

DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.2.60-65

УДК 616.728.3-089.28

© Самодай В.Г., Борисов А.К., Токарь В.А., Андреев А.А., Колябин Д.С., 2018

## СКЕЛЕТНАЯ ТРАВМА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭТИОПАТОГЕНЕЗА, ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В.Г. САМОДАЙ<sup>а</sup>, А.К. БОРИСОВ<sup>б</sup>, В.А. ТОКАРЬ<sup>в</sup>, А.А. АНДРЕЕВ<sup>д</sup>, Д.С. КОЛЯБИН<sup>е</sup>

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, 394036, Россия

**Резюме:** Статья посвящена исследованию проблематики скелетной травмы, связанной с вопросами этиопатогенеза, эпидемиологии, клинических проявлений, диагностики, прогностической оценки и основных подходов к лечению переломов. Обозначена актуальность проблемы лечения переломов на современном этапе, отмечена её социальная и экономическая значимость. Прослежены основные тенденции, связанные с численным увеличением отдельных видов травматических повреждений, особенности изменения количественного соотношения переломов, вызванных разными этиологическими факторами за последние годы, также обозначены предполагаемые изменения структуры травматизма в ближайшей перспективе. Отмечена роль сопутствующей патологии, возрастного и гендерного факторов как негативно влияющих на процесс репаративной регенерации костной ткани. Уделено внимание ключевым особенностям клинической картины и возможностям прогностической оценки развития исходов переломов на основании различных критериев оценки предполагаемых исходов. Указаны современные способы диагностики переломов и их основные преимущества. В вопросах лечения обозначена значимость фармакологической коррекции сопутствующей патологии и краткая характеристика различных классов лекарственных средств, применяемых с целью стимуляции репаративного остеогенеза. Вместе с тем, в ходе рассмотрения различных молекулярно-биологических, химических и физических факторов, позитивно влияющих на регенерацию костной ткани, обнаружена сложность их комплексного применения в связи с высокой стоимостью многих из них в настоящее время. Также были проанализированы методы оперативного лечения переломов и их ключевые особенности.

**Ключевые слова:** перелом, репаративный остеогенез, остеопороз, остеосинтез.

## SKELETAL TRAUMA: ACTUAL ISSUES OF ETIOLOGY, PATHOGENESIS, DIAGNOSTICS AND RATIONAL SELECTION OF TREATMENT TACTICS AT PRESENT STAGE (LITERATURE REVIEW)

SAMODAY V.G.<sup>a</sup>, BORISOV A.K.<sup>b</sup>, TOKAR V.A.<sup>c</sup>, ANDREEV A.A.<sup>d</sup>, KOLYABIN D.S.<sup>e</sup>

Voronezh N.N. Burdenko State Medical University, Voronezh, 394036, Russia

**Summary:** The article is dedicated to the research of skeletal traumas' problems: modern issues of etiology, pathogenesis, clinical appearance, diagnostics, prognostic estimate and basic approaches to the treatment of fractures. Urgency of problems associated with fractures treatment at present stage was pointed as well as their social and economic importance. Basic tendencies were linked with an increase of selected fracture types, changes of numerical ratio between different fractures caused by the variety of traumatic factors. Predicted changes of traumatism structure in short-term perspective were also pointed. Role of intercurrent diseases, gender and age as factors that negatively affect reparative bone healing have been shown. Special attention is paid to the key features of clinical appearance and prospective estimate scales of the fractures' outcomes. Special methods of diagnostics have been indicated in combination with their key advantages. The importance of pharmaceutical correction of the intercurrent diseases is marked alongside with the brief characteristic of drugs that positively affect bone healing. Furthermore, during the analysis of biological, chemical, and physical factors that positively affect fracture healing, complexity of their implementation was also found out. Methods of the surgical treatment of fractures have been evaluated as well.

**Key words:** fracture; bone healing; osteoporosis; osteosynthesis.

### Актуальность

Вследствие стремительности научно-технического развития, всё большей интенсификации локальных войн, террористических актов и вооружённых конфликтов на протяжении последних 35 лет прослеживается устойчивая тенденция к всё

большей тяжести травм и увеличению количества поражённых с травматическими повреждениями [1]. Несмотря на эволюционно совершенный процесс репарации костной ткани, после повреждений механической природы, частота неудовлетворительных исходов при лечении переломов может достигать 30% [2].

<sup>а</sup> E-mail: v\_samoday@mail.ru

<sup>б</sup> E-mail: Leech.andyy@yandex.ru

<sup>в</sup> E-mail: tokar.vrn@mail.ru

<sup>д</sup> E-mail: sugery@mail.ru

<sup>е</sup> E-mail: diman.koljbin@yandex.ru

Ежегодно в США порядка 5% всех переломов костей различных сегментов не срастаются, занимая, таким образом, лидирующее место среди всех причин, как временной нетрудоспособности, так и первичного выхода на инвалидность среди пациентов с травматическими повреждениями опорно-двигательного аппарата (ОДА) [1].

Наиболее распространёнными посттравматическими осложнениями переломов являются стойкие контрактуры, в том числе ишемического генеза, и мышечные гипотрофии, приводящие к грубому нарушению функции конечности, приводя, таким образом, к инвалидности [3].

Проблема остеопороза (ОП) по-прежнему остаётся актуальной вследствие высокой распространённости у пациентов старших возрастных групп: ОП у пациентов старше 50 лет обнаруживается у 30,5–33,1% женщин и 22,8–24,1% мужчин [4]. Так, в ФРГ из 82 млн жителей 7,8 млн болеют ОП, в РФ общая численность пациентов с ОП составляет порядка 14 млн. человек. Гендерная структура в заболеваемости остеопорозом в целом по Европе – 36% у женщин; 26,4% – у мужчин [5].

Из всех переломов на фоне ОП самыми частыми и в то же время самыми тяжёлыми из всех низкоэнергетических переломов являются переломы проксимального отдела бедра. В течение одного календарного года в среднем по России переломы этой области на фоне ОП встречаются у 2 человек из 1000 старше 50 лет. Согласно статистическим данным, частота переломов проксимального отдела бедра к 2035 году возрастёт на 136% среди мужчин и на 143% среди женщин [6]. При сохранении текущей тенденции, экономический ущерб от переломов проксимального отдела бедра на фоне ОП к 2050 году составит 131,5 млрд. долларов США.

К 2025 и 2050 годам ожидаемые затраты на лечение переломов шейки бедренной кости в мире составят 82,7 и 131,5 млрд. долл. США соответственно, что является собой острую медико-социальную проблему [7].

Вместе с тем, неудовлетворительные результаты лечения переломов различных сегментов связаны, в значительной степени с отсутствием унифицированного стандарта использования различных методик остеосинтеза, недостаточного внедрения новых технологических решений в лечении ран и реконструкции мягкотканых дефектов [8].

### Эпидемиология

Среди всех травматических повреждений длинных трубчатых костей, переломы костей голени занимают первое место (8,1-61,5% всех случаев [9]).

Переломы дистального отдела голени на уровне лодыжек составляют 40-57% среди переломов костей голени и 12-25% среди переломов всех сегментов [10]. Вместе с тем, открытые переломы голени составляют от 8 до 36,6% среди всех переломов длинных трубчатых костей с риском развития стойких контрактур суставов до 45,4%, инфекционно-воспалительных осложнений от 26,1 до 54,7%, причём первичная инвалидизация может достигать 74,5% при восстановлении трудоспособности в 49-53% случаев [8]. В структуре травматизма всех сегментов ОДА на долю переломов бедренной кости приходится от 15 до 45% травм [9], причём переломы шейки бедра составляют до 70% травм проксималь-

ного отдела бедренной кости [2,11,12] и 18,0% всех переломов длинных костей скелета.

Внутрисуставные переломы большеберцовой кости в метаэпифизарной зоне остаются одной из самых острых проблем в современной травматологии. Переломы в этой зоне характеризуются высоким процентом неудовлетворительных результатов, на уровне 10-54%. Это связано как с развитием гнойно-воспалительных осложнений, так и сстойкой инвалидизацией (5,9-9,1%), развитием стойких контрактур (29-50%) и деформирующего крузартроза (60-80%) [11,13].

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости среди взрослых составляют до 90% всех переломов костей предплечья. В структуре травматизма всех сегментов доля этих переломов составляет 20-25% [3].

Переломы тазовых костей в структуре травматизма составляют 3-8%, причём характеризуются гемодинамической нестабильностью у 5-20% пациентов и смертностью в 18-40% [14].

Переломы плечевой кости в проксимальном отделе, согласно литературным данным, составляют 45-80% всех переломов плечевой кости. В структуре травматизма всех сегментов ОДА переломы плечевой кости в проксимальном отделе составляют 3-5%. Переломовывихи плеча среди всех травм плечевой кости встречаются в 14,5% случаев [15].

Особое место в политравме занимают множественные переломы костей нижних конечностей, частота которых имеет тенденцию к росту год от года и составляет 6,6 - 75,3% всех переломов [9,16].

### Этиология

Среди всех причин переломов, наиболее частыми являются падение с высоты и дорожно-транспортный травматизм [11,7]. Вместе с тем, переломы классифицируются по силе травмирующего агента, приведшего к их появлению. Так, выделяется высокоэнергетическая травма, из которой большую часть (50%) составляют ДТП, а также падения с большой высоты – 20%. Низкоэнергетические переломы возникают, как правило, по причине осевой и ротационной нагрузки, а также падения с высоты собственного роста и составляют 30% [13].

На структуру травматизма весьма большое влияние оказывают климатические условия. Так, переломы лодыжек чаще возникают в период зимнего гололёда и весенне-осенней распутицы [10].

Одним из важных факторов, способствующих росту частоты переломов в возрасте 50 и более лет, являются сопутствующие заболевания, такие как системный остеопороз и сердечно-сосудистые болезни [17]. Вообще, возраст как фактор риска является основным в развитии остеопороза [4], который, в свою очередь, является причиной низкоэнергетических переломов у 1,5 млн. человек ежегодно [7]. Также значительными факторами риска переломов являются нарушения в гипоталамо-гипофизарной системе регуляции, патология щитовидной железы, изменение концентрации половых гормонов, нарушенный обмен витамина D [4,18].

### Патогенез

Травматический механогенез зависит от положения конечности в момент травмы и направления действия травмирующей

щего фактора [13]. Кость является органом, находящимся в состоянии динамического равновесия и выполняющим функцию опоры и защиты, при этом являясь важной частью минерального обмена, иммунопоэза и кроветворения. При этом костная ткань является гетерогенным композитом, образованным органическим, минеральным матриксами и клетками, поддерживающими баланс резорбции и формирования кости [19]. В процессе жизнедеятельности кости выделяют два параллельно протекающих процесса, называемые моделированием и ремоделированием костной ткани, осуществляемые деятельностью остеобластов и остеокластов [19]. В процессе жизнедеятельности кости принято выделять три разновидности остеогенеза – физиологический, характеризующийся скомпенсированным воздействием моделирования и ремоделирования; репаративный, характерный для регенерации переломов; патологический, характеризующийся качественным нарушением структуры костных балок, например, при различных формах *osteogenesis imperfecta* [20].

Репаративный остеогенез представляет собой сложный процесс, состоящий из пространственных и временных взаимодействий разных типов клеток и внеклеточного матрикса под контролем нескольких сотен генов [2,21]. Таким образом, репаративный остеогенез является многовекторным процессом, образованным многими составляющими и потому зависящим от взаимодействия многих факторов. Репаративный остеогенез может быть скомпрометирован различными факторами, такими как, характер травмы (высокоэнергетические, фрагментарные, открытые и инфицированные переломы, ишемия окружающих тканей или их обширное повреждение), возраст старше 50 лет, табакокурение, алкоголизм, сопутствующая патология, методологические ошибки при лечении перелома, избыточный вес и приём отдельных лекарственных препаратов (например, глюкокортикостероидов) [2].

#### Клиника и диагностика

Абсолютными признаками переломов общепринято считаются следующие: деформация конечности в проекции перелома, патологическая подвижность и крепитация костных отломков, пальпаторно определяемая локальная болезненность, усиливающаяся при движениях и осевой нагрузке, гематома, вынужденное положение пострадавшей конечности и нарушение её функции. Клиническая картина может иметь различия в зависимости от сопутствующей патологии. Так, у 45,7% больных травматолого-ортопедического профиля выявляются сердечно-сосудистые заболевания, а у 54,3% наблюдается сочетанная патология жизненно важных систем организма [22].

В диагностике переломов применяются как традиционная рентгенография в прямой и боковой проекциях, так и компьютерная томография с толщиной среза менее 2 мм, мультиспиральная компьютерная томография с возможностью компьютерной трёхмерной реконструкции исследуемой области. Возможность послойного изучения взаимного расположения костных отломков наряду с оценкой смежных структур является важным преимуществом компьютерной томографии, особенно полезным при диагностике переломов плато большеберцовой кости без импресии суставной площадки и при диагностике повреждений костей запястья [17].

#### Оценка тяжести

Оценка тяжести травм механической природы основывается на основании разных критериев: это может быть определение анатомической тяжести повреждения (шкалы ISS, PTS, AIS, шкала шокогенности Цибина), определение степени изменений патофизиологического характера (шкалы RTS, TS, шкала комы Глазго, APACHE II, APACHE III). Также применяются балльные шкалы комплексной оценки тяжести травм по анатомо-патофизиологическим показателям (шкалы CRAMS, TRISSAN, TRISS) и по оценке тяжести повреждений и состояния поражённых (шкалы ВПХ-СП и ВПХ-П (MT)) [1].

#### Лечение

При наличии остеопороза как сопутствующей патологии при скелетной травме необходимо применение комплексного ревмоортопедического подхода и включать ЛС, направленные на повышение минеральной плотности и улучшение микроархитектоники костной ткани. Такими препаратами являются бисфосфонаты (в том числе моноклональные антитела с антирезорбтивной активностью, не являющиеся бисфосфонатами по химической природе), анаболические препараты, климактоплан, активные формы витамина D, такие как альфакальцидол [6,17].

На современном этапе репаративный остеогенез может быть индуцирован различными методами, такими как остеобластический (пересадка продромальных остеогенных клеток с собственным костеобразующим потенциалом). Остеокондуктивный метод предполагает пассивную стимуляцию продромальных остеогенных клеток с помощью аналогов костной ткани синтетической либо полусинтетической природы, а также при использовании аллогенных костных трансплантатов.

Остеоиндуктивный метод осуществляется посредством воздействия костными морфогенетическими белками. Стимулированный метод основан на воздействии факторов, непосредственно стимулирующих остеогенез – бета-трансформирующий фактор роста (TGF- $\beta$ ), инсулиноподобные факторы роста 1 и 2 типа (IGF-I, IGF-II), тромбоцитарный фактор роста (PDGF), эпидермальный фактор роста (EGF), основной и кислотные факторы роста фибробластов (bFGF и aFGF соответственно). Несмотря на высокую клиническую эффективность, значительная дороговизна и ресурсоёмкость, а также зависимость от материально-технического оснащения значительно ограничивает широту применения данных методик в клинической практике [2,23].

В течение последних 10 лет значительное внимание уделяется исследованию свойств аутологичных стволовых клеток, известных своей плюрипотентностью и способностью к активной дифференцировке по хондро- и остеогенному пути, что может в перспективе решить проблему недостатка пластического материала [25].

Установлено, что металлокерамика, костный цемент, коралловая керамика, полилактидные полимерные материалы, титан с покрытием из фосфата кальция, обладают остеокондуктивными свойствами. Наряду с этим, физико-механические свойства, такие как шероховатость поверхностей, микропористость имплантируемых конструкций имеют важное остеоиндуктивное значение [26].

Богатая тромбоцитами плазма характеризуется высоким содержанием аутогенных тромбоцитов, содержащих факторы PDGF и TGF- $\beta$ , запускающих каскад регенерации кости после дегрануляции материнских клеток [23,24].

Хирургическая составляющая лечения переломов заключается в остеосинтезе – открытой репозиции отломков с последующей фиксацией в физиологически правильном положении с использованием различных фиксирующих устройств [12]. Однако при определении показаний к способам лечения различных видов переломов имеется значительное расхождение мнений, как следствие этого – отсутствие единой стратегии, большой процент неудовлетворительных исходов лечения и высокий уровень инвалидизации [13,7]. Ключевым фактором выбора импланта, по мнению К.В. Толедо с соавт., должна являться оценка степени травматического разрушения скомпрометированной кости [13]. Спектр основных методов хирургического лечения переломов может быть разделён на 4 подкласса: открытая репозиция отломков с последующим остеосинтезом (при помощи металлоконструкций, шовного материала, костных трансплантатов), закрытая репозиция с диафиксацией спицами либо остеосинтезом блокируемыми стержнями, чрескостный остеосинтез в условиях аппаратов внешней фиксации, эндопротезирование поражённого сустава [15].

В интересах улучшения результатов лечения переломов, по мнению К.В. Толедо с соавт., важна разработка лечебного комплекса на костного остеосинтеза с применением дефектзамещающих материалов. При этом ставится задача анатомичной репозиции с заполнением дефекта устойчивым трансплантатом и стабильной фиксацией с целью обеспечения возможности ранней реабилитации. [13].

В качестве фиксирующих имплантатов используются пластины, винты, стержни из нержавеющей стали либо титана (в том числе анодированного), углепластиковые материалы и многие другие [12]. Стабильный остеосинтез с применением современных конструкций обеспечивает возможность ранней функциональной реабилитации, что особенно важно при лечении внутри- и околоуставных переломов [15].

«Золотым стандартом» в лечении переломов различных сегментов ОДА считается метод чрескостного остеосинтеза, широко применяемый при открытых переломах, множественных и огнестрельных травмах. Малоинвазивность, низкая травматичность и относительная простота оперативного вмешательства позволяет применять данный метод и у пациентов старческого возраста [9].

К другим методам лечения переломов длинных трубчатых костей относится интрамедуллярный остеосинтез, преимуществом которого является малая кровопотеря, уменьшение длительности оперативного вмешательства и короткий период реабилитации [9]. Интрамедуллярный остеосинтез с блокирующей системой успешно применяется при лечении диафизарных и метаэпифизарных переломов костей нижней конечности [9].

Закрытый малоинвазивный остеосинтез переломов при помощи винтов характеризуется малой травматизацией, при этом менее стабильная фиксация отломков предполагает применение дополнительных мер по иммобилизации перелома, негативно влияя, таким образом, на сроки реабилитации пациента [13].

Широко применяются пластины с угловой стабильностью LCP (Locking Compression Plate), характеризующиеся меньшим давлением на надкостницу и, соответственно, лучшей сохранностью кровообращения кости [27,6].

Также для лечения переломов всё более широко используются ауто- и аллотрансплантаты, а также импланты, такие как микропористые керамические и углеродные материалы, металлоконструкции с напылением гидроксиапатита, аутокость [13]. Применяемые импланты и трансплантаты классифицируются на следующие: остеоиндуктивные (такие материалы индуцируют костеобразование – ауто-, реже аллокость, деминерализованный костный матрикс (DBM), костный морфогенетический белок) и остеокондуктивные (такие импланты заполняют дефект, впоследствии прорастая костной тканью из-за сходства с минеральной составляющей кости) [28].

С 1960-х годов интенсивно изучались возможности по использованию физических методов для стимуляции репаративного костеобразования, не являющихся высокоспецифичными, но технически несложных, без применения дорогостоящего оборудования, при этом дающих хорошие результаты [2].

На данный момент широко известно о положительном влиянии на репаративный остеогенез следующих факторов, таких как высокочастотное переменное электромагнитное поле, высокочастотное магнитное поле, постоянный ток, механо-акустические волны, ультразвук, ударно-волновая терапия (УВТ), низкоинтенсивное лазерное излучение. Остеоперфорации, выполненные при помощи лазера, имели более выраженный остеиндуктивный эффект, чем таковые, выполненные при помощи спиц Киршнера [2]. Ультразвуковое воздействие вызывает модулирование аденилатциклазы, простагландина E, стимулирует экспрессию генов TGF [29]. Ramli с соавт. продемонстрировали, что низкоинтенсивное ультразвуковое воздействие стимулирует неоангиогенез [30]. Данные по применению низкочастотного ультразвука представляются перспективными, но распространению его применения в повседневной практике препятствует недостаточное количество исследований [2].

Из осложнений чаще всего при переломах встречаются несращения и псевдоартрозы (23,2%), развитие посттравматического остеомиелита (0,4-22,4%) [9]. Важную роль в структуре неблагоприятных исходов играет сопутствующее повреждение магистральных сосудов. Так, у 40% пострадавших с травмами костей таза развиваются внутрибрюшные либо внутритазовые кровотечения. При ранении подвздошных артериальных сосудов смертность в течение первых 30 суток может достигать 24% [14].

Уровень летальности при переломах составляет, по разным оценкам, 3-55% случаев [7].

### Выводы

Несмотря на значительные успехи в поисках новых, менее травматичных способов остеосинтеза переломов костей различных сегментов скелета, проблема несращений и формирования псевдоартрозов по-прежнему остаётся острой. При сохраняющейся тенденции к увеличению удельной доли высокоэнергетической травмы, всё большей распространённости остеопороза, чрезвычайно важным является формирование у специалистов комплексного подхода к лечению переломов.

Важно понимать, что даже самый технически совершенный и малотравматичный остеосинтез не является залогом успешного лечения сам по себе, но создаёт предпосылки для лучшей регенерации костной ткани. Посему комплексное воздействие, включающее в себя малотравматичный и стабильный остеосинтез с применением остеointegrативных материалов, рациональную фармакотерапию с целью повышения костеобразования и ингибирования костной резорбции, а также физиотерапевтическое лечение могут повысить шансы на успех костного сращения даже в сложных случаях. Тем не менее, по мнению авторского коллектива, необходимо продолжение научного поиска относительно новых эффективных способов стимуляции репаративных процессов в костной ткани.

### Список литературы/References

1. Определение оптимальной хирургической тактики при переломах длинных костей с учетом объективных методов оценки тяжести политравмы (обзор литературы) / *Лапшин Д.В [и др.] // Травма. 2014. Т. 15. № 3. С. 121-124. [Lapshin D.V et al. Opredelenie optimal'noj hirurgicheskoy taktiki pri perelomah dlennykh kostej s uchetom ob#ektivnykh metodov ocenki tjazhesti politravmy (obzor literatury). Travma, 2014, Vol. 15, No. 3, pp. 121-124. In Russ]*
2. Применение физических факторов для оптимизации костной регенерации (обзор литературы) / *Резник Л.Б. [и др.] // Гений ортопедии. 2015. № 1. С. 89-95. [Reznik L.B. et al. Primenenie fizicheskikh faktorov dlja optimizacii kostnoj regeneracii (obzor literatury). Genij ortopedii, 2015, No. 1, pp. 89-95. In Russ]*
3. *Морозова Е.В., Ведяскина С.И.* Результаты экспериментального исследования применения средств лечебной физической культуры в физической реабилитации лиц пожилого возраста с переломами лучезапястного сустава // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-3. С. 55-58. [Morozova E.V., Vedjaskina S.I. Rezul'taty jeksperimental'nogo issledovanija primenenija sredstv lechebnoj fizicheskoy kul'tury v fizicheskoy rehabilitacii lic pozhilogo vozrasta s perelomami luhezapjastnogo sustava. Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij, 2014, No. 9-3, pp. 55-58. In Russ]*
4. *Данилов Н.В.* Остеопороз как проблема тиреоидной хирургии (обзор литературы) // *Наука молодых – Eruditio Juvenium. 2014. № 1. С. 105-113. [Danilov N.V. Osteoporoz kak problema tireoidnoj hirurgii (obzor literatury). Nauka molodyh – Eruditio Juvenium, 2014, No. 1, pp. 105-113. In Russ]*
5. *Камилов Ф.Х., Фаршатова Е.Р., Еникеев Д.А.* Клеточно-молекулярные механизмы ремоделирования костной ткани и ее регуляция // *Фундаментальные исследования. 2014. № 7-4. С. 836-842. [Kamilov F.H., Farshatova E.R., Enikeev D.A. Kletочно-molekuljarnye mehanizmy remodelirovanija kostnoj tkani i ee reguljacija. Fundamental'nye issledovanija, 2014, No. 7-4, pp. 836-842. In Russ]*
6. *Лесняк О.М.* Эффективность и безопасность альфакальцидола в лечении остеопороза и предупреждении переломов: обзор современных данных // *Эффективная фармакотерапия. 2014. № 10. С. 16-22. [Lesnjak O.M. Jeffektivnost' i bezopasnost' al'fakal'cidola v lechenii osteoporozia i preduprezhdenii perelomov: obzor sovremennyh dannyh. Jeffektivnaja farmakoterapija, 2014, No. 10, pp. 16-22. In Russ]*
7. *Аллахвердиев А.С., Солдатов Ю.П.* Проблемы лечения пострадавших с переломами шейки бедренной кости (литературный обзор) // *Гений ортопедии. 2016. № 1. С. 90-95. [Allahverdiev A.S., Soldatov Ju.P. Problemy lechenija postradavshih s perelomami shejki bedrennoj kosti (literaturnyj obzor). Genij ortopedii, 2016, No. 1, pp. 90-95. In Russ]*
8. Комплексное лечение пострадавших с открытыми переломами костей голени с использованием живого эквивалента кожи и модифицированного аппарата наружной фиксации по Илизарову / *Гянджалиев Р.А. [и др.] // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 6, № 2. С. 139-144. [Gjandzhaliev R.A. et al. Kompleksnoe lechenie postradavshih s otkrytymi perelomami kostej goleni s ispol'zovaniem zhivogo jekvivalenta kozhi i modifitsirovannogo apparata naruzhnoj fiksacii po Ilizarovu. Uspehi sovremennoj nauki i obrazovanija, 2017, Vol. 6, No. 2, pp. 139-144. In Russ]*
9. *Шукуров Э.М.* Современные аспекты лечения больных с множественными переломами костей нижних конечностей (обзор литературы) // *Гений ортопедии. 2014. № 3. С. 89-93. [Shukurov Je.M. Sovremennye aspekty lechenija bol'nyh s mnozhestvennymi perelomami kostej nizhnih konechnostej (obzor literatury). Genij ortopedii, 2014, No. 3, pp. 89-93. In Russ]*
10. *Ли С., Москалев В.П.* Обзор способов лечения переломов лодыжек // *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2015. Т. 22. № 3. С. 6-10. [Li S., Moskalev V.P. Obzor sposobov lechenija perelomov lodyzhek. Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova, 2015, Vol. 22, No. 3, pp. 6-10. In Russ]*
11. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости: эволюция взглядов на хирургическое лечение (обзор литературы) / *Сластинин В.В. [и др.] // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2015. № 3. С. 23-29. [V.V. Slastinin et al. Vnutrisustavnye perelomy distal'nogo otdela bol'shebercovoj kosti: jevoljucija vzgljadov na hirurgicheskoe lechenie (obzor literatury). Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo Neotlozhnaja medicinskaja pomoshh', 2015, No. 3, pp. 23-29. In Russ]*
12. Об устройствах для мониторинга нагрузки при лечении диафизарных переломов голени / *Колесников Г.Н. [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-11. С. 2381-2385. [Kolesnikov G.N. et al. Ob ustrojstvah dlja monitoringa nagruzki pri lechenii diafizarnyh perelomov goleni. Fundamental'nye issledovanija, 2014, No. 9-11, pp. 2381-2385. In Russ]*
13. Лечение переломов проксимального отдела большеберцовой кости (обзор литературы) / *Толедо К.В. [и др.] // Московский хирургический журнал. 2015. № 2. С. 34-39. [Toledo K.V. et al. Lechenie perelomov proksimal'nogo otdela bol'shebercovoj kosti (obzor literatury). Moskovskij hirurgicheskij zhurnal, 2015, No. 2, pp. 34-39. In Russ]*
14. *Прозоров С.А., Иванов П.А.* Эндovasкулярные методы лечения при переломах костей таза (обзор литературы) // *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2015. № 1. С. 24-32. [Prozorov S.A., Ivanov P.A. Jendovaskuljarnye metody lechenija pri perelomah kostej taza (obzor literatury). Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo Neotlozhnaja medicinskaja pomoshh', 2015, No. 1, pp. 24-32. In Russ]*
15. *Набиев Е.Н.* Современные тенденции оперативного лечения переломов проксимального отдела плечевой кости // *Астраханский медицинский журнал. 2014. Т. 9. № 2. С. 23-29. [Nabiev E.N. Sovremennye tendencii operativnogo lechenija perelomov proksimal'nogo otdela plechevoj kosti. Astrahanskij medicinskij zhurnal, 2014, Vol. 9, No. 2, pp. 23-29. In Russ]*
16. *Clement N.D., Aitken S., Duckworth A.D., McQueen M.M., Court-Brown C.M.* Multiple fractures in the elderly. *J. Bone Joint Surg. Br.* 2012, Vol. 94, No. 2, pp. 231-236.
17. *Таштаев С.К., Мартыненко Н.П., Якупов А.Б.* Лечение переломов дистального метаэпифиза лучевой кости в пожилом возрасте (обзор литературы) // *Наука и здравоохранение. 2014. № 3. С. 12-14. [Tashtaev S.K., Martynenko N.P., Jakupov A.B. Lechenie perelomov distal'nogo metajepifiza luchevoj kosti v pozhilom vozraste (obzor literatury). Nauka i zdravoohranenie, 2014, No. 3, pp. 12-14. In Russ]*

18. Griffin J.E., Sergio M.D.R., Ojeda D.V.M. *Text Book Endocrine Physiology*. 5 Ed. Oxford: University press; 2004.
19. Дедух Н.В., Пошелок Д.М., Малышкина С.В. Моделирование и ремоделирование кости (обзор литературы) // Український морфологічний альманах. 2014. Т. 12. № 1. С. 107-111. [Deduh N.V., Poshelok D.M., Malysheva S.V. Modelirovanie i remodelirovanie kosti (obzor literatury). *Ukrains'kij morfologichnij al'manah*, 2014, Vol. 12, No. 1, pp. 107-111.]
20. Циленко О.Л. Регенерация кости // Світ медицини та біології. 2015. Т. 11. № 2-1 (49) С. 187-191. [Cilenko O.L. Regeneracija kosti. *Svit medicini ta biologii*. 2015. T. 11. № 2-1 (49) P. 187-191.]
21. Hantes M.E., Mavrodontidis A.N., Zalavras C.G., Karantanas A.H., Karachalios T., Malizos K.N. Low-intensity transosseous ultrasound accelerates osteotomy healing in a sheep fracture model. *J. Bone Joint Surg. Am*, 2004, Vol. 86-A, No. 10, pp. 2275-2282.
22. Характер сопутствующей патологии у лиц старческого возраста при переломах бедренной кости / Анаркулов Б.С. [и др.] // Наука, техника и образование. 2017. № 1 (31). С. 101-104. [Anarkulov B.S. et al. Harakter soputstvujushhej patologii u lic starcheskogo vozrasta pri perezlomah bedrennoj kosti. *Nauka, tehnika i obrazovanie*, 2017, No. 1 (31), pp. 101-104. In Russ]
23. Казакова В.С., Новиков О.О., Жилякова Е.Т. Перспективы использования факторов роста в восстановлении костной ткани. Обзор литературы // Научный результат. Серия: Медицина и фармация. 2015. Т. 1, № 3 (5). С. 151-158. [Kazakova V.S., Novikov O.O., Zhiljakova E.T. Perspektivy ispol'zovanija faktorov rosta v vosstanovlenii kostnoj tkani. Obzor literatury. *Nauchnyj rezul'tat. Serija: Medicina i farmacija*, 2015, Vol. 1, No. 3 (5), pp. 151-158. In Russ]
24. Marx R.E., Carlson E.R., Eichstaedt R.M., Schimmele S.R., Strauss J.E., Georgeff K.R. Platelet-rich plasma. Growth factor enhancement for bone grafts. *Platelet-rich plasma. Growth factor enhancement for bone grafts. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1998, Vol. 85, pp. 638-646.
25. Семенов М.Г., Степанова Ю.В., Трошчьева Д.О. Перспективы применения стволовых клеток в реконструктивно-восстановительной хирургии челюстно-лицевой области // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2016. Т. 4. № 4. С. 84-92. [Semenov M.G., Stepanova Ju.V., Troshhieva D.O. Perspektivy primeneniya stvolovyh kletok v rekonstruktivno-vosstanovitel'noj hirurgii cheljustno-licevoj oblasti. *Ortopediya, travmatologija i vosstanovitel'naja hirurgija detskogo vozrasta*, 2016, Vol. 4, No. 4, pp. 84-92. In Russ]
26. Молекулярно-клеточные процессы взаимодействия костной ткани и импланта / Рагинов И.С. [и др.] // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2014. № 3-4. С. 63-64. [Raginov I.S. et al. Molekuljarno-kletochnye processy vzaimodejstvija kostnoj tkani i implanta. *Sarkomy kostej, mjagkih tkanej i opuholi kozhi*, 2014, No. 3-4, pp. 63-64. In Russ]
27. Anglen J., Kyle R.F., Marsh J.L., Virkus W.W., Watters W.C., Keith M.W. et al. Locking Plates for Extremity Fractures. *J Am Acad. Orthop. Surg*. 2009; 17:465-72.
28. Keating J.F., McQueen M.M. Substitutes for autologous bone graft in orthopaedic trauma *J. Bone Joint Surg. [BR]*, 2001, Vol. 83B, pp. 3-8.
29. Harle J., Mayia F., Olsen I., Salih V. Effects of ultrasound on transforming growth factor-beta genes in bone cells *Eur. Cell. Mater*, 2005, Vol. 10, pp. 70-76.
30. Ramli R., Reher P., Harris M., Meghji S. The effect of ultrasound on angiogenesis: an in vivo study using the chick chorioallantoic membrane. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.*, 2009, Vol. 24, No. 4, pp. 591-596.

## Информация об авторах

**Самодай Валерий Григорьевич** – д.м.н., проф., зав. каф. травматологии и ортопедии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. E-mail: v\_samoday@mail.ru

**Борисов Андрей Константинович** – аспирант каф. травматологии и ортопедии ВГМУ им.Н.Н. Бурденко. E-mail: Leech.andyy@yandex.ru, тел. +7-951-865-20-48

**Токарь Владимир Анатольевич** – к.м.н., ассистент каф. травматологии и ортопедии ВГМУ им.Н.Н. Бурденко. E-mail: tokar.vrn@mail.ru

**Андреев Александр Алексеевич** – д.м.н., проф. Кафедры общей хирургии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. E-mail: sugery@mail.ru

**Колябин Дмитрий Сергеевич** – аспирант каф. травматологии и ортопедии ВГМУ им.Н.Н. Бурденко, E-mail: diman.koljbin@yandex.ru

## Information about authors

**Samoday Valeriy G.** – MD, Professor, Head of the Traumatology and Orthopedics Department, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University. E-mail: v\_samoday@mail.ru

**Borisov Andrei K.** – Postgraduate Research Fellow of the Traumatology and Orthopedics Department, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University. E-mail: Leech.andyy@yandex.ru

**Tokar Vladimir A.** – PhD, Assistant of the Traumatology and Orthopedics Department, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University.

E-mail: tokar.vrn@mail.ru

**Andreev Alexander A.** – MD, Professor of the General Surgery Department, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University.

E-mail: sugery@mail.ru

**Kolyabin Dmitry S.** – Postgraduate Research Fellow of the Traumatology and Orthopedics Department, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University. E-mail: diman.koljbin@yandex.ru

**Финансирование:** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Funding:** The study had no sponsorship.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interest.

**Для цитирования:**

**В.Г. Самодай, А.К. Борисов, В.А. Токарь, А.А. Андреев, Д.С. Колябин, СКЕЛЕТНАЯ ТРАВМА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭТИОПАТОГЕНЕЗА, ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) // Кафедра травматологии и ортопедии. 2018.№2(32). с. 60-65 [Samoday V.G., Borisov A.K., Tokar V.A., Andreev A.A., Kolyabin D.S., SKELETAL TRAUMA: ACTUAL ISSUES OF ETIOLOGY, PATHOGENESIS, DIAGNOSTICS AND RATIONAL SELECTION OF TREATMENT TACTICS AT PRESENT STAGE (LITERATURE REVIEW) // Department of Traumatology and Orthopedics. 2018.№2(32). p. 60-65. In Russ]**