

DOI 10.31718/2077-1096.21.1.26

УДК 616.727.2-001.5

Кононенко С.В., Пелипенко О.В.

БІОМЕХАНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СКАЛКОВИХ ПЕРЕЛОМІВ ДІАФІЗУ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ

Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава

Переломи діафізу плечової кістки складають від 3 до 5% від загальної кількості переломів. Визначається чіткий бімодальний віковий розподіл пацієнтів з діафізарними переломами плечової кістки. Найбільше випадків зустрічається у чоловіків 21-30 років та у літніх жінок 60-80 років. Біомеханічні особливості зміщення кісткових відламків при переломі діафізу плечової кістки є важливою складовою в плануванні подальшої тактики лікування пацієнта та його реабілітації. Мета роботи: визначення можливих варіантів зміщення кісткових відламків та визначення ролі впливу м'язового компонента на вектор їх зміщення при переломах на різних рівнях діафізарної ділянки. Матеріали та методи. Об'єктом дослідження стали 50 пацієнтів віком від 18 до 78 років зі скалковими переломами діафізу плечової кістки. За віковим розподілом переважали пацієнти віком від 55 до 78 років – 68%. У більшості випадків (62%) причиною скалкових переломів являвся низькоенергетичний травмуючий чинник. 60% пацієнтів було госпіталізовано в період першої доби з моменту виникнення травми. За класифікацією АО 72% склали переломи типу 12В та 28% – типу 12С. Методи оперативного лікування було використано у 76% пацієнтів, консервативного – у 24%. Вплив м'язового компонента на зміщення кісткових відламків визначався за результатами даних комп'ютерної томографії та рентгендосліджень із застосуванням схеми типової інсерції м'язів на досліджуваній ділянці плечової кістки. Достовірні індивідуальні анатомічні особливості було визначено інтраопераційно. Результати та обговорення. Виділено 3 групи пацієнтів у яких було діагностовано скалковий перелом діафізу плечової кістки. Першу групу склали пацієнти похилого та старечого віку з низькоенергетичною травмою. До другої групи увійшли пацієнти віком від 18 до 59 років з низькоенергетичною травмою. Третю групу склали пацієнти з високоенергетичною травмою. В результаті дослідження виявлено ключові м'язи, які мали вплив на зміщення кісткових відламків при багатоскалкових переломах діафізу плечової кістки, а саме: дельтоподібний, великий грудний, дзьобоплечовий, триголовий, двоголовий, плечовий та широкий м'яз спини. На основі проведеного аналізу клінічних даних виявлено взаємозв'язок рівня перелому при низькоенергетичних травмах від віку та статі. Для осіб похилого та старечого віку жіночої статі характерні переломи дистально місця прикріплення дельтоподібного м'язу. Для осіб віком від 18 до 59 років характерною була локалізація перелому проксимально місця прикріплення дельтоподібного м'язу. виявлено синергізм дії м'язів аддукційної групи на кісткові відламки при багатоскалкових переломах. Це потрібно враховувати під час виконання закритої репозиції, а також під час оперативного втручання.

Ключові слова: діафізарні переломи плечової кістки, травматологія, біомеханіка м'язів плеча, зміщенням кісткових відламків, пошкодження променевого нерву, низькоенергетична травма.

Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри дитячої хірургії з травматологією та ортопедією «Функціональне лікування переломів плечової кістки» 2017-2021 рр. (№ держреєстрації 0117и004682)

Вступ

Переломи діафізу плечової кістки складають 3-5% від загальної кількості переломів. Існує бімодальний віковий розподіл пацієнтів з діафізарними переломами плечової кістки. Найбільше випадків зустрічається у чоловіків 21-30 років та у літніх жінок 60-80 років [1].

За даними літератури у 45% випадків діафізарні переломи плеча є скалковими, у 85 % випадків зі зміщенням відламків [2, 3]. Особливістю цих переломів є потенційний ризик пошкодження судинно-нервових утворень кістковими відламками, які зміщуються під дією ретракції м'язів. Це може відбуватися під час безпосередньої травми, наданні першої медичної допомоги та на госпітальному етапі [4].

У 2-17% випадків при скалкових переломах плечової кістки відбувається ураження променевого нерву. Це обумовлено анатомо-топографічними особливостями його розташування та зниженням рухливості в середньому та дистальному відділах діафізарної ділянки [5].

Біомеханічні особливості зміщення кісткових відламків при переломі діафізу плечової кістки є важливою складовою в плануванні подальшої тактики лікування пацієнта та його реабілітації. Питанню впливу м'язового компонента на кісткові відламки присвячено невелика кількість робіт [6, 7, 8].

Як правило, дані роботи стосуються лише простих двофрагментарних переломів діафізу плечової кістки. В той час, як в клінічній діяльності лікарі травматологи стикаються з багатоплощинним зміщенням кісткових відламків. Це значно ускладнює процес їх репозиції як закритим, так і відкритим шляхами.

Мета дослідження

Визначення можливих варіантів зміщення кісткових відламків та впливу м'язового компонента на вектор їх зміщення при переломах на різних рівнях діафізарної ділянки.

Матеріали та методи дослідження

Об'єктом дослідження стали 50 пацієнтів ві-

ком від 18 до 78 років зі скалковими переломами діафізу плечової кістки. Серед них переважали жінки – 64%. За віковим розподілом переважали пацієнти віком від 55 до 78 років – 68%.

У 62% випадків причиною перелому стала низькоенергетична травма – падіння на кінцівку з висоти власного зросту. У 38% пацієнтів відбулася високоенергетична травма в результаті ДТП, падіння з висоти та нещасного випадку на виробництві.

Термін госпіталізації складав від 15 хвилин до 28 днів з моменту травми. 11 (22%) пацієнтів було госпіталізовано в першу годину. Більшість пацієнтів – 30 (60%) було госпіталізовано протягом першої доби. В двох випадках мала місце госпіталізація більше 2-х тижнів з моменту травми.

У 4 (8%) пацієнтів мало місце відкритого перелому діафізу плечової кістки. За класифікацією АО переломи були розподілені на наступні групи:

- 12В – 36 пацієнтів (72%);
- 12С – 14 пацієнтів (28%).

У 4% випадків було використано метод скелетного витягнення за відросток ліктьової кістки у якості передопераційної підготовки.

Метод консервативного лікування було застосовано у 12 (24%) пацієнтів. У всіх випадках було використано функціональну фіксуючу пов'язку.

Оперативне лікування було застосовано у 38 (76%) пацієнтів. Антеградний БІМОС виконано у 21 (42%) пацієнта, ретроградний БІМОС – у 2

(4%), екстремедулярний блокований остеосинтез пластинами – у 11 (22%), стабілізація апаратом зовнішньої фіксації – у 4 (8%).

Існуючі методики діагностики, такі як ультразвукова діагностика, магнітно-резонансна томографія дозволяють зробити висновок про участь м'язового компоненту у зміщенні відламків, але, як правило, дані методики не застосовуються в передопераційному періоді.

Можливий вплив м'язового компоненту визначався нами за даними комп'ютерної томографії або рентгендослідження із застосуванням розробленої авторами схеми типової інсерції м'язів на досліджуваному фрагменті діафізу плечової кістки.

Достовірні індивідуальні анатомічні особливості інсерції м'язів вивчалися лише інтраопераційно. На основі інтраопераційних досліджень, літературних даних та вивчення анатомічного матеріалу авторами створено схему типових контактних взаємовідносин між кістковою та м'язовою тканинами досліджуваної ділянки плечової кістки.

Результати дослідження та їх обговорення

Після детального вивчення та обробки результатів інструментальних методів дослідження та інтраопераційних даних виявлено 3 групи пацієнтів у яких спостерігалися різні за локалізацією переломи діафізу плечової кістки в залежності від віку та характеру травм. Загальна характеристика груп наведена у таблиці 1.

Таблиця 1
Розподіл хворих за віком, статтю та типом перелому

№ групи	Загальна кількість пацієнтів у групі, осіб	Чоловіки, n (%)	Жінки, n (%)	Перелом типу 12В за класифікацією АО, осіб	Перелом типу 12С за класифікацією АО, осіб	Середній вік, роки
1	21 (42)	3 (6)	18 (36)	19	2	67
2	15 (30)	7 (14)	8 (16)	14	1	38,5
3	14 (28)	8 (16)	6 (12)	3	11	28

До 1-ї групи увійшов 21 (42%) пацієнт похилого та старечого віку з низькоенергетичною травмою віком від 60 до 78 років. Локалізацією перелому була дистальна ділянка відносно місця інсерції дельтоподібного м'язу з продовженням перелому на нижню третину діафізу у 6 (12%) пацієнтів, з переходом на верхню третину діафізу вище місця прикріплення великого грудного м'язу та широкого м'язу спини у 12 (24%) пацієнтів. У 3 (6%) пацієнтів ділянка перелому визначалася нижче прикріплення великого грудного м'язу та широкого м'язу спини.

До 2-ї групи увійшло 15 пацієнтів з низько-

енергетичною травмою віком від 18 до 59 років. Локалізацією перелому була ділянка вище місця прикріплення дельтоподібного м'язу з переходом на проксимальний фрагмент діафізу у 11 (22%) та з переходом на ділянку інсерції дельтоподібного м'язу у 4 (8%) пацієнтів.

До 3-ї групи увійшло 14 (28%) пацієнтів з високоенергетичною травмою віком від 21 до 62 років. Характер переломів у пацієнтів даної групи не корелював з віком та статтю, а залежав від вектору прикладання сили травмуючого чинника та його інтенсивності.

Таблиця 2
Оцінка біомеханічного впливу м'язів на кісткові відламки

№ групи	Дельтоподібний м'яз, бали	Великий грудний м'яз, бали	Широкий м'яз спини, бали	Дзьобо-плечовий м'яз, бали	Плечовий м'яз, бали	Триголовий м'яз, бали	Двоголовий м'яз, бали
1	8	2	2	4	2	2	1
2	3	7	6	5	1	3	1
3	6	5	4	2	2	4	2

В результаті дослідження виявлено ключові м'язи, які мали вплив на зміщення кісткових відламків при багатоскалкових переломах діафізу плечової кістки, а саме: дельтоподібний, вели-

кий грудний, дзьобо-плечовий, триголовий, двоголовий, плечовий та широкий м'яз спини.

Визначення біомеханічного впливу м'язів на кісткові відламки було оцінено за 10 бальною

шкалою відповідно до кожної з груп пацієнтів. Результати оцінки наведено в таблиці 2.

У пацієнтів 1-ї групи найбільший вплив на зміщення кісткових відламків мав дельтоподібний та дзьобо-плечовий м'язи, у пацієнтів 2-ї групи – великий грудний, дзьобо-плечовий та найширший м'яз спини. У пацієнтів 3-ї групи ключову роль у зміщенні кісткових відламків відіграли дельтоподібний, великий грудний, тригловий та широкий спинний м'язи.

Висновки

На основі проведеного аналізу клінічних даних виявлено взаємозв'язок рівня перелому при низькоенергетичних травмах від віку та статі. Для осіб похилого та старечого віку жіночої статі характерні переломи дистально місця прикріплення дельтоподібного м'язу. Для осіб віком від 18 до 59 років характерною була локалізація перелому проксимально місця прикріплення дельтоподібного м'язу.

Виявлено синергізм дії м'язів аддукційної групи на кісткові відламки при багатоскалкових переломах. Це потрібно враховувати під час виконання закритої репозиції, а також під час оперативного втручання.

Реферат

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСКОЛЬЧАТЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

Кононенко С.В., Пелипенко О.В.

Ключевые слова: диафизарные переломы плечевой кости, травматология, биомеханика мышц плеча, смещение костных фрагментов, повреждение лучевого нерва, низкоэнергетическая травма.

Переломы диафиза плечевой кости составляют от 3 до 5% от общего количества переломов. Определяется бимодальное возрастное распределение пациентов с диафизарными переломами плечевой кости. Больше всего случаев встречается у мужчин 21-30 лет и у пожилых женщин 60-80 лет. Биомеханические особенности смещения костных отломков при переломе диафиза плечевой кости является важной составляющей в планировании дальнейшей тактики лечения пациента и его реабилитации. Цель работы. Определение возможных вариантов смещения костных отломков и влияния мышечного компонента на вектор их смещения при переломах на разных уровнях диафиза плеча. Материалы и методы. Объектом исследования стали 50 пациентов в возрасте от 18 до 78 лет с оскольчатыми переломами диафиза плечевой кости. По возрастному распределению преобладали пациенты в возрасте от 55 до 78 лет - 68%. В большинстве случаев (62%) причиной оскольчатых переломов являлся низкоэнергетический травмирующий фактор. 60% пациентов были госпитализированы в период первых суток с момента возникновения травмы. По классификации АО 72% составили переломы типа 12В и 28% - типа 12С. Методы оперативного лечения были использованы в 76% пациентов, консервативного - в 24%. Влияние мышечного компонента на смещение костных отломков определялось по результатам данных компьютерной томографии и рентген исследований с применением схемы типичной инсерции мышц на исследуемом участке плечевой кости. Достоверные индивидуальные анатомические особенности были определены интраоперационно. Результаты и обсуждение. Выделено 3 группы пациентов, у которых был диагностирован оскольчатый перелом диафиза плечевой кости. Первую группу составили пациенты пожилого и старческого возраста с низкоэнергетической травмой. Во вторую группу вошли пациенты в возрасте от 18 до 59 лет с низкоэнергетической травмой. Третью группу составили пациенты с высокоэнергетической травмой. В результате исследования выявлены ключевые мышцы, которые повлияли на смещение костных отломков при многооскольчатых переломах диафиза плечевой кости, а именно: дельтовидную, большую грудную, клювовидно-плечевую, трехглавую, двуглавую, плечевую и широкую мышцу спины. На основании проведенного анализа клинических данных выявлена взаимосвязь уровня перелома при низкоэнергетических травмах от возраста и пола. Для лиц пожилого и старческого возраста женского пола характерны переломы дистально места прикрепления дельтовидной мышцы. Для лиц в возрасте от 18 до 59 лет характерна локализация перелома проксимально места прикрепления дельтовидной мышцы. Выявлено синергизм действия мышц аддукционной группы на костные отломки при многооскольчатых переломах. Это нужно учитывать при выполнении закрытой репозиции, а также во время оперативного вмешательства.

Література

1. Hu X, Xu S, Lu H, Chen B, Zhou X, He X, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research.* 2016;11(1):59. <https://doi.org/10.1186/s13018-016-0394-x>
2. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, Nilsson F, Möller M. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC musculoskeletal disorders.* 2016;17(1):159. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1009-8>
3. Schoch BS, Padegimas EM, Maltenfort M, Krieg J, Namdari S. Humeral shaft fractures: national trends in management. *Journal of Orthopaedics and Traumatology.* 2017;18(3):259. <https://doi.org/10.1007/s10195-017-0459-6>
4. Ji C, Li J, Zhu Y, Liu S, Fu L, Chen W, et al. Assessment of incidence and various demographic risk factors of traumatic humeral shaft fractures in China. *Scientific reports.* 2019;9(1):1-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38035-y>
5. Chang G, Ilyas AM. Radial nerve palsy after humeral shaft fractures: the case for early exploration and a new classification to guide treatment and prognosis. *Hand Clinics.* 2018;34(1):105-12. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2017.09.011>
6. Miquel J, Santana F, Palau E, Vinagre M, Langohr K, Casals A, et al. Retaining or excising the supraspinatus tendon in complex proximal humeral fractures treated with reverse prosthesis: a biomechanical analysis in two different designs. *Archives of orthopaedic and trauma surgery.* 2018;138(11):1533-9. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3016-8>
7. Chalmers PN, Wimmer MA, Verma NN, Cole BJ, Romeo AA, Cvetanovich GL, et al. The relationship between pitching mechanics and injury: a review of current concepts. *Sports Health.* 2017;9(3):216-21. <https://doi.org/10.1177/1941738116686545>
8. Mellano CR, Frank RM, Shin JJ, Jain A, Zuke WA, Mascarenhas R, et al. Subpectoral biceps tenodesis with PEEK interference screw: A biomechanical analysis of humeral fracture risk. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2018;34(3):806-13. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.09.012>

Summary

BIOMECHANICAL FEATURES OF COMMUNUTED HUMERAL SHAFT FRACTURES

Kononenko S.V., Pelypenko O.V.

Key words: humeral shaft fractures, traumatology, biomechanics of the humeral muscles, displacement of bone fragments, radial nerve injury, low energy trauma.

Humeral shaft fractures make up from 3 to 5 per cent of the general number of fractures. There is a distinct bimodal age distribution of the patients with diaphyseal humeral fractures. Most cases are found among men aged 21-30 years and elderly women aged 60-80 years. Biomechanical peculiarities of bone fragment displacement in the humeral shaft fractures are an important component of the further planning of the patient's treatment and rehabilitation. The aim of this article is to assess possible variants of bone fragment displacement and determine the role of the muscle component on the displacement vector in the fractures at different levels of the humeral bone shaft. Materials and methods. The study included 50 patients aged from 18 to 78 with comminuted fractures of the humeral shaft. Patients aged from 55 to 78 dominated according to the age distribution, with 68 per cent. In most cases (62 per cent), comminuted fractures were caused by a certain low-energy traumatic factor. 60 per cent of the patients were hospitalized within the first 24 hours after the traumatic injury. According to the A. O. Müller classification, 12B-type fractures constituted 72 per cent of the total number, and 12C made up 28 per cent. Operative treatment was performed on for 76 per cent of the patients, conservative treatment – for 24 per cent. The role of the muscle component on the bone fragment displacement has been determined according to the data of computer-assisted tomography and X-ray photography using the typical muscle insertion chart of the humeral fragment under the study. Reliable individual anatomic properties were determined intraoperatively. Results and discussion. The study included three groups of patients diagnosed with a comminuted humeral shaft fracture. The first group comprised elderly and senile patients with low-energy traumas. The second group included patients aged from 18 to 59 with low-energy traumas. The third group involved the patients with high-energy traumas. As the result, the study has demonstrated key muscles impacting the dislocation of bone fragments in multifragmental humeral shaft fractures including: deltoid, greater pectoral, coracobrachial, triangularis, biceps, brachial, and latissimus dorsi muscles. Based on the analysis of the clinical data, the study has shown the interrelations between the fracture level in low-energy traumas, age, and sex. Elderly and senile female patients have been found out mostly to experience fractures, which are distal to the deltoid muscle attaching point. Individuals aged 18 to 59 typically have the fracture located proximally to the deltoid muscle attaching point. The synergy of the adduction muscles impact on bone fragments in multifragmental fractures has been observed that should be taken into account when performing a closed reduction as well as during an operative intervention.