

ТРАВМАТОЛОГИЯ TRAUMATOLOGY

ФАКТОРЫ РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ ЛОЖНОГО СУСТАВА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ (РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

**Хорак К.И.¹,
Коган П.Г.¹,
Парфеев Д.Г.¹,
Рустамов Р.Ш.у.²,
Кроляк Д.И.¹,
Морозов А.М.³,
Пискарева М.Е.⁴**

¹ ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России (195427, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, 8, Россия)

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2, Россия)

³ ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России (170100, Тверская Область, г. Тверь, ул. Советская, 4, Россия)

⁴ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Морозов Артем Михайлович,
e-mail: ammorozovv@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Обоснование. Ложные суставы встречаются относительно редко, но в то же время представляют собой одно из наиболее серьезных осложнений в травматологии и ортопедической хирургии, при этом выделяют множество факторов, увеличивающих риск их образования.

Цель. Выделить факторы риска формирования ложных суставов плечевой кости, а также определить степень их значимости посредством ретроспективного сравнительного анализа собственного клинического материала и данных литературы.

Материалы и методы. Клиническую базу составили 176 пациентов с ложными суставами диафиза плечевой кости, которым на базе клиники в период с 2012 по 2022 год было проведено оперативное лечение псевдоартроза диафиза плечевой кости. Было изучено влияние характера перелома, методики остеосинтеза, варианта костной пластики, демографических характеристик и образа жизни на формирование развития ложного сустава.

Результаты. К ложному суставу чаще всего приводили типы переломов B2 и A2, особенно при наличии в анамнезе 1 или 2 предшествовавших операций их риск возрастает более чем до 20%. Время сращения типа C3 в 100% случаев занимало не менее 8 месяцев при лечении без использования костной аутопластики и не менее 6 месяцев при ее использовании. Курение и пожилой возраст удлинители процесс костного сращения в группе без аутопластики до 8 месяцев в 47,7% и 56,3% соответственно, в то время как в группе со свободной аутопластикой подобная тенденция наблюдалась у больных с ожирением: в 50% случаев время сращения заняло 8 месяцев.

Выводы. Получены новые данные о степени влияния различных факторов на формирование ложного сустава плечевой кости. Анализ данной информации поможет спрогнозировать неблагоприятный анатомический и функциональный результат лечения и избежать его возникновения.

Ключевые слова: ложный сустав, псевдоартроз, плечевая кость, переломы, классификация переломов, несращение

Статья поступила: 22.09.2025
Статья принята: 29.04.2026
Статья опубликована: 22.05.2026

Для цитирования: Хорак К.И., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Рустамов Р.Ш.у., Кроляк Д.И., Морозов А.М., Пискарева М.Е. Факторы риска формирования ложного сустава плечевой кости (ретроспективное исследование). *Acta biomedica scientifica*. 2026; 11(2): 232-240. doi: 10.29413/ABS.2026-11.2.22

RISK FACTORS FOR THE FORMATION OF A HUMERUS FALSE JOINT (RETROSPECTIVE STUDY)

**Horak K.I.¹,
Kogan P.G.¹,
Parfeev D.G.¹,
Rustamov R.Sh.u.²,
Krolyak D.I.¹,
Morozov A.M.³,
Piskareva M.E.⁴**

¹ Vreden National Medical Research
Center of Traumatology and Orthopedics
(Baikova str. 8, St. Petersburg 1954278,
Russian Federation)

² Saint Petersburg State Pediatric Medical
University of the Ministry of Health of the
Russian Federation (Litovskaya str. 2,
St. Petersburg 194100, Russian Federation)

³ Tver State Medical University
of the Ministry of Health of the Russian
Federation (Sovetskaya str.4, Tver 170100,
Russian Federation)

⁴ N.I. Pirogov Russian National Research
Medical University of the Ministry
of Health of the Russian Federation
(Ostrovityanova str.1, Moscow 117997,
Russian Federation)

Corresponding author:

Artem M. Morozov,
e-mail: ammorozovv@gmail.com

RESUME

Introduction. False joints are relatively rare, but they also represent one of the most serious complications in trauma and orthopedic surgery, highlighting many factors that increase the risk of their formation.

Aims. To identify the risk factors of formation of false shoulder joints, as well as to determine the degree of their significance through a retrospective comparative analysis of own clinical material and literature data.

Materials and methods. The clinical base consisted of 176 patients with false shoulder diaphragm joints, who in the period from 2012 to 2022 were provided with operative treatment for pseudoarthrosis of the humerus. The influence of fracture nature, osteosynthesis techniques, bone plastic options, demographic characteristics and lifestyle on the formation of false joint development was studied.

Results. The false joint was most often attributed to types of fractures B2 and A2, especially if there is a history of 1 or 2 previous operations, their risk increases to more than 20 %. Type C3 copulation time in 100 % of cases was at least 8 months when treated without use of bone autoplasmic and at least 6 months when used. Smoking and old age have lengthened the bone fusion process in a group without an autoplasmic to 8 months at 47.7 % and 56.3 %, respectively, while in a group with a free autoplasmic the same trend was observed in obese patients: in 50 % of cases the seeding time took 8 months.

Conclusions. New data on the degree of influence of various factors on the formation of false joint of the humerus were obtained. Analysis of this information will help to predict adverse anatomical and functional outcome of treatment and avoid its occurrence.

Keywords: false joint, pseudoarthrosis, humerus, fractures, fracture classification, failure

Received: 22.09.2025
Accepted: 29.04.2026
Published: 22.05.2026

For citation: Horak K.I., Kogan P.G., Parfeev D.G., Rustamov R.Sh.u., Krolyak D.I., Morozov A.M., Piskareva M.E. Risk factors for the formation of a humerus false joint (retrospective study). *Acta biomechanica scientifica*. 2026; 11(2): 232-240. doi: 10.29413/ABS.2026-11.2.22

ОБОСНОВАНИЕ

Частота встречаемости переломов диафиза плечевой кости составляет порядка 13–14 случаев на 100 000 человек [1]. Механизм восстановления кости может быть прямым или непрямым путем через образование костной мозоли, с помощью хирургического вмешательства или без него. При этом первичное и вторичное заживление кости происходят при разных типах переломов. Первичное заживление кости происходит при жесткой стабилизации, достигаемой путем межфрагментарной компрессии с обеспечением минимальной подвижности перелома (зона контакта < 0,15 мм), вследствие чего костная мозоль не образуется. При вторичном заживлении кости, достигаемом при относительной стабильности отломков, мозоль образуется из-за больших межфрагментарных движений (зона контакта 0,2–1 мм). При нарушении метаболических процессов в травмированной кости возможно нарушение ее регенерации, что необходимо учитывать в процессе лечения [2, 3].

Псевдоартрозом, или ложным суставом, диафиза трубчатых костей принято считать перелом, с момента возникновения которого прошло не менее 9 месяцев; имеется безболезненная аномальная подвижность в месте перелома и отсутствие рентгенологической динамики консолидации за последние 3 месяца [4–6]. Ложные суставы встречаются относительно редко, но в то же время представляют собой одно из наиболее серьезных осложнений в оперативной ортопедии. Однако, несмотря на постоянное совершенствование методик лечения, такое осложнение, как формирование псевдоартроза в зоне перелома, наблюдается в 2–10 % после консервативного и до 30 % после оперативного лечения. Меньшая частота ложного сустава при консервативном лечении связана с тем, что неоперативное лечение применяется при закрытых, простых, стабильных переломах с низкой энергией травмы, в то время как оперативное лечение показано при открытых, нестабильных, высокоэнергетических и сложных переломах. Хирургическое вмешательство в зоне перелома нарушает местное кровообращение, что также оказывает неблагоприятное влияние на консолидацию перелома [7–10].

При длительном существовании ложного сустава развивается локальный остеопороз, который приводит к расшатыванию и миграции металлоконструкции, развития ее нестабильности, в результате чего формируется патологическая подвижность на уровне перелома. Затем появляется дискомфорт и ограничение функции конечности, что неблагоприятно сказывается не только на трудоспособности, но и на качестве повседневной жизни [11].

Существуют различные факторы риска формирования ложного сустава диафиза плечевой кости. Dailey H.L. et al., в качестве факторов, способствующих образованию ложных суставов, выделяли поперечный и короткий кривой характер перелома, курение, открытые переломы, а также ожирение и алкоголизм [12].

В то же время, в исследовании Moghaddam A. et al. отмечено, что консолидация достоверно не коррелировала с возрастом, полом, типом и характером первичного перелома [13].

Таким образом, в настоящее время не существует единого мнения касательно степени влияния факторов риска несращения и формирования ложного сустава плечевой кости. Понимание факторов риска положительно скажется на профилактических мерах против развития данного осложнения, что крайне важно для нивелирования рисков несращения и обеспечения более высоких функциональных результатов лечения. Так, например, представление о более опасных, с точки зрения развития дальнейших осложнений, типах переломов поможет усовершенствовать протокол послеоперационной реабилитации или костной пластики, а особенностей образа жизни и коморбидности – для более точного подбора медикаментозной терапии (препараты кальция, бисфосфонатов, витамина D, антагонистов паратгормона и т.д.) [14].

ЦЕЛЬ

Выделить факторы риска формирования ложных суставов плечевой кости, изучить влияние типа первичного перелома, методики остеосинтеза, а также демографических характеристик и образа жизни на формирование ложного сустава плечевой кости на основании данных отечественной и зарубежной литературы, а также посредством ретроспективного сравнительного анализа клинического материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клиническую базу составили 192 пациента с ложными суставами диафиза плечевой кости, которым на базе клиники в период с 2012 по 2022 год было проведено оперативное лечение псевдоартроза диафиза плечевой кости с использованием свободной костной аутопластики или без нее. Проанализирована их медицинская документация, рентгенограммы и данные дополнительных методов обследования.

Из исследования исключались пациенты с наличием острого инфекционного процесса, с наличием замедленной консолидации перелома диафиза плечевой кости на сроке менее 20 недель с момента получения травмы или первичной операции с наличием психических нарушений, не позволяющих осуществлять адекватный контакт, пациенты с ложными суставами диафиза плечевой кости, получающие или получавшие ранее химио- и/или лучевую терапию по поводу онкологической патологии, пациенты с наличием дефекта костной ткани более 6 см. Из общего массива пациентов было выявлено 5 случаев несращения диафиза плечевой кости в группе без использования костной аутопластики. Следующие подсчеты проводились у пациентов, у которых было достигнуто сращение независимо от его

срока, поэтому данные пациенты были исключены из исследования. Также было выделено 11 человек в группе с использованием несвободной костной аутопластики. Ввиду того, что в группе не набралось достаточное количество пациентов, данная группа была также исключена из исследования. Таким образом, в исследование были включены 2 группы пациентов: без использования костной аутопластики (1 группа) и с использованием свободной аутопластики из крыла подвздошной кости (2 группа).

В конечную выборку вошло 176 пациентов старше 18 лет с клинико-рентгенологическими признаками несращения или псевдоартроза диафиза плечевой кости в срок более 20 недель с момента получения травмы или первичной операции остеосинтеза. Полученные клинические результаты были проанализированы с использованием программной системы STATISTICA, были рассчитаны традиционные статистические показатели. Для определения качественных параметров в соответствующих группах вычислены абсолютные значения и процентные доли.

Женщин было 87 (49,4 %), а мужчин – 89 (50,6 %) человек. Средний возраст мужчин составил $45,3 \pm 14,3$ (Me – 47,5) от 21 до 71 года. Пациенты женского пола, оказались старше, их средний возраст составил $55,3 \pm 13,1$ (Me – 53) от 29 до 87 лет. Количество женщин до 60 лет составило 67 (38 %), а старше 60 лет – 20 человек (11,4 %). Мужчин до 60 лет выявлено 69 (39,2 %) и старше 60 лет – 20 (11,4 %) человек. Подобную разницу в возрасте можно объяснить отличиями в механизме травм. Мужчины чаще получают высокоэнергетические травмы, что свойственно для более молодой возрастной группы, в то время как для женщин в большей степени характерны низкоэнергетические травмы, связанные с изменением гормонального фона в постменопаузу и развитием остеопороза. Таким образом, можно связать формирование ложных суставов у мужчин с тяжестью полученных травм, а у женщин – с повышенной хрупкостью и сниженной регенеративной активностью.

Оценка результатов лечения проводилась на контрольных явках для клинико-рентгенологического контроля на сроках 4, 6, 8 и 12 месяцев с учетом следующих признаков: сопоставление костных отломков и наличие признаков их сращения на рентгенограмме (рентгенологические критерии консолидации определялись

по архивным данным в сроки 1 год и более после травмы или проведенной операции), а также функциональные возможности травмированной конечности за счет унифицированной анкеты, основанной на комбинации международных балльных шкал Constant-Murley и DASH.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно классификации Ассоциации Остеосинтеза (АО/ОТА) [15], были выявлены следующие типы первичных диафизарных переломов:

- A1 – спиралевидный в 10,2 % случаев ($n = 18$);
- A2 – косой в 23,3 % случаев ($n = 41$);
- A3 – поперечный в 12 % случаев ($n = 21$);
- B2 – клиновидный интактный в 22,2 % случаев ($n = 39$);
- B3 – клиновидный фрагментарный в 10,8 % случаев ($n = 19$);
- C2 – сегментарный интактный в 16,5 % случаев ($n = 29$);
- C3 – сегментарный фрагментарный в 5,1 % случаев ($n = 9$).

При различных локализациях ложного сустава встречались следующие типы исходных переломов. В верхней трети самым распространенным был косой перелом (тип A2) – 64,3 %. В средней трети наиболее распространенным являлся клиновидный интактный перелом (тип B2) – 35,2 %. В нижней трети чаще всего встречался сегментарный интактный перелом (тип C2) – 31,7 %. Клиновидный фрагментарный (тип B3) встречался в нижней и средней степени в равных количествах и так же являлся одним из наиболее опасных факторов при данных локализациях (табл. 1).

Статистически значимых различий по времени сращения не отмечается среди косых (тип A2), поперечных (тип A3), клиновидных фрагментарных (тип B3), клиновидных интактных (тип B2) и сегментарных интактных (тип C2). Их можно учитывать как самостоятельные факторы риска, значимость которых необходимо исследовать.

Спиралевидный (тип A1) перелом является прогностически благоприятным фактором, влияющим на скорость сращения, в то время как сегментарный фрагментарный (тип C3) тип, при отсутствии своевременного

ТАБЛИЦА 1
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ТИПУ СОГЛАСНО КЛАССИФИКАЦИИ АО/ОТА, АБС. (%)

	A1	A2	A3	B2	B3	C2	C3	Итого
Верхняя треть	5 (2,8%)	27 (15,3%)	8 (4,5%)	1 (0,6%)	0 (0%)	1 (0,6%)	0 (0%)	42 (23,9%)
Средняя треть	10 (5,7%)	10 (5,7%)	7 (4%)	25 (14,2%)	9 (5,1%)	8 (4,5%)	2 (1,1%)	71 (40,3%)
Нижняя треть	3 (1,7%)	4 (2,3%)	6 (3,4%)	13 (7,4%)	10 (5,7%)	20 (11,4%)	7 (4%)	63 (35,8%)
Итого	18 (10,2%)	41 (23,3%)	21 (11,9%)	39 (22,2%)	19 (10,8%)	29 (16,5%)	9 (5,1%)	176 (100%)

TABLE 1
DISTRIBUTION OF PRIMARY FRACTURES BY LOCALIZATION AND TYPE ACCORDING TO AO/OTA CLASSIFICATION, AB. (%)

лечения, является прогностически неблагоприятным (табл. 2).

При оценке риска формирования ложного сустава установлено, что на возникновение каждого последующего ложного сустава могли повлиять преимущественно косые (тип А2) и клиновидные фрагментарные (тип В3) переломы. Отмечается тенденция к увеличению частоты встречаемости данных переломов с увеличением каждой последующей операции (табл. 3).

При сравнении семи типов исходных переломов в обеих группах не было получено статистической значимости при выявлении корреляционной связи с функциональным результатом по шкале Constant–Murley ($p > 0,05$).

При оценке абсолютных значений самые низкие показатели были в подгруппе сегментарных интактных (тип С2) и сегментарных фрагментарных (тип С3) переломах по обоим шкалам.

Такие факторы как курение и пожилой возраст увеличили время сращения ложных суставов в группе без аутопластики, в то время как в группе со свободной аутопластикой подобная тенденция наблюдалась у больных с ожирением: сроки консолидации у таких пациентов составили 4 месяца в 1,1 % ($n = 2, p < 0,05$),

6 месяцев в 4,5 % ($n = 8, p < 0,05$) и 8 месяцев в 5,7 % случаев ($n = 10, p < 0,05$). Также была определена корреляционная связь между курением и итоговым функциональным результатом в группе без аутопластики, а также в группе со свободной аутопластикой из крыла подвздошной кости. Время сращения у курящих пациентов составило 4 месяца в 9,1 % ($n = 16, p < 0,05$), 6 месяцев в 22,7 % ($n = 40, p < 0,05$) и 8 месяцев в 23,3 % случаев ($n = 41, p < 0,05$). Среди пожилых людей распределение идет следующим образом: 4 месяца у 4,5 % ($n = 8, p < 0,05$), 6 месяцев у 8 % ($n = 14, p < 0,05$) и 8 месяцев у 10,2 % ($n = 18, p < 0,05$).

Также был проведен сравнительный анализ видов формирующихся ложных суставов и времени сращения перелома в зависимости от половой принадлежности среди пациентов без проведения аутопластики и со свободной костной аутопластикой. В группе без проведения аутопластики не было выявлено статистической значимости среди лиц обоего пола между гипертрофическим и олиготрофическим видами ложного сустава на каждом сроке сращения. Однако имеется статистическая значимость к увеличению сроков сращения при атрофическом варианте у женщин. Время сращения составило 4 месяца у 1,1 %

ТАБЛИЦА 2
ВЛИЯНИЕ ТИПА ПЕРВИЧНОГО ПЕРЕЛОМА НА ВРЕМЯ СРАЩЕНИЯ ПСЕВДОАРТРОЗА В ГРУППАХ БЕЗ АУТОПЛАСТИКИ И СО СВОБОДНОЙ АУТОПЛАСТИКОЙ, АБС. (%)

	Группа без аутопластики			Группа со свободной аутопластикой			Итого
	4 месяца	6 месяцев	8 месяцев	4 месяца	6 месяцев	8 месяцев	
A1	10 (5,7%)*	2 (1,1%)	2 (1,1%)	4 (2,3%)	0 (0%)	0 (0%)	18 (10,2%)
A2	6 (3,4%)	8 (4,5%)	6 (3,4%)	8 (4,5%)	8 (4,5%)	5 (2,8%)	41 (23,3%)
A3	2 (1,1%)	2 (1,1%)	3 (1,7%)	4 (2,3%)	5 (2,8%)	5 (2,8%)	21 (11,9%)
B2	10 (5,7%)	4 (2,3%)	6 (3,4%)	8 (4,5%)	7 (4%)	4 (2,3%)	39 (22,2%)
B3	2 (1,1%)	4 (2,3%)	2 (1,1%)	4 (2,3%)	5 (2,8%)	2 (1,1%)	19 (10,8%)
C2	4 (2,3%)	4 (2,3%)	4 (2,3%)	4 (2,3%)	6 (3,4%)	7 (4%)	29 (16,5%)
C3	0 (0%)	0 (0%)	4 (2,3%)	0 (0%)	3 (1,7%)	2 (1,1%)	9 (5,1%)
Итого	34 (19,3%)	24 (13,6%)	27 (15,3%)	32 (18,2%)	34 (19,3%)	25 (14,2%)	176 (100%)

Примечание: * $p < 0,05$, выявлены достоверно значимые различия относительно 4 месяцев.

TABLE 2
EFFECT OF PRIMARY FRACTURE TYPE ON PSEUDARTHROSIS HEALING TIME IN GROUPS WITHOUT AUTOPLASTY AND WITH FREE AUTOPLASTY, AB. (%)

ТАБЛИЦА 3
ЧАСТОТА ЛОЖНЫХ СУСТАВОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПЕРЕЛОМОВ И КОЛИЧЕСТВЕ ПРЕДШЕСТВОВАВШИХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ, АБС. (%)

	A1	A2	A3	B2	B3	C2	C3	Итого
Одна операция	9 (5,8%)	21 (13,5%)	11 (7%)	18 (11,5%)	9 (5,8%)	12 (7,7%)	2 (1,3%)	82 (52,6%)
Две операции	3 (1,9%)	10 (6,4%)	5 (3,2%)	13 (8,3%)	4 (2,6%)	14 (9%)	5 (3,2%)	54 (34,6%)
Три и более операции	0 (0%)	6 (3,8%)	3 (1,9%)	3 (1,9%)	4 (2,6%)	3 (1,9%)	1 (0,6%)	20 (12,8%)
Итого	12 (7,7%)	37 (23,7%)	19 (12,2%)	34 (21,8%)	17 (10,9%)	29 (18,6%)	8 (5,1%)	156 (100%)

TABLE 3
FREQUENCY OF FALSE JOINTS IN DIFFERENT TYPES OF FRACTURES AND NUMBER OF PREVIOUS SURGICAL INTERVENTIONS, AB. (%)

($n = 2, p < 0,05$), 6 месяцев у 1,1 % ($n = 2, p < 0,05$) и 8 месяцев у 5,1 % ($n = 9, p < 0,05$). Кроме того, при гипертрофическом виде ложного сустава у мужчин отмечалось уменьшение сроков сращения при данном виде ложного сустава: 4 месяца у 6,3 % ($n = 11, p < 0,05$), 6 месяцев у 2,3 % ($n = 4, p < 0,05$) и 8 месяцев у 1,1 % ($n = 2, p < 0,05$). В группе со свободной аутопластикой не было выявлено статистической значимости среди лиц обоего пола между различными видами ложного сустава на каждом сроке сращения. Наблюдалась обратная благоприятная тенденция к уменьшению длительности сращения у женщин с атрофическим видом ложного сустава.

Дополнительно было проведено сравнение видов формирующихся ложных суставов и времени сращения перелома в зависимости от возрастной группы. В группе без проведения аутопластики не определялось статистической значимости среди лиц моложе и старше 60 лет между гипертрофическим и олиготрофическим видами ложного сустава на каждом сроке сращения. Выявлено, что у лиц старше 60 лет имеется тенденция к увеличению сроков сращения при любом виде ложного сустава: срок консолидации составил 4 месяца у 1,1 % ($n = 2, p < 0,05$), 6 месяцев у 6,8 % ($n = 12, p < 0,05$) и 8 месяцев у 10,2 % ($n = 18, p < 0,05$). Имеется статистическая значимость при атрофическом виде ложного сустава у лиц старше 60 лет в группе без использования костной аутопластики: 4 месяца у 0,6 % ($n = 1, p < 0,05$), 6 месяцев у 1,1 % ($n = 2, p < 0,05$) и 8 месяцев у 4 % ($n = 7, p < 0,05$). Атрофический вариант у данных пациентов не предполагает положительных прогнозов к ускорению сроков сращения у лиц моложе 60 лет и составляет 8 месяцев у 5,7 % ($n = 10, p < 0,05$). В группе со свободной аутопластикой не было выявлено статистической значимости среди лиц моложе и старше 60 лет между различным видом ложного сустава на каждом сроке сращения. Прослеживается тенденция к уменьшению сроков сращения при атрофическом варианте среди обеих возрастных групп: 4 месяца у 8,5 % ($n = 15, p < 0,05$), 6 месяцев у 6,3 % ($n = 11, p < 0,05$) и 8 месяцев у 4,5 % ($n = 8, p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Возвращаясь к вопросу о значимости типа перелома в формировании ложных суставов, отдельно следует выделить спиралевидный перелом (тип A1), так как, по результатам литературных данных, подобная патология является наиболее благоприятной при оперативном лечении и демонстрирует хорошие показатели уже на 4 месяце после операции [16]. Отмечаются статистически значимые различия во всех временных интервалах ($p < 0,05$), из чего можно предположить, что данный фактор является прогностически значимым, вследствие чего можно учитывать спиралевидный перелом как отдельный фактор, который, вероятно, не будет иметь значительного влияния на увеличение скорости сращения.

Данные, полученные в отношении сегментарного фрагментарного перелома (тип C3) соответствуют данным литературы и характеризуют данную патологию, как наиболее неблагоприятную в аспекте скорости сращения за счет тяжести повреждения, обусловленной большим количеством фрагментов и отсутствием соединения между ними, что приводит к постоянному их смещению друг относительно друга и, как следствие, препятствует своевременной консолидации [17]. Поэтому методом выбора лечения подобного перелома является костная пластика.

Подтверждает полученные выводы и исследование Черняева С.Н. и соавт., где отмечается роль таких факторов, как оскольчатый или сегментарный характер перелома, местные нарушения кровоснабжения костных фрагментов, некачественно проведенный остеосинтез, интерпозиция мягких тканей и др. Также авторы говорят о зависимости успеха лечения от таких параметров, как размер костного дефекта, методика остеосинтеза, количество предшествовавших операций и времени, прошедшего с момента травмы. Несмотря на то, что в статье идет речь о травмах предплечья, данные сегменты биомеханически сходны по высокой ротационной нагрузке, что может быть причиной несращения и, как следствие, потребовать особого подхода при формировании реабилитационного протокола [18, 19].

Касательно значимости возрастного фактора, результаты, похожие на полученные в ходе настоящего исследования, в своем исследовании описали Kotsifaki A. et al.: они отметили возрастное снижение количества остеопрогениторных клеток в надкостнице, стимулирующих костную регенерацию, причем у женщин данное изменение было особенно выраженным [20]. Saul D. et al. также отмечали возрастное снижение количества клеток-предшественников остеопрогениторных клеток в аспиратах костного мозга у женщин, в то время как подобные изменения у мужчин не определялись. Кроме того, у пациентов с нарушением репарации костной ткани были выявлены более низкие уровни концентрации данных клеток в гребнях подвздошных костей, по сравнению с контрольной группой, при этом подобное снижение начинается уже на втором десятке жизни, что также может говорить о меньшей эффективности использования свободной костной аутопластики [3].

Согласно данным литературы, основными факторами риска возникновения ложных суставов считаются: операционная техника и применяемая конструкция, пожилой возраст, курение, плохое качество оказываемой медицинской помощи, а также длительный прием нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП). При изучении причин формирования ложного сустава диафиза плечевой кости Jensen S.S. et al., выявили, что несращение после проведения хирургического лечения перелома диафиза плечевой кости связано с пожилым возрастом, ожирением и курением в анамнезе в равной степени [21], что совпало с результатами, полученными в ходе нашего исследования.

Однако в публикации Miska M. et al., возраст больных с успешным сращением ложного сустава диафиза плечевой кости был значительно меньше (в среднем 46,6 лет), нежели у больных с сохраняющимся несращением (в среднем 62,4 года), при этом такие факторы как курение не оказали существенного влияния на консолидацию [22]. В проанализированных публикациях между авторами имеются разногласия о влиянии локализации переломов плечевой кости на формирование ложных суставов. Некоторые из этих исследований имеют единый характер и основываются на небольших выборках пациентов.

В ходе нашего исследования было отмечено, что наиболее частыми локализациями переломов, приводящих к формированию ложных суставов стали верхняя треть диафиза при косом типе перелома (тип A2) и средняя треть диафиза при клиновидном интактном типе перелома (тип B2). При этом проблема прогнозирования нарушений консолидации костных отломков является перспективной с точки зрения изучения выработки рекомендаций по поводу тактики оперативного лечения и дальнейшего наблюдения данной патологии. Однако количество публикаций, освещающих данный вопрос, относительно невелико.

В исследовании Dahmani O. et al., было выявлено, что наиболее распространенным местом несращения является средняя треть диафиза плечевой кости, на ее долю пришлось 65 % случаев [23]. Данной позиции также придерживаются Xue Z. et al [24]. Это можно объяснить тем, что в указанной области на передне-медиальной поверхности проходит питательная артерия плечевой кости (a. nutricia), обеспечивающая до 90 % кровоснабжения диафиза. В абсолютном большинстве случаев (84 %) данная артерия является единственной, и лишь в 13 % – парной. Соответственно, она имеет большое значение для поддержания метаболизма внутри кости. Однако значительная часть переломов плеча приходится именно на его среднюю треть, что нередко приводит к повреждению питательной артерии. Образующаяся гематома препятствует соединению костных отломков, из-за недостатка кровоснабжения нарушается регенерация костной ткани. При отсутствии своевременных мероприятий по восстановлению высок риск образования ложного сустава. Несращение плечевой кости происходит в 15–30 % случаев и напрямую зависит от тактики лечения, при этом авторы отдают предпочтение минимально инвазивным операциям или операциям через передний доступ. Результаты исследования Harkin F. et al., отмечают повышенную склонность к образованию псевдоартрозов среди переломов проксимальной и дистальной третьей плечевой кости, поэтому при данной топографии, а также при простых и спиральных формах было рекомендовано оперативное лечение. Позиция авторов в наибольшей степени совпадает с результатами, полученными в ходе настоящего исследования [25].

При консервативном лечении отмечалось увеличение частоты задержки сращения до 26 недель (13 %) и образования ложных суставов (33 %). При раннем

хирургическом вмешательстве частота сращения костных отломков была сравнительно выше, при этом не отмечалось разницы между фиксацией пластинами и гвоздями в отношении сращения отломков [25]. В то же время Попов В.П. свидетельствует о полном отсутствии влияния локализации перелома на результат его сращения [26].

ВЫВОДЫ

Таким образом, в рамках данной выборки было отмечено, что к ложному суставу чаще всего приводили такие типы переломов, как клиновидный интактный (тип B2), косой (тип A2), особенно при наличии в анамнезе 1 или 2 предшествующих операций их риск возрастает более чем до 20 %. Отдельно следует выделить сегментарный фрагментарный (тип C3), время сращения которого в 100 % случаев занимало не менее 8 месяцев при лечении без использования костной аутопластики и не менее 6 месяцев при ее использовании. Анализ данной информации поможет спрогнозировать неблагоприятный анатомический и функциональный результат лечения и избежать его возникновения. Курение и пожилой возраст также удлинили процесс костного сращения в группе без аутопластики до 8 месяцев в 47,7 % и 56,3 % соответственно, в то время как в группе со свободной аутопластикой подобная тенденция наблюдалась у больных с ожирением: у 50 % больных время сращения заняло 8 месяцев. У лиц старше 60 лет в 100 % случаев имеется тенденция к увеличению сроков сращения при любом виде ложного сустава.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Bergdahl C, Ekholm C, Wennergren D, et al. Epidemiology and patho-anatomical pattern of 2,011 humeral fractures: data from the Swedish Fracture Register. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016; 17: 159. doi: 10.1186/s12891-016-1009-8
2. Sargeant HW, Farrow L, Barker S, Kumar K. Operative versus non-operative treatment of humeral shaft fractures: A systematic review. *Shoulder Elbow.* 2020; 12(4): 229–242. doi: 10.1177/1758573218825477
3. Saul D, Menger MM, Ehnert S et al. Bone Healing Gone Wrong: Pathological Fracture Healing and Non-Unions-Overview of Basic and Clinical Aspects and Systematic Review of Risk Factors. *Bioengineering (Basel).* 2023;10(1):85. doi: 10.3390/bioengineering10010085
4. Хорак К.И., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Джафаров В.Т. Факторы риска развития ложного сустава плечевой кости: обзор литературы *Хирургия. Восточная Европа.* 2024; 13(2): 273–284. [Horak K, Kogan P, Parfeev DG, Jafarov VT. Risk factors for the development of a false humer-

- us joint: a literature review. *Surgery. Eastern Europe*. 2024; 13(2): 273–284 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2024.13.2.039
5. Ambatkar SY, Rudey MD. Pseudoarthrosis of tibia and fibula. *Pan Afr Med J*. 2023; 44: 112. doi: 10.11604/pamj.2023.44.112.39077
6. Velázquez-Moreno JD, Casiano-Guerrero G. Algoritmo del tratamiento de la pseudoartrosis diafisaria [Diaphyseal pseudoarthrosis treatment algorithm]. *Acta Ortop Mex*. 2019; 33(1): 50–57.
7. Хорак К.И., Коган П.Г., Лях А.Р., Стафеев Д.В. История и перспективы развития остеосинтеза и рестоосинтеза диафиза плечевой кости *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье*. 2023; 13(4): 69–95 [Khorak KI, Kogan PG, Lyakh AR, Stafeev DV. History and prospects of development of methods of osteosynthesis and osteosynthesis of the humerus diaphysis. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ"*. 2023; 13(4): 69–95 (In Russ.). doi: 10.20340/vmi-rvz.2023.4.CLIN.8
8. Shetty K, Cheppalli N, Kaki D, et al. Autologous Nonvascularized Fibula Graft and Locking Compression Plating for Failed Fixation of Humeral Shaft with Atrophic Gap Nonunion. *Cureus*. 2022; 14(4): 24293. doi: 10.7759/cureus.24293
9. Брагина С.В., Искусов П.В., Лapidус Д.А. и др. Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2020; 26(3): 150–157. [Bragina SV, Iskusov PV, Lapidus DA, et al. Unstable osteosynthesis fracture of the humerus as a cause of false joint and extensive bone defect (clinical case). *Traumatology and Orthopedics in Russia*. 2020; 26(3): 150–157 (In Russ.). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-150-157
10. Бельский И.Г. Комментарий к статье «Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай)» *Травматология и ортопедия России*. 2020; 26(3): 158–162. [Belskiy IG. Comment to the Article "Unstable Osteosynthesis of a Humeral Diaphyseal Fracture as a Cause of a Pseudoarthrosis and an Extensive Bone Defect (A Case Report)". *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020; 26(3): 158–162 (In Russ.). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-158-162
11. Prokhorova ES, Urazgildeev RZ, Eremushkin MA, Kolyshenkov VA. Modern treatment approaches in patients with false joints and lower extremities long bones defects: analytical review. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2020; 96(2): 84–89. doi: 10.38025/2078-1962-2020-96-2-84-89
12. Dailey HL, Wu KA, Wu PS, et al. Tibial fracture nonunion and time to healing after reamed intramedullary nailing: risk factors based on a single-center review of 1003 patients. *Journal of Orthopaedic Trauma*. 2018; 32e263–e269. doi: 10.1097/BOT.0000000000001173
13. Moghaddam A, Zimmermann G, Hammer K, et al. Cigarette smoking influences the clinical and occupational outcome of patients with tibial shaft fractures. *Injury*. 2011; 42(12): 1435–1442. doi: 10.1016/j.injury.2011.05.011
14. Karikari IO, Metz LN. Preventing Pseudoarthrosis and Proximal Junctional Kyphosis: How to Deal with the Osteoporotic Spine. *Neurosurg Clin N Am*. 2018; 29(3): 365–374. doi: 10.1016/j.nec.2018.03.005
15. Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, et al. Fracture and Dislocation Classification Compendium. *J Orthop Trauma*. 2018; 32(1): S1–S170. doi: 10.1097/BOT.0000000000001063
16. Lee A, Wait T, Shah K, et al. Management of humeral nonunions following failed surgical fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022; 142(3): 401–408. doi: 10.1007/s00402-020-03577-2
17. Matsunaga FT, Tamaoki MJS, Matsumoto MH, et al. Minimally Invasive Osteosynthesis with a Bridge Plate Versus a Functional Brace for Humeral Shaft Fractures: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2017; 99(7): 583–592. doi: 10.2106/JBJS.16.00628
18. Черняев С.Н., Неверов В.А., Кравцов А.Н., Бардавелидзе Г.В., Егоров К.С. Результаты лечения больных с осложнениями переломов костей предплечья. *Современные проблемы науки и образования*. 2024; 3: 50. [Chernyaev SN, Neverov VA, Kravtsov AN, Bardavelidze GV, Egorov KS. Results of treatment of patients with complications of fractures of the forearm bones. *Modern problems of science and education*. 2024; 3: 50. (In Russ.). doi: 10.17513/spno.33507
19. Черняев С.Н., Неверов В.А. Современные представления о лечении осложненных переломов костей предплечья (обзор литературы). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2020; 27(4): 73–79. [Chernyaev SN, Neverov VA. Modern concepts of treatment of complicated diaphyseal forearm fractures (literature review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020; 27(4): 73–79. (In Russ.). doi: 10.17816/vto35163
20. Kotsifaki A, Kalouda G, Maroulaki S, Foukas A, Armakolas A. The Genetic and Biological Basis of Pseudoarthrosis and Fractures: Current Understanding and Future Directions *Diseases*. 2025; 13(3): 75. doi: 10.3390/diseases13030075
21. Jensen SS, Jensen M, Gundtoft PH, et al. Risk factors for nonunion following surgically managed, traumatic, diaphyseal fractures: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev*. 2022; 7(7): 516–525. doi: 10.1530/EOR-21-0137
22. Miska M, Findeisen S, Tanner M, et al. Treatment of nonunions in fractures of the humeral shaft according to the Diamond Concept. *The Bone & Joint Journal*. 2016; 98-B(1): 81–87. doi: 10.1302/0301-620X.98B1.35682
23. Dahmani O, Bouziane A, Shimi M, et al. Pseudoarthrose aseptique de la diaphyse humerale traitée par plaque vissée et autogreffe osseuse (à propos de 20 cas). [Aseptic non-union of humeral shaft fractures treated by plating and bone grafting. Report of 20 cases]. *Chir Main*. 2013; 32(2): 85–91. doi: 10.1016/j.main.2013.02.003
24. Xue Z, Ding H, Hu C, Xu H, et al. An Anatomical Study of the Nutrient Foramina of the Human Humeral Diaphysis. *Med Sci Monit*. 2016; 22: 1637–1645. doi: 10.12659/msm.898361

25. Harkin FE, Large RJ. Humeral shaft fractures: union outcomes in a large cohort. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2017; 26(11): 1881–1888. doi: 10.1016/j.jse.2017.07.001
26. Попов В.П. Влияние экзогенных и эндогенных факторов на темпы консолидации переломов длинных трубчатых костей при накостном остеосинтезе. *Бюллетень сибирской медицины*. 2015; 14(1): 73–80. [Popov VP. Effect of exogenous and endogenous factors on the rate of consolidation of fractures of the long bones in osteosynthesis. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2015; 14(1): 73–80 (In Russ.)].

Сведения об авторах

Хорак Константин Иосифович – врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4043-4164>

Коган Павел Геннадьевич – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7179-4851>

Парфеев Дмитрий Геннадьевич – кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8199-7161>

Рустамов Рухидин Шамсиддин угли — ординатор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4653-6352>

Кроляк Дмитрий Игоревич – врач-травматолог-ортопед, ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6470-0571>

Морозов Артем Михайлович – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО «Тверской государственной медицинской академии» Минздрава России; e-mail: ammorozovv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4213-5379>

Пискарева Мария Евгеньевна – студентка 4 курса ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; e-mail: maria-piskareva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4329-2539>

Information about the authors

Konstantin I. Horak – traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4043-4164>

Pavel G. Kogan – Cand. Sc. (Med.), traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7179-4851>

Dmitriy G. Parfeev – Cand. Sc. (Med.), traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8199-7161>

Rukhidin Sh.u Rustamov – resident, Saint Petersburg State Pediatric Medical University; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4653-6352>

Dmitriy I. Krolyak – traumatologist-orthopedist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics; e-mail: kostet0808@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-6470-0571>

Artem M. Morozov – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University; e-mail: ammorozovv@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4213-5379>

Maria E. Piskareva – 4th year student, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; e-mail: maria-piskareva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4329-2539>