также койко-день.

Ключевые слова: деформация стопы, врожденная косолапость, консервативное лечение, метод Понсети, метод Зацепина.

МЕТАБОЛІЗМ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ У ХВОРИХ НА ВІТАМІН-Д-ЗАЛЕЖНИЙ РАХІТ II ТИПУ

Гук Ю.М., Марциняк С.М., Кінча-Поліщук Т.А., Чеверда А.І.
ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

Резюме. На базі консультативно-поліклінічного відділу ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМНУ" було обстежено та проліковано 39 пацієнтів з діагнозом ВДЗР II типу. Хлопчиків було 64,10%, дівчат – 35,90%. Всім пацієнтам в сироватці крові до лікування досліджено: кальцій іонізований, фосфор, кальцій загальний, 25(OH)D, 1,25(OH)₂D, паратгормон інтактний (PTH), остеокальцин, кальцій сечі (добовий), фосфор сечі (добовий), маркер кісткоутворення (PINP), маркер остеорезорбції (β-СТх). Встановлені характерні для вітамін-Д-залежного рахіту II типу зміни у сироватці крові порушення співвідношення між кальцидіолом і кальцитріолом зі значним підвищенням показників кісткового обміну (остеокальцин підвищений в 2,5 рази) при нормальних показниках кісткоутворення. Це свідчить про зміни метаболізму кісткової тканини, характерні для надлишкового та невикористаного основного метаболіту вітаміну Д – кальцитріолу на тлі дефіциту загального (т.з. печінкового) вітаміну Д. Генетично зумовлене порушення рецепції до вітаміну Д призводить до акумулювання активного метаболіту вітаміну Д в сироватці крові та має слабкий вплив на порушення мінералізації кісткової тканини, натомість викликає пришвидшення кісткоруйнування в організмі дитини, яка росте.

Ключові слова: Д-залежний рахіт, рахіт, метаболізм вітаміну Д, маркери кісткового обміну, деформації нижніх кінцівок у дітей.

Вступ

Вітамін-Д-залежний рахіт (ВДЗР) (спадковий рахіт) – генетично детерміноване захворювання, пов'язане з порушенням метаболізму вітаміну Д (ВД) на різних етапах його активації в організмі людини. ВДЗР поділяється на два типи. При I типі ВДЗР не відбувається чи частково гальмується конверсія 25-гідроксिवітаміну Д в 1,25-дигідроксिवітамін Д [3, 5, 7, 9]. II тип ВДЗР представляє собою нечутливість кінцевого органу до автогену 1,25-дигідроксिवітаміну Д, при цьому синтез цього метаболіту в організмі не зменшується і може навіть перевищувати норму. Порушення взаємодії 1,25-дигідроксिवітаміну Д із рецептором може бути обумовлене повною відсутністю рецепторів чи дефектами гормон-зв'язуючого чи ДНК-зв'язуючого доменів рецептора вітаміну Д (VDR). [4, 9, 11, 12]

При абсолютно різних причинах і патогенезі різноманітних рахітоподібних синдромів усі вони призводять до порушень мінералізації новоутвореного остеоїду, що в свою чергу сповільнює мінералізацію кісток, тому діти з рахітом і рахітоподібними захворюваннями мають дуже схожу клінічну картину. Для правильного встановлення діагнозу та призначення адекватної етіопатогенетичної терапії необхідне ретельне обстеження пацієнта для встановлення рівня "поломки" в ланцюгу

перетворень метаболітів вітаміну Д із застосуванням досить складних лабораторних досліджень [6, 8, 10, 13]. Відомо, що 1,25-дигідроксिवітамін Д (кальцитріол) є одним із стимуляторів остеокластогенезу [1-2], а при ВДЗР II типу рівень кальцитріолу в організмі підвищується через недостатню чутливість рецепторів вітаміну Д. Тому необхідне подальше вивчення порушень метаболізму кісткової тканини у цих пацієнтів.

Матеріали та методи

На базі консультативно-поліклінічного відділу ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМНУ" було обстежено та проліковано 39 пацієнтів із діагнозом ВДЗР II типу. Хлопчиків було 64,10%, дівчат – 35,90%. Розподіл за віком представлено в табл. 1. Більшість пацієнтів (87,18%) звернулись у віці 1-5 років, що збігається з прогресуванням ортопедичних проявів.

Діагноз "ВДЗР II типу" в усіх пацієнтів був встановлений після генетичних досліджень і виявлення поліморфізму в алелях рецепторів до вітаміну Д. У 46% цих пацієнтів також спостерігалась алопеція як патогномонічна ознака цього типу (внаслідок зниження чутливості рецепторів волосяних фолікулів до активного метаболіту вітаміну Д).

Таблиця 1

Розподіл пацієнтів із ВДЗР II типу за віком

Вік/Діагноз	ВДЗР II	%
діти від 0 до року	2	5,13
діти 1-2 років	17	43,59
діти 2-3 роки	8	20,51
діти 3-5 років	9	23,08
діти 5-9 років	1	2,56
діти 9-16 років	2	5,13
дорослі	—	—
Всього	39	100

Жодному пацієнту на етапі звернень до інституту не було встановлено правильний діагноз за місцем проживання. Найбільш частим попереднім діагнозом були вітамін-Д-дефіцитний рахіт і фосфат діабет. Усі діти були клініко-рентгенологічно оглянуті, проведені лабораторні обстеження на кальцій іонізований, фосфор крові, кальцій загальний, кальцидіол, кальцитріол, паратгормон інтактний, остеокальцин, кальцій сечі (добовий), фосфор сечі (добовий), маркери кісткового обміну – P1NP, β -CTx) (табл. 2), а також – генетичні дослідження (VDR – виявлення поліморфізму в алелях рецепторів до вітаміну Д, COL1 – виявлення поліморфізму в алелях рецепторів колагену I типу).

Результати та їх обговорення

Проведені нами дослідження одинадцяти показників кісткового метаболізму, представлені в табл. 2, свідчать про порушення обмінних процесів у кістковій тканині на тлі нормальних показників кальцію та фосфору в сироватці крові. Більш наочна демонстрація показників кальцію та фосфору крові представлена на рис. 1.

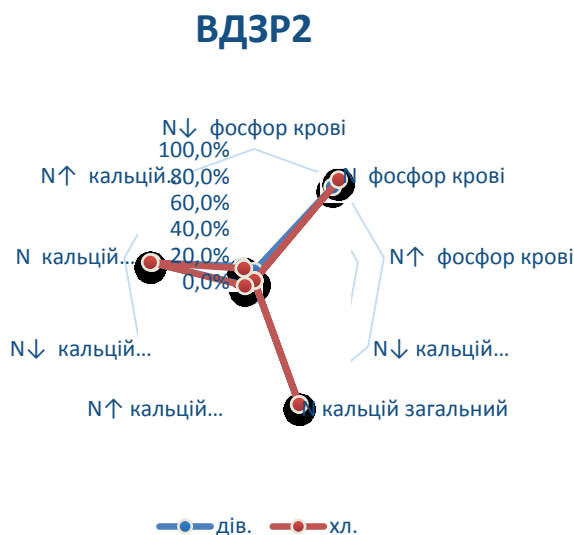


Рис. 1. Відсоткове співвідношення середніх показників кальцію та фосфору крові при обстеженні хворих на ВДЗР II

Таблиця 2

Показники метаболізму кісткової тканини у пацієнтів із ВДЗР II типу (M±m, до лікування)

Діагноз	ВДЗР II										
	Вікова група										
	3-12 міс.		1-2 р.		2-3 р.		3-5 р.		5-9 р.	9-16 р.	
	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ж	ч
Са ⁺ , ммоль/л	1,24	1,13	1,27 ±0,03	1,24±0,02	1,23±0,04	1,26±0,02	1,24±0,02	1,22±0,03	1,18	—	1,25±0,02
P, ммоль/л	1,83	1,6	1,82±0,08	1,76±0,04	1,76±0,03	1,70±0,08	1,44±0,21	1,6710,04	1,67	—	1,75±0,05
Са, ммоль/л	2,49	2,47	2,52±0,06	2,51±0,03	2,55±0,03	2,48±0,09	2,55±0,06	2,52±0,04	2,37	—	2,55±0,05
25(OH)D, нг/мл	8,6	25,1	51,27±21,16	32,16±3,23	29,40±7,86	33,35±12,26	36,55±5,20	41,20±15,47	26,93	—	29,38±2,63
1,25(OH) ₂ D, піког/мл	75	182	225,75±62,80	143,77±7,41	131,00±24,22	13225±20,09	143,50±20,18	143,20±23,43	149	—	163,00±0,01
PTH, пг/мл	20,8	28	20,10±4,56	33,91±4,55	23,38±2,49	45,85±10,32	29,22±8,12	39,78±10,02	60,81	—	29,25±8,25
Osteocalcin, нг/мл	91,8	51,7	21,35±4,29	36,93±8,50	16,50±3,80	24,47±8,80	27,91±14,78	20,60±8,7	65,09	—	84,80±59,80
urine calcium, (daily) ммоль/24 г	1,7	1,3	1,58±0,45	1,68±0,14	1,58±0,28	1,44±0,47	1,72±0,41	1,74±0,15	5,2	—	1,90,40
urine phosphor (daily), ммоль/24 г	13	12	8,38±0,82	17,09±3,01	15,83±2,24	25,07±5,31	18,30±5,63	19,10±6,16	27,2	—	14,50±8, 50
P1NP, нг/мл	1120	988	896,50±303,36	1002,62±61,59	792,75±66,93	926,75±36,20	824,50±30,70	803,40±113,01	663	—	676,50±110,50
β -CTx, нг/мл	2,1	1,6	1,15±0,27	1,46±0,08	1,35±0,15	1,65±0,16	1,76±0,43	1,28±0,18	1,43	—	1,73±0,52

Дослідження маркерів кісткового обміну при ВДЗР II (табл. 2) показало, що маркер кісткоутворення P1NP був у межах вікової норми як у хлопчиків, так і в дівчат (у 68% та 57,1% випадків відповідно), в 35,7% пацієнтів жіночої статі та в 24% хворих чоловічої статі спостерігалось зниження показника кісткоутворення. Маркер кісткової резорбції β -СТх у хлопчиків був у межах вікової норми в 72% випадків, натомість у дівчаток у всіх випадках спостерігались підвищені показники кісткоруйнування (рис. 2).

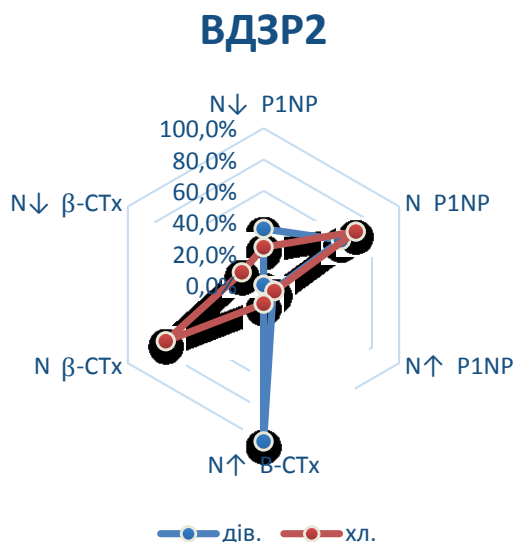


Рис. 2. Відсоткове співвідношення показників маркерів кісткоутворення та кісткоруйнування у хворих на ВДЗР II

Дослідження паратиреоїдного гормону та показника ремоделювання кісткової тканини – остеокальцину (табл. 2) показало, що при ВДЗР II в групі хлопчиків і дівчаток розбіжності в показниках за статеву ознакою не суттєві. При ВДЗР II типу паратиреоїдний гормон був у межах норми у 92,9% дівчаток та 84% хлопчиків. Показники кісткового обміну – остеокальцину, за статтю розподілились без розбіжностей, відсоток нормальних і підвищених показників швидкості ремоделювання був близький до формули 50х50 (рис. 3).

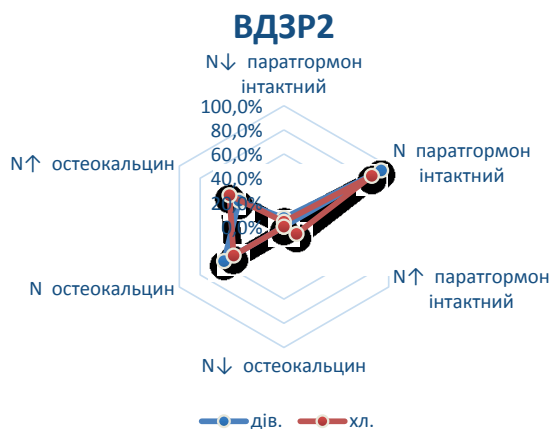


Рис. 3. Відсоткове співвідношення показників паратиреоїдного гормону та остеокальцину у хворих на ВДЗР II

Дослідження кальцидіолу та кальцитріолу у хворих на вітамін-Д-залежний рахіт II типу (табл. 2) показує деякі особливості. В групі хлопчиків спостерігались зниження показників кальцидіолу в 72% випадків, у дівчаток – лише в 50% випадків. У межах вікової норми кальцидіол був у 28,6% дівчаток і 16% хлопчиків. Підвищені показники кальцидіолу спостерігались у 21,4% випадків досліджень жіночої та 12% – чоловічої статі, що, на нашу думку, пов'язано з підтримуючою терапією рахітичних проявів, яку призначали в невеликих дозах вітаміну Д за місцем проживання (рис. 4).

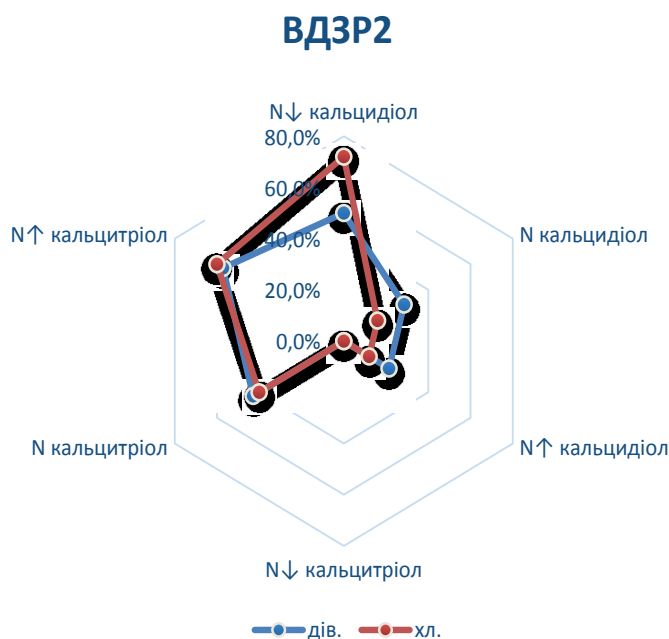


Рис. 4. Відсоткове співвідношення показників кальцидіолу та кальцитріолу у хворих на ВДЗР II

Дослідження кальцитріолу крові показало синхронні коливання показників як у хлопчиків, так і в дівчат. Нормальні показники кальцитріолу спостерігались в 42,9% жіночої та 40% чоловічої статі. В решті випадків ми виявили підвищення показника кальцитріолу (57,1% – дів., 60% – хл.). Зниження показника кальцитріолу нижче норми при ВДЗР II не було.

Така картина, на нашу думку, пов'язана з генетично зумовленою втратою чутливості рецепторів вітаміну Д, а також акумулятивною властивістю накопичення невикористаного кальцитріолу, що виникає при нормальних чи незначно підвищених показниках кальцидіолу.

Дослідження показників кальцію та фосфору сечі (табл. 2) показало значне зниження екскреції мікроелементів у добовій сечі (рис. 5). Це, на нашу думку, пов'язано з компенсаторними можливостями дитячого організму для заощадження кальцію та фосфору в кров'яному руслі.

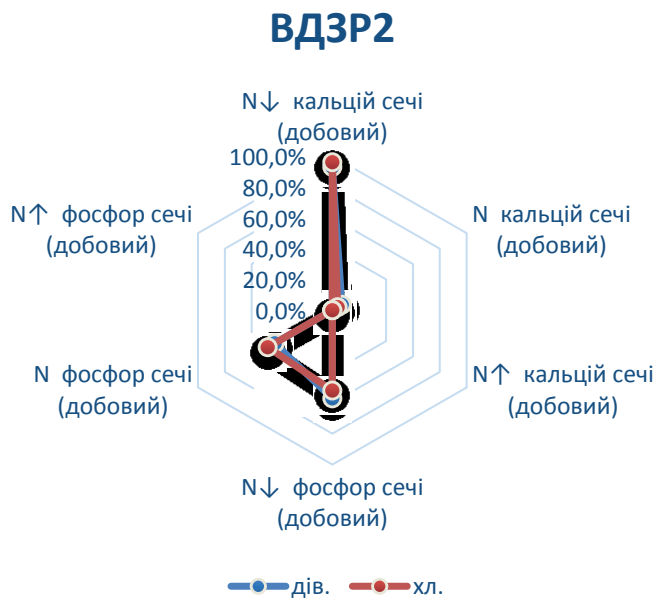


Рис. 5. Відсоткове співвідношення показників кальцію та фосфору сечі (добового) у хворих на ВДЗР II

Зміни у сироватці крові при вітамін-Д-залежному рахіті II типу у вигляді порушення співвідношення між кальцидіолом і кальцитріолом 1:4,5 (нормою для віку пацієнтів є 1:3,4-3,7) з підвищенням показників кісткового обміну (остеокальцин був підвищений в 2,5 рази) при нормальних показниках кісткоутворення та переважно посиленому кісткоруйнуванні свідчать про зміни метаболізму кісткової тканини, характерні для надлишкового та невикористаного основного метаболіту вітаміну Д – кальцитріолу на тлі дефіциту загального (т.з. печінкового) вітаміну Д.

Таким чином, порушення рецепції до кальцитріолу сприяє акумуляторним властивостям накопичення 1,25(ОН)₂D. Враховуючи, що активні метаболіти вітаміну Д виводяться з організму, об'єднавшись в одну сполуку – 1,24,25 дигідроксисхолекальциферол [1], а кількість кальцитріолу в пацієнтів з ВДЗР II типу була в надлишку, можна припустити, що другий активний метаболіт вітаміну Д – 24,25(ОН)₂D був у дефіциті. Це в свою чергу може пояснювати більш виражені ортопедичні прояви даного захворювання, пов'язані з хондрогенезом, на тлі майже нормальних остеомаліційних показників.

Висновки

Генетично зумовлене порушення рецепції до вітаміну Д призводить до акумулювання одного з активних метаболітів вітаміну Д у сироватці крові (1,25(ОН)₂D).

Порушення рецепції до вітаміну Д має слабкий вплив на порушення мінералізації кісткової тканини, натомість викликає дефіцит другої активної форми вітаміну Д (24,25(ОН)₂D), що відповідає за хондрогенез, а також сприяє пришвидшенню кісткоруйнування в організмі дитини, яка зростає.

Підвищений рівень кальцитріолу у хворих на ВДЗР II типу не посилює кісткоутворення і не призводить до остеомаліції кісток.

Література

1. Биохимия тканей и жидкостей полостей рта: учебное пособие. Глава 5 / Т.П. Вавилова. 2-е изд., испр. и доп. – 2008. – 208 с.
2. Новиков П.В. Рахит и наследственные рахитоподобные заболевания у детей: диагностика, лечение, профилактика / П.В. Новиков. – М.: «Трида – X», 2006. – 363 с.
3. Alzabrani A.S. A novel G102E mutation of CYP27B1 in a large family with vitamin D-dependent rickets type 1 / Alzabrani A.S., Zou M., Baitei E.Y. [et al.] // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2010. – Sep. – Vol. 95 (9). – P. 4176-4183.
4. Brooks M.H. Vitamin-D-dependent rickets type II. Resistance of target organs to 1,25-dihydroxyvitamin D. / M.H. Brooks, N.H. Bell, L. Love [et al.] // New England J. Med. – 1978. – Vol. 298. – P. 996-999.
5. Chan J.C. Renal hypophosphatemic rickets – a review. Internat / J.C. Chan // J. Pediatr. Nephrol. – 1982. – Vol. 3. – P. 305-310.
6. Clemens T.L. Measurement of circulating vitamin D in man / T.L. Clemens, J.S. Adams, J.M. Nolan, M.F. Holick // Clin. Chim. Acta. – 1982. – Vol. 121. – P. 301-308.
7. Econs M.J. Bone disease resulting from inherited disorders of renal tubule transport and vitamin D metabolism. In Disorders of Bone and Mineral Metabolism : Ed. by F.L. Coe and M.J. Favus / Econs M. J., Drezner, M.K. – New York : Raven Press, 1992. – P. 935-950.
8. Holick M.F. The use and interpretation of assays for vitamin D and its metabolites / M.F. Holick // J. Nutr., 120 (Supplement 11). – 1990. – P. 1464-1469.
9. Katavetin P. A girl with a novel splice site mutation in VDR supports the role of a ligand-independent VDR function on hair cycling / P. Katavetin, P. Katavetin, S. Wacharasindhu, V. Shotelersuk // Horm Res. – 2006. – Vol. 66 (6). – P. 273-276.
10. Nussbaum S.R. Immunoassays for parathyroid hormone 1-84 in the diagnosis of hyperparathyroidism / Nussbaum S.R., Potts J.T., Jr. // J. Bone and Min. Res., 6 (Supplement 2). – 1991. – P. 43-50.
11. Reade T.M. Response to crystalline 1alpha-hydroxyvitamin D3 in vitamin D dependency / T.M. Reade, C.R. Scriver, F.H. Glorieux [et al.] // Pediatr. Res. – 1975. – Vol. 9. – P. 593-599.
12. Silver J. Vitamin D-dependent rickets types I and II. Diagnosis and response to therapy / J. Silver, H. Landau, I. Bab [et al.] // Israel J. Med. Sci. – 1985. – Vol. 21. – P. 53-56.
13. Tobme J.F. Biochemical markers of bone metabolism / J.F. Tobme, M.J. Seibel, S.J. Silverberg [et al.] // Ztschr. Rheumatol. – 1991. – Vol. 50. – P. 133-141.

BONE METABOLISM IN PATIENTS WITH VITAMIN D-DEPENDENT RICKETS TYPE II

Huk Yu.M., Martsyniak S.M., Kincha-Polishchuk T.A., Cheverda A.I.

Summary. Thirty-nine patients with vitamin D-dependent rickets type II were examined and treated at the consultative and outpatient department of Institute of Orthopedics and Traumatology of the National Academy of Medical Sciences (Kyiv, Ukraine). Males were 64.10% and females were 35.90%. The following indicators in the blood serum of all patients were investigated: ionized calcium, phosphorus, total calcium, 25(OH)D, 1,25(OH)₂D, intact parathyroid hormone (PTH), osteocalcin, calcium level in daily urine, phosphorus level in daily urine, as well as markers of bone formation (PINP) and resorption (β-CTX). In blood serum, typical for vitamin D-dependent rickets type II changes were determined, i.e. changes in correlation between calcidiol and calcitriol levels with significant increase in the indices of bone metabolism (osteocalcin level increased by 2.5 times) under the normal bone formation parameters. The latter indicate changes of bone metabolism specific to the excessive and unused amount of the main metabolite of vitamin D (calcitriol) on the background of the overall (the so-called "liver form") vitamin D deficit. Genetically-induced pure vitamin D reception leads to the accumulation of the active metabolite of vitamin D in the blood serum and has a pure effect on bone mineralization impairment, while speeding bone destruction in a growing body of a child.

Key words: vitamin D-dependent rickets, rickets, vitamin D metabolism, bone metabolism markers, deformation of the lower limbs in children.

МЕТАБОЛИЗМ КОСТНОЙ ТКАНИ У БОЛЬНЫХ С ВИТАМИН-Д-ЗАВИСИМЫМ РАХИТОМ II ТИПА

Гук Ю.М., Марциняк С.М., Кинча-Полищук Т.А., Чеведа А.И.

Резюме. На базе консультативно-поликлинического отделения ГУ "Институт травматологии и ортопедии НАМНУ" было обследовано и пролечено 39 пациентов с диагнозом ВДЗР II типа. Мальчиков было 64,10%, девочек – 35,90%. Всем пациентам в сыворотке крови до начала лечения исследовано: кальций ионизированный, фосфор, кальций общий, 25(OH)D, 1,25(OH)₂D, паратгормон интактный (PTH), остеокальцин, кальций мочи (суточный), фосфор мочи (суточный), маркер костеобразования (PINP), маркер остеорезорбции (β-CTX). Установлены характерные для витамин-Д-зависимого рахита II типа в сыворотке крови нарушения соотношений между кальцидиолом и кальцитриолом со значительным повышением показателей костного обмена (остеокальцин повышен в 2,5 раза) при нормальных показателях костеобразования. Это свидетельствует об изменениях метаболизма костной ткани, характерных для чрезмерного и неиспользованного основного метаболита витамина Д – кальцитриола на фоне дефицита общего (т.н. печёночного) витамина Д. Генетически обусловленное нарушение рецепции к витамину Д ведёт к аккумуляции активного метаболита витамина Д в сыворотке крови и имеет слабое влияние на нарушение минерализации костной ткани, а взамен вызывает ускорение костеразрушения в растущем организме ребёнка.

Ключевые слова: Д-зависимый рахит, рахит, метаболизм витамина Д, маркеры костного обмена, деформации нижних конечностей у детей.

УДК 616.74-018.38-008.615:576.31

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СТРУКТУРИ СУХОЖИЛЛЯ ПРИ СИНДРОМІ ХРОНІЧНОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

Бруско А.Т., Коструб О.О., Блонський Р.І., Бінова О.М.
ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

Резюме. На підставі даних морфологічного дослідження операційного матеріалу (16 хворих) уточнено динаміку та стадії розвитку APC-синдрому – симптомокомплексу хронічного перевантаження сухожилля в спортсменів.

Ключові слова: APC-синдром, сухожилля.

Вступ

Науково обґрунтований поступовий і контрольований процес фізичного навантаження супроводжується фізіологічною перебудовою та гіпертрофією органних і тканинних структур опорно-рухової системи спортсмена. Фізичне функціональне та особливо надмірне перенавантаження, що не відповідає функціональному стану та здатності тканинних структур адекватно реагувати, викликає порушення фізіологічної адаптаційної перебудови тканин і розвиток патологічних станів. До них, насамперед, слід віднести й так званий adductor-rectus-symphysis (ARS) syndrome – *АРС-синдром* – симптомокомплекс, уперше описаний болгарським лікарем М. Банковим у 1958 р. [2, 4, 6, 9]. Згідно з МКХ-10 (M70.8) АРС-синдром – це “Синдром хронічного перевантаження сухожилля (СХПС). Інші захворювання м'яких тканин, що пов'язані з навантаженням, перенавантаженням та тиском”. СХПС mm. adductor longus et (or) brevis, m. gracilis, дистальної частини m. rectus abdominis, а також передньої частини m. adductor magnus на ділянках їх прикріплення до лобкової та сідничної кісток становить 60% від усіх травм пахової ділянки в спортсменів [3, 5, 7-8]. АРС-синдром як дегенеративно-некротичний процес або патологічна перебудова сухожилля під впливом хронічного фізичного перевантаження та мікротравм характеризується запаленням (тендинітом), некрозом тендиноцитів, дезорганізацією волокнистих структур із наступним заміщенням дефекту грубоволокнистою фіброзною тканиною, формуванням ділянок осифікації (тендинозом) або виникненням у місці прикріплення стало-го больового синдрому (ентезопатії). Наведені патологічні зміни супроводжуються зменшенням міцності з наступним при продовженні фізичних навантажень патологічним розривом одного або декількох сухожилків на ділянці їх сполучення з лобковою та/або сідничною кістками. Біль під час фізичних навантажень обмежує функціональні можливості спортсмена. АРС-синдром частіше спостерігається у футболістів – 65% [3, 7, 9].

Мета дослідження – уточнити патоморфологічні зміни в тканинах на ділянці анатомо-функціонального комплексу “м'яз–сухожилля–кістка” при синдромі хронічного перевантаження в спортсменів.

Матеріали та методи

Нами проведено патоморфологічне дослідження операційного матеріалу, отриманого в 16 спортсменів: 15 футболістів чоловіків та одна жінка (гімнастка), які лікувалися від синдрому пахового болю у відділі спортивної та балетної травми ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України” в 2011–2015 рр. Середній вік пацієнтів – $29,13 \pm 2,59$ рр. Матеріал для гістологічного дослідження було взято в ділянці ураженого анатомо-функціонального сполучення “м'яз–сухожилля–кістка” в гострий (до 21 доби) – у 4, підгострий (до 3-х міс.) – у 10 та в 1 хворого в хронічний (понад 3 міс.) періоди після ушкодження.

Результати та їх обговорення

У хворих із гострою та підгострою стадіями розвитку синдрому хронічного перевантаження сухожилля клінічно проявлявся болем і локальною болючістю при пальпації та порушенням функції нижньої кінцівки. При мікроскопічному дослідженні тонких зрізів фрагментів ушкодженого сухожилля спостерігали виразні явища порушення тканинного кровопостачання, яке характеризувалося набряком, крововиливами, повнокров'ям і плазмостазом у поширених судинах, осередковою проліферацією фібробластів, звивистістю колагенових волокон, які піддавались дегенерації та некрозу (рис. 1 та 2).

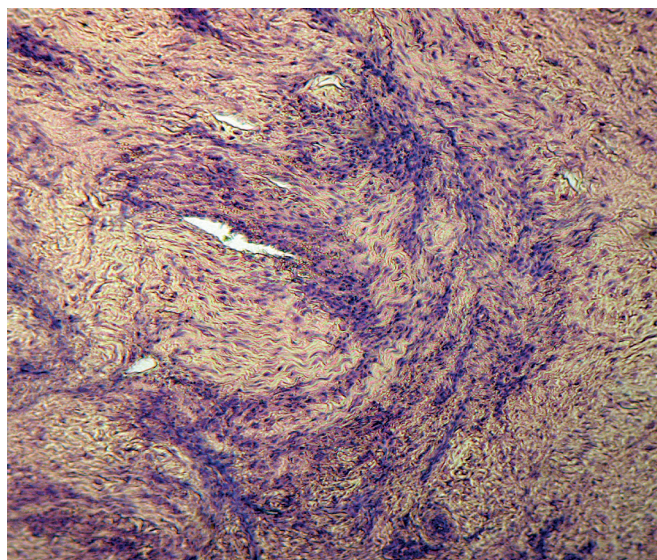


Рис. 1. Активна проліферація фібробластів, порушення структури сухожильних волокон m. adductor longus dextrum і дифузні крововиливи. АРС, I стадія. Хв-й К., 23 р. Гематоксилін-еозин. x10

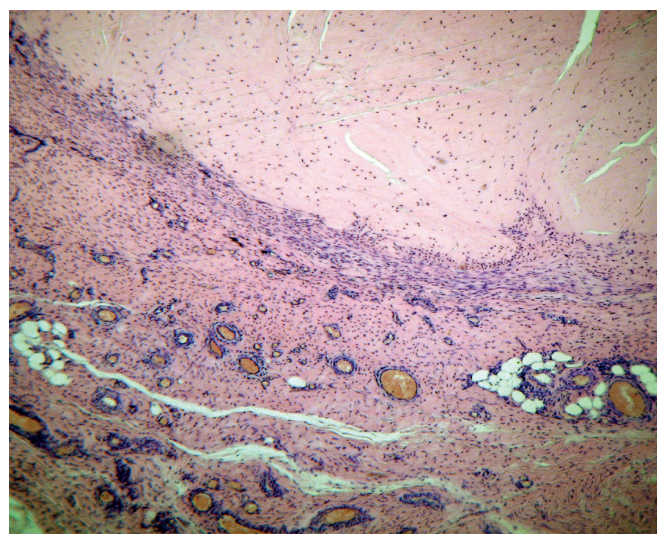


Рис. 2. Дегенеративно-некротичні зміни, порушення структури сухожилля m. adductor longus sinistram. Проліферація клітин епітендінію та гіперваскуляризація. АРС, I стадія. Хв-й. Д., 29 р. Гематоксилін та еозин. x5

М'язові волокна, що межують із ділянками ушкодженого сухожилля, були також з виразними набряком і дегенеративними змінами у вигляді ознак гомогенізації, нерівномірного потовщення та центрального розташування ядер у міоцитах (рис. 3 та 4).

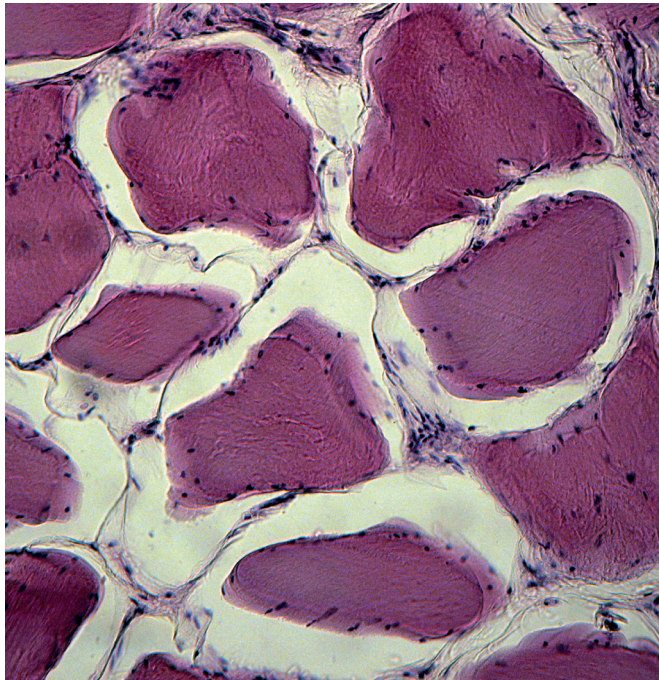


Рис. 3. Дегенеративно-некротичні зміни, набряк і порушення форми м'язових волокон *m. adductor longus sinistram*. APC, I стадія. Хв-й Г., 24 р. Гематоксилін та еозин. x20

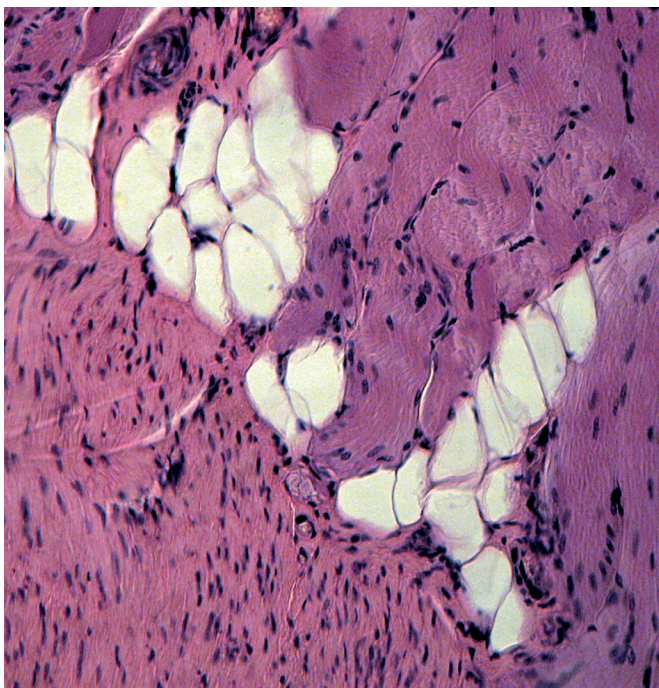


Рис. 4. Ділянка “м'яз-сухожилля” *m. adductor longus sinistram*. Жирове переродження м'яза і дегенеративно-некротичні зміни тканин. APC, I стадія. Хв-й Д., 29 р. Гематоксилін та еозин. x20

У хронічній стадії ураження сухожилля (ентезопатії), яка клінічно проявляється локальним болем і триває понад 3 міс. від моменту виникнення больового синдрому, спостерігали однотипні патологічні зміни ураженої нижньої кінцівки – дегенеративно-некротичні зміни сухожильної та м'язової тканин. Зі збільшенням тривалості захворювання патологічні зміни в сухожиллі та м'язах кінцівки зростали. Прогресування дегенеративно-некротичних процесів проявлялося поширенням ділянок некрозу та наростанням атрофічних змін сухожилля та м'яза. До особливостей перебігу цього патологічного процесу слід віднести формування клітин жирової тканини у місці сполучення сухожилля та м'яза. Ділянки сухожилля та м'яза, як і новоутворені жирові тканини, піддавались прогресуючим дегенеративно-некротичним змінам та лізису (рис. 5).

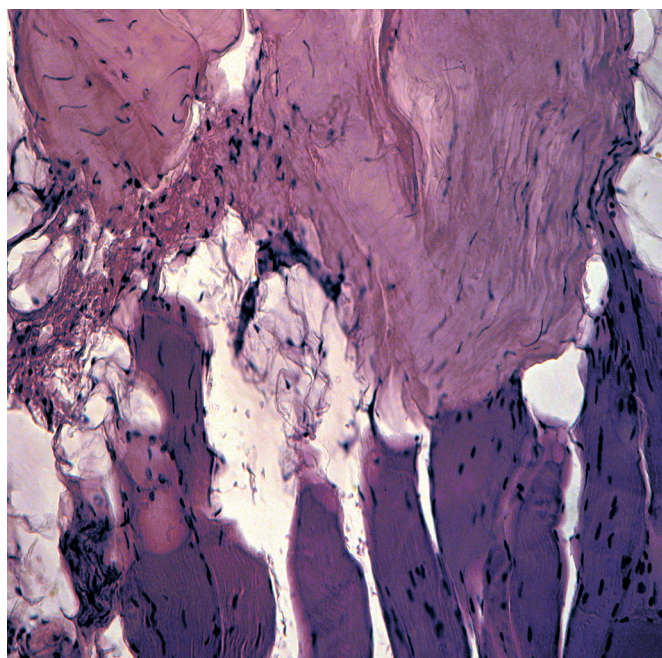
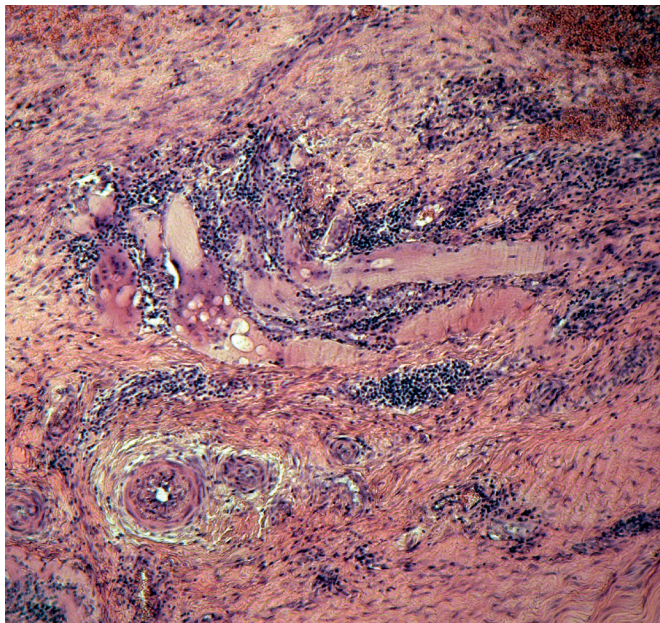


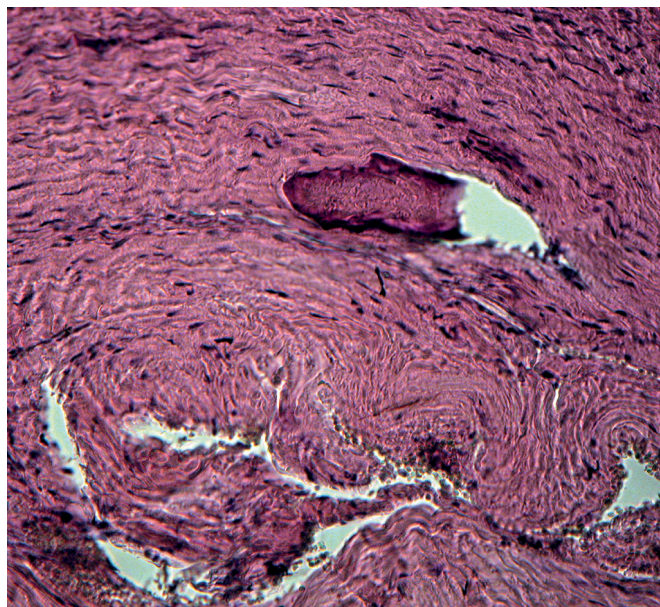
Рис. 5. Сухожильно-м'язове сполучення *m. adductor longus dextrum* з явищами дегенерації та некрозу тканин. Лізис жирових клітин і м'язових волокон. APC, III стадія. Хв-й Р., 54 р. Гематоксилін та еозин. x20

Патологічна перебудова, дегенерація та некроз сухожильної та м'язової тканин під впливом надмірного навантаження, на нашу думку, є одним із провідних чинників зниження міцності сухожильно-м'язового комплексу. Із часом на тлі виразних розладів тканинного кровопостачання та прогресуючого дегенеративно-некротичного і атрофічного процесів кісткова тканина також піддається дегенеративно-некротичним змінам, активній резорбції та рарефікації. У цих умовах навіть під час помірного посилення навантажень можуть виникати не тільки механічні порушення цілісності сухожильних волокон і розрив сухожилля (IV стадія патологічних морфологічних змін унаслідок хронічного

фізичного перевантаження), а й відрив окремих фрагментів губчастої кісткової тканини (рис. 6 та 7).



а



б

Рис. 6. а – дегенеративно-некротичні зміни сухожилля, крововиливи, плазмостаз, осередки проліферації фібробластів, потовщення стінок судин *m. adductor longus dextrum*. б – фрагмент губчастої кісткової тканини. APC, IV стадія. Хв-й Ш., 40 р. Гематоксилін та еозин. x10

Крім того, на відміну від випадків відриву невеликих фрагментів губчастої кісткової тканини, як правило, у місцях прикріплення сухожилля надмірне, знезацька раптове функціональне навантаження може призвести й до перелому кістки, особливо ослабленої унаслідок дегенеративно-некротичних змін та рарефікації кісткової тканини (рис. 8).

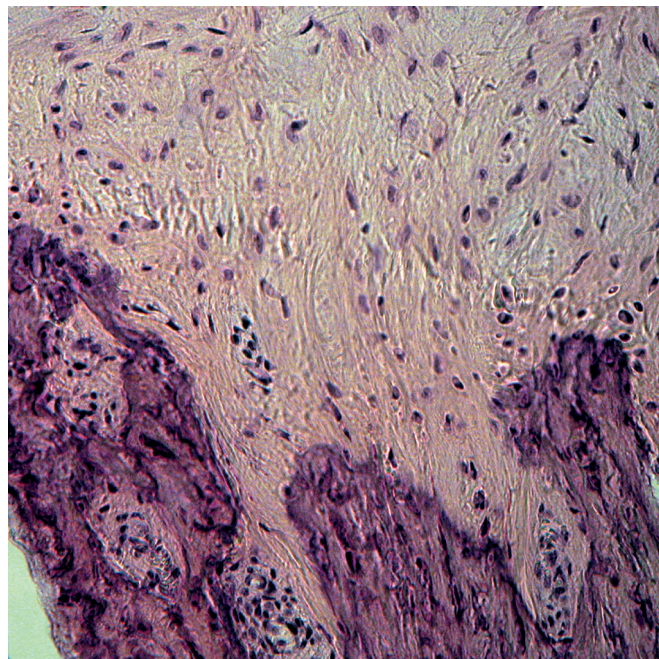


Рис. 7. Дегенеративно-некротичні зміни сухожилля *m. adductor longus dextrum* і кісткової тканини. APC, IV стадія. Хв-й А., 25 р. Гематоксилін та еозин. x20

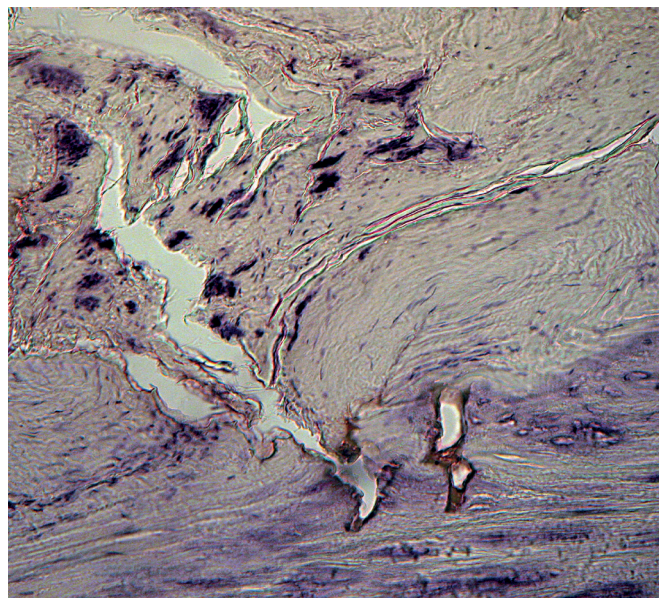


Рис. 8. Надлом кістки (внизу).

Виразні дегенеративно-некротичні зміни та порушення структури кісткової тканини. APC, IV стадія. Хв-й К., 30 р. Гематоксилін та еозин. x10

Отже, при надмірних навантаженнях сухожилля відривається від кістки, зазвичай разом із ділянками спонгіозної кісткової тканини. У разі відриву сухожилля на тлі тривалого перебігу дегенеративно-некротичного процесу, який супроводжується зниженням механічної міцності колагенових волокон, на ділянці механічного ушкодження фрагментів кісткової тканини не виникає.

Чинниками розриву сухожилля в наших хворих були: порушення методики тренування спортсменів та їх під-

готовки до спортивних змагань; недостатнє лікування попередньої мікротравми; наявність патологічних, насамперед, дегенеративно-некротичних змін у сухожиллі.

Відновлення сухожилля відбувається за рахунок проліферації фібробластичних клітинних елементів і переважно обмежено кінцями його фрагментів. Слід підкреслити, що репаративні процеси перебігають на тлі відновлення тканинного кровопостачання, що проявляється локальною гіперваскуляризацією.

Якщо тренування продовжуються або виникають інші функціональні навантаження, унаслідок мікротравм і функціонального перевантаження можуть траплятися повторні ушкодження, що порушують перебіг відновних репаративних процесів і супроводжуються формуванням атипових для цієї локалізації клітинних елементів. У такому разі можуть виникати фіброзно-кісткові екзостози або ділянки фіброзної тканини. Крім цих патологічних проявів, розвиваються виразні дегенеративно-некротичні зміни та порушення структурної організації сухожилля та м'язів.

Ушкодження, що проявляються APC-синдромом, можуть статися в умовах функціонального навантаження, яке не відповідає біомеханічним властивостям, насамперед, міцності сухожилля та інших органних структур нижньої кінцівки. Такі ураження при надмірному функціональному впливі спостерігаються на ділянці сполучення різних за своєю будовою та індивідуальною специфічною функцією тканин – м'яз-сухожилля-кістка, що у нормі інтегровано виконують опорно-рухову функцію. Саме ділянки анатомо-функціонального сполучення різних за анатомічною будовою тканин є в опорно-руховому апараті місцями концентрації механічних напружень, де й трапляються механічні ушкодження. Найбільша концентрація механічних напружень при функціональних навантаженнях відбувається на ділянках прикріплення сухожилля до кістки. При функціональному перевантаженні порушується фізіологічна адаптаційна перебудова тканин, яка патоморфологічно проявляється розладами тканинного кровопостачання, дегенерацією, некрозом та осифікацією, особливо на ділянках прикріплення сухожилля.

За нашими спостереженням, невідповідність функціонального навантаження міцності анатомічного комплексу "м'яз-сухожилля-кісткова тканина" призводить на ділянках прикріплення сухожилля до розвитку тендинопатії; ентезопатії; неповного або повного розриву сухожилля; надлому або перелому кістки (відривні ушкодження).

Отримані нами дані підтверджують результати інших дослідників, за якими в більшості випадків розриви сухожилля трапляються, як правило, під час дегенеративно-некротичних змін, що розвиваються внаслідок відносного або абсолютного функціонального перевантаження [1, 6].

Головним чинником порушення структурних змін у м'язово-сухожильно-кістковому тканинному комплексі

є розлади кровопостачання, які виникають під впливом надмірних навантажень (перевантажень) та були чинником порушень метаболізму та структурних змін тканин, що призводило до погіршення біомеханічних властивостей, тобто міцності сухожилля та кісткової тканини [1]. Зрозуміло, що прогресуванню змін міцності сухожилля та його сполучення з кісткою і м'язом можуть сприяти загальні захворювання організму. Тобто у цих умовах зміни функціонального навантаження, особливо виникнення функціонального перевантаження викликають первинні, а потім і вторинні явища патологічних процесів у сухожиллі та кістці.

Розриви сухожилля можуть також відбуватися й при абсолютних навантаженнях, які переважають його міцність і можуть поєднуватися з сухожиллям і м'язами в місцях їх сполучення. Розрізняємо гострі ушкодження, до яких відносимо розрив м'яза, сухожилля, надлом і відривний перелом кістки або різне поєднання ушкоджень цих анатомічних утворень, що трапляються при різкому впливі надмірного фізичного навантаження (гостра травма).

Висновки

1. Хронічний вплив фізичних навантажень, які перевищують фізіологічні можливості сухожилля, особливо на ділянках їх сполучення з м'язом і кісткою, призводить до розвитку уражень тканинних структур, відомих у літературі під назвою тендинопатій.

2. Тендинопатії виникають під час локальних розладів тканинного кровопостачання на ділянках прикріплення сухожилля до кістки та супроводжуються розвитком дегенеративно-некротичних змін, які погіршують біомеханічні якості тканинного комплексу "м'яз-сухожилля-кістка".

3. На підставі даних патоморфологічних досліджень ми виділили такі стадії тендинопатій:

- I – гостра – запальна – від початку клінічних проявів захворювання до 21 дня перебігу;

- II – підгостра – дистрофічна – з тривалістю понад 21 день від початку захворювання, яка супроводжується виразними явищами локального порушення тканинного кровопостачання, що характеризується набряком, повнокров'ям і плазмостазом поширених судин, крововиливами, осередковою проліферацією фібробластів без ознак чіткої спрямованості формування органних структур;

- III – хронічна – дегенеративно-некротична – з тривалістю патологічних змін понад 3 міс. від моменту захворювання, для якої характерні поширені ділянки фіброзної тканини, новоутворені поля проліферативних фібробластів і ділянки дегенеративно-некротичних змін сухожильної та м'язової тканин;

- IV стадія – розрив сухожилля, який виникає з часом під час прогресуючого дегенеративно-некротичного та атрофічного процесів.

Література

1. Бруско А.Т. Функциональная перестройка костей и ее клиническое значение / А.Т. Бруско, Г.В. Гайко. – Луганск: Луганський гос. мед. ун-тет, 2005. – 212 с.
2. Коструб А.А. АРС-синдром: клиника, диагностика, лечение / А.А. Коструб, Р.И. Блонский // Спортивная медицина. – 2007. – № 3. – С. 90–95.
3. Коструб О.О. Порівняльний аналіз лікування тендінопатій привідних м'язів стегна у спортсменів на ранніх стадіях захворювання / О.О. Коструб, Р.І. Блонський, В.Б. Заєць [та ін.] // Вісн. ортопед., травматол. та протез. 2015. – № 1 (84). – С. 16–21.
4. Миронова З.С. Перенапряжение опорно-двигательного аппарата у спортсменов / З.С. Миронова, Р.И. Меркулова, Е.В. Богуцкая [и др.]. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 95 с.
5. Jankovic S. The groin pain syndrome / S. Jankovic, D. Hudetz. – Arh. Hig. Rada. Toksikol. – 2001. – Vol. 52, № 4. – P. 421.
6. Франке К. Спортивная травматология. Пер. с нем. Л.М. Рябовой. Под ред. З.С. Мироновой. – М.: Медицина, 1981. – 352 с.
7. Gibbon J. Groin pain in the soccer athlete: fact, fiction and treatment / J. Gibbon // Sports Med. – 1998. – № 17. – P. 787–793.
8. Maffulli N. Tendon injuries / N. Maffulli, P. Renstrom. – London: Springer, 2005. – P. 211–279.
9. Шойлев Д. Спортивная травматология / Д. Шойлев. – София: Медицина и физкультура, 1985. – С. 15–25.

MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE STRUCTURE OF TENDONS IN THE SYNDROME OF CHRONIC OVERLOAD

Brusco A.T., Kostrub O.O., Blonskyi R.I., Blinova O.M.

Summary. On the basis of data on morphological studies of the postoperative material (16 cases), dynamics and stages of the development of ARS-syndrome (the syndrome of chronically overloaded tendons in athletes) were specified.

Key words: ARS-syndrome, tendon.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ СУХОЖИЛИЯ ПРИ СИНДРОМЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕГРУЗКИ

Бруско А.Т., Коструб А.А., Блонский Р.И., Блинова Е.Н.

Резюме. По данным результатов морфологического исследования операционного материала (16 больных) уточнены динамика и стадии развития АРС-синдрома – симптомокомплекса хронической перегрузки сухожилия у спортсменов.

Ключевые слова: АРС-синдром, сухожилие.

УДК 617.581 – 089.843 : 615.463

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ЦЕМЕНТНОЙ МАНТИИ НА НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ “КОСТЬ-ЦЕМЕНТ-БЕДРЕННЫЙ КОМПОНЕНТ” ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Лоскутов О.А.¹, Левадный Е.В.², Синегубов Д.А.¹, Лоскутов А.Е.¹

¹ Днепропетровская медицинская академия

² Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара

Резюме. В работе приведены результаты численного моделирования методом конечных элементов напряженного состояния системы “кость-цемент-бедренный компонент” эндопротеза тазобедренного сустава системы “ОРТЭН” при различных толщинах цементной мантии. С позиций биомеханики даны рекомендации по выбору рациональной толщины цементной мантии при цементном эндопротезировании тазобедренного сустава. Определены экстремальные напряжения, возникающие в системе “кость-цемент-эндопротез” при функциональных нагрузках. Выявлено влияния толщины цементной мантии на напряжения, возникающие в цементе, имплантате и бедренной кости.

Ключевые слова: эндопротез тазобедренного сустава, костный цемент, бедренная кость, напряженное состояние, метод конечных элементов.

Введение

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) в современной ортопедии является наиболее успешной операцией при выборе метода лечения последствий травм и дегенеративных заболеваний тазобедренного сустава (ТБС) [1-2]. Обладая высокой эффективностью, ТЭТС не лишено недостатков, влияющих на долговременную работу эндопротеза (ЭП). Одной из основных проблем является надежность фиксации компонентов эндопротеза не только в момент операции, но и в отдаленной перспективе, особенно при сложных деформациях и осложнениях после ранее проведенных реконструктивных операций, например у больных с диспластическим коксартрозом и сопутствующей остеопенией, а также остеопорозом.

При использовании цементной фиксации ножки эндопротеза ТБС важную роль играет прочная связь между поверхностью имплантата и костным цементом, а также стабильное механическое взаимодействие между цементом и костной тканью, поскольку костный цемент это не клей, а полимеризующаяся пластическая масса, позволяющая увеличить площадь контакта ножки ЭП с костью [3-5]. При длительной эксплуатации эндопротеза наблюдается растрескивание цемента, представляющее собой усталостное его разрушение, приводящее к ослаблению и нарушению связи между костью и ножкой эндопротеза [3-5], т.е. к асептической нестабильности имплантата. Этому способствует чрезмерно активный образ жизни больного, остеопороз и избыточный вес.

Правильная позиция ножки эндопротеза ТБС в костномозговом канале и оптимальная толщина цементной мантии должны обеспечивать длительную эксплуатацию имплантата. Это необходимо по следующим причинам:

- наличие слишком тонкой цементной мантии может способствовать растрескиванию цемента, что в свою очередь приведет к асептическому расшатыванию;
- при полном отсутствии мантии может произойти износ кости эндопротезом (stress-shielding эффект) вследствие микротрения;
- при наличии слишком толстой цементной мантии будет плохо передаваться нагрузка на кость, что в дальнейшем может привести к её атрофии и лизису.

Оптимальная толщина цементной мантии до настоящего времени не определена [4, 6]. Как правило, ортопед-травматолог, проводя операцию, выбирает толщину цементной мантии, базируясь на своем опыте или на опыте коллег. В этой связи биомеханическое обоснование выбора рациональной толщины цементной мантии при цементной методике ЭП ТБС является важной и актуальной задачей, способствующей улучшению результатов лечения и «выживаемости» эндопротеза.

Цель исследования – улучшение результатов цементного эндопротезирования ТБС путем биомеханического обоснования выбора рациональной толщины цементной мантии на основе численного анализа методом конечных элементов (МКЭ) напряжений, возникающих в системе «кость-цемент-эндопротез».

Материалы и методы

Для решения данной задачи был выбран хорошо зарекомендовавший себя в настоящее время метод численного моделирования, в частности метод конечных элементов. МКЭ позволяет избежать трудностей, связанных с использованием аналитических методов для расчета напряженного состояния биомеханических систем, и получить результаты с высокой точностью [7]. МКЭ хорошо подходит для расчета напряжений в телах сложной геометрии, состоящих из нескольких материалов, с учетом наличия контактного взаимодействия поверхностей, а также возможностью задания различных нагрузок [8].

Модель бедренной кости была получена на основе снимков компьютерной томографии этой кости. В качестве бедренного компонента эндопротеза ТБС из базовой системы эндопротезов «ОРТЭН» была выбрана коническая полированная ножка цементного типа фиксации (рис.1а), в качестве фиксатора ножки – костный цемент марки Palacos, обладающий хорошими механическими характеристиками [5].

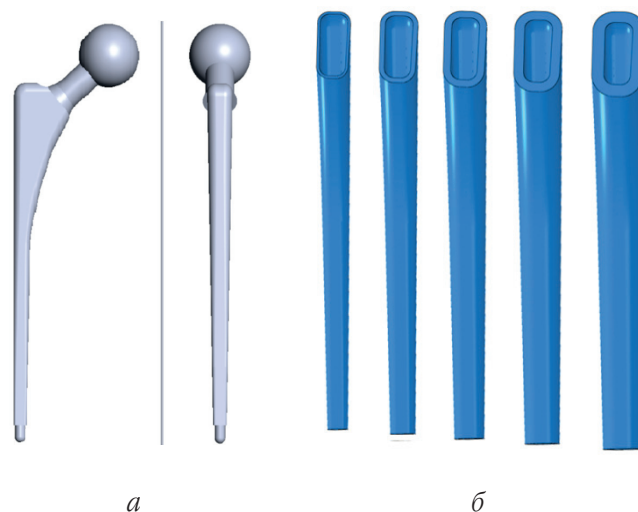


Рис. 1. Геометрические модели:
а – эндопротез цементного типа фиксации;
б – модели цементных мантий
с толщиной 1, 2, 3, 4, 5 мм

Рассматривались случаи установки ножек эндопротезов ТБС в костный цемент, заполняющий костномозговой канал бедренной кости с формированием цементной мантии, толщина которой по всем сторонам была одинаковой в диапазоне 1-5 мм, варьируясь с шагом в 1 мм (рис.1б).

Таблиця 1

Механические характеристики моделируемых систем

Наименование материала	Модуль упругости (ГПа)	Коэффициент Пуассона	Предел прочности (МПа)	
			На сжатие	На растяжение
Нержавеющая сталь	210	0,3	520	
Palacos [5]	3	0,3	80	37
Кортикальная кость	17	0,3	160	100
Спонгиозная кость	1,5	0,3	10	5

Механические характеристики компонентов системы, взятые из литературных данных [2, 5], приведены в табл. 1.

Величина нагрузки для данной задачи принималась в соответствии с типоразмером ножки бедренного компонента эндопротеза. Численный анализ напряжений в ножках эндопротезов рассматриваемого типа, а также в бедренной кости проводился под действием расчетной нагрузки при весе тела человека 700 Н ($F_x=362$ Н; $F_y=224$ Н; $F_z=1575$ Н [9]), где X – фронтальная ось; Y – сагиттальная ось; Z – вертикальная ось, начало системы координат расположено в центре головки эндопротеза (рис. 2).

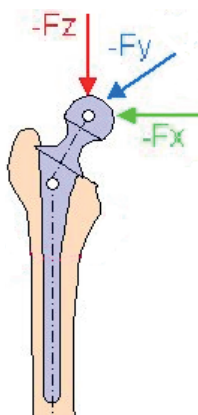


Рис. 2. Направление нагрузки, действующей на головку эндопротеза бедренной кости

Для каждого варианта модели – с учетом всех возможных комбинаций это 5 постановок, была решена задача упругой статики на сетках, содержащих 600–700 тысяч C3D4 элементов (4-узловой элемент, линейный тетраэдр), содержащих 250–300 тысяч узлов (рис. 3).



Рис. 3. Конечно-элементные модели: а – цементной мантии толщиной 1-5 мм; б – конической ножки для цементной фиксации; в – бедренной кости

Результаты численного анализа напряженного состояния системы “кость-цемент-эндопротез”

На рис. 4-6 представлены распределения и значения эквивалентных напряжений по Мизесу в системе “кость-цемент-бедренный компонент” эндопротеза ТБС при цементной фиксации с различной толщиной цементной мантии. Номер кривой соответствует толщине цементной мантии.

Было установлено, что с латеральной стороны бедренной кости возникают растягивающие нормальные продольные напряжения, а с медиальной – сжимающие (рис. 4). Растягивающие напряжения меньше сжимающих.

Было установлено, что максимальные напряжения в кости локализованы с медиальной стороны в зоне дистального отдела ножки эндопротеза. Расчеты показали, что с увеличением толщины цементной мантии наблюдается увеличение напряжений в диафизе кости. Это вызвано тем, что при агрессивной распиловочной обработке костномозгового канала в процессе подготовки ложе для введения костного цемента и ножки эндопротеза происходит истончение кости и ее ослабление. В свою очередь это провоцирует биомеханический дисбаланс в зоне контакта “кость-цемент”, в основном при остеопорозе и деформации проксимального отдела бедренной кости, особенно при диспластическом коксартрозе. Модуль упругости цемента значительно отличается от модуля упругости кости, а заполнение пространства цементом не может в должной степени компенсировать потери костного массива. На рис. 4 приведено распределение напряжений в кости при бесцементной фиксации ножки (кривая бц).

В цементной мантии, подобно бедренной кости, растягивающие напряжения возникают с латеральной стороны, а сжимающие напряжения – с медиальной (рис. 5).

Таким образом, максимальные сжимающие напряжения в цементной мантии сосредоточены в проксимальной зоне в области дуги Адамса бедренной кости. Сопоставляя предел долговечности костного цемента (10 МПа) [10] с напряжениями, возникающими в цементной мантии различной толщины при установке эндопротезов ТБС, с использованием цементных технологий под действием функциональных нагрузок, мы пришли к заключению, что при толщине цементной мантии не менее 1 мм обеспечивается приемлемая среда для длительного функционирования имплантата.

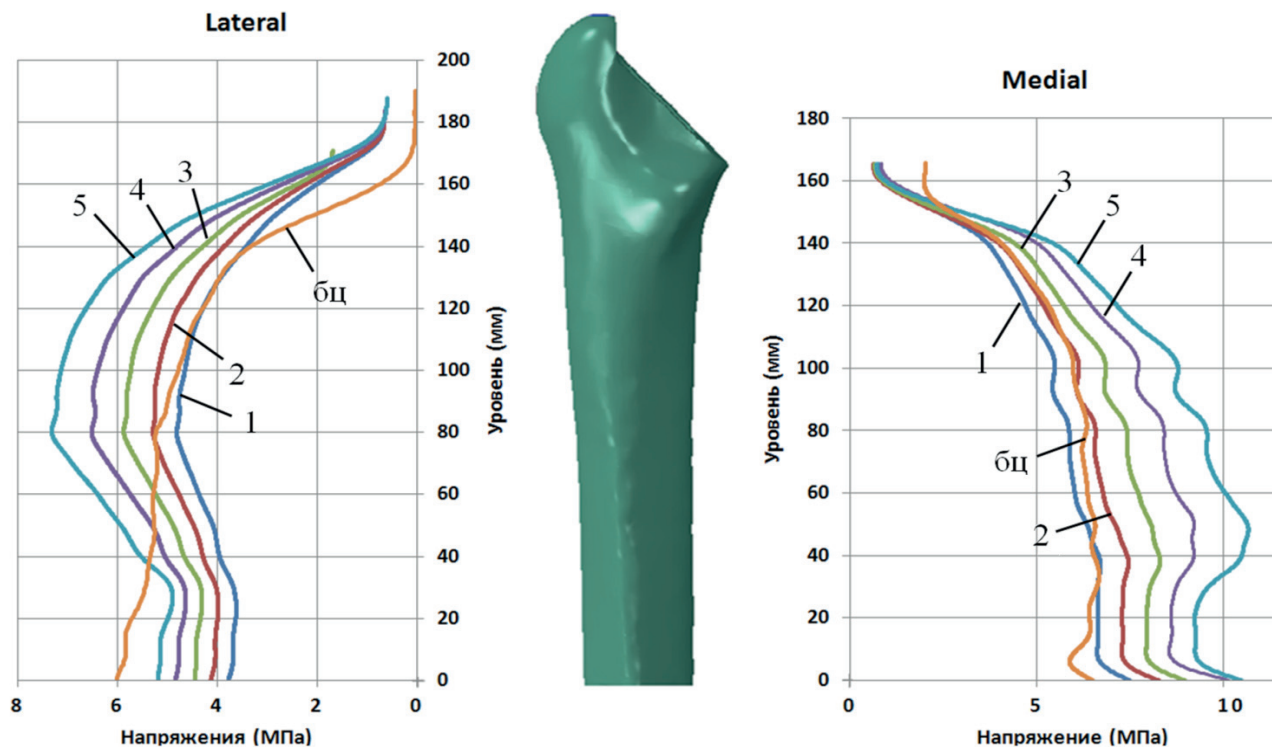


Рис. 4. Распределение максимальных эквивалентных напряжений на медиальной и латеральной стороне бедренной кости при цементной установке ножки эндопротеза

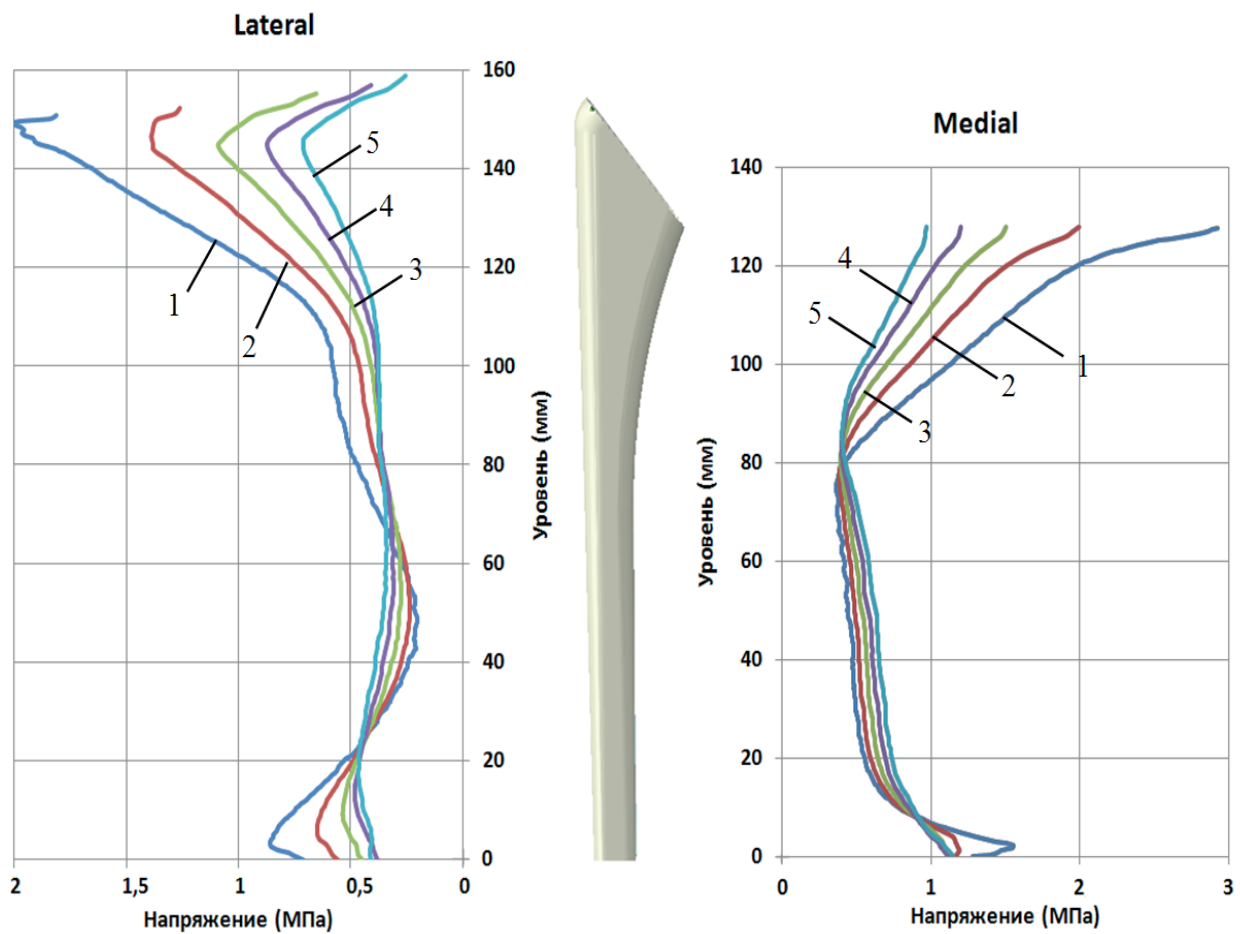


Рис. 5. Распределение максимальных эквивалентных напряжений на медиальной и латеральной стороне цементной мантрии в бедренной кости

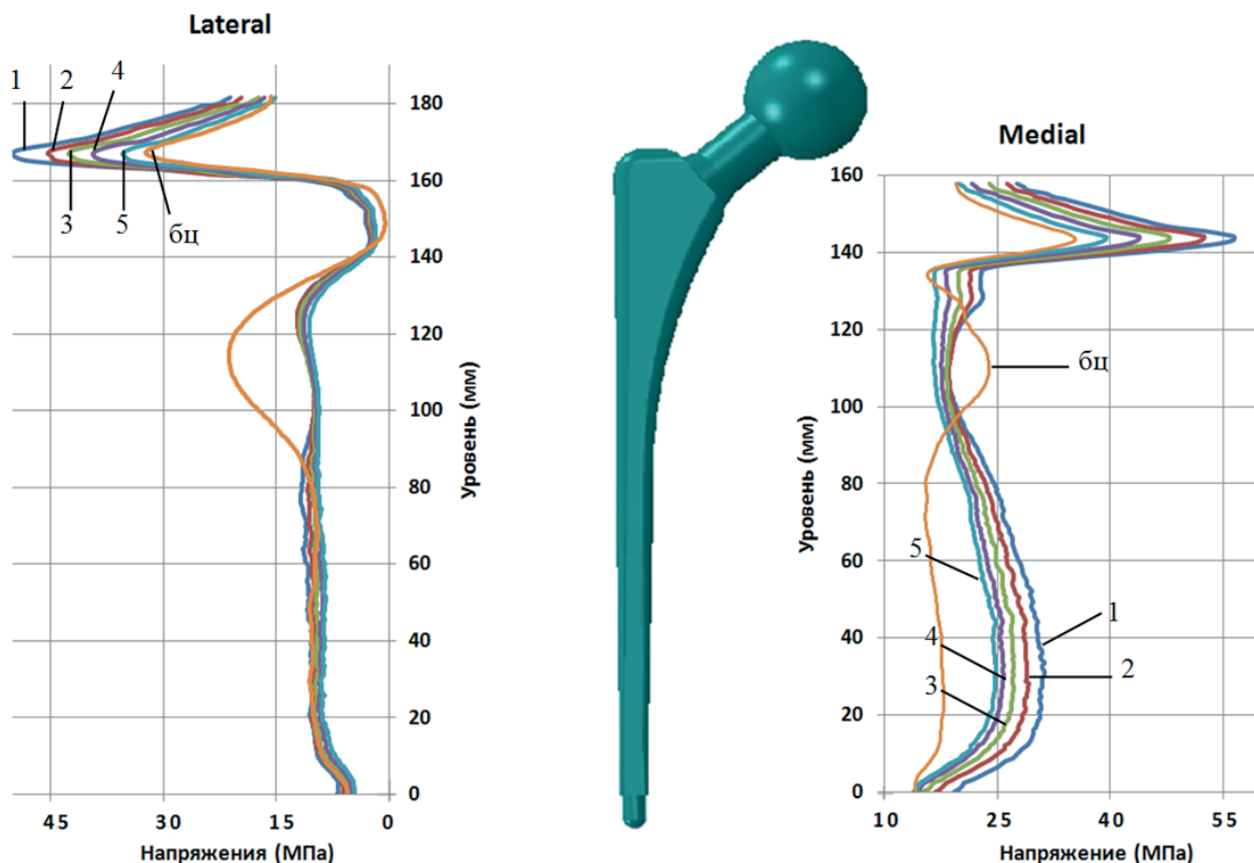


Рис. 6. Распределение максимальных эквивалентных напряжений на медиальной и латеральной стороне ножки эндопротеза

При этом, учитывая отличия формы ножки и внутренней поверхности канала, толщина цементной мантии по длине ножки, как правило, будет меняться. На большей части поверхности эта толщина будет составлять 2–4 мм.

Следует отметить, что изменения толщины цементной мантии влияют на величину напряжений, возникающих только в проксимальной зоне фиксации ЭП. Следовательно отличие толщины цементной мантии между проксимальным и дистальным отделами не влияет на её НДС (рис. 5).

НДС ножки определяется сочетанием изгибающего момента во фронтальной плоскости и силы сжатия в осевом направлении при существенном преобладании первого (рис. 6).

С латеральной стороны ножки и шейки конуса возникают растягивающие нормальные продольные напряжения, а с медиальной – сжимающие. При этом абсолютная величина растягивающих напряжений на одном и том же уровне ножки несколько меньше, чем сжимающих. Максимальная величина сжимающих напряжений наблюдается с латеральной стороны на уровне шейки и конуса для фиксации головки бедренного компонента. Изменения толщины цементной мантии не оказывают значительных влияний на напряженное состояние ножки имплантата. Таким образом, результаты расчетов показывают, что максимальные

напряжения в ножке не превышают предела текучести материала, и все элементы системы работают в области упругой деформации. Отметим также, что напряжения в имплантате ниже предела выносливости материала (сопротивления усталости при циклическом нагружении), что обеспечивает достаточные коэффициенты запаса прочности для ножки эндопротеза.

Выводы

Расчеты МКЭ системы “кость-цемент-бедренный компонент” показали, что при толщине костного цемента не менее 1 мм при выполнении тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием цементной технологии обеспечивается достаточный запас надежности относительно значений напряжений предела усталости цемента. Это способствует продолжительной эксплуатации ножки эндопротеза без расшатывания.

При выборе оптимальной толщины цементной мантии нужно учитывать, что уменьшение толщины кости вследствие подготовки ложе для более толстой цементной мантии ведет к повышению напряжений в кости и увеличивает риск ее перелома. Наряду с этим слишком толстая цементная мантия способствует плохой передаче нагрузок на кость, что может привести к остеолитическим и нестабильности эндопротеза.

Изменение толщины цементной мантии от 1 до 5 мм не оказало значительных влияний на НДС ножки эндопротеза. Как и во всех компонентах, максимальные растягивающие напряжения возникают на латеральной поверхности ножки и кости, а максимальные сжимающие напряжения – на медиальной поверхности, при этом величина напряжений находится в пределах зоны долговечности эксплуатации ЭП.

Литература

1. Корж АА. Ортопедия в Украине на рубеже столетий / АА. Корж // Ортопедия, травматология и протезування. – 2000. – № 1. – С. 5–9.
2. Лоскутов АЕ. Эндопротезирование тазобедренного сустава: монография : Под ред. проф. АЕ. Лоскутова. – Днепропетровск : Лира, 2010. – 344 с.
3. Total hip arthroplasty with sliding iliac graft for acetabular dysplasia / M. Ikeuchi, T. Kawakami, K. Kitaoka [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2005. – Vol. 87-B, Issue 5. – P. 635–639.
4. The influence of head size and sex in the outcome of Birmingham hip resurfacing / C.W. McBryde, K. Theivendran, A.Thomas, R.B.C. Treacy [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2010. – Vol. 92-A. – P. 105–112.
5. Лоскутов ОА. Жесткостные и прочностные характеристики различных марок костного цемента на основе полиметилметакрилата и их изменение со временем / ОА. Лоскутов, Е.В. Васильченко, М.Ю. Амбражей // Травма. – 2014. – Т. 15, № 1. – С. 114–117.
6. Shab N. Evolution of cemented stems / N. Shab, M. Porter // Orthopaedics. – 2005. – Vol. 28, N.8S. – P. 819–825.
7. Анализ напряженно-деформированного состояния в костной ткани бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава / В.А. Филиппенко, А.В. Яреско, О.А. Подгайская, А.И. Жигун // Літопис травматології та ортопедії. – 2012. – № 1–2 (23–24). – С. 86–89.
8. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 542 с.
9. Hip contact forces and gait patterns from routine activities / G. Bergmann, G. Deuretzbacher, M. Heller [et al.] // J. Biomechanics. – 2001. – Vol. 34. – P. 859–871.
10. Fracture properties of an acrylic bone cement / E. Bialoblockajuszczyk, M. Baleani, L.Cristofolini [et al.] // J. Acta of Bioengineering and Biomechanics. – 2008. – Vol. 10, Issue 1. – P. 21–26.

INFLUENCE OF THICKNESS OF THE CEMENT MANTLE ON THE STRESS STATE OF THE “BONE-CEMENT-FEMORAL COMPONENT” SYSTEM OF HIP ENDOPROSTHESIS

Loskutov O.O., Levadnyi E.V., Synegubov D.A., Loskutov O.E.

Summary. The results of numerical modeling using by finite element method of stress state of “bone-cement-femoral component” ORTEN system hip endoprosthesis for different thicknesses of the cement mantle. From the standpoint of biomechanics, recommendations on the choice of rational thickness of the cement mantle with the cement hip arthroplasty were given. Extreme stresses occurring in the “bone-cement-prosthesis” system with the functional load were defined. The influence of the thickness of the cement mantle on stresses in the cement, implant, and femoral bone was determined.

Key words: hip endoprosthesis, bone cement, femoral bone, stress state, finite element method.

ВПЛИВ ТОВЩИНИ ЦЕМЕНТНОЇ МАНТІЇ НА НАПРУЖЕННЯ В СИСТЕМІ “КІСТКА-ЦЕМЕНТ-СТЕГНОВИЙ КОМПОНЕНТ” ЕНДОПРОТЕЗА КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА

Лоскутов О.О., Левадний Є.В., Синєгубов Д.А., Лоскутов О.Є.

Резюме. У роботі наведено результати чисельного моделювання методом кінцевих елементів напруженого стану системи “кістка-цемент-стегновий компонент” ендопротеза кульшового суглоба системи “ОРТЕН” при різних товщинах цементної мантії. З позицій біомеханіки надано рекомендації щодо вибору раціональної товщини цементної мантії при цементному ендопротезуванні тазостегнового суглоба. Визначено екстремальні напруження, що виникають у системі “кістка-цемент-ендопротез” при функціональних навантаженнях. Виявлено вплив товщини цементної мантії на напруження, котрі виникають у цементі, імплантаті та стегновій кістці.

Ключові слова: ендопротез тазостегнового суглоба, кістковий цемент, стегнова кістка, напружений стан, метод кінцевих елементів.

ОСОБЛИВОСТІ ВОГНЕПАЛЬНИХ І МІННО-ВИБУХОВИХ ПОРАНЕНЬ СТОПИ, ОТРИМАНИХ ПІД ЧАС АНТИТЕРОРИСТИЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Король С.О.

Українська військово-медична академія, м. Київ

Резюме. У статті проведено порівняльний аналіз епідеміологічних, клінічних, діагностичних і лікувальних особливостей осколкових, кульових і мінно-вибухових поранень стопи у 302 поранених під час антитерористичній операції на Сході України з травня 2014 р. по квітень 2015 р. Виявлено питому вагу цих поранень у структурі бойової хірургічної травми. Проаналізовано лікувально-діагностичні заходи у пацієнтів із пораненнями кінцівок залежно від рівнів надання допомоги.

Ключові слова: вогнепальні поранення, осколкові поранення, кульові поранення, мінно-вибухові поранення.

Вступ

Використання зброї шостого покоління на Сході України змінило структуру та тяжкість бойової хірургічної травми. За даними ВВВ кульові поранення стопи становили 45,2%, осколкові – 5,3%, мінно-вибухові поранення (МВП) – 2,7% [4-6]. За інформацією сучасних дослідників вогнепальні поранення стопи становлять 11% від всіх поранень кінцівок. Вони поділяються на обмежені, поширені пошкодження, розчавлення та відриви [3,7]. Понад 60% тяжких пошкоджень стопи виникають при підривах на протипіхотних мінах і супроводжуються розчавленнями та відривами стопи [1-2]. Спеціалісти не дійшли спільної думки щодо виконання ПХО вогнепальних ран ступні на II або на IV рівнях надання медичної допомоги [8-9]. Остаточна мета лікування таких поранених полягає в забезпеченні безболісної ходи зі збереженням чутливості підшви [10-11]. Нині недостатньо наукової інформації щодо епідеміологічних, клінічних, діагностичних і лікувальних особливостей поранень стопи від сучасних видів зброї [12].

Мета дослідження – провести порівняльний аналіз осколкових, кульових і мінно-вибухових поранень у структурі бойової хірургічної травми, вивчити епідеміологічні, клінічні, діагностичні та лікувальні особливості на різних рівнях надання допомоги.

Матеріали і методи

Нами проаналізовано надання допомоги на всіх рівнях у 302 випадках вогнепальних і мінно-вибухових поранень (8,06% в загальній структурі бойової хірургічної травми кінцівок). Усі поранені були чоловіками. Середній їх вік становив $30,12 \pm 4,26$ року. Групи, що порівнюва-

лись, між собою за віком не відрізнялись. Осколкових поранень стопи було 249 (80,58%), кульових – 40 (13,25%), МВП – 19 (6,29%) випадків.

У нашому дослідженні ми використали класифікацію Е.К. Гуманенка (2009), який вогнепальну травму розподілив на вогнепальні поранення (кульові та осколочні), мінно-вибухові поранення та вибухову травму [6].

Результати та їх обговорення

Епідеміологічні особливості

На підставі порівняльного аналізу локалізації поранень (вхідного отвору) встановлено, що при осколкових і кульових пораненнях переважали ушкодження тильної поверхні ступні (73,09% та 87,5% відповідно), а при МВП – відриви частини стопи (52,63%) та поранення підшви (36,84%) ($p < 0,05$). При осколкових пораненнях стопи найчастіше пошкоджувався передній відділ – 59,44%, а при мінно-вибухових і кульових – задній (57,89% та 50% відповідно) ($p < 0,05$).

Осколкові та мінно-вибухові поранення переважно були множинними, а кульові – ізольованими ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблиця 1

Характер поєднаних поранень стопи

Характер поєднаних поранень	Питома вага поранень стопи, %		
	осколкові	кульові	мінно-вибухові
ізольовані	25,70	65	31,58
множинні	42,17	30	36,84
поєднані	32,13	5	31,58

При осколкових пораненнях стопи переважали сліпі, при кульових – наскрізні, а при МВП – відриви частини стопи ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз поранень кінцівок залежно від ходу раневого каналу

Хід раневого каналу	Питома вага поранень стопи, %		
	осколкових	кульових	мінно-вибухових
сліпі	73,09	20	36,84
наскрізні	18,88	75	10,53
дотичні	7,63	5	0
відривні кінцівки	0,40	0	52,63

Клінічні особливості

При порівняльному аналізі тяжкості загального стану поранених встановлено, що при поступленні на II рівень надання допомоги у 66,27% пацієнтів із осколковими пораненнями стан був нетяжким, у 52,5% із кульовими пораненнями – тяжким. У 63,15% поранених із МВП стан був тяжкий, а у 36,84% – вкрай тяжкий.

Із клінічних ознак у всіх поранених спостерігали наявність рани та локальний біль. При кульових пораненнях переважали крепітація та патологічна рухливість кісткових уламків, при МВП – відрив частини стопи ($p < 0,05$) (табл. 3).

Таблиця 3

Клінічні ознаки поранень стопи при поступленні на II рівень надання допомоги

Клінічні ознаки	Питома вага поранень стопи, %		
	осколкові	кульові	мінно-вибухові
наявність рани	100	100	100
локальний біль	100	100	100
порушення функції	60,24	72,5	100
осьові навантажувальні симптоми	14,06	28,58	50
кісткові уламки в рані	8,57	28,58	50
деформація	14,06	35	31,58
відсутність активних рухів	9,64	12,50	63,16
патологічна рухливість кісткових уламків	12,05	30	26,32
відсутність пасивних рухів	1,20	7,50	57,89
крепітація кісткових уламків	14,06	35	31,58
порушення тактильної та больової чутливості	2,40	10	15,79
порушення пульсації периферичних артерій	1,20	10	15,79
зниження шкірної температури	1,20	5	5,26
наявність ішемічної контрактури	0,40	0	5,26
кровотеча з рани, що триває	1,20	5	5,26
наростаюча внутрішньотканинна гематома	1,20	5	5,26
відрив частини стопи	0,40	0	57,89

Вогнепальні переломи спостерігались у 55 (18,21%) випадках, при осколкових пораненнях – в 35 (14,06%), при кульових – в 14 (35%), при МВП – в 6 (31,58%). При осколкових пораненнях переважали переломи типу II, при кульових – IIIA, при МВП – IIIB ($p < 0,05$) за класифікацією R.B. Gustillo, J.T. Anderson (1984) [2]. При осколкових пораненнях переважали переломи плеснових кісток, при кульових – переломи кісток передплесна, а при МВП – переломи кісток заднього відділу ($p < 0,05$) (табл. 4).

Таблиця 4

Переломи кісток стопи внаслідок поранень стопи

Переломи кісток стопи	Питома вага переломів стопи, %		
	осколкові поранення	кульові поранення	мінно-вибухові поранення
п'яткової кістки	25,72	0	22,22
таранної кістки	5,71	28,57	22,22
кісток передплесна	8,57	42,85	22,22
плеснових кісток	40	14,29	33,34
фаланг пальців	20	14,29	0
Всього	100	100	100

Діагностичні особливості

Усім пораним виконано рентгенографію в 2-3 проєкціях, решта методів діагностики істотно частіше використовувалась при МВП і кульових пораненнях ($p < 0,05$) (табл. 5).

Таблиця 5

Методи інструментальної діагностики поранень стопи

Методи інструментальної діагностики	Питома вага методів діагностики, %		
	осколкові поранення	кульові поранення	мінно-вибухові поранення
рентгенографія	100	100	100
спірально комп'ютерна томографія	4,42	10	10,53
доплерографія судин	1,20	10	15,79
вимірювання субфасціального тиску	2,40	5	15,79
електроміографія	1,20	5	5,26

Лікувальні особливості

При вогнепальних і мінно-вибухових пораненнях переважно виконувались операції за первинними показаннями. Показаннями для оперативних втручань були наявність вогнепальної рани та м'яких тканин сумнівної життєздатності. При МВП оперативні втручання виконували щодо відривів частини стопи, дефектів м'яких тканин і кістки ($p < 0,05$). При кульових і мінно-вибухових

пораненнях проводили операції при компартмент-синдромі та оперативні втручання за вторинними показаннями ($p < 0,05$).

Усім пораненим із вогнепальними та мінно-вибуховими пораненнями виконали первинну хірургічну обробку рани. Переважно проводили повторні хірургічні обробки з фасціотомією, механічним дебрідментом, ультразвуковою кавітацією, VAC-терапією та накладанням бусів із антибіотиком. При МВП виконували ампутації за типом первинної хірургічної обробки та різні види шкірних пластик ($p < 0,05$) (табл. 6).

Таблиця 6

Оперативні втручання, проведені при пораненнях стопи

Оперативні втручання	Питома вага оперативних втручань при пораненнях стопи, %		
	осколкові поранення	кульові поранення	мінно-вибухові поранення
первинна хірургічна обробка рани	100	100	100
ампутація за типом первинної хірургічної обробки	0,40	0	42,11
накладання первинних швів на кулью	0	0	15,79
повторні ХО ран, ультрахвильова кавітація, VAC-терапія, буси з антибіотиком	55,42	42,50	73,68
повторна ХО рани, видалення осколків за допомогою магніту	2,81	0	0
повторна ХО, фасціотомія	9,64	27,5	21,05
МОС спицями Ілізарова	7,23	10,00	10,53
МОС стержневим АЗФ	3,61	7,50	10,53
МОС апаратом Ілізарова	4,02	7,50	10,53
МОС за Вебером	0,40	0	0
ВХО	4,02	12,50	68,42
вільна аутодермопластика	9,24	15,00	10,53
аутодермопластика на судинній ніжці	2,01	15,00	36,84
аутовенозна пластика артерії	0	2,50	0
трансплантація тривимірної остеорегенераторної трансплантати у вигляді кісткових чіпсів	0,80	0	0

Як зазначено в табл. 6, у 15,79% випадків МВП на II рівні надання медичної допомоги накладалися первинні шви на кукси стопи, що є неприпустимим на сучасному етапі через ризик розвитку анаеробної інфекції. Ці помилки було усунуто на наступних рівнях.

Експертні особливості

У результаті проведеного лікування при кульових пораненнях відзначено збільшення кількості стійких контрактур гомілковостопного та п'ясно-фалангових суглобів. При МВП – нагноєння м'яких тканин із подальшим переходом в остеомієліт, нейропатія та асептичний некроз таранної кістки ($p < 0,05$) (табл. 7).

Таблиця 7

Місцеві ускладнення

Місцеві ускладнення	Питома вага місцевих ускладнень при пораненнях стопи, %		
	осколкові поранення	кульові поранення	мінно-вибухові поранення
стійка контрактура	6,43	25	10,53
нагноєння м'яких тканин	3,61	10	42,11
нейропатія	1,61	10	31,58
незворотня ішемія стопи	0,40	0	10,53
остеомієліт	0,40	2,5	15,79
посттромбофлебітичний синдром	0,40	2,5	10,53
асептичний некроз таранної кістки	0,40	0	10,53

Найближчі та віддалені функціональні результати вивчені нами через 6-12 міс. після поранення. При осколкових і кульових пораненнях добрі функціональні результати становили 74,30% та 62,5% відповідно, при МВП відсутність частини стопи становила 57,89% ($p < 0,05$) (табл. 8).

Таблиця 8

Оцінка функціональних результатів за Матизом-Любошицом-Шварцбергом (1980-1985 рр.) у модифікації Шевцової (1995 р.)

Функціональні результати	Питома вага, %		
	осколкові поранення	кульові поранення	мінно-вибухові поранення
3,5-4 бали	74,30	62,5	10,53
2,5-3,5 бали	14,86	25	21,05
2,5 бали та менше	10,84	12,5	68,42

Внаслідок осколкових і кульових поранень визнані придатними до військової служби понад 60% поранених. При МВП понад 65% поранених не придатні до військової служби ($p < 0,05$).

Вогнепальні поранення стопи відрізнялись великим різноманіттям і різною тяжкістю перебігу. МВП були більш тяжкі, ніж осколкові та кульові. За нашими даними

в 57,89% випадків спостерігались відрив частини ступні та в 50% випадків – поширені рани м'яких тканин підшви з дефектом тканин. Це особливо стосувалось відривів п'ятки, значних нейроваскулярних ушкоджень та контамінації рани. При поширених пошкодженнях м'яких тканин поранені потребували тривалого лікування.

На II рівні при пораненнях стопи зупиняли зовнішню кровотечу, зберігали важливі анатомічні утворення, проводили декомпресію та іммобілізацію сегменту. При наскрізних кульових пораненнях без значних пошкоджень кісток і м'яких тканин, за відсутності гнійних ускладнень допускали виконання туалету рани, введення навколо рани антибіотиків та іммобілізацію гіпсовим лангетом від кінчиків пальців до верхньої третини гомілки. При значних пошкодженнях тканин проводили первинну хірургічну обробку рани. Розсікали вхідний і вихідний отвір, широко розкривали апоневроз, висікали розчавлені та нежиттєздатні тканини. Видаляли сторонні тіла та дрібні, вільно лежачі кісткові уламки. Рану інфільтрували розчинами антибіотиків. Первинні шви на рану не накладали. Іммобілізацію проводили гіпсовим лангетом, за неможливості втримати кісткові уламки в правильному положенні виконували фіксацію спицями Ілізарова або апаратом зовнішньої фіксації [14-15].

При відривах стопи, поширених пошкодженнях м'яких тканин і кісток, пошкодженнях судинно-нервових пучків, коли неможливо було зберегти стопу, здійснювали ампутацію за первинними показаннями. При пошкодженні дистальних відділів ампутували атипово, економно, видаляли тільки нежиттєздатні ділянки стопи. Підшовний клапоть залишали довшим за тильний. Шви на куксу не накладали. При поширеному розчавленні плеснових кісток виконували ампутацію за Шопаром [13, 16].

На III та IV рівнях усім пораненим при вогнепальних і мінно-вибухових пораненнях виконували повторні хірургічні обробки з проведенням фасціотомії, механічного дебрідменту, ультразвукової кавітації, ВАС-терапії та накладали буси з антибіотиком. При МВП проводили ампутації за первинними показаннями та різні види шкірних пластик [17-18].

Первинно загоїлись кульові та осколкові поранення з обмеженими пошкодженнями м'яких тканин. Вогнепальні та мінно-вибухові поранення стопи призводили до тривалого раневого процесу та втрати працездатності. Поранення стопи у 9,27% поранених призводило до розвитку стійких контрактур.

Висновки

1. На підставі проведеного дослідження нами встановлено, що при осколкових пораненнях переважно виникають множинні сліпі поранення тильної поверхні стопи, при кульових – ізольовані наскрізні задньої поверхні стопи, при МВП – відрив частини стопи або заднього її відділу, а також поранення підшви ($p < 0,05$).

2. При кульових пораненнях переважають деформація, крепітація та патологічна рухливість кісткових уламків, при МВП – відрив частини стопи ($p < 0,05$). Осколкові поранення супроводжуються переважно переломами плеснових кісток, кульові – переломами кісток передплесна, а МВП – переломами кісток заднього відділу ($p < 0,05$).

3. При осколкових, кульових і мінно-вибухових пораненнях стопи необхідно виконувати первинну хірургічну обробку ран із подальшою повторною хірургічною обробкою та проведенням фасціотомії, механічного дебрідменту, ультразвукової кавітації, ВАС-терапії та застосуванням бусів із антибіотиком. При МВП за потреби необхідно виконувати ампутації за типом первинної хірургічної обробки та різні види шкірних пластик ($p < 0,05$).

4. При осколкових і кульових пораненнях нині добрі функціональні результати становлять 74,30% та 62,5% відповідно. При МВП відсутність частини стопи в 57,89% призводить до 68,42% незадовільних результатів ($p < 0,05$).

Література

1. Анкин Л.Н. Травматология / Л.Н. Анкин, Н.Л. Анкин. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – С. 463–493.
2. Анкин Н.Л. Травматология. Европейские стандарты диагностики и лечения / Н.Л. Анкин, Л.Н. Анкин. – К. : Книга-плюс, 2012. – С. 84–95, 437–459.
3. Брижань Л.К. Система лечения раненных с огнестрельными переломами длинных костей конечностей (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Л.К. Брижань. – М. : ФГОУ ПП ДПО "Государственный институт усовершенствования врачей Минобороны России", 2010. – 52 с.
4. Военно-полевая хирургия: национальное руководство / под ред. И.Ю. Быкова, Н.А. Ефименко, Е.К. Гуманенко. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 42–44, 669–670.
5. Военно-полевая хирургия. Учебник для медицинских вузов. Под редакцией проф. Е.К. Гуманенко. – СПб: ООО "Издательство Фолиант", 2005. – С. 384–384.
6. Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов / Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалов. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2011. – 672 с.
7. Лысенко М.В. Военно-полевая хирургия: Руководство к практическим занятиям / М.В. Лысенко, В.К. Николенько, Л.К. Брижань. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 571 с.
8. Невідкладна військова хірургія / пер. з англ. – К. : Наш Формат, 2015. – С. 318–322.
9. Нікітін П.В. Діагностика та лікування пошкоджень кісток стопи. – К. : Фенікс, 2005 – 192 с.
10. Страфун С.С. Профілактика, діагностика та лікування ішемічних контрактур кисті та стопи / С.С. Страфун, А.Т. Бруско, А.П. Лябах, В.Г. Лесков, С.В. Тимошенко. – К. : Стилюс, 2007. – 264 с.
11. Шаповалов В.М. Новое в теории и практике лечения раненных в конечности / В.М. Шаповалов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2010. – № 4. – С.18–22.
12. Bluman E.M. War wounds of the foot and ankle: causes, characteristics, and initial management / E.M. Bluman,

- J.R. Ficke, D.C. Covey // Foot and Ankle Clinics. – 2010. – Vol. 15, № 1. – P. 1–21.
13. Ebrabimi A. Experience with reverse sural flap to cover defects of the lower leg and foot / A. Ebrabimi, N. Nejadsarvari, E. Shams Kousbki // Trauma Monthly. – 2012. – Vol. 16, № 4. – P. 178–181.
14. Fuenfer M.M., Creamer K.M. Pediatric Surgery and Medicine for Hostile Environments. Washington, DC: Department of the Army, Office of the Surgeon General, Borden Institute; 2010.
15. Kralovec M.E. Atypical presentation of fat embolism syndrome after gunshot wound to the foot / M.E. Kralovec, M.T. Houdek, J.R. Martin, M.E. Morrey, W.W. Cross // American journal of orthopedics (Belle Mead, N.J.). – 2015. – Vol. 44, № 3. – P. 71–74.
16. Leclere F. Reconstruction of a traumatic plantar foot defect with a novel free flap: The medial triceps brachii free flap / F. Leclere, V. Casoli // Journal of Cosmetic and Laser Therapy. – 2015. – Vol. 17, № 5. – P. 286–289.
17. Marinovic M. Gunshot injury of the foot: treatment and procedures a role of negative pressure wound therapy / M. Marinovic, E. Radovic, B. Bakota, M. Mikacevic, N. Grzalja, D. Ekl, I. Cepic // Collegium Antropologicum. – 2013. – Vol. 37, S. 1. – P. 265–269.
18. Marinovic M. Use of negative pressure therapy in the treatment of primary infected traumatic wounds of the foot caused by high energy impact / M. Marinovic, J. Spanjol, S. Laginja, N. Grzalja, D. Stiglic, D. Ekl, N. Fumic, B. Sepac // Acta Medica Croatica. – 2013. – Vol. 67, S. 1. – P. 95–100.

FEATURES OF GUNSHOT AND MINE-EXPLOSIVE FOOT INJURIES OBTAINED DURING COUNTER-TERRORIST OPERATIONS

Korol S.O.

Summary. The article presents the comparative analysis of epidemiological, clinical, diagnostic and therapeutic features of shrapnel, bullet, and mine-explosive foot injuries of 302 patients wounded in anti-terrorist operations in Eastern Ukraine from May 2014 to April 2015. The relative number of aforementioned injuries in the structure of combat surgical trauma was revealed. An analysis of therapeutic and diagnostic measures for wounded limbs, depending on the degree of medical assistance, was conducted.

Key words: gunshot wounds, shrapnel wounds, bullet wounds, mine-explosive wounds.

ОСОБЕННОСТИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ И МИННО-ВЗРЫВНЫХ РАНЕНИЙ СТОПЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ВО ВРЕМЯ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ

Король С.А.

Резюме. В статье проведен сравнительный анализ эпидемиологических, клинических, диагностических, лечебных особенностей осколочных, пулевых и минно-взрывных ранений стопы у 302 раненых во время антитеррористической операции на Востоке Украины с мая 2014 г. по апрель 2015 г. Выявлено относительное число данного вида ранений в структуре боевой хирургической травмы. Проанализированы лечебно-диагностические мероприятия у пациентов с ранениями конечностей в зависимости от уровней оказания помощи.

Ключевые слова: огнестрельные ранения, осколочные ранения, пулевые ранения, минно-взрывные ранения.

УДК 616.718.4-007.24-001.5-089.227.84

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНЬ І ДЕФОРМАЦІЙ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНТРАМЕДУЛЯРНИХ МЕТАЛЕВИХ ФІКСАТОРІВ РІЗНОЇ ПРУЖНОСТІ

Юхимчук ОА², Калашніков АВ¹.

¹ ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

² Київська міська клінічна лікарня № 7, м. Київ

Резюме. За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що при використанні стрижня з низькомодульних матеріалів напружено-деформований стан (НДС) розподіляється подібно до аналогічного процесу в здоровій кістці. З підвищен-

ням модуля пружності матеріалу стрижня характер і картина розподілу НДС значно змінюється у бік зменшення за рахунок перенесення напруження на металофіксатор. Стегнова кістка з імплантованим стрижнем зі сплаву цирконій-титан (Zr-Ti) за механічними властивостями найбільше відповідає анатомічній (інтактній) стегновій кістці. Це доводить високу механічну сумісність стрижня і дозволяє уникнути stress-shilding синдрому, обумовленого надмірними навантаженнями на металофіксатор, і повторного перелому, що потребує додаткового хірургічного втручання. Проведене комп'ютерне моделювання доводить доцільність розробки та впровадження в клінічну практику травматологів-ортопедів імплантатів та основі низькомодульного β -(Zr-Ti) сплаву, що дозволить поліпшити результати лікування переломів довгих кісток і зменшити відсоток післяопераційних ускладнень.

Ключові слова: кістка, комп'ютерне моделювання, цирконієво-титановий сплав, напружено-деформований стан.

Вступ

За даними джерел літератури, при лікуванні діафізарних переломів кісток випадки розвитку розладів репаративного остеогенезу (РРО) становлять від 2,5% до 18% [2-3, 5-6, 10]. Тому проблема РРО при переломах кісток нині є однією із найактуальніших проблем травматології та ортопедії.

Аналіз сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить, що в лікуванні переломів та їх наслідків активно розвиваються як консервативні методи, так і вдосконалюються оперативні методики, з розробкою нового інструментарію, устаткування для здійснення стабільно-функціонального остеосинтезу [7, 11, 15]. Тому принципово важливою є розробка технологій оптимізації репаративного остеогенезу з використанням металофіксаторів, модуль пружності яких максимально наближений до модуля пружності кісткової тканини [16]. Інженери-матеріалознавці Київського науково-дослідного інституту металофізики НАМН України винайшли сплав металів цирконій-титан (Zr-Ti), який за показниками модуля пружності наближається до показників модуля пружності кісткової тканини. При модулі пружності кісткової тканини 15-30 ГПа модуль пружності цього сплаву металів становить 47-53 ГПа.

З моменту появи і впровадження в медичну практику перших остеоімплантатів і до донедавна нові конструкції розробляли лише на основі досвіду та результатів клінічної практики. Великою мірою ця тенденція збереглася і донині. Дослідні зразки імплантатів випробовуються при різних навантаженнях на мертвому кістковому матеріалі й за результатами експериментів вводяться в лікувальну практику. При цьому застосування пристрою протягом тривалого часу дозволяє остаточно оцінити його придатність і вдосконалювати методику використання. Звісно, такий підхід вимагає значних матеріальних ресурсів і займає багато часу. Механічні випробування відносяться до руйнівних методів контролю, тому дослідження проводяться на мертвому кістковому матеріалі, який значно по-

ступається рівню фізико-механічних властивостей живої тканини. Прямі механічні дослідження інтерактивної поведінки системи "кістка-імплантат" достатньо складні та малоінформативні через асиметричну геометрію кісткової тканини. Це не дає змоги точно визначити питомі навантаження як по довжині, так і в перерізі, а також відтворити складно-напружену схему одночасних деформацій (стиснення, кручення, згин, розтяг). Все це знижує економічну та соціальну ефективність розробок, тому проектування та впровадження нових остеоімплантатів ускладнене. Багато в чому з цих причин розробка нових остеоімплантатів у нашій країні майже не проводиться [4].

Водночас здійснюються спроби обґрунтування придатності механічних остеоімплантатів на основі відомостей про біомеханіку систем людини. При цьому найчастіше проводиться розрахунок наближених схем, що відображають деякі аспекти поведінки системи "кістка-імплантат" з використанням програмних реалізацій чисельних методів, наприклад, методу кінцевих елементів (МКЕ). Переваги такого підходу очевидні: на основі результатів розрахунку можна робити висновки про роботу остеоімплантата та його вплив на кістку і таким чином відмовитися від подальшого розгляду очевидно безперспективних конструкцій; з'являється можливість корегувати або змінювати форму компонентів імплантата для поліпшення його функціональності; відпадає потреба в проведенні чисельних експериментів на тваринах; суттєво знижується вартість і скорочується час розробки конструкції імплантата; на основі розподілу деформуючих напружень можливо точно прогнозувати віддалені результати [12, 17].

Тому вважаємо важливим проведення комп'ютерного моделювання напружень і деформації стегнової кістки при застосуванні імплантата з вітчизняного сплаву Zr-Ti для його подальшого використання для металоостеосинтезу при переломах кісток.

Мета роботи – провести комп'ютерне моделювання напружень і деформації стегнової кістки при застосуванні імплантатів із різним модулем пружності.

Матеріали і методи

Комп'ютерне моделювання проводили в лабораторії статичних випробувань кафедри механіки та опору матеріалів Національного університету біоресурсів і природокористування України. Нами застосовано комп'ютерне моделювання та МКЕ – методи вирішення задач механіки суцільних середовищ у прикладанні до біологічних об'єктів із використанням програмно-комп'ютерних комплексів [13-14].

Для побудови моделі кістки в якості зразка використовувалася трупна стегнова кістка людини, на якій здійснювали комп'ютерну томографію томографом Light Speed Plus фірми General Electric з товщиною зрізу 0,3 мм. Отримані томографічні зрізи в форматі dicom були імпортовані в програмне середовище SCANIP. Розроблено 4 види моделей: 1 – контрольна (інтактна) стегнова кістка, 2 – стегнова кістка з інтрамедулярним фіксатором із нержавіючої сталі (316L), 3 – стегнова кістка з фіксатором із титаново-ванадієвого сплаву (BT-6) та 4 – стегнова кістка з фіксатором із цирконієво-титанового сплаву (Zr-Ti).

Для закріплення розрахункової моделі вузли нижньої торцевої частини стегнової кістки були зафіксовані. Навантаження виконано за рахунок прикладання вектора сили до верхньої півсфери головки стегнової кістки. Ця модель навантаження передбачає виявлення в процесі нелінійного розрахунку стабільного положення контактуючих елементів системи “кістка-стрижень”, визначаючи тим самим їх кінцевий напружено-деформований стан. Наявність у моделі контактної пари зробило модель нелінійною, з іншого боку – дозволило більш достовірно описати реальну картину взаємодії всіх частин аналізованої конструкції фіксації стегнової кістки інтрамедулярним стрижнем [1, 8-9].

Для вирішення задачі аналізу напружено-деформованого стану (НДС) стегнової кістки після остеосинтезу інтрамедулярними блокуючими стрижнями з різними механічними властивостями були вибрані програмний пакет SCANIP із вбудованим cad-модулем компанії Simpleware Ltd. та програмно-аналітичний комплекс Ansys, розроблений компанією ANSYS Inc. [4, 12, 17].

Результати та їх обговорення

Аналіз результатів для 1 моделі (інтактна стегнова кістка) (рис. 1) показав, що найбільш напруженими є латеральні відділи стегнової кістки. Концентрація найвищих значень еквівалентних навантажень (фон Мізеса) спостерігається у центральній латеральній частині тіла стегнової кістки – 54,744 МПа. Найменші концентрації еквівалентних навантажень спостерігаються в апікальних зонах стегнової кістки.

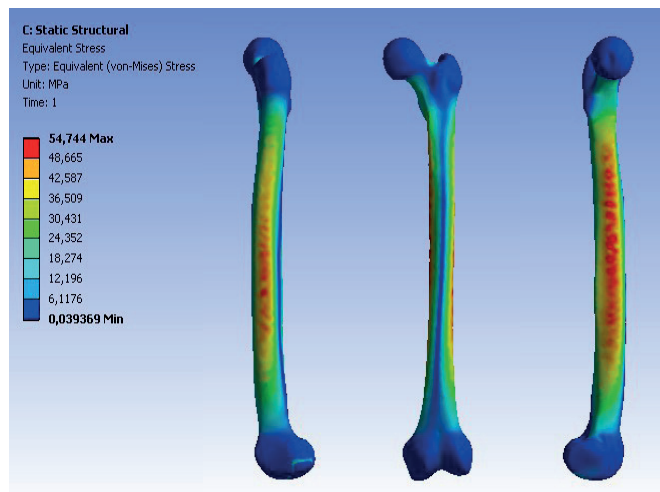


Рис. 1. Розподіл інтенсивності напружень у 1 (контрольний) моделі стегнової кістки

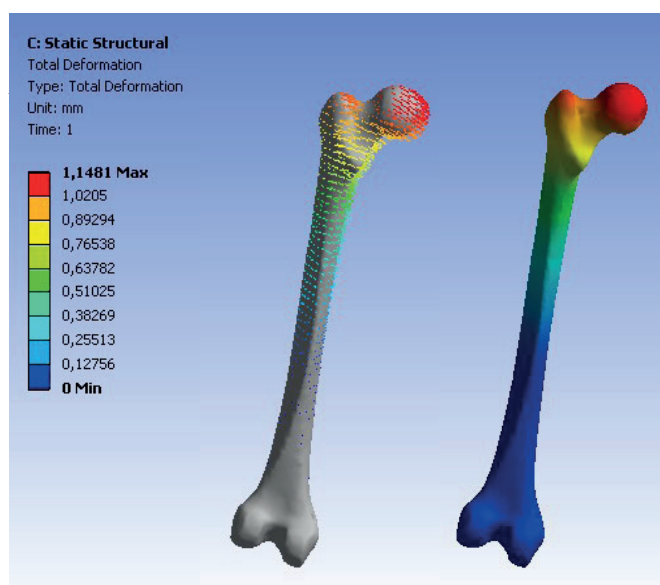


Рис. 2. Розподіл деформації в 1 (контрольний) моделі стегнової кістки

Аналіз НДС стегнової кістки в 1 (контрольний) моделі (рис. 2) показав, що при вертикальному стискаючому навантаженні вагою 458 Н, більш напруженими є латеральні відділи стегнової кістки. Місцем концентрації напружень є центральні латеральні ділянки тіла стегнової кістки.

Аналіз результатів симуляції (рис. 3) показав, що загальний характер розподілу напруженого стану в стегновій кістці зі стрижнем з 316L (модель 2) суттєво змінився порівняно з результатами симуляції анатомічної (контрольної) моделі. В центральній латеральній частині тіла стегнової кістки величина інтенсивності напружень дорівнює 6,9 МПа (54,744 МПа в нормі). Рівень напруженого стану в зоні малого вертелу також суттєво знизився порівняно з аналогічними значеннями для моделі в нормі та становить 2,4 МПа (17,7 МПа для моделі в нормі). У зонах голівки, шийки та великого вертелу рівень напруженого стану не високий – до 2,2 МПа.

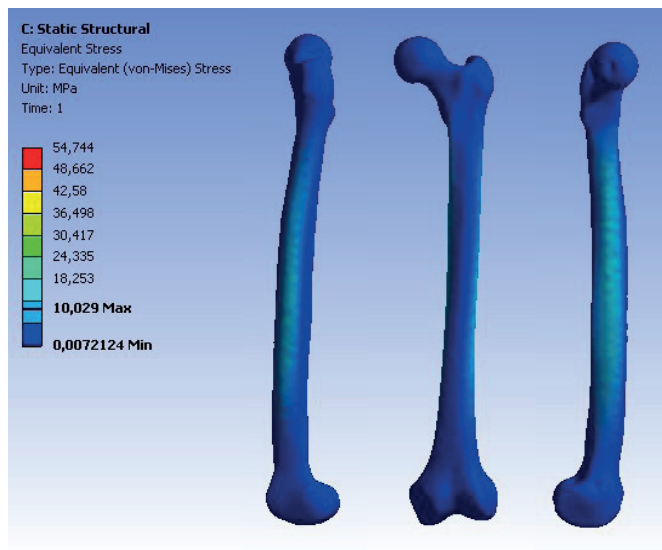


Рис. 3. Розподіл інтенсивності напружень у 2 моделі (імплантат із нержавіючої сталі (316L))

На рис. 4 представлено графічне та векторне зображення розподілу деформації для 2 моделі стегнової кістки. Характер розподілу деформацій змінився порівняно з 1 моделлю. Спостерігається значне зниження навантажень у зоні шийки, малого вертлуга та тіла стегнової кістки. Найбільші значення деформацій – в межах головки, шийки та великого вертлуга.

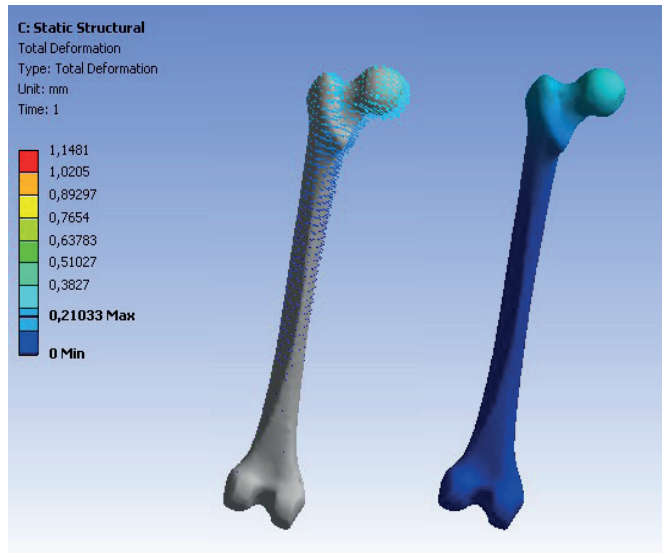


Рис. 4. Графічний і векторний розподіл деформації для 2 моделі (імплантат із нержавіючої сталі (316L))

Аналіз результатів симуляції (рис. 5) показав, що загальний характер розподілу напруженого стану в стегновій кістці зі стержнем з VT-6 суттєво не змінився порівняно з попереднім (модель 2) варіантом симуляції. В центральній латеральній частині тіла стегнової кістки величина інтенсивності напружень дорівнює 13,1 МПа (54,7 МПа в 1 моделі). Рівень напруженого стану

в зоні малого вертлуга суттєво відрізняється від рівня для 1 (контрольної) моделі та становить 6,0 МПа (17,7 МПа для 1 моделі). У зонах головки, шийки та великого вертлуга рівень напруженого стану не високий – до 5,3 МПа.

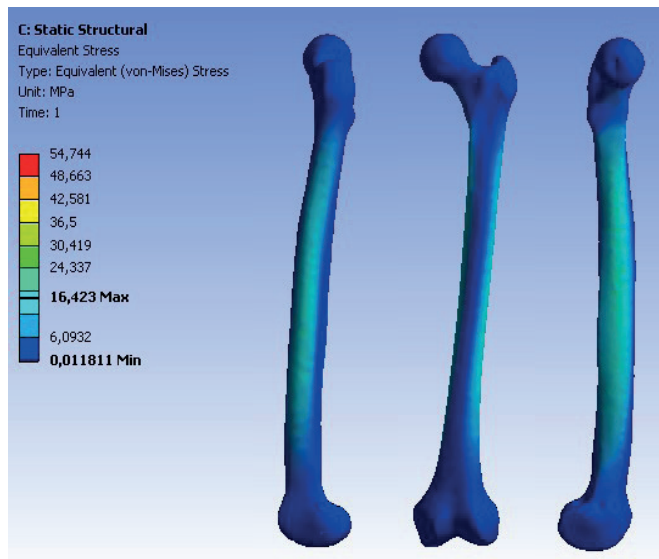


Рис. 5. Розподіл інтенсивності напружень в 3 моделі (імплантат із титаново-ванадієвого сплаву (VT-6))

На рис. 6 представлено графічне та векторне зображення розподілу деформації для моделі стегнової кістки зі стержнем з VT-6. Характер розподілу деформацій дещо змінився порівняно з 1 (контрольною) моделлю. Спостерігається суттєве зниження навантажень в зоні шийки, малого вертлуга та тіла стегнової кістки. Найбільші значення деформацій визначали в межах головки, шийки та великого вертлуга.

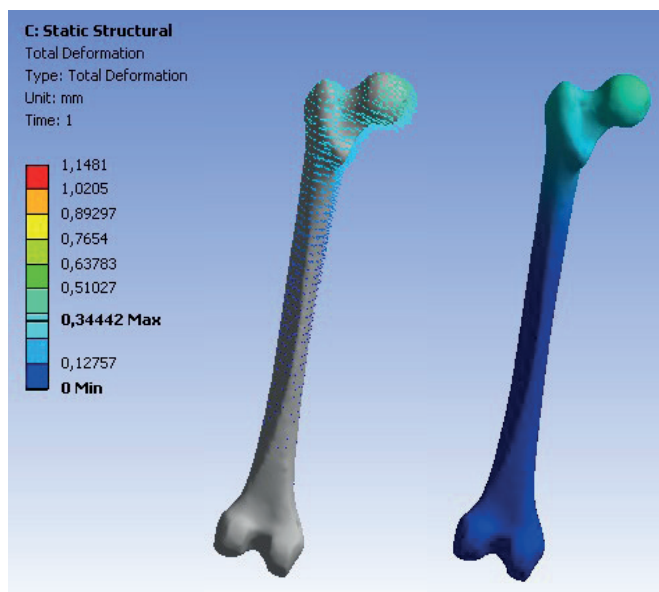


Рис. 6. Графічний і векторний розподіл деформації для 3 моделі (імплантат із титаново-ванадієвого сплаву (VT-6))

Результати симуляції (рис. 7) показали, що загальний характер розподілу напруженого стану в стегновій кістці зі стержнем з Zr-Ti змінився порівняно з попередніми варіантами досліджень та є найбільш схожим до значень симуляції анатомічної (контрольної) моделі. В центральній латеральній частині тіла стегнової кістки величина інтенсивності напружень дорівнює 37,23 МПа (54,744 МПа для 1 моделі). Рівень напруженого стану в зоні малого вертлюга майже не змінився порівняно з аналогічними значенням для 1 моделі та становить 16,3 МПа (17,7 МПа для 1 моделі). У зонах головки, шийки та великого вертлюга рівень напруженого стану не високий – до 6,2 МПа.

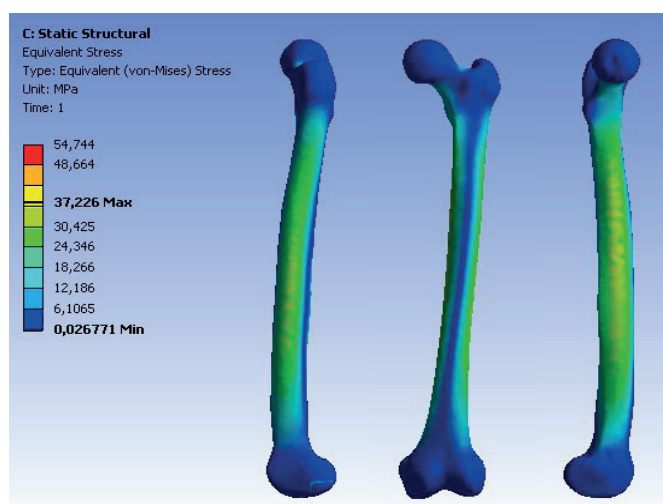


Рис. 7. Розподіл інтенсивності напружень у 4 моделі (імплантат із цирконієво-титанового сплаву (Zr-Ti))

На рис. 8 представлено графічне та векторне зображення розподілу деформації для моделі стегнової кістки зі стержнем з Zr-Ti. Характер розподілу деформацій зна-

чно не змінився порівняно з 1 (контрольною) моделлю. Найбільші значення деформацій спостерігаються в зоні головки, шийки та великого вертлюга.

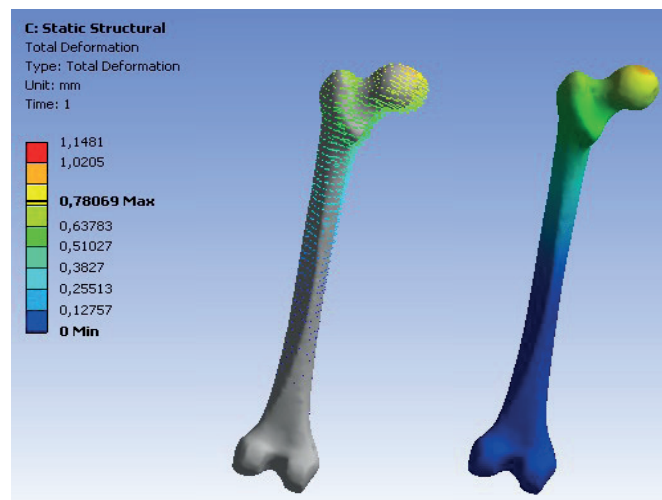


Рис. 8. Графічний і векторний розподіл деформації для 4 моделі (імплантат із цирконієво-титанового сплаву (Zr-Ti))

При аналізі отриманих даних визначено, що у разі використання Zr-Ti в якості матеріалу для стрижня загальний характер розподілу НДС суттєво не змінився порівняно з анатомічною (контрольною) моделлю. Рівень напруженого стану в кортикальному шарі нижче, ніж у 1 моделі, бо основне навантаження несе стрижень. Найбільш напруженими ділянками є центральні латеральні частини тіла стегнової кістки (37,23 МПа).

Порівняльний аналіз моделей остеосинтезу стегнової кістки стрижнями з різними механічними властивостями показаний на діаграмі (рис. 9).

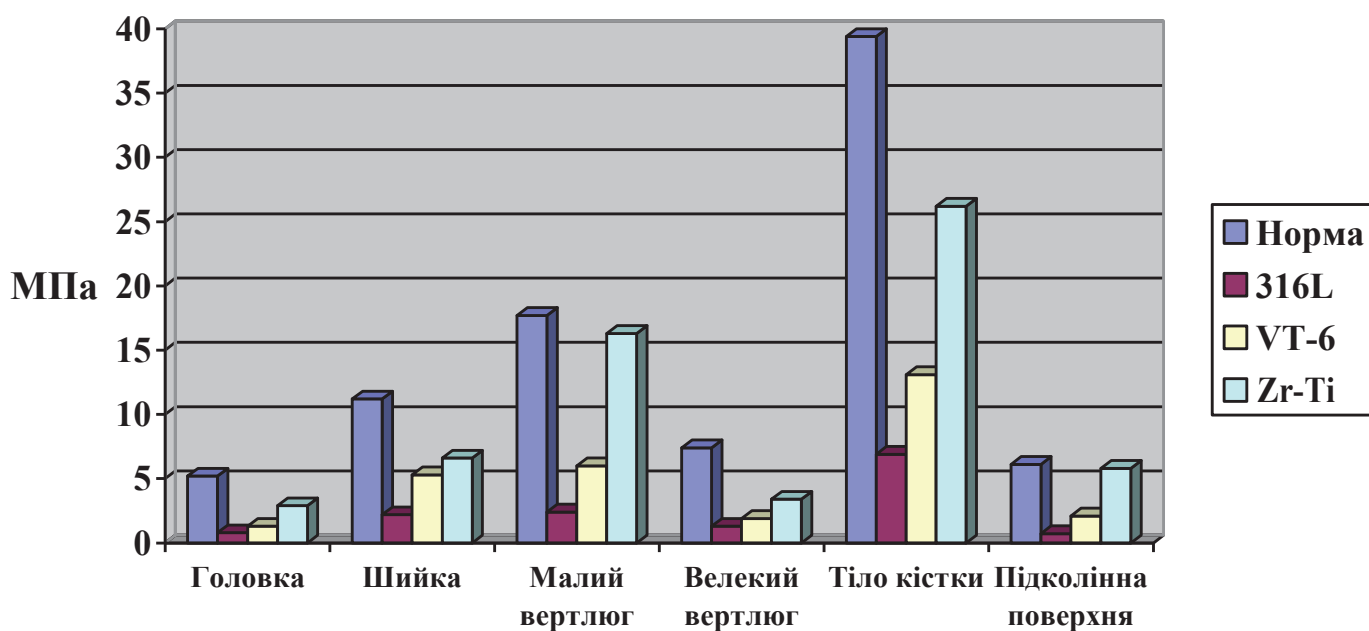


Рис. 9. Порівняння НДС для різних моделей механічних властивостей стрижня в стегновій кістці

Аналізуючи рис. 9, можна відзначити кілька особливостей. При використанні стрижня з низькомодульних матеріалів характер розподілу НДС дуже схожий на 1 (контрольну) модель. При підвищенні модуля пружності матеріалу стрижня характер і картина розподілу НДС значно змінюється в бік його зменшення за рахунок переносу напружень на металофіксатор.

Таким чином, проведене комп'ютерне моделювання напружень і деформації стегнової кістки при застосуванні імплантатів із різним модулем пружності довело, що стегнова кістка із імплантованим стрижнем зі сплаву Zr-Ti за механічними властивостями найбільше відповідає анатомічній (інтактній) стегновій кістці. Це доводить його високу механічну сумісність і дозволяє уникнути stress-shilding синдрому, обумовленого надмірним навантаженням на металофіксатор, та повторного перелому, що потребує додаткового хірургічного втручання.

Висновки

1. За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що при використанні стрижня з низькомодульних матеріалів характер розподілу напружено-деформованого стану (НДС) дуже схожий зі здоровою кісткою. В разі підвищення модуля пружності матеріалу стрижня характер і картина розподілу НДС значно змінюється в бік зменшення за рахунок переносу напружень на металофіксатор.

2. Стегнова кістка із імплантованим стрижнем зі сплаву Zr-Ti найбільше за механічними властивостями відповідає анатомічній (інтактній) стегновій кістці, що доводить його високу механічну сумісність та дозволяє уникнути обумовленого надмірним навантаженням на металофіксатор stress-shilding синдрому та повторного перелому, який потребує хірургічного втручання.

3. Проведене комп'ютерне моделювання доводить доцільність розробки та впровадження в клінічну практику травматологів-ортопедів імплантатів та основі низькомодульного β -(Zr-Ti) сплаву, що дозволить поліпшити результати лікування переломів довгих кісток і зменшити відсоток післяопераційних ускладнень.

Література

1. *Александр Р.* Биомеханика / Р. Александр. – М. : Мир, 1970. – 340 с.
2. Аналіз стану травматологічно-ортопедичної допомоги населенню України в 2006-2007 рр.: Довідник / *Гайко Г.В.*,

- Корж М.О., Калашніков А.В., Герасименко С.І., Полішко В.П.* – К. : Видавнича компанія "Воля", 2008. – 134 с.
3. Аналіз структури первинної інвалідності та чинників її формування при травмах кінцівок в умовах великого міста / *Гайко Г.В., Калашніков А.В., Боєр В.А.* [та ін.] : Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю "Медико-соціальна експертиза і реабілітація хворих внаслідок травм і захворювань опорно-рухового апарату". – Дніпропетровськ, "Пороги", 2008. – С. 23–24.
4. *Боєв В.Д.* Компьютерное моделирование / В.Д. Боєв, Р.П. Сытченко. – М. : ИНТУИТ. РУ, 2010. – 349 с.
5. *Гайко Г.В.* Теоретические аспекты физиологической и репаративной регенерации костей с позиций системных представлений / Г.В. Гайко, А.Т. Бруско // Журнал НАМН України. – 2013. – Том 19, № 4. – С. 471–481.
6. *Гиришин С.Г.* Клинические лекции по неотложной травматологии / С.Г. Гиришин. – М. : Издательский дом "Азбука", 2004. – 543 с.
7. *Дедух Н.В.* Новые технологии в регенерации кости: использование факторов роста / Н.В. Дедух, С.А. Хмызов, А.А. Тихоненко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2008. – № 4. – С. 129–133.
8. *Дорожкин С.В.* Современные биоматериалы / С.В. Дорожкин, С. Агатовулус // Путь в науку. – 2005. – № 1. – С. 10–16.
9. *Зациорский В.М.* Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский, А.С. Аруин, В.И. Селуянов. – М. : Физкультура и спорт, 1981. – 143 с.
10. *Калашніков А.В.* Розлади репаративного остеогенезу у хворих із переломами довгих кісток (діагностика, прогнозування, лікування, профілактика): дис. ... доктора мед. наук: 14.01.21 / *Калашніков Андрій Валерійович.* – К., 2003. – 284 с.
11. *Корж Н.А.* Имплантационные материалы и остеогенез. Роль оптимизации и стимуляции в реконструкции кости / Н.А. Корж, Л.А. Кладченко, С.В. Малышкина // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2008. – № 4. – С. 5–14.
12. *Королев А.Л.* Компьютерное моделирование / А.Л. Королев. – М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2010. – 232 с.
13. *Маланчук В.О.* Імітаційне комп'ютерне моделювання в щелепно-лицевій хірургії / В.О. Маланчук, М.Г. Кришук, А.В. Копчак. – К. : Видавничий дім "Асканія", 2013. – 231 с.
14. Механико-математическая модель системы металлоостеосинтеза и расчет ее напряженно-деформированного состояния / Р.Р. Никифоров, С.Н. Куценко, Ю.А. Костандов [и др.] // Травма. – Т. 14, № 3. – 2013. – С. 43–51.
15. *Dallari D.* Enhanced tibial osteotomy healing with use of bone grafts supplemented with platelet gel or platelet gel and bone marrow stromal cells / D. Dallari, L. Savarino, C. Stagni [et al.] // J. Bone Surg. – 2007. – Vol. 89, № 11. – P. 2413–2420.
16. Influence of Alloy Elements on the Osteoconductivity of Anodized Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr Alloy / D. Yamamoto, I. A. Waki, K. Kuroda [et al.] // J. Biomaterials and Nanobiotechnology. – 2013. – Vol. 4. – P. 229–236.
17. *Miler K.* Computational biomechanics for medicine / K. Miler, P.M.F. Nielsen. – Springer +Business Media, LLS, 2010. – 155 p.

COMPUTER MODELING OF STRESSES AND DEFORMATION OF THE FEMUR USING INTRAMEDULLARY METAL CLAMPS OF DIFFERENT ELASTICITY

Yukhymchuk O.A., Kalashnikov A.V.

Summary. According to the results of computer simulations, using a rod made of low-modulus materials, the nature of the distribution of the stress-strain state (SSS) is very similar to normal bone. With increasing elasticity of the rod material, the nature and pattern of distribution of SSS changes significantly in the direction of its reduction due to the transfer of stresses on a metal fixation device. The femur with an implanted rod of Zr-Ti alloy fits on the mechanical properties of anatomical (intact) femur, which in turn proves the high mechanical compatibility of the rod and enables to avoid stress shielding syndrome (which is caused by the excessive loads on a metal fixation device) and repeated fracture requiring additional surgical intervention. Computer simulation shows the feasibility of the development and introduction into clinical practice of orthopedic specialists the implants on the basis of low modulus β -(Zr-Ti) alloy, which enables improving the outcomes of treatment of long bone fractures and reducing postoperative complication rates.

Key words: bone, computer modeling, zirconium-titanium alloy, stress-strain state.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФИКСАТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ УПРУГОСТИ

Охримчук А.А., Калашников А.В.

Резюме. По результатам компьютерного моделирования установлено, что при использовании стержня из низкомодульных материалов распределение напряженно-деформированного состояния (НДС) происходит похоже на аналогичный процесс в здоровой кости. По мере повышения модуля упругости материала стержня характер и картина распределения НДС значительно меняются в сторону уменьшения за счет переноса напряжений на металлофиксатор. Бедренная кость с имплантированным стержнем из циркониево-титанового сплава (Zr-Ti) больше всего по механическим свойствам отвечает анатомической (интактной) бедренной кости. Это доказывает высокую механическую совместимость стержня и позволяет избежать стресс-шилдинг (stress-shilding) синдрома, обусловленного чрезмерными нагрузками на металлофиксатор, и повторного перелома, что потребует дополнительного хирургического вмешательства. Проведенное компьютерное моделирование доказывает целесообразность разработки и внедрения в клиническую практику травматологов-ортопедов имплантатов на основе низкомодульного β -(Zr-Ti) сплава, что позволит улучшить результаты лечения переломов длинных костей и уменьшить процент послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: кость, компьютерное моделирование, циркониево-титановый сплав, напряженно-деформированное состояние.

УДК 616.718.7:616.75-007.43-089 <<367>>

РАННЄ ФУНКЦІОНАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ПІСЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ АХІЛЛОВА СУХОЖИЛКА

Горєлов О.М.², Тітарчук Р.В.², Головаха М.Л.¹

¹ Запорізький державний медичний університет

² Клініка "Тарвіс", м. Дніпропетровськ

Резюме. Проблема лікування пошкоджень ахіллового сухожилка в сучасній ортопедії та травматології залишається актуальною донині. Метою роботи було покращити ре-

зультати хірургічного лікування пошкоджень ахіллового сухожилка за рахунок скорочення строків відновлення опороздатності кінцівки шляхом раннього функціонального навантаження на кінцівку із застосуванням індивідуального ортезування. В роботі проведено аналіз результатів періоду медичної реабілітації після хірургічного лікування 57 пацієнтів із пошкодженням ахіллового сухожилка, прооперованих у різні строки після травм. Розроблені ортези та методика раннього навантаження після відновлення ахіллового сухожилка через функціональну іммобілізацію продемонстрували низку переваг перед традиційним іммобілізаційним методом. Аналіз динаміки відновлення функції показав, що пацієнти з раннім функціональним навантаженням значно раніше адаптуються соціально та повертаються до активного життя.

Ключові слова: пошкодження ахіллового сухожилка, функціональне лікування, ортезування.

Вступ

Лікування пошкоджень ахіллового сухожилка залишається актуальною проблемою сучасної ортопедії та травматології. Це обумовлено важкістю травми опорно-рухового апарату людини, яка призводить до випадіння функції головного згинача ступні – трицепса гомілки із подальшим розвитком атрофії, хронічного лімфостазу, обмеженням рухів ступні, що супроводжується різким погіршенням показників ходьби. Результати оперативних і консервативних методів лікування пошкоджень ахіллового сухожилка сьогодні не повністю задовольняють як ортопедів, так і пацієнтів, отже, вдосконалення методів лікування продовжується [2, 5]. Зусилля більшості фахівців спрямовані на розробку нових і вдосконалення існуючих операцій. Водночас підходи до післяопераційного ведення хворих із цим видом патології лишаються без змін.

Не викликає сумнівів, що потрібен період іммобілізації після оперативного втручання щодо ушкодження ахіллового сухожилля. Під час фіксації кінцівки досягається положення, сприяє мінімальному натягненню відновленого сухожилля. Більшість авторів віддає перевагу 6-тижневій іммобілізації в гіпсовій пов'язці з подальшим курсом фізіотерапевтичного і функціонального лікування та пізнім (7-8 тижнів після операції) початком навантажень – після виведення стопи з положення еквінуса [4, 7-8]. Проте така лікувальна тактика має недоліки, пов'язані з негативним впливом тривалої фіксації гомілковостопного суглоба. Аналіз показує, що найшвидше патологічні зміни розвиваються в м'язах оперованої кінцівки. За даними комп'ютерної томографії при обстеженні гомілок пацієнтів із розривами ахіллового сухожилля виявлено зменшення об'єму м'язів після 6-тижневої іммобілізації на 25%, причому м'язові біопсії демонстрували переважну атрофію волокон I типу [2]. Також встановлено, що при тривалому виключенні функції м'язів в них розвиваються деструктивні і проліферативні зміни у вигляді коагуляційного некрозу, зернистого і воскоподібного переродження волокон, розростання сполучної тканини [2, 5]. Під час регенерації грануляційна тканина не лише утворюється між кінцями пошкодженого сухожилля, а й сполучає його з навколишніми структурами. Відбувається формування рубцевих спайок, які зв'язують

сухожилля з підлеглими тканинами, а це порушує нормальний механізм ковзання. Водночас тривала іммобілізація стопи в положенні еквінуса призводить до порушення подовжньої орієнтації сухожильних волокон, знижуючи можливість їх розтягування [6].

Тривала іммобілізація є причиною виникнення дегенеративних змін як у параартикулярних тканинах, так і в суглобовому хрящі. Формуються адгезії між хрящовою і сполучною тканинами. Іноді навіть з'являються вогнища хондромалії від тиску в точках контакту суглобових поверхонь при іммобілізації у вимушеному положенні. Усе це може привести до ураження гомілковостопного суглоба [7].

Приведені дані свідчать про негативний вплив іммобілізації, яка призводить до атрофії м'язів, тугоухомості в гомілковостопному суглобі та порушення ковзання ахіллового сухожилля. Сповільнюються процеси метаболізму і регенерації сухожилля. При цьому основним чинником, що впливає на утворення повноцінної сухожильної тканини, є стан фізіологічного натягнення і тонусу сухожильно-м'язового комплексу [3]. Покращити регенерацію можна за умови скорочення до мінімуму тривалості іммобілізації у вимушеному положенні стопи, раннього початку рухів у гомілковостопному суглобі та раннього осьового навантаження на оперовану кінцівку [2, 6]. Цього можна досягти, застосовуючи методику функціональної іммобілізації, основним завданням якої є раннє відновлення рухів, раннє осьове навантаження у поєднанні з надійним захистом місця шва від навантаження, що здатне порушити його цілісність.

Мета роботи – поліпшити результати хірургічного лікування ушкоджень ахіллового сухожилля за рахунок скорочення термінів відновлення опороздатності кінцівки шляхом раннього функціонального навантаження на кінцівку із застосуванням індивідуального ортезування.

Завдання роботи:

1) вивчити та порівняти рівень ранніх і пізніх післяопераційних ускладнень залежно від методу післяопераційного відновного лікування та термінів навантаження на кінцівку після відновлення ахіллового сухожилля;

2) сформулювати концепцію раціонального ортезування, що забезпечує можливість безпечного раннього навантаження на кінцівку після відновлення ахіллового сухожилля;

3) провести аналіз відновлення об'єму рухів в гомілковостопному суглобі та ступні, а також динаміки опороздатності кінцівки після операцій з відновлення ахіллового сухожилля.

Матеріали і методи

У роботі проаналізовано результати лікування 57 пацієнтів з ушкодженням ахіллового сухожилля, оперованих у різні терміни після травм. Свіжих травм – 17 (перші 48-72 години після травми), несвіжих – 18 (до 2 тижнів після травми), застарілих – 22 (більше ніж 2 тижні після травми).

Усі пацієнти оперовані за різними методиками. Свіжі розриви – відкрите зіставлення і зшивання розірваних кінців ахіллового сухожилля поодиноким швом (за Kessler або іншим) з використанням міцного матеріалу, що не розсмоктується (Етибонд 2). Якщо краї сильно розволоклися, додатково виконується обвивний шов тоншим шовним матеріалом (Вікріл 2/0 або 3/0), що розсмоктується.

У застарілих випадках доводилося застосовувати пластику ахіллового сухожилля за методикою Lindholm (18 пацієнтів) або підшивку сухожилля m. plantaris у вигляді мембрани за Lynn (4 пацієнтів) [12]. При несвіжих розривах ахіллового сухожилля користувалися обома методами за ситуацією.

Перед ушиванням шкіри та паратенона робили пасивні рухи в гомілковостопному суглобі для визначення міри натягнення сухожилля після зшивання. У свіжих випадках було можливо досягти нейтрального положення стопи без сильного натягнення сухожилля. Усім пацієнтам упродовж перших 7-12 діб після операції (на період загоєння рани) накладалася тильна шина від рівня колінного суглоба до кінчиків пальців, стопа – в положенні, що забезпечує від розриву сухожилля, визначеному в кінці операції. Через 7-12 діб пацієнтів рандомізували на 2 групи.

I групу (контрольну) становили 27 пацієнтів, які пройшли подальше лікування за наступною методикою: пацієнти продовжували користуватися тильною гіпсовою шиною від рівня колінного суглоба до кінчиків пальців, стопа в положенні еквінуса. Призначали ізометричні скорочення литкового м'яза, ходьбу на милицях із дотиком пальцями без навантаження.

Через 4 тижні дозволяли часткове навантаження на милицях у міру відчуттів хворого упродовж подальших 2-х тижнів. Через 6 тижнів після операції іммобілізацію знімали, починали активні вправи згинання/розгинання в гомілковостопному суглобі, ізометричну гімнастику для литкового м'яза, фізіотерапію. Ходьба на милицях із неповним навантаженням у міру відчуття.

Після досягнення нейтрального положення стопи в гомілковостопному суглобі (90°) 8 тижнів дозволяли ходьбу у взутті з підведеним відділом п'яти і вкладним підп'ятником заввишки 1-1,5 см, з повним навантаженням і використанням тростини ще протягом 2 тижнів.

II групу (досліджувану) становили 30 пацієнтів, які пройшли лікування за іншою методикою: робили накладання індивідуально виготовленого функціонального ортезу, що знімається, з сучасних високотехнологічних матеріалів фірми 3М "soft cast" і "scotch cast" (рис. 1, 3). Також використовували стандартний фабричний типорозмірний функціональний ортез (рис. 2). Такий ортез із усіх боків щільно охоплює стопу та гомілку до верхньої її третини, має підшву-компенсатор еквінусної позиції стопи клиновидної форми. Опорна поверхня підшви виконана у вигляді сегменту кола великого діаметру, що додатково знімає навантаження з ахіллового сухожилля при ходьбі у фазі перекату. Кріплення ортеза на кінцівці здійснюється за допомогою 5-6 лямок з липучок "велькро". Можливі варіанти виконання: "жорсткий ортез" – з фіксованим положенням стопи в гомілковостопному суглобі (рис. 1), або "динамічний ортез" – з пристосуваннями для дозованого виведення стопи з положення еквінуса за рахунок зміни висоти платформи. Останнього досягали двома способами.



Рис. 1. Загальний вигляд індивідуального функціонального ортезу



Рис. 2. Фабричний типорозмірний функціональний ортез



Рис. 3. “Динамічний ортез”
зі стягуючими штангами

Перший спосіб полягає в зміні кута згинання підошовної частини ортеза за рахунок стягуючих гвинтових штанг (типу талрепу), розташованих з обох боків від гомілковостопного суглоба (рис. 3).

Другий спосіб – це застосування в “жорсткому ортезі” клиноподібного компенсатора еквінусного положення ступні, що складається з 4–5 окремих набірних клинів заввишки 0,8-1 см. Між собою набірні клини з’єднуються за допомогою двобічної липкої стрічки. Виведення стопи здійснюється дозовано, шляхом виймання клинів з ортеза по черзі, від верхнього до нижнього.

Пацієнтам у таких ортезах дозволяли ходьбу на милицях із навантаженням до больового порога впродовж 1 тижня. Далі 3-го тижня, як правило, пацієнти могли пересуватися з повним навантаженням на оперованій кінцівці з додатковою опорою на тростину. Через 6-8 тижнів – відмова від іммобілізації, ходьба в звичайному взутті з використанням підп’ятника 1-1,5 см протягом 2-х подальших тижнів.

Динамічне спостереження та оцінка показників проводилися через 6 тижнів, 3 і 6 міс. після операції відповідно. Порівняльний аналіз здійснювали за такими показниками:

- 1) частота ускладнень;
- 2) динаміка відновлення функції;
- 3) сила підошовного згинання стопи;
- 4) величина гіпотрофії литкового м’яза;
- 5) термін дозованого навантаження на кінцівку;
- 6) термін повного навантаження на кінцівку;
- 7) термін відмови від додаткових засобів опори (тростина);
- 8) термін повного відновлення опороздатності (за даними статометричної проби).

Результати та їх обговорення

Проведено аналіз результатів лікування всіх 57 пацієнтів із підшкірними розривами ахіллового сухожилля

в найближчому післяопераційному та у віддаленому періодах. У всіх пацієнтів обох груп не було виявлено як ранніх, так і пізніх ускладнень.

До моменту відміни іммобілізації (6 тижнів) у жодного з хворих у досліджуваній групі не виявлено обмеження активного підошовного згинання стопи, а дефіцит тильного згинання дорівнював у середньому не більше 5°. У контрольній групі відзначався дефіцит активного підошовного згинання стопи в межах 10° і 15° тильного.

Сила підошовного згинання стопи через 6 тижнів після операції у більшості хворих досліджуваної групи становила 3 бали, в контрольній – 1-2 бали. У пацієнтів, яким проводилася іммобілізація функціональними ортезами, що знімаються, гіпотрофія м’язів гомілки через 6 тижнів після операції в середньому становила $1,6 \pm 0,2$ см, тоді як у контрольній групі – $3,4 \pm 0,4$ см.

Дозоване навантаження у пацієнтів досліджуваної групи починали на 4 тижні раніше, ніж у контрольній (через 2 та 6 тижнів після операції відповідно). Повне навантаження починали відповідно через 3-4 тижні та через 8 тижнів. Відмова від додаткових засобів опори (тростини) стала можливою на 5-му тижні в досліджуваній, та на 8-й – у контрольній групах.

Після закінчення періоду іммобілізації хворі продовжували відновне лікування, спрямоване на збільшення об’єму рухів і зміцнення м’язів. До тренувань приступали через 5-6 міс. після операції. Повне відновлення спортивної працездатності наставало приблизно однаково в обох групах, у середньому через 6-8 міс.

Про терміни повного відновлення опороздатності свідчать також дані статометричних проб. Як показав аналіз, у пацієнтів дослідної групи різниця в опорі на оперовану і здорову стопу через 4 тижні становила $35 \pm 8\%$, а в контрольній – $48 \pm 6\%$. Через 8 тижнів у дослідній групі – $16 \pm 4\%$, в контрольній – $32 \pm 9\%$.

Таким чином, на особистому досвіді ми переконалися, що післяопераційне лікування хворих із підшкірним розривом ахіллового сухожилля з використанням функціональних ортезів, що знімаються, дозволяє уникнути негативного впливу тривалої іммобілізації (тугорухомості у гомілковостопному суглобі, атрофії м’язів, порушення ковзання сухожилля), не підвищуючи при цьому ризику повторних розривів. Застосування цієї методики сприяє більш швидкому поверненню пацієнтів на колишній рівень фізичної активності, підвищуючи якість життя на ранніх етапах після операції.

Проте є роботи закордонних колег, які проводили порівняльний аналіз результатів лікування підшкірних розривів ахіллового сухожилля за різними методиками. У них відзначено, що при тривалому періоді спостереження (через 12 міс. після операції і більше) не має істотної різниці за рівнем активності, сили литкового м’яза, об’ємом рухів у гомілковостопному суглобі в пацієнтів, які післяопераційно лікувалися за “традиційною” та “функціональною” методиками [8]. Це свідчить про те, що пошук ідеального способу лікування пацієнтів

ентів із цією проблемою триває. Слід зазначити, що за останні 10-15 років спостерігається тенденція до збільшення кількості та якості друкованих робіт, які порушують проблему розривів ахіллового сухожилля. Загальний аналіз цих праць так чи інакше демонструє прихильність до використання активної хірургічної тактики із можливістю якомога більш ранньої мобілізації та навантаження.

Висновки

1. При аналізі періоду медичної реабілітації після відновлення ахіллового сухожилля за “функціональною” і “традиційною” методиками не виявлено відмінностей у рівні ранніх і пізніх післяопераційних ускладнень.

2. Розроблені ортези та методика ведення хворих після відновлення ахіллового сухожилля шляхом функціональної іммобілізації показали переваги перед традиційним іммобілізаційним методом. На 6-му тижні після операції не було виявлено обмеження активного підшовного згинання стопи. Дозоване навантаження пацієнти досліджуваної групи починали на 4 тижні раніше, ніж у контрольній. Відмова від додаткових засобів опори (тростини) стала можливою на 5-му тижні.

3. Аналіз динаміки відновлення об'єму рухів в гомілковостопному суглобі та ступні, а також динаміки опороздатності кінцівки в перші 6-8 тижнів після операції показав: дефіцит тильного згинання ступні в гомілковостопному суглобі у пацієнтів досліджуваної групи був меншим, ніж у контрольній на 5-10°; сила підшовного згинання стопи у більшості хворих досліджуваної групи була на 1-2 бали більша, ніж у контрольній; гіпотрофія м'язів гомілки в досліджуваній групі в середньому була на 1,5 см менша, ніж у контрольній; за даними статометричних проб, у пацієнтів досліджуваної групи різниця в опорі на оперовану та здорову ступню через

4 та 8 тижнів була відповідно на 13% та 16% менша, ніж у контрольній.

Таким чином, пацієнти з раннім функціональним навантаженням значно раніше адаптуються соціально і повертаються до активного життя.

Література

1. *Лябах А.П.* Транспозиция m. peroneus brevis для замещения дефектов пяточного сухожилия / *Лябах А.П., Михневич А.Е., Василенко А.В.* // Ортопед., травматол. и протезир. – 2005. – № 1. – С. 74–77.
2. *Миронов С.П.* Функциональное послеоперационное лечение подкожных разрывов ахиллового сухожилия / *С.П. Миронов, Д.О. Васильев* // Ортопед., травматол. и протезир. – 1994. – № 3. – С. 51–54.
3. *Остапчук Н.П.* Подкожные разрывы ахиллова сухожилия : диагностика, лечение : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. мед. наук : спец. 14.01.21 “Ортопедия и травматология” / *Н.П. Остапчук*. – К., 2000. – 16 с.
4. *Ситник А.А.* Диагностика, лечение и реабилитация больных с разрывом Ахиллового сухожилия / *Ситник А.А., Худницкий С.И., Белоев Е.Д.* [инструкция по применению]. – Белорусский НИИ травматологии и ортопедии, 2004.
5. *Шишка И.В.* Синдром тендопериостопатии инсерционного аппарата ахиллового сухожилия диспластического генеза, обусловленного наследственной предрасположенностью : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. мед. наук : спец. 14.01.21 “Ортопедия и травматология” / *И.В. Шишка*. – Харьков, 2004. – 20 с.
6. *Canale S. Terry* Campbell's Operative Orthopaedics, 11th ed. / *S. Terry Canale, James H. Beaty*. – Mosby Elsevier, 2007. – 1323 p.
7. *Maffulli N.* The Achilles tendon / *N. Maffulli, L. Almekinders*. – London Limited : Springer Verlag, 2007. – 284 p.
8. *Speck M.* Early full weightbearing and functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture / *M. Speck, K. Klause* // Am. J. Sports Med. – 1998. – Vol. 26. – P. 789–793.
9. *Wong J.* Quantitative review of operative and non-operative management of Achilles tendon ruptures / *Wong J., Barrass V., Maffulli N.* // Am. J. Sports Med. – 2002. – Vol. 30. – P. 565–575.

EARLY FUNCTIONAL WEIGHT-BEARING AFTER SURGICAL REPAIR OF ACHILLES TENDON RUPTURE

Gorelov O.M., Titarchuk R.V., Golovakba M.L.

Summary. At present, the problem of treatment for Achilles tendon rupture in modern orthopedics and traumatology remains urgent. The aim of our study was to improve the results of surgical treatment after Achilles tendon rupture by shortening the recovery time of lower limb support ability by means of early functional weight-bearing using individual orthopedic devices. We present the analysis of medical rehabilitation period after surgical treatment of 57 patients with Achilles tendon rupture, who were operated in different periods after injury. The developed orthopedic devices and early weight-bearing method after surgical treatment of Achilles tendon rupture by means of functional immobilization, showed a lot of advantages compared to the traditional method of immobilization. The analysis of function restoration dynamics showed that patients with early functional weight-bearing become significantly earlier socially adjusted and return to normal life activities.

Key words: Achilles tendon rupture, functional treatment, orthosis, orthopedic devices.

РАННЯЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА ПОСЛЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АХИЛЛОВА СУХОЖИЛИЯ

Горелов А.М., Титарчук Р.В., Головаха М.Л.

Резюме. Проблема лечения повреждений ахиллова сухожилия в современной ортопедии и травматологии остаётся актуальной на сегодняшний день. Целью работы было улучшить результаты хирургического лечения повреждений ахиллова сухожилия за счёт сокращения сроков восстановления опороспособности конечности путём ранней функциональной нагрузки на конечность с использованием индивидуального ортезирования. В работе проведён анализ результатов периода медицинской реабилитации после хирургического лечения 57 пациентов с повреждением ахиллова сухожилия, прооперированных в разные сроки после травм. Разработанные ортезы и методика ранней нагрузки после восстановления ахиллова сухожилия путём функциональной иммобилизации продемонстрировали ряд преимуществ перед традиционным иммобилизационным методом. Анализ динамики восстановления функции показал, что пациенты с ранней функциональной нагрузкой значительно раньше адаптируются социально и возвращаются к активной жизни.

Ключевые слова: повреждение ахиллова сухожилия, функциональное лечение, ортезирование.

КОНСЕРВАТИВНІ ТА ХІРУРГІЧНІ МЕТОДИ ЛІКУВАННЯ НЕСТАБІЛЬНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ТАЗА У ПОСТРАЖДАЛИХ ІЗ ПОЛІТРАВМОЮ (огляд літератури)

Анкін М.Л.¹, Бурлука В.В.²

¹ КП "Обласна клінічна лікарня", м. Київ

² Українська військово-медична академія, м. Київ

² Київська міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги

Резюме. Представлено аналіз сучасної тактики лікування нестабільних ушкоджень таза у постраждалих із політравмою в різні періоди хвороби. Розглянуто переваги та недоліки зовнішнього, внутрішнього і комбінованого методів остеосинтезу, терміни виконання операцій, особливо при вертикально-нестабільних переломах, можливості проведення внутрішнього остеосинтезу переломів кісток таза в поєднанні з ушкодженнями тазових органів.

Ключові слова: нестабільні ушкодження таза, політравма, остеосинтез.

Нестабільні пошкодження таза (за класифікацією M. Tile [65] тип В, С) при політравмі (за шкалою ISS 17 балів) є однією з найбільш складних і актуальних проблем хірургії пошкоджень з великою частотою незадовільних функціональних результатів лікування, основною причиною високої летальності та інвалідності.

І якщо в гострому періоді травми насамперед вирішується питання збереження життя пацієнта, то на подальших етапах саме функціональні результати лікування нестабільних пошкоджень таза виходять на перше місце і це значною мірою відрізняє ізольовану травму таза від поєднаної.

Незважаючи на те, що останніми десятиріччями відзначається тенденція до хірургічного лікування нестабільних пошкоджень таза при політравмі, досягаючи у деяких клініках від 20% до 40%, консервативне лікуван-

ня таких переломів усе-таки становить великий відсоток (більше 20%), особливо при тяжкій множинній і поєднаній травмі (політравмі) [1, 3, 10, 21, 32, 55, 59]. Воно застосовується у випадках, коли:

- немає показань до хірургічного лікування;
- є загальні та місцеві протипоказання до виконання остеосинтезу;
- високий ризик операційного втручання, особливо у віддаленому періоді, з сумнівним кращим функціональним результатом;
- оснащення лікарні, підготовка травматолога й анестезіолога для виконання таких операцій досить низькі;
- постраждалий відмовляється від операції, якою був би досягнутий кращий функціональний результат, ніж при консервативному лікуванні.

Як правило, консервативне лікування включає ліжковий режим із клиноподібними подушками, використання гамаків різної конструкції (Черкес-Заде, Раухфуса і т.п.), скелетного витягу – одинарного або подвійного за надвиростки стегнової кістки та крила здухвинних кісток залежно від типу перелому.

Згідно із загальноприйнятими світовими стандартами [2, 14, 20, 37, 60, 66, 67] консервативне лікування нестабільних пошкоджень таза при політравмі не можна вважати оптимальним і воно застосовується лише при деяких видах переломів, при серйозних протипоказаннях до хірургічного втручання, а також у дитячій травматології. Основними недоліками консервативного методу є: відсутність протишокового ефекту в гострому періоді, неможливість ранньої мобілізації постраждалого, що дуже важливо при тяжкій поєднаній травмі, неможливість досягти точної репозиції уламків і оптимальних умов для їх консолідації, особливо при вертикально-нестабільних пошкодженнях, висока частота незадовільних функціональних результатів.

Близько 70-80% постраждалих із нестабільними пошкодженнями таза при політравмі потребують хірургічної корекції [7, 9, 27, 43, 45, 59]. Переваги хірургічного лікування нестабільних пошкоджень таза безсумнівні. Виникають проблеми з вибором методу остеосинтезу: зовнішній – остеосинтез апаратами зовнішньої фіксації (АЗФ) різної конструкції, внутрішній – остеосинтез за допомогою металофіксаторів, комбінований остеосинтез – поєднання внутрішнього і зовнішнього. Важливо визначитись зі строками виконання внутрішнього остеосинтезу (заміна методу лікування), з можливістю проведення внутрішнього остеосинтезу переломів кісток таза при поєднаних пошкодженнях тазових органів (сечовий міхур, уретра).

Біомеханічні дослідження свідчать, що показники стабілізації таза при внутрішньому остеосинтезі значно перевищують показники при зовнішній фіксації [1, 4, 5, 22, 33, 42, 68]. Тому лікування, як правило, починають із зовнішньої фіксації, а потім переходять до завершальної внутрішньої або комбінованої фіксації.

При лікуванні постраждалих із тяжкими множинними та поєднаними пошкодженнями разом із переломами таза рекомендується розділити лікування кожної травми на етапи з невідкладними, терміновими, відстроченими і плановими втручаннями. Більш травматичні операції за можливості потрібно виконувати пізніше, якщо це не загрожує якості лікування. Тактика хірурга повинна бути гнучкою [13, 15, 27, 44, 54].

При наданні невідкладної або термінової допомоги за нестабільності у передньому напівкільці – перелом за типом “відкритої книги” – для стабілізації рекомендується зовнішній остеосинтез АЗФ – передня рама. У таких випадках він, як правило, залишається кінцевим методом лікування. За умов вертикальної нестабільності (нестабільність у передньому і задньому напівкільці) для стабілізації рекомендуються С-скоба, тиски, а також АЗФ

різної конструкції, але всі вони виконують протишокову функцію і в багатьох випадках не можуть бути кінцевим методом лікування [1, 3, 31, 37, 42, 60, 62, 66, 67]. Бажано цю фіксацію виконати до лапаротомії, як вважає багато авторів [16, 18, 36, 38, 41, 45, 61, 63], оскільки її ефективність набагато більша, ніж після лапаротомії щодо пошкоджень внутрішніх органів. За даними А. Gansslen зі співавт. [45] з 2000 по 2011 рр. у клініці “Unfallchirurgie” перебували 572 пацієнти з нестабільними переломами кісток таза і вертлюгової западини, яких лікували хірургічними методами. С-скоба була використана у 23 (4%) випадках. Летальність серед постраждалих, до яких застосовували раму Ганца, становила 47,8%.

Немає альтернативи хірургічному лікуванню пошкоджень кісток таза, насамперед відкритих зі значним зміщенням, закритих багатофрагментарних зі значним зміщенням, вивихів із грубим порушенням родових шляхів. Також немає альтернативи одномоментним операціям на кістках таза і внутрішньотазових органах за наявності цих пошкоджень в одній лапаротомній рані при наданні невідкладної та термінової допомоги [59, 64]. Терміновий внутрішній остеосинтез найбільше показаний при переломах вертлюгової западини, заднього напівкільця, а також переднього – при різнонаправлених у деяких площинах значних зміщеннях уламків [4, 11, 22, 26, 32, 47, 50].

Г.В. Лобанов [19] у своїй роботі показав необхідність лікування нестабільних пошкоджень таза АЗФ, розроблених автором, з індивідуальним математичним моделюванням самого апарату, що дозволило одержати відмінні та добрі результати у 86,7% постраждалих, а незадовільні результати порівняно з групою хворих, яким проводилось консервативне лікування, зменшились на 13,5%, інвалідність у найбільш тяжкій групі – пошкодження переднього і заднього напівкільця – зменшилась на 18,5%.

К.К. Стельмах [30] приводить дані про лікування 238 постраждалих із поєднаною травмою таза, яким консервативне лікування проведене у 63,8% випадків, черезкістковий зовнішній остеосинтез оригінальними апаратами – у 36,2% випадків (причому в 25,8% застосований при нестабільних задніх відділах таза). Це знизило летальність в 9,4 рази, кількість ускладнень в 2,3 рази, інвалідність – в 2,5 рази. Незадовільні результати лікування були відмічені через 1 рік після операції у 5,5% хворих із нестабільними пошкодженнями, які лікувалися з допомогою АЗФ.

Водночас Є.К. Гуманенко зі співавт. [8], вивчивши лікування 136 постраждалих із поєднаною травмою таза і нестабільними його пошкодженнями, розділили операційні втручання по фіксації таза на 4 групи: невідкладні протишоково-стабілізуючі, ранні реконструктивно-стабілізуючі (до 10-14 діб), відстрочені реконструктивно-стабілізуючі (пізніше 2 тижнів), реконструктивно-відновні втручання (при консолідуючих переломах). Автори вважають, що необхідно за можливості найбільш рано використовувати технології внутрішнього функціонально-стабільного остеосинтезу. При цьому тривалість ста-

ціонарного лікування та строки реабілітації зменшилися майже удвічі порівняно з лікуванням АЗФ.

В.А. Соколов зі співав. [28, 29] також вказує на те, що при нестабільних пошкодженнях таза стабілізація стрижневим апаратом або С-подібною рамою є однією з ланок протишокового лікування. Виконаний у подальшому внутрішній остеосинтез дозволив одержати добрі результати лікування у 78% постраждалих. Не можна не погодитись з висловлюванням О.Ф. Лазарева [17] про те, що різні способи лікування нестабільних пошкоджень таза повинні розглядатися як взаємодоповнюючі, а не як альтернативні. Вибір моменту операції на тазовому кільці повинен ґрунтуватися на індивідуальній оцінці тяжкості пошкоджень і реакції на травму.

В останнє десятиріччя спостерігається більш активне хірургічне лікування нестабільних пошкоджень таза у постраждалих із політравмою, особливо вертикально-нестабільних, з залученням малоінвазивних технологій під контролем електронно-оптичного перетворювача (ЕОП).

У своїх дослідженнях О.А. Литвина [21] аналізує 147 операцій на кістках таза при множинній і поєднаній травмі, з яких внутрішній остеосинтез виконаний в 42 (28,6%) випадках, (12 (28,6%) – відкритий накісний і 30 (71,4%) – малоінвазивний), зовнішній остеосинтез як кінцевий варіант лікування – у 79 (53,7%) випадках, комбінований остеосинтез (внутрішній МОС + зовнішній МОС) – в 17 (11,6%), в 9 (6,1%) випадках для зупинки внутрішньотазової кровотечі була використана С-рама. Необхідно зауважити, що у 19 постраждалих фіксація переднього та заднього відділів таза виконана одноетапно. Автор робить висновок, що для максимально ранньої активізації постраждалого при множинній і поєднаній травмі таза добрих функціональних результатів можна досягти малоінвазивною фіксацією задніх відділів канюльованими гвинтами під контролем ЕОП, а передніх – АЗФ або пластиною, при переломах типу “С” і зміщених переломах вертлюгової западини застосовують внутрішній МОС реконструктивними пластинами. Такої ж думки дотримуються Р.М. Rommens, М.Н. Hessmann [59], які наводять дані про лікування 222 постраждалих із нестабільними пошкодженнями таза за 9 років. При нестабільній гемодинаміці в гострому періоді застосовували АЗФ, а у подальшому – внутрішній МОС за відсутності протипоказань. Зовнішній остеосинтез як кінцевий варіант лікування виконували 52% постраждалих із переломами типу “В” і 38% – типу “С”, заплановане повторне хірургічне втручання з виконанням внутрішнього МОС – 15% пацієнтів із пошкодженнями типу “В” і 26,2% – типу “С”. Таким чином, накістковий МОС був використаний для 41,2% постраждалих із нестабільними переломами таза. Результати лікування досліджені у 61,3% пацієнтів через 21,6 міс. після травми з використанням шкали S.A. Mejeed [53]. Радіологічні (рентгенологічні) відмінні та добрі результати відмічені у 93,5% при переломах типу “В1”, у 75% – “В2/В3”, у 62,7% – “С”, функціональні відмінні та добрі результати – у 74% – типу “В1”, у 92% – “В2/В3”, у 71% – “С”.

При операціях на кістках таза, особливо при політравмі, важливо схилитися до вибору менш травматичних операційних доступів із можливістю достатньої репозиції уламків і їх фіксації без значної крововтрати та збільшення тривалості операції [1, 10, 12, 16, 34].

Необхідно зазначити, що при пошкодженні таза типу С – повний розрив крижово-клубових зв'язок, перелом задніх відділів здухвинної кістки, трансфораменальний перелом крижі з вертикальним зміщенням тазових кісток – фіксація тільки вентрального відділу тазового кільця не забезпечує стабільність його дорзального відділу. Деякі автори [24, 25] вважають, що достатньо тільки зовнішньої або внутрішньої фіксації вентрального відділу таза, інші [31, 49] – тільки дорзального. Більшість авторів віддає перевагу фіксації вентрального і дорзального відділів таза: при пошкодженні в дорзальному відділі стабілізацію здійснюють з використанням пластин, гвинтів, ілеолумбальних стяжок, фіксацію лобкового симфізу – АЗФ, пластинами, або 8-подібною дротяною петлею [1, 3, 6, 40, 48, 51, 52, 56].

Важливим залишається питання про строки виконання внутрішнього остеосинтезу нестабільних пошкоджень таза при політравмі, особливо при переломах типу “С”.

Так К.Т. Peng зі співавт. [58], С.А. Ушаков зі співавт. [32] у своїх дослідженнях показали можливість виконання черезшкірної трансіліосакральної гвинтової фіксації при задній нестабільності з мінімальною крововтратою, проведеної в реанімаційній фазі лікування.

Однак, за даними Н. Tsherne зі співавт. [67], проведення черезшкірної гвинтової фіксації при незмиканні тазового кільця більше 5 мм часто пов'язано з вираженим дискомфортом. Використання цих методик досі – спірне питання.

Наприкінці 90-х рр. одержано дані про покращення результатів лікування у пацієнтів, яким було виконано “раннє” хірургічне лікування, особливо при пошкодженнях типу “С” [59]. Однак інші автори показали, що для пацієнтів, яким операції були виконані на ранньому етапі, збільшується ризик вторинного пошкодження органів у результаті довгої операції (більше 6 годин). Це значною мірою підвищує рівень летальності та частоту поліорганної недостатності [57]. Відповідно до досліджень, проведених Р.М. Rommens зі співавт. [59], Н.С. Pape, С. Krettek [57], повторну операцію щодо тазової травми бажано виконати в період між 5 і 10 добою після поступлення, а не протягом 24 годин. Крім цього, хірургічні втручання, виконані на 2–4 добу після травми з тривалістю більше 3-х годин можуть викликати вторинні ускладнення, пов'язані з посттравматичною дисфункцією органів.

Деякі автори, G.S. Connor зі співавт. [39] рекомендують ранню стабілізацію в 1-й тиждень після травми, оскільки це скорочує рівень легеневих ускладнень і строки перебування пацієнта в клініці. J.M. Matta [55], М. Tile зі співавт. [66] вважають, що відкрита репозиція і внутрішня фіксація повинна бути виконана не пізніше 21 доби після пошкодження, саме до цього моменту потенційна мож-

ливість досягнення найкращих результатів втручання досягає максимуму.

Залишається актуальною проблема лікування нестабільних пошкоджень таза у поєднанні з пошкодженнями тазових органів, оскільки нині це тяжка група пацієнтів із високим ризиком інфекційних ускладнень та летальності. Саме щодо цієї категорії пацієнтів немає єдиного концептуального підходу до вибору строків і методів лікування переломів кісток таза, а тому інвалідність досить висока – від 30% до 45% [9, 11].

Сучасна концепція лікування постраждалих із нестабільними пошкодженнями таза при тяжкій травмі в гострому періоді травматичної хвороби вимагає проведення невідкладної його стабілізації – переважно позавогнищевим апаратом зовнішньої фіксації (рама Ганца, передня рама), а за можливості – відкритого усунення зміщених уламків і їх остеосинтезу [2, 10]. Останній вид операцій рекомендують виконувати при втручаннях за невідкладними показами на тазових (розрив сечового міхура, уретри) або внутрішньочеревних органах, коли кісткові уламки виступають у рану, а сама фіксація не буде травматичною і тривалою, а також, якщо у травматолога є відповідний інструментарій та імпланти [32, 35, 46, 59]. Це, як правило, стосується пошкоджень переднього напівкільця. С.А. Ушаков зі співавт. [32] приводить дані лікування 58 пацієнтів із політравмою та пошкодженням уrogenітального тракту. Стабілізацію тазового кільця при поступленні за невідкладними показами АЗФ проведено у 19 (33%) випадках, переднього напівкільця таза пластинами з зашиванням позачеревного розриву сечового міхура із одного операційного доступу – у 14 (24%) випадках, лонних кісток гвинтами на тлі пошкоджень сечового міхура – у 4 (7%) випадках, послідовне використання АЗФ і внутрішнього остеосинтезу застосовувалось до 21 (36%) постраждалого. При внутрішньочеревних пошкодженнях сечового міхура автори рекомендують послідовну заміну зовнішнього остеосинтезу на внутрішній. У віддаленому періоді (більше 12 міс.) добрі результати одержані у 47 пацієнтів (81,2%). Про можливість виконання внутрішнього остеосинтезу переломів таза при пошкодженнях сечового міхура і уретри у різні терміни після травми говорять у своїх роботах А.М. Хаджибаєв зі співавт. [35], Р.М. Rommens, М.Н. Hessmman [59]. Водночас деякі автори вказують на високий ризик інфікування і рекомендують у таких випадках тільки зовнішній остеосинтез як кінцевий варіант лікування [7, 19, 30].

Висновки

1. Близько 70-80% постраждалих із нестабільними пошкодженнями таза при політравмі потребують хірургічної корекції переломів зовнішнім, внутрішнім або комбінованим остеосинтезом.

2. Для більше ніж для 50% постраждалих у зв'язку з тяжкістю травми використовується зовнішній остеосин-

тез апаратами різної конструкції як кінцевий варіант лікування, у 25-30% випадків – внутрішній МОС (з них для 10-15% – комбінований), близько 20% пацієнтів потребують консервативного лікування. Методи хірургічного лікування повинні розглядатися не як альтернативні, а взаємодоповнюючі одне одного.

3. Найбільш оптимальними строками виконання внутрішнього МОС пошкоджень тазового кільця при політравмі (заміни зовнішнього на внутрішній) є період між 5 і 10 добою і не пізніше 21 доби після травми.

4. Пошкодження тазових органів (сечовий міхур, уретра) не є протипоказаннями до проведення внутрішнього МОС пошкоджень таза у різні періоди після травми.

Література

1. Анкін М.Л. Традиційний та малоінвазивний остеосинтез у травматології : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора мед. наук: 14.01.21 "Травматологія і ортопедія" / М.Л. Анкін. – Харків, 2005. – 35 с.
2. Анкин Л.Н. Лечение поврежденных таза у пострадавших с изолированной и сочетанной травмой / Л.Н. Анкин, Н.Л. Анкин, Г.Г. Пития // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 3. – С. 32–35.
3. Анкин Л.Н. Повреждения таза и переломы вертлужной впадины / Л.Н. Анкин, Н.Л. Анкин. – К. : Книга плюс, 2008. – 216 с.
4. Багненко С.Ф. Анатомо-клиническое обоснование способа лечения поврежденных таза с нарушением целостности его кольца / С.Ф. Багненко, Ю.Б. Кашанский, Р.С. Рзаев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2, Т. 52. – С. 46–52.
5. Гаврюшенко Н.С. Сравнительная характеристика функциональных возможностей некоторых конструкций при повреждениях таза / Н.С. Гаврюшенко, И.М. Пичхадзе, Е.В. Огарев [и др.] // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 1. – С. 12–18.
6. Гильфанов С.И. Фиксация заднего полукольца при нестабильных повреждениях таза / С.И. Гильфанов, В.В. Даниляк, Ю.М. Веденев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 2, Т. 52. – С. 53–58.
7. Гринь А.А. Чрезкостный остеосинтез при нестабильных повреждениях костей и сочленений тазового кольца : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / А.А. Гринь. – Курган, 2006. – 23 с.
8. Гуманенко Е.К. Современные подходы к лечению пострадавших с нестабильными повреждениями тазового кольца / Е.К. Гуманенко // Военно-медицинский журнал. – 2003. – № 4. – С. 17–24.
9. Доржиев Ч.С. Лечение нестабильных повреждений таза и его последствий методом наружной фиксации: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / Ч.С. Доржиев. – М., 2008. – 25 с.
10. Дыдыкин А.В. Минимально инвазивный остеосинтез при лечении пострадавших с переломами длинных костей конечностей и нестабильными повреждениями таза : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / А.В. Дыдыкин. – М., 2007. – 33 с.

11. Дятлов М.М. Тяжелая и сочетанная травма таза : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / М.М. Дятлов. – Минск, 2004. – 41 с.
12. Казанцев А.Б. Оперативные доступы при переломах костей таза / А.Б. Казанцев, А.А. Тер-Григорян, С.М. Пуятин [и др.] // Вестн. эксперим. и клин. хирургии. – 2011. – № 2, Т.4. – С. 305–313.
13. Калинин О.Г. Итоги многолетнего опыта лечения пострадавших с тяжелыми повреждениями таза в остром и раннем периодах травматической болезни / О.Г. Калинин // Травма. – 2013. – № 2, Т. 14. – С. 23–28.
14. Климовицкий В.Г. Диагностика и лечение сложной травмы таза: стереотипы, проблемы и перспективы / В.Г. Климовицкий, Г.В. Лобанов, В.Ю. Худобин // Здоров'я України. – 2011. – № 3, Т. 6. – С. 49–51.
15. Климовицкий В.Г. Травматическая болезнь при повреждениях таза глазами клинициста / В.Г. Климовицкий, О.Г. Калинин, Г.В. Лобанов [и др.] // Таврический медико-биологический вестник. – 2012. – Т. 15, № 3 (ч.2). – С. 121–127.
16. Кустуров В.И. Остеосинтез нестабильных повреждений тазового кольца устройством внешней фиксации / В.И. Кустуров, Ф.И. Горня, А.В. Кустурова // Травма. – 2009. – № 2, Т. 10. – С. 212–215.
17. Лазарев А.Ф. Оперативное лечение повреждений таза: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / А.Ф. Лазарев. – М., 1992. – 38 с.
18. Лазарев А.Ф. Большие проблемы малого таза / А.Ф. Лазарев, Ю.С. Костенко // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 4. – С. 83–87.
19. Лобанов Г.В. Чрескостный остеосинтез нестабильных повреждений таза : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.21 "Травматология и ортопедия" / Г.В. Лобанов. – К., 2001. – 20 с.
20. Лобанов Г.В. Відновлення передніх структур тазового кільця в лікуванні нестабільних переломів таза / Г.В. Лобанов, В.В. Сіклицький, О.Б. Зубач // Травма. – 2011. – № 2, Т. 12. – С. 132–135.
21. Литвина Е.А. Современное хирургическое лечение множественных и сочетанных переломов костей конечностей и таза : автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / Е.А. Литвина. – М., 2010. – 39 с.
22. Одынский Б. Переломы тазового кольца / Б. Одынский. – Москва: Фолиум, 2003. – 206 с.
23. Пичхадзе И.М. Экспериментальное исследование нестабильности таза при различных видах его повреждений / И.М. Пичхадзе // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 3. – С. 36–43.
24. Пичхадзе И.М. Сравнительная характеристика фиксационных возможностей некоторых конструкций при повреждениях таза / И.М. Пичхадзе, Ч.С. Доржиев, Н.С. Гаврюшенко [и др.] // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 1. – С. 12–18.
25. Ринденко С.В. Діагностика та лікування переломів кісток таза в постраждалих із політравмою / С.В. Ринденко // Медицина неотложных состояний. – 2007. – № 5, Т. 12. – С. 245–351.
26. Самохвалов И.М. Особенности хирургического лечения переломов крестца / И.М. Самохвалов, И.В. Кажанов, М.В. Тюрин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 2. – С. 16–21.
27. Соколов В.А. "Damage control" – современная концепция лечения пострадавших с критической политравмой / В.А. Соколов // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. – 2005, № 1. – С. 81–84.
28. Соколов В.А. Использование специальной тазовой пластины при разрывах лобкового симфиза у пострадавших с политравмой / В.А. Соколов, Е.И. Бялик, Д.В. Евстигнеев [и др.] // Медицина критических состояний. – 2009, № 1. – С. 8–11.
29. Соколов В.А. Тактика лечения нестабильных повреждений тазового кольца у пострадавших с политравмой на реанимационном этапе / В.А. Соколов, Е.И. Бялик, А.Н. Смоляр [и др.] // Скорая медицинская помощь. – 2011, № 1. – С. 62–66.
30. Стальмах К.К. Лечение нестабильных повреждений таза: автореф. дис. на соискание уч. степени доктора мед. наук: 14.00.22 "Травматология и ортопедия" / К.К. Стальмах. – Курган, 2005. – 52 с.
31. Тюрин М.В. Особенности хирургической тактики в остром периоде травматической болезни при нестабильных травмах таза / М.В. Тюрин, И.В. Кажанов, В.А. Мануковский [и др.] // Вестн. Нац. медико-хирург. центра им. Н.И. Пирогова. – 2012. – № 3. – С. 21–31.
32. Ушаков С.А. Лечение травмы таза, осложненной повреждениями урогенитального тракта / С.А. Ушаков, С.Ю. Лукин, К.Н. Истокский [и др.] // Гений ортопедии. – 2011, № 11. – С. 140–144.
33. Феличано Д.В. Травма в 3-х томах (перевод с англ. под редак. Л.А. Якимова, Н.Л. Матвеева) / Д.В. Феличано, Л. Кеннет, Э. Маттокс, Э.А. Мур. – М.: Изд-во Панфилова; БИОНОМ. Лаборатория знаний. – 2013. – 1498 с.
34. Хабибьянов Р.Я. Закрытый остеосинтез вертикальных переломов и повреждений тазового кольца / Р.Я. Хабибьянов // Практическая медицина. Актуальные проблемы медицины. – 2011. – № 7, Т. 55. – С. 131–134.
35. Хаджибаев А.М. Тактика лечения сочетанных травм таза и нижних мочевыводящих путей / А.М. Хаджибаев, Э.Ю. Валиев [и др.] // Вестн. экстренной медицины. – 2009. – № 2. – С. 38–42.
36. Черкес-Заде Д.И. Лечение повреждений таза и их последствий: Рук. для врачей / Д.И. Черкес-Заде. – М.: ОАО Изд-во "Медицина", 2006. – 192 с.
37. Шлыков И.Л. Оперативное лечение пациентов с повреждениями тазового кольца / И.Л. Шлыков, Н.Л. Кузнецова, М.В. Агалаков // Новые технологии в травматол. и ортопед. – 2009. – № 3. – С. 64–69.
38. Bellabarba C. Distraction external fixation in lateral compression pelvic fractures / C. Bellabarba, W.M. Ricci, B.R. Bolbofner // J. Orthop. Trauma. – 2006, Jan. – Vol. 20. – P. 7–14.
39. Connor G.S. Early versus delayed fixation of pelvic ring fractures / G.S. Connor, G. McGwin, P.A. MacLennan [et al.] // Am. surg. – 2003. – Vol. 69. – P. 1019–1023.
40. Cooper J. Pelvic ring injuries / J. Cooper // Trauma. 2006. – Vol. 8. – P. 95–110.
41. Croce M. Emergent pelvic fixation in patients with exsanguinating pelvic fractures / M. Croce, L. Magnotti, S. Savage [et al.] // J. Amer. Coll. Surg. – 2007. – Vol. 204. – P. 935–942.
42. Culemann U. Pelvic fractures / U. Culemann, M. Burkhardt, W. Knopp [et al.] // German medical journal. – 2012. – № 1. – P. 15–31.
43. Demetriades D. Pelvic fractures: Epidemiology and predictors of associated abdominal injuries and outcomes / D. Demetriades, M. Karaiskakis, K. Toutouzas [et al.] // J. Am. Coll. Surg. – 2002. – Vol. 195, № 1. – P. 1–10.
44. Gansslen A. Acute management of pelvic fractures: a European perspective / A. Gansslen, C. Krettek, S. Machtens in: W.R. Smith,

- B.H. Ziran, S.J. Morgan: Fractures of the pelvis and acetabulum. Informa Healthare, 2007. – P. 27–71.
45. Gansslen A. Management of haemodynamic unstable patients “in extremis” with pelvic ring fractures / A. Ganssle, F. Hildebrand, T. Poblemann // *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae ceechosl.* – 2012. – № 79. – P. 193–202.
46. Ghaemmaghami V. Effects of early use of external pelvic compression on transfusion requirements and mortality in pelvic fractures / V. Ghaemmaghami, J. Sperry, M. Gunst [et al.] // *Amer. J. Surg.* – 2007. – Vol. 194. – P. 720–723.
47. Hirvensalo E. Modified and new approaches for pelvic and acetabular surgery / E. Hirvensalo, J. Lindabl, V. Kiljunen // *Injury.* – 2007. – Vol. 38. – P. 431–441.
48. Hoffmann E. Posterior bridging osteosynthesis for traumatic sacroiliac joint dislocation: a report of seven cases / E. Hoffmann, T. Lenoir, E. Morel [et al.] // *Eur. J. Orthopaed. Surg. traumatol.* – 2008. – Vol. 18. – P. 47–53.
49. Krappinger D. Minimally invasive transiliac plate osteosynthesis for type C injuries of the pelvic ring: a clinical and radiological follow-up / D. Krappinger, R. Larndorfer, P. Struve [et al.] // *Orthop. Trauma.* – 2007. – Vol. 21, № 9. – P. 595–602.
50. Layton K.F. Percutaneous Sacroplasty Using CT Fluoroscopy / K.F. Layton, K.R. Thielen, J.T. Wald // *AJNR Am. j. neuroradiol.* – 2006. – Vol. 27 – P. 356–358.
51. Lindabl J. Surgical treatment of pelvic ring fractures / J. Lindabl, E. Hirvensalo // *Suomen ortopead ja traumatol.* 2008. – Vol. 31. – P. 42–47.
52. Lindabl J. Lumbopelvic fixation for sacral fracture-dislocation / J. Lindabl // *Suomen Ortopedia ja Traumatologia.* – 2009. – Vol. 32, № 2. – P. 125–127.
53. Majeed S.A. Grading the outcome of pelvic fractures / S.A. Majeed // *J. bone jt surg. brit.* 1989. – Vol. 71–B. – P. 304–306.
54. Marius K. Acute management of pelvic ring fractures / K. Marius, T. Otmar // *Curr. orthopaed.* – 2005. – Vol. 19. – P. 334–344.
55. Matta J.M. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries / J.M. Matta, P. Tornetta // *Clin. Orthop.* – 1996. – Vol. 329. – P. 129–140.
56. Osterhoff G. Posterior screw fixation in rotationally unstable pelvic ring injuries / G. Osterhoff, C. Ossendorf, G.A. Wanner [et al.] // *Injury.* – 2011. – Vol. 42, № 10. – P. 992–996.
57. Pape H.C. Management of fractures in the severely injured influence of the principle of damage control orthopaedic surgery / H.C. Pape, C. Krettek // *Unfallchirurg.* – 2003. – Vol. 106, № 2. – P. 18–24.
58. Peng K.T. Percutaneous placement of iliosacral screws for unstable pelvic ring injuries: comparison between one and two C-arm fluoroscopic techniques / K.T. Peng, K.C. Huang, M.C. Chen [et al.] // *Trauma.* – 2006. – Vol. 60, № 3. – P. 602–608.
59. Rommens P.M. Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results and functional outcomes between B1, B2/B3 and C-type lesions / P.M. Rommens, M.H. Hessmann // *J. Orthop. Trauma.* – 2002. – Vol. 16, № 2. – P. 92–98.
60. Sagi H.C. Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating / H.C. Sagi, N.R. Ordway, T. Di Pasquale // *J. Orthopaed. Trauma.* – 2004. – Vol. 18, № 3. – P. 138–143.
61. Sadri H. Control of severe hemorrhage using C-clamp and arterial embolization in hemodynamically unstable patients with pelvic ring disruption / H. Sadri, T. Nguyen-Tang, R. Stern [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2005. – Vol. 125, № 7. – P. 443–447.
62. Solomon L.B. The subcrystal pelvic external fixator: technique, results, and rationale / L.B. Solomon, A.P. Pohl, A. Sukhtankar [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2009. – Vol. 23, № 5. – P. 365–369.
63. Tiemann A. Emergency treatment of multiply injured patients with unstable disruption of the posteriorpelvic ring by using the C-Clamp – analysis of 28 consecutive cases / A. Tiemann, J. Bobme, C. Josten // *Eur. J. Trauma.* – 2005. – Vol. 31. – P. 244–251.
64. Tiemann A. Anwendung der Beckenzwinge beim polytraumatisierten Patienten mit instabilem Becken: Modifizierte Technik-Gefahren / A. Tiemann, J. Bobme, C. Josten // *Probleme. Orthopade.* – 2006. – Vol. – 35. – P. 1225–1236.
65. Tile M. Fractures of the pelvis and acetabulum / M. Tile. – Williams & Wilkins, 1995. – 480 p.
66. Tile M. Fractures of the pelvis and acetabulum / M. Tile, D.L. Helfet, J.F. Kellam. 3rd ed. – Philadelphia PA, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2003. – 830 p.
67. Tscherne H. Crush injuries of the pelvis / H. Tscherne, T. Poblemann, A. Gansslen [et al.] // *Eur. J. Surg.* – 2000. – Vol. 166. – P. 276–282.
68. Zwienen CM. Biomechanical comparison of sacroiliac screw techniques for unstable pelvic ring fractures / C.M. Zwienen, E.W. Bosch, C.J. Snijders [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2004. – Vol. 18, № 9. – P. 589–595.

CONSERVATIVE AND SURGICAL TREATMENT OF UNSTABLE PELVIC INJURIES IN PATIENTS WITH POLYTRAUMA (review of literature)

Ankin M.L., Burluka V.V.

Summary. The analysis of modern treatment tactics for patients with unstable pelvic injuries at various stages of the disease is presented in the article. Advantages and disadvantages of external, internal, and combined methods of osteosynthesis are considered, as well as timing of surgery (especially in the case of vertically unstable fractures) and possibility of internal osteosynthesis for pelvic fractures combined with damages to pelvic organs.

Key words: unstable pelvic injuries, polytrauma, osteosynthesis.

КОНСЕРВАТИВНЫЕ И ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТАЗА У ПОСТРАДАВШИХ С ПОЛИТРАВМОЙ (обзор литературы)

Анкин Н.Л., Бурлука В.В.

Резюме. Представлен анализ современной тактики лечения нестабильных повреждений таза у пострадавших с политравмой в разные периоды болезни. Рассмотрены преимущества и недостатках внешнего, внутреннего и комбинированного методов остеосинтеза, сроки выполнения операций, особенно при вертикально-нестабильных переломах, возможности проведения внутреннего остеосинтеза переломов костей таза в сочетании с повреждениями тазовых органов.

Ключевые слова: нестабильные повреждения таза, политравма, остеосинтез.

УДК 616.833.34-001-089

НЕВРОТИЗАЦІЯ ПЛЕЧОВОГО СПЛЕТЕННЯ: СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ (огляд літератури)

Лисак А.С.

ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

Резюме. Пошкодження плечового сплетення – одна з найважчих травм верхньої кінцівки, якій притаманне грубе порушення функції та майже завжди – інвалідизація постраждалого. Поглиблює проблему те, що переважно це травма активних людей працездатного віку. Сьогодні найбільш поширеними методами хірургічного лікування травм плечового сплетення є: невротомія, шов або пластика дефектів плечового сплетення, невротизація та ортопедичне лікування, яке включає артродезування суглобів, мікрохірургічну транспозицію васкуляризованих активних клаптів і сухожильно-м'язові транспозиції. У статті наведено аналіз англійськомовної літератури, де більш детально розглядалось питання невротизації плечового сплетення та представлені варіанти можливих невротизацій при різних типах ушкоджень.

Ключові слова: травма плечового сплетення, позасплетенева невротизація, невротизація за типом сплетення-сплетення, внутрішньосплетенева невротизація.

Ушкодження плечового сплетення (МКХ-10: S14.3) – важка та виснажлива травма, що характеризується грубим порушенням функції верхньої кінцівки та майже завжди призводить до інвалідизації хворих. Переважно це травма молодих, активних людей працездатного віку.

Нервові корінці C5-T1 (інколи включаючи додаткові гілочки від C4 та T2) [13] сегментів спинного мозку, виходячи зі спинномозкового каналу хребта, утворюють три стовбури (верхній – C5-C6, середній – C7 та нижній – C8-T1). Далі стовбури поділяються на три передні та три задні розгалуження (або відділи), що, проходячи під ключицею та обплітаючи підключичну артерію, утворюють три пучки (латеральний – C5-C7, задній – C5-T1 та медіальний – C8-T1). Наближаючись до пахвинної ділянки, пучки діляться і спрямовують гілки до м'язів вільної верхньої кінцівки [1, 18]. Саме знання топографічної анатомії плечового сплетення є ключем до розуміння механізмів його травми та класифікації ушкодження.

Найбільш частим механізмом травми плечового сплетення є тракційне ушкодження, притаманне високошвидкісним дорожньо-транспортним пригодам на мото-транспорті. При падінні на землю в момент приземлення відбувається різке збільшення акроміо-мастоїдального кута, що призводить до перерозтягнення плечового сплетення та розриву чи авульсії його корінців [14, 18]. Для травм, за яких відбувається каудальна тракція кінцівки та плеча, характерне ураження C5-C6 корінців. При латеральній тракції відбувається ушкодження корінця C7, а при краніальній тракції (спроба зачепитись при падінні) уражаються корінці C8-T1 [14]. Високоенергетична травма ділянки плечового суглоба може призвести до значного зменшення відстані між ключицею та першим ребром, що спричиняє "перебивання" плечового сплетення на рівні розгалужень або пучків [18]. Менш поширеними є пряма, проникаюча (удар ножом, укуси тварин) чи вогнепальна травма надключичної ділянки або ятрогенне

ушкодження при оперативних втручаннях на ший, біопсії лімфатичних вузлів, виправленні вивихів плеча [14, 18].

Клініко-анатомічна класифікація ушкоджень плечового сплетення спирається на топографічну анатомію (визначення рівня ушкодження, а отже, і планування хірургічного доступу) та знання механізму травми. При ураженнях на рівні корінців чи стовбурів важливим є визначення типу ураження, для кожного з яких характерна своя клінічна картина. Високе ураження (параліч Дюшена-Ерба у разі родової травми) веде до розриву чи авульсії корінців C5-C6, інколи C7, чи ушкодження верхнього та в деяких випадках середнього стовбурів. При низькому ураженні (параліч Дежерін-Клюмпке у новонароджених) відбувається ушкодження C8-T1 корінців або нижнього стовбура. Тотальна авульсія плечового сплетення (ураження всіх корінців) – характеризується висячою верхньою кінцівкою, повною відсутністю будь-яких м'язових скорочень, рефлексів і чутливості, також для тотальної авульсії плечового сплетення визначальним є виникнення синдром Горнера, що свідчить про ураження симпатичного вузла від корінця T1 [13, 18, 28].

За даними Midha (Канада) у 1,2% хворих із політравмою є ушкодження плечового сплетення. Серед усіх ДТП на мотоциклі травма плечового сплетення зустрічається у 4,2% випадках. Goldie та Coates (Велика Британія) рапортують про 450-500 закритих травм плечового сплетення у Об'єднаному королівстві щороку [6]. Найбільш притаманна ця травма мотоциклістам [6, 14, 18]. Спираючись на результати лікування 1068 пацієнтів, Narakas упровадив так зване правило "семи сімидесяток", що дає розуміння статистичного розподілу ураження плечового сплетення. Отже, 70% серед травматичних уражень плечового сплетення є наслідками ДТП, з них 70% – це ДТП на мотоциклах чи велосипедах. Близько 70% постраждалих у ДТП на мото- чи вело-транспорті з ушкодженням плечового сплетення мають множинні травми. Приблизно 70% цих травм – надключичні ураження, серед яких у 70% випадків є авульсія бодай одного нервового корінця. Серед хворих із авульсією корінців плечового сплетення у 70% є також авульсія нижніх корінців (C7-T1). І, наостанок, серед хворих із авульсією нижніх корінців плечового сплетення 70% будуть страждати від персистуючого болю [6, 14].

Історія хірургії плечового сплетення починається з 1900 року, коли Тоборн (Thoburn) вперше виконав оперативне втручання при його тракційному ушкодженні [14]. Першою спробою невротизації при ураженнях плечового сплетення вважається праця Говарда Туттла (Tuttle), опублікована у 1913 році. Тут наведені дані щодо невротизації додатковим черепним нервом та корінцями C3-C4 шийного сплетення – верхнього стовбура плечового сплетення при авульсії корінців C5-C6 [19]. Незважаючи на поодинокі позитивні результати, більшість оперативних втручань на плечовому сплетенні закінчувалась невдачами, що поклало відчай і скептицизм серед хірургів та призвело до включення ушкоджень плечового сплетення до показів для високої ампутації верхньої кінцівки з подальшим її протезуванням [14]. У 1960 році, на першому засіданні SICOT у Парижі було винесено

песимістичний вирок – ушкодження плечового сплетення не можуть бути вилікувані хірургічним шляхом [23]. Проте у 1963 році Yeoman та Seddon вперше виконали невротизацію м'язево-шкірного нерва міжреберними нервами, використовуючи ліктьовий нерв ураженої кінцівки в якості нервового аутоотрансплантата-вставки [2, 15]. У 1969 році Millesi почав застосовувати шкірні чутливі нерви як аутоотрансплантати-вставки, що відкрило нову еру в хірургії плечового сплетення [14]. У 1970-х роках Kotani та Tsuyama вдосконалили технологію невротизації м'язево-шкірного нерва міжреберними нервами [15], а Narakas підтвердив своїми працями обнадійливі результати Millesi [14]. У березні 1994 року Oberlin вперше опублікував дані з новітньої на той час технології невротизації рухових фасцикул м'язево-шкірного нерва частиною рухових фасцикул ліктьового нерва [22]. Починаючи з 2000-х, активно ведуться дослідження щодо впровадження технологій регенераторної медицини при лікуванні уражень плечового сплетення [27].

На сучасному етапі еволюції хірургії плечового сплетення найбільш поширеними методами є: невроліз та ендоневроліз плечового сплетення при його рубцевому здавленні; пряме відновлення цілісності ушкоджених структур (шов); пластика дефектів плечового сплетення з використанням нервових аутоотрансплантатів-вставок зі шкірних чутливих нервів; невротизація гілок чи структур плечового сплетення – нервами, що зберігають свою функцію; ортопедичне лікування, яке включає артродезування суглобів, мікрохірургічну транспозицію васкуляризованих активних клаптів та сухожильно-м'язові транспозиції [2-3, 8-9, 13-14, 16, 18-20, 23].

Для досягнення позитивних результатів невротизації важливо дотримуватись таких основних принципів. Найважливішим є максимально раннє оперативне втручання (оптимальний термін 2-4 міс. після травми). Дані таких авторів, як Kanaya, Narakas, Hentz та Bentolila свідчать про те, що віддалення оперативного втручання більше ніж на 8 міс. вкрай негативно впливає на якість результатів невротизації. Narakas і Hentz зазначають, що сила невротизованих м'язів обернено пропорційна до довжини нервових аутоотрансплантатів-вставок при пластичній дефекті, що свідчить про необхідність виконання прямої невротизації без використання нервових аутоотрансплантатів-вставок, або їх довжина має становити менше 5 см (перевищення довжини вставки більше 10 см є критичним). Comtet у своїх працях зазначає, що функціональний результат статистично достовірно залежить від кількості нервових аутоотрансплантатів-вставок, тобто чим більша кількість вставок – тим кращими будуть результати невротизації. Kanaya відзначає значно кращі прогнози для відновлення функції кінцівки, якщо невроліз плечового сплетення проводити в перші 6 міс. після травми [13-14, 16].

У разі тотального ураження плечового сплетення, зважаючи на обмежену кількість нервів-донорів та основні принципи невротизації, вкрай важливим є дотримання пріоритетності відновлення функції кінцівки. Насамперед, слід відновити активне згинання у ліктьовому суглобі проти дії сили тяжіння, по-друге, стабілізувати плечовий суглоб та від-

новити відведення та зовнішню ротацію, по-третє – проводити активне розгинання ліктьового суглоба, четвертим за пріоритетністю є активне розгинання пальців кисті, далі – активне згинання пальців кисті, а от відновлення чутливості на пальцях варто залишити насамкінець [9, 14].

Залежно від розташування нерви-донори розподіляють на три основні групи та залежно від цього виділяють три основні типи невротизації: позасплетенева, внутрішньосплетенева та невротизація за типом сплетення-сплетення. Позасплетенева невротизація – використання нервів-донорів, що не відносяться до плечового сплетення: додатковий черепний нерв (XI пара черепних нервів), міжреберні нерви (найчастіше 3-5), діафрагмальний нерв, корінці C3-C4 шийного сплетення, та у дуже рідких випадках – під'язиковий нерв (XII пара черепних нервів) [2-4, 7-12, 14-16, 18-21, 23-24, 26]. Невротизація за типом сплетення-сплетення має на меті використання контралатерального плечового сплетення для невротизації ушкодженого шляхом прямої невротизації чи за допомогою нервових аутоотрансплантатів-вставок: найчастіше використовується корінець C7, проте є дані про використання фасцикул корінців C5-C6 або виконання швів за типом кінець-у-бік. [2-4, 8-9, 13-14, 18-20, 28]. Внутрішньосплетенева невротизація заснована на використанні функціонально менш важливих нервів при частковому ураженні плечового сплетення для відновлення основних функцій: використання неврони корінця C5, корінця C7 при авульсії C5-C6, медіального грудного нерва, торакодорзального нерва, а також використання частини рухових фасцикул ліктьового, серединного чи променевого нервів [2-5, 7-9, 12-14, 16-20, 22-24].

Позасплетенева невротизація

Позасплетенева невротизація – історично перший тип невротизації [19], він може бути застосований за будь-яких типів ушкодження плечового сплетення [2-4, 7-11, 13-16, 18-21, 23-24, 26]. Використання додаткового нерва (XI пара черепних нервів) для невротизації надлопаткового нерва – один із найпоширеніших видів позасплетеневої невротизації. Плюсами є гарні віддалені результати та анатомічна близькість розташування нерва-донора та нерва-реципієнта, що допомагає уникнути використання нервових аутоотрансплантатів-вставок. Позитивні результати невротизації (сила м'язів M3-M5) були досягнуті у 80,9%, при чому сила M4-M4+ у 24,2%, а M5 – у 1,8% випадках [2-4, 7-10, 13-14, 16, 18-20, 23].

Невротизація м'язово-шкірного нерва додатковим нервом виконується у тих випадках, коли вже є артродез плечового суглоба або надлопатковий нерв невротизований діафрагмальним чи міжреберними нервами. Значним мінусом цього типу невротизації є необхідність використання нервових аутоотрансплантатів-вставок. Позитивних результатів невротизації (M3-M5) вдалось досягнути у 65% (Samardzic, 2000), 72% (Samii, 1997), 72,5% (Songcharoen, 1996), та у 83% (Waikakul, 1999) випадків [4, 8, 16, 19].

Основною мішенню при невротизації плечового сплетення для міжреберних нервів є м'язово-шкірний нерв (чи його рухові фасцикули до біцепса). Як правило використується 2-3 міжреберні нерви (третьої-п'ятої), проте деякі автори (Lykissas, Chuang та ін.) свідчать про можливість використання дев'яти (третього-одинадцятого). Це доволі поширений тип невротизації, проте згідно з даними Waikakul використання додаткового нерва дає кращі результати. Також варто відзначити можливий розвиток так званого феномена “дихаючої руки” (синергічні рухи невротизованого м'яза та дихальних рухів грудної клітки) при поєднанні такого типу невротизації з невротизацією аксілярного нерва – діафрагмальним нервом. Позитивна невротизація при цьому спостерігалась у 64-88% [2-4, 7-10, 13-16, 18-21, 23-24].

Можливим варіантом для невротизації міжреберними нервами є аксілярний нерв. Проте доволі часто для цього необхідно використовувати нервові аутоотрансплантатив-вставки, що погіршує можливі результати невротизації [3, 7-8, 15]. За даними Jegome при цьому типі невротизації вдається досягнути сили дельтоподібного м'яза лише до рівня M3, в той час як невротизація його гілочками променевого нерва (гілочка, що іннервує довгу голівку трицепса) дає набагато кращі результати [7]. Саме тому такий тип невротизації варто використовувати лише при тотальних авульсіях плечового сплетення.

Використання передніх гілок корінців C3-C4 шийного сплетення для невротизації верхнього стовбура саме по собі є не ефективним – через значну різницю в кількості рухових і сенсорних волокон. Проте Brunelli та Monini вдосконалили цю методику, використовуючи диференційовану невротизацію м'язово-шкірного, надлопаткового та аксілярного нервів руховими волокнами, а серединного нерва – сенсорними волокнами цих корінців. Подальший розвиток технологія отримала у працях Yamada та його колег, які використовували корінці C3-C4 одразу дистальніше відходження діафрагмального нерва. Зважаючи на те, що більшість рухових волокон відходить до діафрагмального нерва, результати такої невротизації є досить помірними, а сама методика (зважаючи на її технічну складність і необхідність використання нервових аутоотрансплантатів-вставок) може використовуватись лише в крайніх випадках [19].

Діафрагмальний нерв – це гарний нерв-донор, оскільки має велику кількість рухових волокон і є одним із основних позасплетеневих джерел невротизації. У зв'язку зі своєю довжиною він може застосовуватись як самостійно, так і в доповненні з нервовими аутоотрансплантатами-вставками. Вперше для невротизації м'язово-шкірного нерва діафрагмальний нерв використав Gu у 1990 році. Після невротизації м'язово-шкірного нерва перші ознаки реіннерваційних процесів у біцепсі виникають приблизно через 3 міс., а вже через півроку після операції є потенціал до скорочення. Позитивних результатів невротизації вдається досягти через 18 міс. із силою м'язів M3-M4 у 80% (Ying Liu, 2015), 73-80% (Al-Qattan, 2014), 52% (Garg, 2011) пацієнтів. Негативними сторонами використання діафрагмального нерва є можливість розвитку дихальної

недостатності (особливо у хворих з надмірною вагою тіла чи хронічними захворюваннями легень) та феномену “дишаючої руки” при одночасному використанні й діафрагмального, і міжреберних нервів. Власне ризик розвитку феномену “дишаючої руки” та посилення дихальної недостатності за рахунок виключення половини діафрагми у поєднанні з виключенням частини міжреберних м’язів є прямими протипоказаннями для одночасного застосування цих нервів [3, 8-9, 11, 13-14, 18-19, 21, 23-24, 26].

Використання діафрагмального нерва для невротизації надлопаткового є методом вибору, оскільки анатомічно вони розташовані поруч, та може бути гарною альтернативою до застосування додаткового нерва. Подібний тип невротизації дає гарні результати (зважаючи на велику кількість рухових волокон у діафрагмальному нерві), а відновлення функції відбувається вже на 8 міс. після оперативного втручання (Gu, 1990). За даними Al-Qattan використання діафрагмального нерва для невротизації надлопаткового у дітей із родовою травмою плечового сплетення дає гарні результати (до 80% відновлення до M3-M4). Songcharoen (1995) наводить данні до 75% позитивних результатів невротизації [8, 11, 13, 18-19].

Songcharoen та співавтори, а також Belzberg та співавтори, наводять данні по задовільним результатам невротизації при використанні діафрагмального нерва в якості нерва-донора для невротизації аксілярного нерва. Проте цей тип невротизації варто використовувати лише у тих випадках, коли є повна авульсія плечового сплетення, а використання міжреберних нервів неможливе [3, 19].

Bhandari та співавтори рекомендують використовувати діафрагмальний нерв як нерв-донор для невротизації тильного міжкісткового нерва (гілочка променевого нерва, що відповідає за розгиначі пальців) у зв’язку з його довжиною, що дозволяє проводити невротизацію максимально близько до цільових м’язів і з великою кількістю рухових волокон [18].

Xin Zhao та співавтори у березні 2005 року опублікували результати оперативного втручання по невротизації задньої фасцикулярної групи серединного нерва (групи переднього міжкісткового нерва, що відповідає за згиначі пальців кисті) діафрагмальним нервом, взятим повністю та доповнений нервовими аутоотрансплантатами-вставками з литкового нерва. За даними авторів, їм вдалось відновити силу м’язів до рівня M4 через 16 міс. після оперативного втручання [25].

У літературі зустрічаються згадування про технічно можливу транспозицію під’язикового нерва (XII пара черепних нервів) для іннервації надлопаткового нерва, проте, зважаючи на вкрай незадовільні результати, це оперативне втручання проводити не рекомендовано [19].

Отже, найбільш розповсюдженими оперативними втручаннями серед позасплетеневих невротизацій є: невротизація надлопаткового або м’язово-шкірного нерва додатковим нервом і невротизація м’язово-шкірного нерва 2-3 міжреберними нервами. Використання діафрагмального нерва можливе та доцільне лише тоді, коли не можна використати міжреберні нерви.

Невротизація за типом сплетення-сплетення

Основною ідеєю невротизацій за типом сплетення-сплетення є використання контралатерального (здорового) плечового сплетення в якості донора для часткового відновлення ушкодженого боку. Це дуже складні оперативні втручання, що за своєю природою передбачають погіршення функції здорової верхньої кінцівки. Як правило, для невротизації використовують корінець C7. Це пов’язано з тим, що він майже ніколи не виступає як єдиний іннерватор, а його виключення менш за все вплине на функцію здорової кінцівки. До негативних наслідків таких оперативних втручань варто віднести незначне ослаблення трицепса та зменшення розгинання кисті, випадіння чутливості (у 5% випадків чутливість не відновлюється) та можливість помірного болювого синдрому на здоровому боці. Також варто зазначити, що при таких типах невротизацій невротизована та здорова кінцівки рухаються синхронно [2-4, 8-9, 13-14, 18-19, 28].

Один із найбільш поширених типів невротизацій за типом сплетення-сплетення передбачає невротизацію дистального кінця корінця C7 (при його авульсії) або серединного нерва контралатеральним корінцем C7 за допомогою нервових аутоотрансплантатів-вставок із литкових нервів або васкуляризованим нервовим аутоотрансплантатом-вставкою з ураженого ліктьового нерва, проведених трансторакально або ретрофарінгеально [2-3, 8-9, 13-14, 18-19, 28]. Найбільше дослідження при таких типах невротизації провів Waikakul, який навів результати лікування 98 пацієнтів, у деяких із яких відновилось згинання пальців кисті та більш ніж у половини – захисна чутливість по серединному нерву. Проте віддалені результати (тривалість спостереження становила 3 роки), опубліковані Songcharoen, свідчили лише про 20% позитивної реіннервації (сила м’язів – M3-M4), та ще у 20% сила м’язів становила M2, чутливість по серединному нерву відновилась у 50% хворих [19]. За даними Yuan-Kun Tu відновлення сили м’язів до рівня M3-M4 спостерігалось у 65% хворих (відзначали відновлення лише гачкоподібного захвату) в середньому на 4 рік після оперативного втручання, відновлення чутливості до рівня S2-S3 визначали у 90% пацієнтів [28].

Намагаючись уникнути негативних факторів цього типу невротизацій, а саме – зберегти чутливість шкіри та силу м’язів на здоровій стороні, Tu та співавтори запропонували методику інтраопераційного визначення рухових фасцикул корінця C7, що іннервують великий грудний м’яз, та їх використання для відновлення ураженого серединного нерва. Проте відновлення сили м’язів згиначів пальців до рівня M3-M4 спостерігалось лише у 30%. Тому такий тип невротизації слід вважати недоцільним [28].

Нині найкращі результати при невротизаціях за типом сплетення-сплетення були отримані при невротизації серединного нерва повним корінцем C7 із використанням васкуляризованого нервового аутоотрансплантата-вставки з ліктьового нерва. Проте ця технологія все ще демонструє непереконливі результати та потребує подальшого розвитку.

Внутрішньосплетенева невротизація

Внутрішньосплетенева невротизація має на меті використання менш значущих (але функціонально придатних) нервів частково ураженого плечового сплетення з метою відновлення більш функціонально важливих м'язів. Як правило, цей тип невротизації більш характерний для високих типів ураження або ушкоджень окремих пучків. Найпоширенішими донорами для внутрішньосплетеневої невротизації є: медіальний грудний нерв, торакодорзальний нерв та використання корінців C7 при паралічі Дюшена-Ерба для невротизації верхнього стовбура та C5 (при його розриві, проте не авульсії) для невротизації надлопаткового нерва [2-5, 8-9, 13-14, 19-20].

У деяких випадках при тракційних травмах плечового сплетення відбувається не авульсія корінця C5, а його розрив неподалік від місця виходу зі спинно-мозкового каналу. Тоді доцільно пробувати відновити його цілісність або невротизувати ним надлопатковий нерв (з використанням нервових аутоотрансплантатів-вставок литкових нервів). Часто такі оперативні втручання доповнюють позасплетеневими невротизаціями [4-5, 9, 19-20]. За даними різних авторів при такому типі реконструкції можливе відновлення сили м'язів до рівня M3-M4 у 71% (Bhatia, 2011) [4], 72% (Flores, 2011) [9], 60% (Fogarty та Brennan, 2002), 83% (Malessy, 2004), 100% (Yamada, 2009) та 77% (Jivan, 2007) випадків [20].

При авульсії корінців C5-C6, зважаючи на їх більшу функціональну важливість, виконують пересічення корінця C7 з метою транспозиції його для невротизації верхнього стовбура. Інколи цю операцію доповнюють позасплетеневими невротизаціями для покращення функціональних результатів. Як правило, результати таких оперативних втручань є задовільними, проте виконувати їх можливо лише за умови збереження цілісності корінців C8-T1 [19].

Відновлення згинання у ліктьовому суглобі шляхом прямої невротизації м'язово-шкірного нерва медіальним грудним нервом активно популяризували у своїх працях Narakas та Gilbert. У 2003 році Brandt та Mackinnon ця операція була вдосконалена тим, що додатково до невротизації проводився поворот латерального шкірного нерва передпліччя та додаткова невротизація ним гілочки м'язово-шкірного нерва, що іннервує біцепс – для максимальної концентрації нервових волокон до цільових м'язів. Позитивний ефект реіннервації до рівня M3 був отриманий у 84% (Samardzic, 2002) та у 71% пацієнтів (Belzberg, 2004). Протипоказанням до використання медіального грудного нерва є ушкодження корінців C7 та C8 [3, 19].

Другою мішенню для невротизації медіальним грудним нервом може виступати аксілярний нерв. Зважаючи на велику кількість рухових волокон, такі операції дають гарні результати з відновленням сили м'язів навіть до рівня M4. Позитивні результати невротизації були отримані у 73% – до рівня M3 та вище, з яких до рівня M4 – 43% (Samardzic, 2002), та у 100% – до рівня M3, серед яких 67% – до M4 (Merrell, 2001). За даними Samardzic та співавторів (2002) невротизація аксілярного нерва одночасно

як медіальним грудним, так і міжреберними нервами дає можливість досягти у 100% випадків відновлення сили реіннервованих м'язів до рівня M4 [20].

Ще одним джерелом внутрішньосплетеневої невротизації є торакодорзальний нерв. За даними Samardzic та співавторів (2005) застосування торакодорзального нерва для невротизації аксілярного нерва дає задовільні результати (відновлення сили дельтоподібного м'яза до рівня M3) у 100% випадків і у 50% спостерігається відновлення до рівня M4 [20].

Використання торакодорзального нерва з метою невротизації м'язово-шкірного є методом вибору, оскільки не потребує додаткових нервових аутоотрансплантатів-вставок, а велика кількість рухових фасцикул дозволяє отримати задовільні результати невротизації [24].

Невротизація окремими фасцикулами

З розвитком мікрохірургічної техніки та поглибленням знань про анатомію та фізіологію периферичних нервів у сфері невротизації плечового сплетення виник абсолютно новий, прогресивний напрям невротизації не цілими нервами, а лише невеликою кількістю рухових фасцикул. Основною його перевагою стало збереження частини функції нерва-донора, а також диференційована рухова або сенсорна невротизація [2-5, 7-10, 12-14, 16-20, 22-23].

Найбільш поширеним у світі оперативним втручанням за таким типом невротизації є процедура Оберліна. Oberlin і співавтори вперше, у 1994 році, опублікували дані щодо невротизації м'язово-шкірного нерва частиною рухових фасцикул працюючого ліктьового нерва при високих ураженнях плечового сплетення (авульсія корінців C5-C6) або ушкодженні латерального пучка. За даними багатьох авторів функціональні результати з'являються вже через 3,5 міс. після оперативного втручання. При аналізі літератури видно високий відсоток позитивних результатів після подібної операції: відновлення сили м'язів до рівня M3 спостерігається у 94% (Sungpet, 2000), 83% (Mohammad-Reda, 2013), 88% (Ferraresi, 2004), 100% (Venkatramani, 2008), 93% (Leechavengvongs, 1998) випадків [2-5, 9, 12-14, 16, 19, 20, 22-23].

Незважаючи на задовільні результати процедури Оберліна, була розроблена технологія подвійної невротизації м'язово-шкірного нерва руховими фасцикулами як ліктьового, так і середнього нервів. Таке оперативне втручання було назване "процедура Оберліна 2". Сутністю її є невротизація руховими фасцикулами ліктьового нерва (що іннервують ліктьовий згинач зап'ястка) фасцикул, які іннервують біцепс, а фасцикулами середнього нерва (що іннервують променевий згинач зап'ястка) – плечовий м'яз. Згідно з даними Sungpet та співавторів, опублікованих у 2000 році, де проводився порівняльний аналіз результатів процедури Оберліна та процедури Оберліна 2, значної різниці між результатами оперативних втручань не виявлено. За даними інших авторів позитивні результати невротизації були до-

сягнуті у 100% (Liverneaux, 2006), 100% (Mackinnon, 2005), 93% (Bhandari, 2009) та 100% (Goubier та Teboul, 2007) випадків [13, 20].

Альтернативою до процедури Оберліна є використання для невротизації м'язово-шкірного нерва рухових фасцикул не ліктьового, а серединного нерва. Задовільні результати невротизації при такій операції становили від 64% (Hou Z та Xu Z, 2002) до 80% (Sungpet, 2003) випадків [19].

Операція з транспозиції рухових фасцикул променевого нерва (гілочки, що іннервує довгу голівку трицепса) для невротизації задніх відділів аксілярного нерва вперше була представлена у 2003 році та названа процедурою Сансака. Згідно з даними Jerome подібна процедура дозволяє відновити функцію дельтоподібного м'яза до рівня М5. Аналізуючи віддалені результати, що наводять інші автори, це оперативне втручання має дуже високий відсоток позитивних результатів – відновлення сили до рівня М4 у 87% (Leechavengvongs, 2006), 80% (Uerpaiojkit, 2009) та 100% (Bertelli та Ghizoni, 2010) випадків [2, 7-9, 13, 16-17, 19-20].

З метою відновлення відведення плеча при авульсії корінців С5-С6 плечового сплетення можливе поєднання поза-сплетеневої невротизації надлопаткового нерва додатковим нервом з процедурою Сансака. Зважаючи на гарні результати обох типів невротизації, їх поєднання здатне забезпечити чудові функціональні результати [2-5, 7-10, 12-14, 16-20, 22-23].

Інші типи подібних невротизацій є доволі рідкісними, проте про них також варто згадати. Так, для відновлення активного розгинання у ліктьовому суглобі виконують невротизацію гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, руховими фасцикулами ліктьового нерва. Для відновлення активного розгинання пальців кисті проводять невротизацію тильного міжкісткового нерва руховими фасцикулами серединного нерва, а для відновлення активного згинання пальців передній міжкістковий нерв іннервують частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза [8, 17, 19].

Зважаючи на наведені вище данні, найбільш прийнятими типами невротизації з використанням окремих фасцикул є процедура Оберліна, процедура Оберліна 2 та процедура Сансака, спрямовані на відновлення згинання у ліктьовому та відведення у плечовому суглобах. Їх ефективність доведена численними публікаціями різних авторів [2-5, 7-9, 12-14, 16-17, 19-20, 22-23].

Тактика відновлення функції кінцівки

Отже, відповідно до рівня авульсії плечового сплетення та кількості уражених корінців до кожного рівня травми існує по кілька типів найбільш доцільних методів невротизації.

Розрив корінця С5

Уражені нерви: дорсальний лопатковий нерв.

Частково вражаються: нерви, що іннервують довгий шийний і драбинчасті м'язи, довгий грудний, надлопатко-

вий, підключичний, верхній і нижній підлопаткові, латеральний грудний, м'язово-шкірний, аксілярний, променевий і середній нерви.

Ослаблення функції: підняття, приведення лопатки до хребта та обертальні рухи лопатки навколо сагітальної осі; відведення, приведення, внутрішньої та зовнішньої ротації плеча; згинання передпліччя.

Найбільш доцільні нерви-донори: кука корінця С5, додатковий нерв, міжреберні нерви, діафрагмальний нерв.

Варіант 1: шов корінця С5.

Варіант 2: невротизація корінцем С5 надлопаткового нерва за допомогою нервових аутоотрансплантатів-вставок із литкових нервів.

Очікуване відновлення функції: відведення та зовнішня ротація плеча.

Випадіння функції: чутливість по задньо-латеральній поверхні гомілки.

Варіант 3: невротизація міжреберними нервами надлопаткового нерва.

Очікуване відновлення функції: відведення та зовнішньої ротації плеча.

Випадіння функції: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, при використанні нервових аутоотрансплантатів-вставок із литкових нервів – порушення чутливості по задньо-латеральній поверхні гомілки.

Авульсія корінця С5

Уражені нерви: дорсальний лопатковий нерв.

Частково вражаються: нерви, що іннервують довгий шийний і драбинчасті м'язи, довгий грудний, надлопатковий, підключичний, верхній і нижній підлопаткові, латеральний грудний, м'язово-шкірний, аксілярний, променевий і середній нерви.

Ослаблення функції: підняття, приведення лопатки до хребта та обертальні рухи лопатки навколо сагітальної осі; відведення, приведення, внутрішньої та зовнішньої ротації плеча; згинання передпліччя.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, діафрагмальний нерв.

Варіант 1: невротизація міжреберними нервами надлопаткового нерва.

Очікуване відновлення функції: відведення та зовнішньої ротації плеча.

Випадіння функції: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, при використанні нервових аутоотрансплантатів-вставок з литкових нервів – порушення чутливості по задньо-латеральній поверхні гомілки.

Варіант 2: невротизація додатковим нервом надлопаткового нерва.

Очікуване відновлення функції: відведення та зовнішньої ротації плеча.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча.

Варіант 3 (заборонено виконувати людям із надмірною вагою тіла і хронічними захворюваннями

легень): невротизація діафрагмальним нервом надлопаткового нерва.

Очікуване відновлення функції: відведення та зовнішньої ротації плеча.

Випадіння функції: утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності.

Авульсія корінців C5-C6

Уражені нерви: дорсальний лопатковий, надлопатковий, підключичний, верхній і нижній підлопаткові, аксілярний нерви.

Частково вражаються: нерви, що іннервують довгий шийний і драбинчасті м'язи, довгий грудний, латеральний грудний, торакодорсальний, м'язово-шкірний, променевий і серединний нерви.

Випадіння функції: підняття, приведення лопатки до хребта та обертальні рухи лопатки навколо сагітальної осі; відведення та зовнішньої ротації плеча; згинання передпліччя. **Ослаблення функції:** приведення та внутрішньої ротації плеча, супінації передпліччя та розгинання зап'ястка.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, передні гілки корінців C3-C4, діафрагмальний нерв, іпсилатеральний корінець C7, медіальний грудний, фасцикули ліктьового нерва, що іннервують ліктьовий згинач зап'ястка, фасцикули серединного нерва, що іннервують променевий згинач зап'ястка, фасцикули променевого нерва, що іннервують довгу голівку трицепса.

Варіант 1: невротизація міжреберними нервами надлопаткового нерва, процедура Оберліна або Оберліна 2, процедура Сансака.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча та згинання передпліччя.

Випадіння функції: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення розгинання передпліччя та згинання зап'ястка, при використанні нервових аутоотрансплантатів-вставок із литкових нервів – порушення чутливості по задньо-латеральній поверхні гомілки.

Варіант 2: невротизація додатковим нервом надлопаткового нерва, процедура Оберліна або Оберліна 2, процедура Сансака.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча та згинання передпліччя.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, ослаблення розгинання передпліччя та згинання зап'ястка.

Варіант 3: невротизація додатковим нервом надлопаткового нерва, невротизація м'язово-шкірного нерва міжреберними нервами, процедура Сансака.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча та згинання передпліччя.

Випадіння функції: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення розгинання передпліччя.

Авульсія корінців C5-C7

Уражені нерви: дорсальний лопатковий, довгий грудний, надлопатковий, підключичний, латеральний грудний,

верхній і нижній підлопаткові, аксілярний, м'язово-шкірний нерви. **Частково вражаються:** нерви, що іннервують довгий шийний і драбинчасті м'язи, торакодорсальний, променевий, серединний і ліктьовий нерви.

Випадіння функції: підняття, приведення лопатки до хребта та обертальні рухи лопатки навколо сагітальної осі; відведення, зовнішньої та внутрішньої ротації плеча; згинання передпліччя.

Виразне ослаблення функції: приведення плеча, розгинання, супінації та пронації (інколи повне випадіння пронації) передпліччя, згинання та розгинання зап'ястка та пальців кисті, відведення першого пальця кисті.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, передні гілки корінців C3-C4, діафрагмальний нерв, контралатеральний корінець C7, медіальний грудний, фасцикули ліктьового нерва, що іннервують ліктьовий згинач зап'ястка, фасцикули серединного нерва, що іннервують променевий згинач зап'ястка.

Варіант 1: невротизація додатковим нервом надлопаткового нерва, невротизація медіальним грудним нервом аксілярного нерва, невротизація міжреберними нервами м'язово-шкірного нерва та невротизація тильного міжкісткового нерва фасцикулами серединного нерва, що іннервують променевий згинач зап'ястка.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча, згинання передпліччя та розгинання пальців кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік та знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення приведення плеча та згинання зап'ястка.

Варіант 2: невротизація додатковим, медіальним грудним і міжреберними нервами верхнього стовбура, процедура Оберліна 2.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча, згинання передпліччя.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення приведення плеча та згинання зап'ястка.

Варіант 3 (заборонено виконувати людям із надмірною вагою тіла і хронічними захворюваннями легень): невротизація додатковим нервом надлопаткового нерва, невротизація медіальним грудним нервом аксілярного нерва, невротизація діафрагмальним нервом м'язово-шкірного нерва та невротизація тильного міжкісткового нерва фасцикулами серединного нерва, що іннервують променевий згинач зап'ястка.

Очікуване відновлення функції: відведення, зовнішньої ротації плеча, згинання передпліччя та розгинання пальців кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності, ослаблення приведення плеча та згинання зап'ястка.

Авульсія корінців C7-T1

Уражені нерви: медіальний грудний нерв, медіальні шкірні нерви плеча та передпліччя, ліктьовий нерв.

Частково вражаються: нерви, що іннервують довгий шийний та драбинчасті м'язи, довгий грудний, торакодорсальний, латеральний грудний, м'язово-шкірний, променевий і серединний нерви.

Випадіння функцій: розгинання та пронація передпліччя, згинання та розгинання зап'ястка та пальців кисті, відведення та опозиція першого та п'ятого пальців.

Ослаблення функцій: підняття, приведення лопатки до хребта та обертальні рухи лопатки навколо сагітальної осі; приведення, зовнішньої та внутрішньої ротації плеча, супінації передпліччя.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, передні гілки корінців C3-C4, діафрагмальний нерв, контралатеральний корінець C7, фасцикули м'язово-шкірного нерва, що іннервують плечовий м'яз.

Варіант 1: невротизація додатковим і міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, і невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва.

Очікуване відновлення функцій: розгинання передпліччя та згинання пальців кисті.

Випадіння функцій: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення згинання передпліччя.

Варіант 2 (заборонено виконувати людям із надмірною вагою тіла і хронічними захворюваннями легень): невротизація додатковим нервом гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація чутливими фасцикулами корінців C3-C4 медіальних шкірних нервів плеча та передпліччя, невротизація діафрагмальним нервом, виділеним максимально, тильного міжкісткового нерва та невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва.

Очікуване відновлення функцій: розгинання передпліччя, відновлення чутливості по медіальних поверхнях плеча та передпліччя, згинання та розгинання пальців по великій дузі.

Випадіння функцій: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності, ослаблення згинання передпліччя.

Варіант 3: невротизація міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва та невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого нервового аутографта-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функцій: розгинання передпліччя, згинання зап'ястка, згинання та розгинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функцій: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення згинання передпліччя, ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Авульсія корінців C8-T1

Уражені нерви: медіальний грудний нерв, медіальні шкірні нерви плеча та передпліччя, ліктьовий нерв.

Частково вражаються: нерви, що іннервують довгий шийний та драбинчасті м'язи, торакодорсальний, променевий і серединний нерви.

Випадіння функцій: відведення та опозиція першого та п'ятого пальців, розведення пальців вільно, згинання пальців у п'ясно-фалангових суглобах.

Ослаблення функцій: приведення плеча, розгинання та пронації передпліччя, згинання та розгинання зап'ястка та пальців кисті.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, передні гілки корінців C3-C4, діафрагмальний нерв, іпсі- та контралатеральний корінець C7, торакодорсальний нерв, фасцикули серединного нерва, що іннервують променевий згинач зап'ястка, фасцикули променевого нерва, що іннервують довгу голівку трицепса, фасцикули м'язово-шкірного нерва, що іннервують плечовий м'яз.

Варіант 1 (заборонено виконувати людям із надмірною вагою тіла і хронічними захворюваннями легень): невротизація додатковим нервом гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація чутливими фасцикулами C3-C4 корінців медіальних шкірних нервів плеча та передпліччя, невротизація діафрагмальним нервом, виділеним максимально, тильного міжкісткового нерва та невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва.

Очікуване відновлення функцій: розгинання передпліччя, відновлення чутливості по медіальних поверхнях плеча та передпліччя, згинання та розгинання пальців по великій дузі.

Випадіння функцій: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності, ослаблення згинання передпліччя.

Варіант 2: невротизація міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва та невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого нервового аутографта-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функцій: розгинання передпліччя, згинання зап'ястка, згинання та розгинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функції: незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення згинання передпліччя, ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Варіант 3 (заборонено виконувати людям із надмірною вагою тіла і хронічними захворюваннями легень): невротизація додатковим нервом гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація чутливими фасцикулами корінців C3-C4 медіальних шкірних нервів плеча та передпліччя, невротизація діафрагмальним нервом, виділенням максимально, тильного міжкісткового нерва, невротизація частиною рухових фасцикул м'язово-шкірного нерва, що ідуть до плечового м'яза, переднього міжкісткового нерва та невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого нервового аутотрансплантата-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функції: розгинання передпліччя, відновлення чутливості по медіальних поверхнях плеча та передпліччя, згинання та розгинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності, ослаблення згинання передпліччя, ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Тотальна авульсія плечового сплетення (C5-T1)

Уражені нерви: тотальне ураження всіх нервів плечового сплетення.

Випадіння функції: випадіння функції всіх м'язів, що іннервуються плечовим сплетенням.

Найбільш доцільні нерви-донори: додатковий нерв, міжреберні нерви, передні гілки корінців C3-C4, діафрагмальний нерв, контралатеральний корінець C7.

Варіант 1: невротизація додатковим нервом м'язово-шкірного нерва, невротизація міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація руховими фасцикулами корінців C3-C4 одразу після відходження діафрагмального нерва – надлопаткового нерва, невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого аутотрансплантата-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функції: активна стабілізація, відведення та зовнішня ротація плеча, згинання та розгинання передпліччя, згинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності, ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Варіант 2: невротизація додатковим нервом і корінцями C3-C4 (до відходження діафрагмального нерва) верхньо-

го стовбура, невротизація міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого аутотрансплантата-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функції: активна стабілізація, приведення, відведення, внутрішня та зовнішня ротація плеча, розгинання передпліччя, згинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, утруднення дихання, можливий розвиток дихальної недостатності та феномену "дихаючої руки", ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Варіант 3: артрорез плечового суглоба, невротизація додатковим нервом гілочки м'язово-шкірного нерва, що іннервує біцепс, невротизація міжреберними нервами гілочки променевого нерва, що іннервує трицепс, невротизація повним контралатеральним корінцем C7 серединного нерва з використанням васкуляризованого аутотрансплантата-вставки з ураженого ліктьового нерва.

Очікуване відновлення функції: згинання та розгинання передпліччя, згинання пальців кисті, відведення та опозиція першого пальця кисті.

Випадіння функції: утруднення повороту голови в здоровий бік і знизування плечима, в деяких випадках опущення плеча, випадіння чутливості на шиї, незначне утруднення дихальних рухів грудної клітки, ослаблення м'язів здорової кінцівки, що іннервуються корінцем C7.

Проблеми

Основною проблемою сучасного етапу розвитку невротизації плечового сплетення є відновлення функції дистальних сегментів кінцівки, що вирішується в основному реконструктивними ортопедичними операціями. Особливого значення при цьому набуває стан денервованих м'язів, що швидко атрофуються та піддаються фіброзно-жировому переродженню. Саме час від початку денервації м'язів до моменту їх переродження має визначальне значення не тільки для якості, а й для можливості реіннервації як такої.

На другому місці проблема тотальної авульсії або прегангліонарного ушкодження корінців плечового сплетення. З одного боку, це виснажлива складна травма, що повністю виключає можливість внутрішньосплетеневої невротизації, а з іншого, вона є певним викликом для її діагностики. На даний момент існує лише два методи, що можуть дати чітку відповідь на запитання прегангліонарного ушкодження корінців – це МРТ або контрастна КТ-мієлографія. Зважаючи на те, що ушкодження плечового сплетення рідко буває ізольованим і найчастіше поєднується з іншими травмами опорно-рухового апарату, іноді без відповідного додаткового обстеження виконується остеосинтез, а наявність мета-лофіксаторів є протипоказом до виконання магнітно-резо-

нансної томографії. Виконання контрастної КТ-мієлографії на рівні шийного відділу спинного мозку потребує значної кваліфікації.

Окреме питання – це обмеження кількості нервів-донорів і втрата функції м'язів, що були цільовими для цих нервів. Наприклад: застосування додаткового нерва для невротизації позбавляє можливості в подальшому використати кивальний м'яз і м'яз-трапецію для подальших сухожильно-м'язових транспозицій.

Також не варто забувати про проблеми проростання нервів через ділянки шва та необхідність подекуди використовувати довгі нервові аутоотрансплантати-вставки (особливо при невротизаціях типу сплетення-сплетення).

Перспективні напрями дослідження

Перспективним є активне впровадження технологій регенераторної медицини, що дозволяють більш тривалий час зберігати цільові м'язи придатними до реіннервації, а також значно покращують виживаність нервів при проростанні через ділянку шва. Великий потенціал, на думку автора, криється у можливості бічного росту аксонів (та створенні великих за розмірами рухових одиниць) і заснований на цьому технології шва нерва типу кінець-у-кінець.

Висновки

Таким чином, м'язова невротизація при ушкодженнях плечового сплетення – це перспективний напрям відновлення рухів у плечовому та ліктьовому суглобах. Беззаперечним плюсом цієї методики є використання власних м'язів вказаних анатомічних ділянок. Мінуси: обмежена кількість нервів, які можна використати для невротизацій, втрата функції м'язів, що іннервуються нервами-донорами, значна залежність від стану м'язів, обмежені строки доцільності невротизації – до 12 міс. Незважаючи на все ще високий відсоток незадовільних результатів (13,5%), ця технологія є доволі багатообіцяючою та потребує подальшого вивчення і вдосконалення не лише в експериментальному, а й у клінічному аспектах.

Література

1. *Hemter Ф.* Атлас анатомії людини / За ред. член-кореспондента НАМН України, проф. Ю.Б. Чайковського / Укр.-лат. наук. пер. з англ. к.м.н. А.А. Цегельського. – Львів: Наутилус, 2009. – 616 с.
2. *Ahmad Mohammad-Reda* Early post-operative results after repair of traumatic brachial plexus palsy / *Ahmad Mohammad-Reda* // *Turkish Neurosurgery*. – 2013. – № 23. – P. 1–9.
3. *Allan J. Belzberg* Surgical repair of brachial plexus injury: a multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons / *Allan J. Belzberg, Michael J. Dorsi, Phillip B. Storm, John L. Moriarity* // *Journal of Neurosurgery*. – 2004. – № 16 (5).
4. *Anil Bhatia* Nerve reconstruction: A cohort study of 93 cases of global brachial plexus palsy / *Anil Bhatia, Ashok K. Shyam, Piyush Doshi, Vitrag Shab* // *Indian Journal of Orthopaedics*. – 2011. – № 45 (2). – P. 153–160.
5. *Christopher J. Dy* Neurotization to Innervate the Deltoid and Biceps: 3 Cases / *Christopher J. Dy, Alison Kitay, Robit Garg, Lana Kang, Joseph H. Feinberg, Scott W. Wolfe* // *Journal of Hand Surgery*. – 2013. – № 38A. – P. 237–240.
6. *Darshan Kumar A. Jain* An epidemiological study of traumatic brachial plexus injury patients treated at an Indian centre / *Darshan Kumar A. Jain, Praveen Bhardwaj, Hari Venkataramani, S. Raja Sabapathy* // *Indian Journal of Plastic Surgery*. – 2012. – № 45 (3). – P. 498–503.
7. *Terrence J. Jose Jerome* Anterior deltopectoral approach for axillary nerve neurotisation / *J. Terrence Jose Jerome* // *Journal of Orthopaedic Surgery*. – 2012. – № 20 (1). – P. 66–70.
8. *Jeorg Bahm* Peripheral Nerve Surgery: Indications, Surgical Strategy and Results / *Jeorg Bahm, Frederic Schuind*. – Basic Principles of Peripheral Nerve Disorders, 2012.
9. *Leandro Pretto Flores* Brachial plexus surgery The role of the surgical technique for improvement of the functional outcome / *Leandro Pretto Flores* // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2011. – № 69 (4). – P. 660–665.
10. *Leandro Pretto Flores* The importance of the preoperative clinical parameters and the intraoperative electrophysiological monitoring in brachial plexus surgery / *Leandro Pretto Flores* // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2011. – № 69 (4). – P. 654–659.
11. *Al-Qattan M.M.* The Use of the Phrenic Nerve Communicating Branch to the Fifth Cervical Root for Nerve Transfer to the Suprascapular Nerve in Infants with Obstetric Brachial Plexus Palsy / *M.M. Al-Qattan, A.A.F. El-Sayed* // *BioMed. Research International*. – 2014.
12. *Marcelo Rosa de Rezende* Results of ulnar nerve neurotization to biceps brachii muscle in brachial plexus injury / *Marcelo Rosa de Rezende, Neylor Teofilo Araujo Rabelo, Clovis Castanbo Silveira Junior, Pedro Araujo Petersen, Emygdio Jose Leomil De Paula, Rames Mattar Junior* // *Acta Ortopedica Brasileira*. – 2012. – № 20 (6). – P. 317–323.
13. *Marcelo Rosa de Rezende* What has changed in brachial plexus surgery? / *Marcelo Rosa de Rezende, Gustavo Bersani Silva, Emygdio Jose Leomil de Paula, Rames Mattar Junior, Olavo Pires de Camargo* // *Clinics*. – 2013. – № 68 (3). – P. 411–418.
14. *Mario G. Siqueira* Surgical treatment of adult traumatic brachial plexus injuries An overview / *Mario G. Siqueira, Roberto S. Martins* // *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. – 2011. – № 69 (4). – P. 528–535.
15. *Marios G. Lykissas* Use of intercostal nerves for different target neurotization in brachial plexus reconstruction / *Marios G. Lykissas, Ioannis P. Kostas-Agnantis, Anastasios V. Korompilias, Marios D. Vekris, Alexandros E. Beris* // *World Journal of Orthopedics*. – 2013. – № 4 (3). – P. 107–111.
16. *Monreal Ricardo* Surgical treatment of brachial plexus injuries in adults / *Monreal Ricardo* // *International Orthopaedics (SICOT)*. – 2005. – № 29. – P. 351–354.
17. *Obaid Al-Meshal* Triceps Innervation Pattern: Implications for Triceps Nerve to Deltoid Nerve Transfer / *Obaid Al-Meshal, Alain Gilbert* // *BioMed. Research International*. – 2013.
18. *Bhandari P.S.* Management strategy in post traumatic brachial plexus injuries / *P.S. Bhandari, H.S. Bhatoe, M.K. Mukherjee, Prabal Deb* // *The indian journal of neurotrauma*. – 2012. – № 9. – P. 19–29.
19. *Rajiv Midha* Nerve transfers for severe brachial plexus injuries: a review / *Rajiv Midha* // *Journal of Neurosurgery*. – 2004. – № 16 (5).
20. *Robit Garg* Comparison of nerve transfers and nerve grafting for traumatic upper plexus palsy: a systematic review and analysis /

- Robit Garg, Gregory A. Merrell, Howard J. Hillstrom, Scott W. Wolfe // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 2011. – № 93. – P. 819–829.
21. *Friedenberg S.M.* The breathing hand: obstetric brachial plexopathy reinnervation from thoracic roots / *S.M. Friedenberg, R.C. Hermann* // Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. – 2004. – № 75. – P. 158–160.
22. *Stefano Ferraresi* Reinnervation of the biceps in C5–7 brachial plexus avulsion injuries: results after distal bypass surgery / *Stefano Ferraresi, Debora Garozzo, Paolo Buffatti* // Journal of Neurosurgery. – 2004. – № 16 (5).
23. *Tarvilas Norkus* Early and late reconstruction in brachial plexus palsy: a preliminary report / *Tarvilas Norkus, Martynas Norkus, Sigita Pranckevicius, Algimantas Pamerneckas, Arunas Zobakas, Antanas Vizgirda* // Medicina (Kaunas). – 2006. – № 42 (6). – P. 484–491.
24. *Thomas H. Tung* Nerve transfers to the biceps and brachialis branches to improve elbow flexion strength after brachial plexus injuries / *Thomas H. Tung, Christine B. Novak, Susan E. Mackinnon* // Journal of Neurosurgery. – 2003. – № 98. – P. 313–318.
25. *Xin Zhao* Selective Neurotization of the Median Nerve in the Arm to Treat Brachial Plexus Palsy / *Xin Zhao, Jie Lao, Leung-Kim Hung, Gao-Meng Zhang, Li-Yin Zhang, Yu-Dong Gu* // The Journal of Bone and Joint Surgery. – 2005. – № 87. – P. 122–135.
26. *Ying Liu* Phrenic nerve transfer to the musculocutaneous nerve for the repair of brachial plexus injury: electrophysiological characteristics / *Ying Liu, Xun-cheng Xu, Yi Zou, Su-rong Li, Bin Zhang, Yue Wang* // Neural Regeneration Research. – 2015. – № 10 (2). – P. 328–333.
27. *Yoshibisa Iwata* Fibroblast growth factor-2 enhances functional recovery of reinnervated muscle / *Yoshibisa Iwata, Noriyuki Ozaki, Hitoshi Hirata, Yasuo Sugiura, Emiko Horii, Estubiro Nakao, Masabiro Tatebe, Naoya Yazaki, Tatsuya Hattori, Masataka Majima, Naoki Isbiguro* // Muscle & Nerve. – 2006. – № 34. – P. 623–630.
28. *Yuan-Kun Tu* Surgical treatment for total root avulsion type brachial plexus injuries by neurotization: a prospective comparison study between total and hemicontralateral C7 nerve root transfer / *Yuan-Kun Tu, Yi-Jung Tsai, Chih-Han Chang, Fong-Chin Su, Chih-Kun Hsiao, Jacqueline Siau-Woon Tan* // Microsurgery. – 2013. – № 10. – P. 91–101.

BRACHIAL PLEXUS NEUROTIZATION: CURRENT STATE OF THE ART (review of literature)

Lysak A.S.

Summary. Brachial plexus trauma is one of the most severe injuries of the upper limbs, which is followed by severe dysfunction and patients' disability in most cases. This injury mainly affects active people of working age, which actually aggravates the problem. Nowadays, the most common methods of surgical treatment include neurolysis, direct or graft repair, neurotization, and orthopedic reconstruction that includes joint fusion, microsurgical transposition of active vascularized grafts, and tendon-muscle transposition. The article presents the analysis of literature which is focused on brachial plexus neurotization. Possible options of neurotization in different types of injuries are proposed.

Key words: brachial plexus injury, extraplexal neurotization, plexus-to-plexus neurotization, intraplexal neurotization.

НЕВРОТИЗАЦИЯ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ (обзор литературы)

Лысак А.С.

Резюме. Повреждение плечевого сплетения – одна из наиболее тяжелых травм верхней конечности, которой присуще грубое нарушение функции и практически всегда – инвалидизация потерпевшего. Усугубляет проблему то, что это прежде всего травма активных людей работоспособного возраста. Сегодня наиболее распространенными методами хирургического лечения травм плечевого сплетения являются: неврелиз, шов или пластика дефектов плечевого сплетения, невротизация и ортопедическое лечение, состоящее из артродезирования отдельных суставов, микрохирургической транспозиции васкуляризированных активных лоскутов и сухожильно-мышечных транспозиций. В статье представлен анализ англоязычной литературы, в которой более детально рассматривались вопросы невротизации плечевого сплетения и предложены варианты возможных невротизаций при разных типах повреждений.

Ключевые слова: травма плечевого сплетения, невротизация нервами вне сплетения, невротизация по типу сплетение-сплетение, невротизация нервами внутри сплетения.

A CASE OF SURGICALLY TREATED LATE INFERIOR DISLOCATION OF THE GLENOHUMERAL JOINT

Sasho Assiov¹, Atanas Andreev², Atanas Katsarov³, Hristo Piponov, Stanislav Milev¹,
Plamen Gulubov¹, Philip Hitov⁴

¹ Second Orthopedic and Trauma Clinic, N. I. Pirogov University Multiprofile Hospital
for Active Treatment and Emergency Medicine, Sofia, Bulgaria

² First Orthopedic and Trauma Clinic, N. I. Pirogov University Multiprofile Hospital
for Active Treatment and Emergency Medicine, Sofia, Bulgaria

³ Pediatric Orthopedics and Trauma Clinic, N. I. Pirogov University Multiprofile Hospital
for Active Treatment and Emergency Medicine, Sofia, Bulgaria

⁴ Department of Orthopedics, University of Illinois at Chicago, Chicago, USA

Summary. The inferior dislocation of the glenohumeral joint (*luxatio erecta*) is a rare condition, which accounts for only 0.5% of all shoulder dislocations. This fact and distinctive clinical presentation enable a correct diagnosis. Therefore, undiagnosed cases are very rare. We present a case of an 80-year-old female who was admitted for treatment 8 days after injury. Closed reduction of this dislocation is extremely difficult and often impossible due to the risk of additional damage. Therefore, we performed open reduction. Postoperative management included immobilization in a sling for 21 days, followed by a standard rehabilitation program. Patient reported no pain, and the joint had a good range of motion.

Key words: inferior shoulder dislocation, open reduction, late dislocation.

Introduction

The inferior dislocation of the glenohumeral joint (*luxatio erecta*) is a rare condition, which accounts for 0.5% of all shoulder dislocations [7, 9]. There is a lack of well-defined guidelines for the treatment of acute and delayed presentation cases. The distinctive clinical presentation is the reason why these injuries are hardly ever missed. We present a case of an 80-year-old female with several days delay in presentation of *luxatio erecta*.

Clinical case: 80-year-old female patient suffered a mechanical fall 8 days prior to hospital admission. She had a typical clinical finding of *luxatio erecta* of her right glenohumeral joint – an abducted at 130° right upper extremity and no neurovascular deficiency (Fig. 1).

X-ray imaging showed an inferior dislocation of the glenohumeral joint without associated fractures or periarticular calcifications (Fig. 2). Computed tomography (CT) scan demonstrated an impacted fracture of the lateral metaphysis of the humerus “locked” into the inferior glenoid rim (Fig. 3). An unsuccessful closed reduction attempt under anesthesia was performed followed by an open reduction. A standard deltopectoral approach was used, although, the identification of the standard landmarks was difficult due to unusual position of the extremity. Sutures were passed through the tendon of the subscapularis muscle, which was then detached from the lesser tuberosity. Additionally, the patient was diagnosed with full-thickness supraspinatus lesion, superior labrum anterior and posterior lesion (SLAP) Type III, and Bankart lesion. A direct reduction of the dis-

located head was performed using a lever maneuver with a large elevator (Buyalsky Wound Scoop) (Fig. 4).



Fig. 1. Photograph of a typical clinical presentation with hyperabduction in the glenohumeral joint



Fig. 2. Axillary X-ray view of the right shoulder confirming the inferior dislocation without concomitant fractures



Fig. 3. Coronal CT scan of the right shoulder showing impacted fracture along the lateral surface of the metaphysis which appeared to be “locked” in the inferior edge of the glenoid

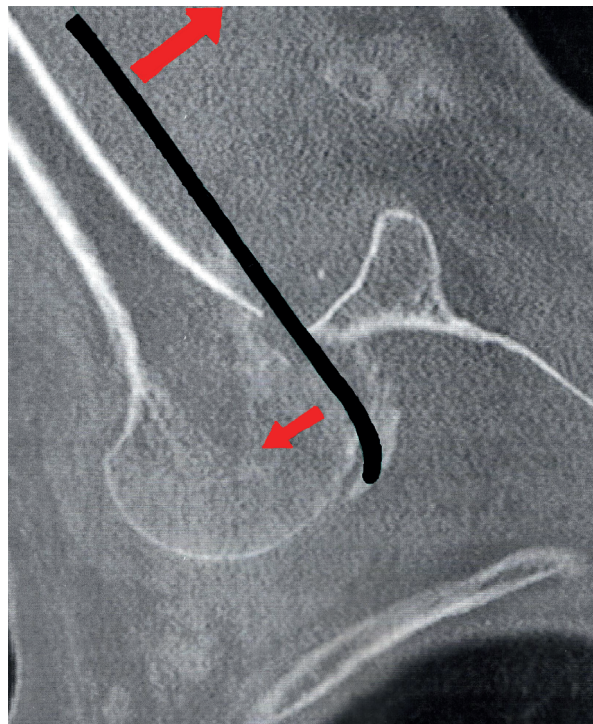


Fig. 4. A schematic showing the open reduction maneuver with the use of a large elevator

After completion, the shoulder was manually tested to assess the glenohumeral stability. Bankart and SLAP lesions were not restored. Reinsertion of the supraspinatus, subscapularis, and tenodesis of the tendon of the long head of the biceps muscle were performed with non-absorbable sutures and bone tunnels. Reposition and repair were followed by X-rays (Fig.5).

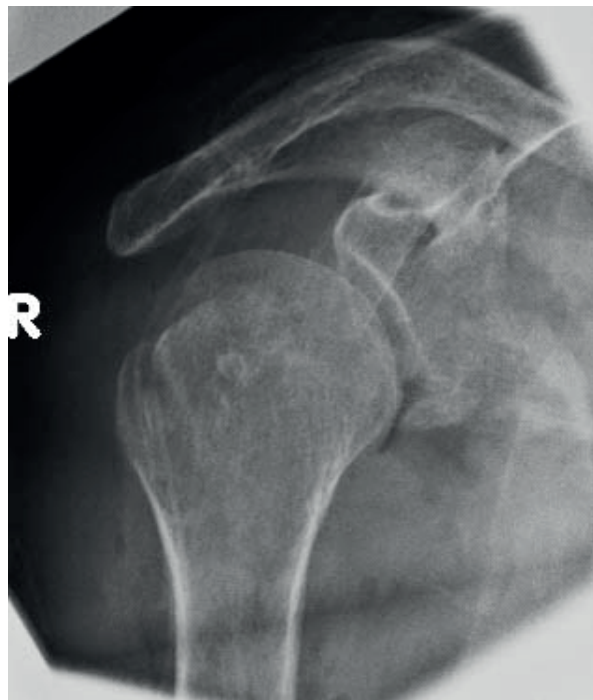


Fig. 5. Postoperative AP radiograph of the right shoulder showing successful reposition and normal glenohumeral relationship

Postoperative management included immobilization in a sling for 21 days, followed by a standard rehabilitation program. Patient presented for a follow-up 2 months post-operatively. Range of motion (ROM) in the shoulder at that time was: forward flexion – 100°, abduction – 55°, external rotation with arm in abduction – 45°, and internal rotation in abduction – 30°. Patient reported no pain, but very light discomfort (score of 1 on the VAS pain scale).

Discussion

Inferior dislocation of the glenohumeral joint is extremely rare. Middeldorf and Shram were the first to describe the unique nature of luxatio erecta in 1859 [8]. Luxatio erecta accounts for approximately 0.5% of all shoulder dislocations and only about 150 cases have been reported in the literature. Mallon et al. reported a large inferior dislocation case series (80 cases in a metanalysis and 6 of their own). Groh et al. presented 18 cases over a period of 32 years.

In 1990, Davis and Talbott reported two different injury mechanisms of luxatio erecta [3]. The first one was an indirect mechanism where a powerful abduction force acts upon an already abducted limb. This way, the proximal humerus is able to impinge on the acromion, which acts as a hypomochlion and facilitates dislocation. The humeral head tears through the inferior joint capsule and the inferior and middle glenohumeral ligaments. In addition, the supraspinatus and infraspinatus muscles are oftentimes detached. The other mechanism is mediated by a direct axial loading on a fully abducted arm. The first mechanism, however, is seen more frequently and this is what our patient reported as well.

The clinical presentation of luxatio erecta is very distinctive. The arm is extremely abducted and the forearm is typically above the head. The humeral head is oftentimes palpable superficial to the rib cage. X-ray examination usually shows the humeral head located below the glenoid and humeral shaft parallel to the scapular spine. CT scan is helpful in determining the extent of bone damage in the humeral head and the glenoid. In certain cases, Doppler examination and Magnetic Resonance Imaging (MRI) may be necessary [2].

Inferior dislocations are generally accompanied by a soft-tissue trauma. Mallon et al. reported an associated rotator cuff lesion in 12% of the patients. Greater tuberosity fracture is found in 31% of the patients with inferior dislocation, which is considerably more common than in anterior and posterior dislocation cases. Fractures of the glenoid, acromion, surgical neck, humeral head, and the body of the scapula have also been described. Neurovascular complications have been reported to have higher rates in luxation erecta patients. According to Groh et al., 45% of the cases had neurological damage (predominantly axillary nerve), but patients recovered spontaneously over

different periods. Arterial lesions were seen in 40% of the cases but none required vascular interventions [4, 9]. There are only a few reports of vascular lesions demanding surgical intervention.

A prompt reduction of luxatio erecta can be performed using the technique of Rockwood and Wirth – an axial traction in the direction of the abducted humerus and counter traction over the tip of the shoulder. In 2006, Nho et al., proposed a two-step technique for closed reduction [5]. The first step was to convert the dislocation into anterior, which is usually done by pushing the humeral head anteriorly while applying mild longitudinal traction on the limb. Once the humeral head is anterior to the glenoid, one of the well-described methods for reduction of anterior shoulder dislocation can be used. Reduction should be performed under anesthesia followed by X-ray and assessment of the neurovascular status [4, 6].

The previously described techniques, do not always lead to a successful reduction (50% of cases according to Groh et al.). Multiple repetitions with forceful maneuvers pose a significant risk for neurovascular damage and fractures. In such cases, conversion to open reduction is advisable to prevent complications [1].

Conclusion

Due to the uncommon presentation, only a few methods for reduction have been described. The two-step technique is appropriate in the acute setting. However, using closed reduction in delayed presentation cases poses a high risk for neurovascular complications and fractures. The direct lever maneuver reduction technique is preferred over the two-step method. Functional results are usually good to excellent in acute presentation and worse in cases presenting weeks to months after the injury.

References

1. Mallon W.J. Luxatio erecta: the inferior glenohumeral dislocation / W.J. Mallon, F.H. III Bassett, Goldner R.D. // J. Orthop. Trauma. – 1990. – Vol. 4. – P. 19–24.
2. Yamamoto T. Luxatio erecta (inferior dislocation of the shoulder): a report of 5 cases and a review of the literature / T. Yamamoto, S. Yoshiya, M. Kurosaka, K. Nagira, Y. Nabeshima // Am. J. Orthop. – 2003. – Vol. 32. – P. 601–603.
3. Middeldorpf M. De nova humeri luxations specie / M. Middeldorpf, B. Scharm // Clin. Europenne. – 1859. – Vol. 2. – P. 12–16.
4. Davids J.R. Luxatio erecta humeri. A case report / J.R. Davids, R.D. Talbott // Clin. Orthop. 1990. – Vol. 252. – P. 144–149.
5. Begaz T., Mycyk M. Luxatio erecta: inferior humeral dislocation / T. Begaz, M. Mycyk // J. Emerg. Med. – 2006. – Vol. 31. – P. 303–304.
6. Groh G. Results of treatment of luxatio erecta (inferior shoulder dislocation) / G. Groh, M. Wirth, C. Jr. Rockwood // J. Shoulder Elbow Surg. – 2010. – Vol. 19. – P. 423–426.

7. Nbo S. The Two-Step Maneuver for Closed Reduction of Inferior Glenohumeral Dislocation (Luxatio Erecta to Anterior Dislocation to Reduction) / S. Nbo, C. Dodson, K. Bardzik, R. Brophy, B. Domb, J. MacGillivray // J. Orthop. Trauma. – 2006. – Vol. 20. – P. 354–357.
8. Lam A. Luxatio Erecta Complicated By Anterior Shoulder Dislocation During Reduction / A. Lam, R. Shih // West J. Emerg. Med. – 2010. – Vol. 11. – P. 28–30.
9. Barnett A. Delayed presentation of luxatio erecta dislocation of the shoulder / A. Barnett, S. Eastaugh-Waring, P. Sarangi // Injury Extra. – 2005. – Vol. 36. – P. 277–279.

КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПІЗНЬОГО НИЖНЬОГО ВИВИХУ ПЛЕЧА

Сашо Ассиов, Атанас Андреев, Атанас Кацаров, Христо Піпонов, Станіслав Мілев, Пламен Гулубов, Філіп Хитов

Резюме. Нижній вивих плечового суглоба (*luxatio erecta*) є рідкісною ортопедичною травмою – на неї припадає лише 0,5% від усіх випадків вивихів плеча. Через цю рідкість і типовість клінічних проявів у встановленні діагнозу складно допустити помилку. Нами представлено клінічний випадок 80-річної жінки, яка поступила на лікування через 8 днів після травми. Закрите вправлення пізнього вивиху плечового суглоба дуже складне і часто неможливе, оскільки є ризик додаткових ушкоджень. Ми провели відкрите вправлення. Після 21-денного періоду іммобілізації з подальшою стандартною реабілітаційною програмою пацієнтка не скаржилася на біль і мала гарний діапазон рухів у суглобі.

Ключові слова: нижній вивих плеча, відкрита репозиція, несвіжий випадок.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОЗДНЕГО НИЖНЕГО ВЫВИХА ПЛЕЧА

Сашо Ассиов, Атанас Андреев, Атанас Кацаров, Христо Піпонов, Станіслав Мілев, Пламен Гулубов, Філіп Хитов

Резюме. Нижній вивих плечевого сустава (*luxatio erecta*) является редкой ортопедической травмой – на нее приходится лишь 0,5% от всех случаев вывиха плеча. Из-за этой редкости и типичных клинических проявлений в установлении диагноза сложно допустить ошибку. Нами представлен клинический случай 80-летней женщины, поступившей на лечение через 8 дней после травмы. Закрытое вправление нижнего вывиха плечевого сустава очень сложно и часто невозможно, поскольку есть риск дополнительных повреждений. Мы провели открытое вправление. После 21-дневного периода иммобилизации с последующей стандартной реабилитационной программой пациентка не жаловалась на боль и имела хороший диапазон движений в суставе.

Ключевые слова: нижний вывих плеча, открытая репозиция, несвежий случай.

ІНФОРМАЦІЯ

ЗВІТ ПРО КОНФЕРЕНЦІЮ ВГО “УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ СПОРТИВНОЇ ТРАВМАТОЛОГІЇ, ХІРУРГІЇ КОЛІНА ТА АРТРОСКОПІЇ” 24–26 ВЕРЕСНЯ В КИЄВІ (ПУЩА-ОЗЕРНА)

24–26 вересня в Києві (Пуща-Озерна) відбулась конференція Української асоціації спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії. Участь у роботі конгресу взяв 151 лікар із України, гості з Білорусі, Голландії, Іспанії та Німеччини.

З привітаннями та побажаннями виступили голова оргкомітету конференції, директор ІГО НАМН України, академік НАМН України, доктор медичних наук, проф. Гайко Г.В., головний ортопед-травматолог Міністерства охорони здоров'я України проф. Страфун С.С., президент ВГО “Українська асоціація спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії”, проф. Коструб О.О.

Перший день було присвячено проблемам хірургії колінного та плечового суглобів, пошкоджень м'язів, застосування збагаченої тромбоцитами плазми в спортивній травмі. На секціях головували проф. Коструб О.О., д.м.н. Зазірний І.М., проф. Головаха М.Л., к.м.н. Лінько Я.В., к.м.н. Болховітін П.В.

Цікавими доповідями першого дня були: “Результати використання технології all-inside при відновленні передньої хрестообразної зв'язки” групи авторів на чолі з проф. Головахою М.Л.; “Застосування збагаченої тромбоцитами плазми в спортивній травматології” та “Трансплантація меніска” Рамона Кугата з Барселони (Іспанія); “Ендоскопічне лікування кисти Бейкера” Зазірного І.М. та Євсєєнка В.Г.; “Околосуставные деформации коленного сустава и их лечение с помощью корригирующей остеотомии” Лінько Я.В. та Новікова В.В. Лікуванню пошкоджень хряща були присвячені доповіді: “Нова методика лікування пошкодження хряща” Ульріха Шнайдера з Німеччини; “Хірургічна пластика дефекту хряща колінного суглоба матеріалом Хондрофіллер” Коструба О.О., Засяднюка І.А. та Котюка В.В.; “Регенеративное восстановление поврежденного суставного хряща с помощью аутоотрансплантации мезенхимальных стволовых клеток” Букача Д.В. та Ейсмон-та О.Л. з Мінська (Білорусь).

Другого дня на конференції були заслухані лекції “Артроскопічний дебридмент переднього імпульменту гомілково-ступневого суглоба” та “Лікування пошкоджень хряща гомілково-ступневого суглоба”, які прочитав відомий фахівець з артроскопії суглобів стопи, колишній президент ESSKA, проф. Нік ван Дайк із Амстердама (Голландія).

Усього під час заходу було прочитано 43 лекції. У рамках конференції проведено виставку медичного обладнання, інструментів і препаратів, на якій були представлені стенди 17 компаній.

Відбулося засідання Правління асоціації, на якому прийнято рішення провести наступну конференцію в м. Києві 2016 року. Вперше в історії УАСТКА було вручено дипломи почесних членів товариства. Їх отримали проф. Нік ван Дайк з Голландії, проф. Рамон Кугат з Іспанії та проф. Ульріх Шнайдер з Німеччини.

Наступна науково-практична конференція ВГО “Українська асоціація спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії” відбудеться у м. Києві 3–5 жовтня 2016 року.

В прийнятій резолюції конференції вирішено:

1. Продовжувати активізацію прийому лікарів у члени асоціації.

Термін: постійно.

2. Забезпечити широке впровадження артроскопії при оперативних втручаннях на суглобах у практичну діяльність профільних лікувально-профілактичних установ і відділень. Доручити керівництву асоціації спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії розробити Загальноукраїнські рекомендації щодо артроскопічного лікування патології опорно-рухової системи з дотриманням стандартів та уніфікованих правил рекомендованих Всесвітньою організацією артроскопії, хірургії колінного суглоба та ортопедичної спортивної медицини (ISAKOS).

Термін: постійно.

3. Продовжувати інтеграцію ВГО “Українська асоціація спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії” у міжнародні структури світової спільноти, поширювати досвід плідних контактів із закордонними колегами. Розвивати в подальшому напрям підготовки молодих спеціалістів з питань сучасної артроскопії, хірургії коліна та спортивної травми в навчальних центрах асоціації та провідних клініках за кордоном (Європи та Америки).

Термін: постійно.

*Президент Асоціації, професор О.О. Коструб
Секретар, д-р мед. наук І.М. Зазірний*

Адреса редакції: 01 054, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27. Тел.: (044) 486–42–49, 486–35–55, тел./факс (044) 486–66–28, e-mail: atou@ukr.net

Засновники та їх адреса: ВГО “Українська Асоціація ортопедів-травматологів”, ВГО “Українська Асоціація спортивної травматології, хірургії коліна та артроскопії”, ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, 01054, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27.

Видається 4 рази на рік. Мова видання: українська, російська, англійська.

Сфера розповсюдження — загальнодержавна.

Літ. редактор — Черешук І. О. Технічний секретар — Полякова М. Б. Коректор — Солодовнік О. А. Переклад англійською — Кравченко О. М.

Підписано до друку 3.11.2015 р. Наклад 1000 прим. Ціна договірна.

Верстка та друк: ТОВ “Видавнича компанія “Наш формат”, (067) 235-22-56.