

© Ф.А. Мацукатов, И.И. Мартель, 2014

СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВИНТООБРАЗНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Ф.А. Мацукатов, И.И. Мартель

ФГБУ РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени акад. Г.А. Илизарова
Минздрава России, Курган, РФ

С целью разработать способ количественной оценки нестабильности винтообразных переломов костей голени как основы для дифференцированного подхода к профилактике вторичных смещений были изучены рентгеновские снимки 312 больных и проведен ряд экспериментов по изучению особенностей винтообразных переломов. Выделены факторы, определяющие нестабильный характер винтообразных переломов. На их основе рассчитан количественный показатель риска возникновения вторичных смещений, разработаны мероприятия по их предупреждению. Предложенные рекомендации по предупреждению возникновения вторичных смещений были положены в основу технологии лечения винтообразных переломов костей голени аппаратом Мацукидиса — Шевцова, которая была использована в лечении 83 больных. Отдаленные результаты лечения изучены у 59 (71%) пациентов, из них у 51 (86,5%) констатирован отличный и реституционный результаты, у 8 (13,5%) — хороший. Удовлетворительных и неудовлетворительных результатов отмечено не было.

Ключевые слова: чрескостный остеосинтез, винтообразный перелом, фиксация, стабильность, вторичное смещение, консолидация.

Method for Quantitative Evaluation of Spiral Tibial Fractures

F.A. Matsukatov, I.I. Martel'

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics,
Kurgan, Russia

To elaborate a method of quantitative evaluation of instable spiral tibial bones fractures as the basis for differential approach to secondary displacement prevention, x-rays of 312 patients were analyzed and a series of experiments to study spiral fractures peculiarities was performed. The factors responsible for the instable pattern of spiral tibial fractures were detected. Quantitative index of the risk of secondary displacement was calculated and preventive measures were elaborated on their basis. Proposed recommendations on secondary displacement prevention were used as a basis for the treatment of 83 patients using Matsukidis — Shevtsov apparatus. Long-term treatment results were studied in 59 (71%) patients. Excellent and good results were achieved in 51 (86.5%) and 8 (13.5%) patients, respectively. Neither satisfactory nor poor results were observed.

Key words: Transosseous osteosynthesis, spiral fracture, fixation, stability, secondary displacement, instability index, consolidation.

По частоте встречаемости диафизарные переломы костей голени стоят на первом месте, составляя до 61,5 % всех переломов трубчатых костей [1–8]. Примерно половина из них — это винтообразные переломы костей голени [1, 5, 7, 9, 10]. При этом по частоте несращения и формирования ложных суставов — до 39,9% — переломы данной локализации стоят на первом месте среди всех переломов трубчатых костей [2, 3, 6, 10, 11], что определяет медико-социальную актуальность проблемы.

Одним из направлений оперативного лечения винтообразных переломов костей голени является метод управляемого чрескостного остеосинтеза. Среди его достоинств большинство авторов отмечают атравматичность, отсутствие необходимости в дополнительных оперативных вмешательствах,

возможность вносить коррективы в ход лечебного процесса практически на любом его этапе и косметичность [1, 2, 3, 4, 11–15].

Основными проблемами при лечении винтообразных переломов костей голени аппаратами внешней фиксации являются относительная сложность и трудоемкость технологии управления положением отломков с целью точной репозиции, а в последующем и их удержания в достигнутом положении. Еще С.С. Ткаченко и В.М. Демьянов (1975) отмечали: «Даже при соблюдении всех классических правил оперативного лечения винтообразных переломов костей голени вторичные смещения составляют 15,4%».

Цель исследования: разработать способ количественной оценки нестабильности винтообразных

переломов костей голени как основы для дифференцированного подхода к профилактике вторичных смещений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено моделирование винтообразных переломов на 13 бедренных и 8 плечевых костях собак массой 15–20 кг, подвергнутых эвтаназии по причине травм или соматических заболеваний, не совместимых с жизнью. Учитывая, что кости голени собаки соединены между собой на протяжении дистальной трети и получить на них классический винтообразный перелом большеберцовой кости невозможно, мы посчитали не принципиальным нарушением условий эксперимента его проведение на костях других сегментов, тем более что задача состояла в моделировании винтообразного перелома как такового. Техника моделирования включала в себя фиксацию кости в области обоих метаэпифизов тремя перекрещивающимися спицами, которые в натянутом состоянии крепились на кольцевых опорах аппарата Илизарова. После этого проксимальное кольцо жестко зажимали в тисках, а к дистальному фиксировали рычаги, с помощью которых осуществляли его ротацию до получения перелома кости. В 12 случаях дистальную опору во время эксперимента ротировали кнаружи, в 9 — кнутри [6]. Процесс нарушения целостности кости фиксировали на цифровую видеокамеру SONY PMW-EX1R с высокими разрешающими возможностями. Полученные изображения воспроизводили в замедленном режиме и отмечали, при какой величине ротационного поворота опоры происходило нарушение целостности кости. Наряду с этим регистрировали величину и скорость расхождения отломков.

Кроме того, были проанализированы рентгеновские снимки 312 больных с винтообразными переломами костей голени, пролеченных в РНЦ «ВТО» в период с 1987 по 2008 г. На снимках в прямой проекции замеряли высоту линии излома и ширину большеберцовой кости. Их соотношение определяли как индекс нестабильности:

$$N = H/L,$$

где N — индекс нестабильности, H — высота линии излома, L — ширина большеберцовой кости на уровне перелома.

Определяли связь между данным соотношением с одной стороны, возрастом пациента и частотой возникновения вторичных смещений — с другой [7].

С использованием разработанного нами устройства для моделирования чрескостного остеосинтеза (патент РФ на ПМ № 107384) был сконструирован аппарат Илизарова из двух баз, каждая из которых состояла из двух колец диаметром 160 мм, расположенных на расстоянии 150 мм друг от друга. В каждом кольце с перекрестом под углом 90° устанавливали по две спицы диаметром 1,8 мм и натягивали их со стандартной силой 110 кг. К имитаторам костных отломков прикладывали постепенно наращиваемую осевую нагрузку и измеряли ширину щели между ними.

С применением того же устройства по моделированию чрескостного остеосинтеза и специальных насадок, изготовленных из медицинской стали (диаметр 32 мм, угол скоса контактирующих поверхностей 45°), имитирующих нестабильный перелом (рис. 1), провели 2 серии экспериментов по изучению поведения отломков в условиях различной точности репозиции. Исследовали четыре варианта репозиции: анатомическую, с остаточным попе-

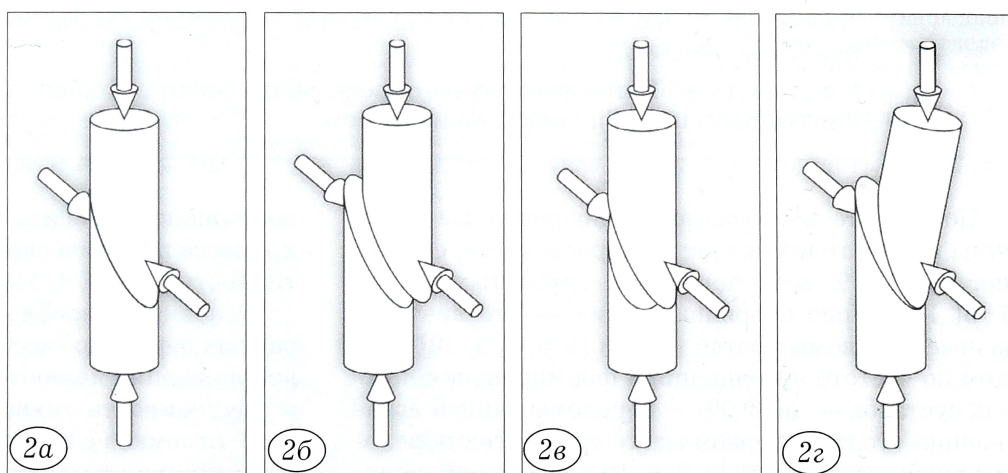
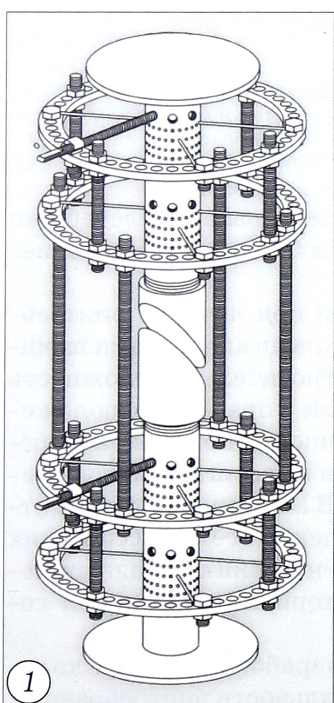


Рис. 1. Устройство для моделирования чрескостного остеосинтеза с насадками, имитирующими нестабильный перелом.

Рис. 2. Схема приложения продольно-осевой и встречно-боковой нагрузки при отсутствии смещения (а), поперечном (б), ротационном (в) и угловом (г) смещениях.

речным (на 1/3 диаметра), ротационным (10°) и угловым (10°) смещениями. В первой серии моделировали сочетание продольно-осевой и встречно-боковой компрессии между отломками, во второй — изолированную встречно-боковую компрессию (рис. 2).

При этом были созданы стандартные условия фиксации, в которых обеспечивалась равная по величине и направленности указанных видов компрессия. После этого прикладывали нарастающие осевые усилия, которые провоцировали смещение отломков, и фиксировали их величину.

На основе полученных результатов разработан комплекс мероприятий по профилактике вторичных смещений отломков в процессе аппаратной фиксации, которые стали составной частью технологии лечения по методу Илизарова больных с винтообразными переломами костей голени аппаратом Мацукидиса — Шевцова (патент РФ № 2357699. На данное техническое решение также получены патенты Германии № 20 2006 020 487.3, Южной Кореи № 20-0443058 и Японии № 3150204). По предложенной методике пролечено 83 пациента с указанным повреждением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При моделировании винтообразных переломов на костях собак разрушение костей происходило после их скручивания на $30-40^\circ$, что требовало приложения значительных физических усилий. Перелом сопровождался характерным резким звуком по типу удара хлыста. После разрыва кости концы отломков в течение долей секунды расходились на расстояние, превышающее диаметр кости, затем частично возвращались в свое исходное положение. Из-за высокой скорости их видеоизображение в этот момент получалось размытым даже при максимальном замедлении демонстрации записи. Это свидетельствует о том, что при винтообразных переломах в момент разрушения кости концы отломков обладают большой кинетической энергией, что можно сравнить с разрывом пружины, находящейся в состоянии механического напряжения. Это обусловлено действием на отломки двух противоположно направленных сил, способных не только преодолеть сопротивление мышечно-фасциального футляра, но и нарушить его целостность, разведя отломки на значительное расстояние друг от друга. Эластичность мягких тканей и самих костей, находящихся в состоянии скручивания, в последующем создает момент инерции, который стремится вернуть их в исходное положение. При этом величина смещения отломков в момент травмы закономерно больше аналогичного показателя, определяемого по рентгенограммам.

В результате эксперимента классический винтообразный перелом получен в 12 случаях, в 10 из них производили наружную ротацию, в 2 — внутреннюю. В 8 случаях был констатирован оскольчатый перелом типа В1, в одном — В3, из них в 7

экспериментах кость ротировалась внутрь, в 2 — кнаружи.

Тот факт, что типичный винтообразный перелом формировался только при скручивании кости кнаружи, мы объясняем наличием линий напряжения кости, формирующихся под влиянием земной гравитации. Они также имеют винтообразный ход, направление которого аналогично таковому спирального отрезка линии излома [6, 17]. В 2 случаях при скручивании кости внутрь, имели место нечеткая спиральная часть линии излома атипичный ее ход и небольшой осколок, которые мы в учет не приняли, поэтому переломы также отнесли к винтообразным.

Полученный в результате эксперимента классический винтообразный перелом имел следующие характерные признаки: 1) спиральный отрезок линии излома, расположенный преимущественно по передненаружной поверхности кости и занимающий большую часть ее периметра; 2) косовертикальный отрезок линии излома, расположенный преимущественно по задневнутренней поверхности кости и занимающий меньшую часть ее периметра; 3) наличие у каждого из отломков по одному клиновидному выступу и клиновидной выемке, соответствующих аналогичным образованиям на втором отломке; 4) трехмерный характер плоскости излома.

Анализ архивного материала показал, что индекс нестабильности при винтообразных переломах лежит в пределах от 1 до 5 (рис. 3). При других значениях исчезают характерные признаки винтообразных переломов. Данные о встречаемости различных показателей индекса нестабильности и соответствующей им частоте возникновения вторичных смещений отломков в условиях аппаратной фиксации представлены в табл. 1. Для облегчения обработки данных показатель индекса нестабильности округляли до целой величины.

Чаще всего вторичные смещения встречались в группе больных с индексом нестабильности 3. Также прослеживалась общая закономерность: чем моложе пациент, тем выше индекс нестабильности винтообразного перелома. Так, например, нами выявлены только два пациента с индексом нестабильности 5, оба — дети младшего возраста. У обоих при наличии винтообразного перелома большеберцовой кости целостность малоберцовой была не

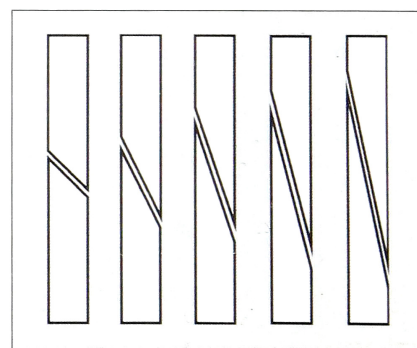


Рис. 3. Схематическое изображение винтообразного перелома при индексах нестабильности от 1 до 5 соответственно.

Табл. 1. Частота возникновения вторичных смещений отломков в условиях аппаратной фиксации в зависимости от индекса нестабильности

Индекс нестабильности	Количество больных		Количество вторичных смещений	
	абс.	% от общего количества	абс.	% в группе с данным индексом нестабильности
1	68	21,80	4	5,90
2	189	60,58	22	11,64
3	42	13,46	9	21,42
4	11	3,56	2	18,18
5	2	0,64	0	0
Всего...	312	100	38	12,18

нарушена. В группе с величиной индекса нестабильности 4 было 5 (45,45%) детей, 3 — 2 (4,76%), 2 — 2 (1,07%) детей. В группе пациентов с величиной индекса нестабильности 1 не было отмечено ни одного ребенка.

Высокие величины индекса нестабильности у детей мы объясняем эластичностью костей, определяемой мощным органическим матриксом. Низкие значения этого показателя у пожилых людей обусловлены деминерализацией и хрупкостью костей. Этот же фактор является причиной более редкой встречаемости винтообразных переломов у пациентов данного возраста, поскольку при том же механизме травмы у них, как правило, формируется оскольчатый перелом.

Снижение частоты вторичного смещения у больных при величине индекса нестабильности 4 и 5, которые в основном представлены детьми, можно связать с их небольшой массой тела. Отсюда следует, что риск вторичного смещения зависит не только от величины индекса нестабильности, но и от массы тела пациента. С учетом этого нами предложена формула для расчета показателя риска вторичного смещения:

$$R = M \cdot N,$$

где R — показатель риска вторичного смещения, M — масса тела пациента, N — величина индекса нестабильности.

При его значениях менее 100 риск расценивали как низкий, от 100 до 200 — как средний, более 200 — высокий. Учет данного фактора в практической работе позволяет прогнозировать возможность появления указанного осложнения и принять меры по его профилактике. Они заключаются в том, чтобы создать условия, при которых суммарный вектор F функциональной нагрузки $F1$ и встречно-боковой компрессии $F2$ должен быть ориентирован по отношению к плоскости излома таким образом, чтобы было соблюдено условие: $\alpha \geq \beta$ (рис. 4, а). Указанное условие не должно быть нарушено даже при максимальных значениях $F1$. При $\alpha > \beta$ в системе аппарат — кость действует стабилизирующая сила $F4 = F \cdot \cos \beta$ (рис. 4, б). Если же $\alpha < \beta$, то возникает дестабилизирующая сила $F5 = F \cdot \sin \alpha$, вызывающая смещение отломков (рис. 4, в):

«Хруст» в области перелома, отмечаемый пациентом во время ходьбы, означает, что в системе аппарат — кость на пике нагрузки появляется дестабилизирующая сила $F5$ и отломки смещаются.

Анализ результатов измерения смещения отломков при приложении к ним осевых усилий выявил между величинами осевой нагрузки и сближения отломков нелинейную зависимость (рис. 5), графическим выражением которой является кривая, напоминающая параболу. Причем при величинах осевой нагрузки, сопоставимых с весом пациента, отмечаются значительные осевые смещения. Это свидетельствует о том, что успешная консолидация переломов при их лечении методом внешней фиксации может быть обеспечена только в условиях точной репозиции, которая, в свою очередь, является исходным моментом для обеспечения функционально стабильной фиксации.

Из табл. 2 видно, что во всех случаях стабильность фиксации при одновременном сочетании продольных и встречно-боковых усилий между отломками была значительно ниже, чем при приложении к ним изолированной встречно-боковой компрессии. В последнем случае вторичные смещения возникали практически при двойной величине продольно-осевой нагрузки. При этом в случаях с максимальной площадью контакта между отломками (точная репозиция) стабильность была наиболее

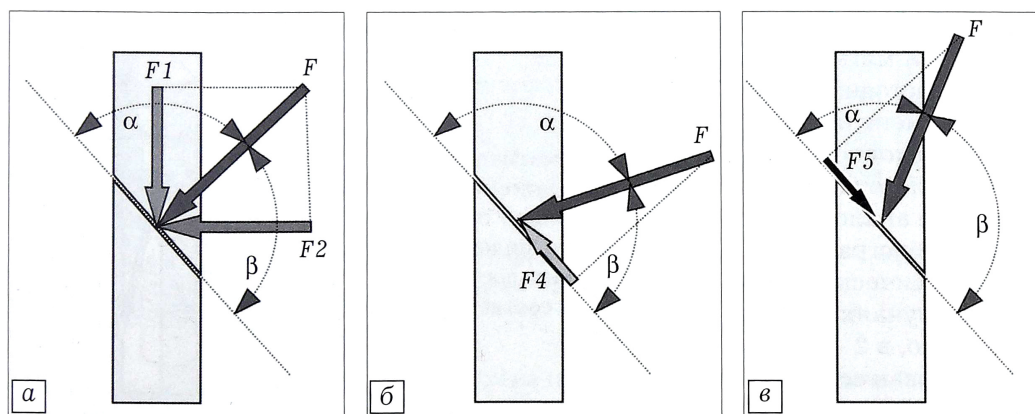


Рис. 4. Схема действия сил на стыке отломков при фиксации нестабильных переломов.

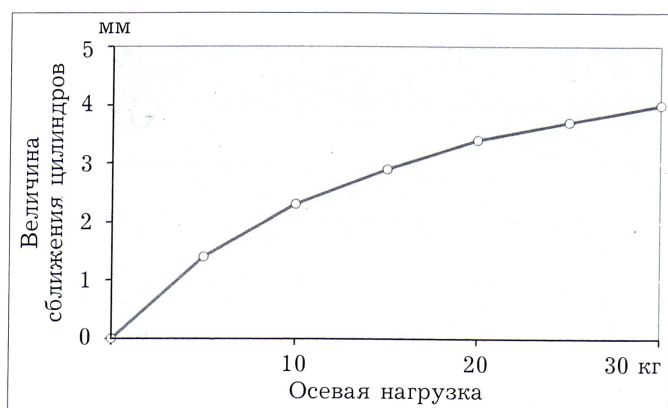


Рис. 5. График зависимости сближения отломков от величины осевой нагрузки.

высокой и быстро снижалась с уменьшением площади контакта. Наименьшая стабильность отмечалась при наличии угловых и ротационных смещений. Так, для возникновения вторичных смещений в этих случаях необходимо было приложить примерно в 3 раза меньшие продольно-осевые усилия, чем при полном сопоставлении отломков.

С учетом результатов исследования нами предложены практические рекомендации по предупреждению вторичных смещений отломков при лечении больных с винтообразными переломами костей голени методом внешней фиксации: 1) максимально точная репозиция отломков; 2) отказ от продольно-осевой компрессии между отломками; 3) обеспечение пропорциональной показателю риска вторичного смещения встречно-боковой компрессии между отломками; 4) назначение дозируемой функциональной нагрузки из расчета: при показателе риска вторичного смещения менее 100 переход к полной нагрузке на оперированную конечность через 2–3 нед, от 100 до 200 — через 3–4 нед, более 200 — не ранее чем через 5 нед.

Предлагаемые рекомендации по предупреждению возникновения вторичных смещений положены в основу технологии лечения винтообразных переломов костей голени аппаратом Мацукидиса — Шевцова методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову. По данной технологии пролечено 83 пациента с указанным повреждением. Высокие функционально-эргономические характеристики аппарата позволили в 29 (35%) наблюдениях добиться анатомической репозиции с нитевидной линией стыка между отломками. У 51 (61%) пациента диастаз между отломками составил не более 1,5 мм и лишь у 3 (4%) — до 2 мм. Использование предлагаемых практических рекомендаций в условиях точного сопоставления отломков значительно облегчило задачу по поддержанию стабильности. Небольшие вторичные смещения (не более 2 мм) на начальных этапах фиксации были отмечены в 4 (4,8%) случаях, однако они сразу же были устранены и не повлияли на исход лечения. Средние сроки фиксации составили $54,3 \pm 2,5$ сут.

Табл. 2. Взаимосвязь между величиной осевой нагрузки, провоцирующей смещение отломков, и видом смещения при различных вариантах стабилизации перелома

Смещение	Величина осевой нагрузки, провоцирующей смещение, кг	
	осевая + встречно-боковая компрессия	изолированная встречно-боковая компрессия
Отсутствует	24	41
Поперечное	15	26
Ротационное	9	15
Угловое	7	12

Отдаленные результаты лечения были изучены у 59 (71%) пациентов. Оценку проводили по разработанной нами балльной шкале [16], которая, как мы считаем, проста и объективна. Кроме того, в данной шкале мы посчитали необходимым выделить отдельный исход лечения — реституционный — состояние полной рентгенологической, косметической и функциональной идентичности поврежденной конечности здоровой. По данной шкале оценивают три группы критериев: рентгенологические, косметический и функциональный, каждый из которых определяется тремя признаками (итого 9). У 9 (15,25%) пациентов констатирован реституционный результат (100 баллов), у 42 (71,25%) — отличный (90–99 баллов) и у 8 (13,5%) — хороший (80–89 баллов). Удовлетворительных и неудовлетворительных результатов отмечено не было.

ВЫВОДЫ

1. Нестабильный характер винтообразных переломов костей голени и связанные с ним риски определяют значительную сложность их лечения.

2. Предложенный количественный показатель нестабильности винтообразных переломов костей голени является объективным параметром, позволяющим прогнозировать риск возникновения вторичных смещений отломков, а разработанные на его основе практические рекомендации являются эффективным способом их профилактики.

3. Реализация изложенных рекомендаций по профилактике вторичных смещений возможна только в аппаратах внешней фиксации с высокими функционально-эргономическими характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Блискунов А.И., Исаев Б.М. Оперативное лечение винтообразных переломов костей голени методом фланцевого остеосинтеза по Блискунову. В кн.: Труды Крымского медицинского института им. С.И. Георгиевского «Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения». т. 132, ч. 3. Симферополь, 1996: 76–90 [Bliskunov A.I., Isaev B.M. Surgical treatment of spiral shin bones fractures using flange osteosynthesis

- by Bliskunov. In: Problems, achievements and prospective for the development of medical-biological sciences and practical public health: Transactions of Crimea medical institute named after S.I. Georgievskiy. Vol. 132, p. 3. Simferopol'; 1996: 76–90 (in Russian)].
2. *Валиев Э.Ю.* Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез в лечении свежих диафизарных переломов костей голени. В кн.: Сборник научных трудов «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии». Ташкент; 1998: 21–7 [Valiev E.Yu. Transosseous compression-distraction osteosynthesis in treatment of diaphyseal shin bones fractures. In: Transactions "Pressing questions in traumatology and orthopaedics". Tashkent; 1998: 21–7 (in Russian)].
 3. *Гусейнов А.Г.* Резервы повышения эффективности лечения диафизарных переломов голени на основе метода Илизарова. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2005; 1: 11–5 [Guseinov A.G. Potentiality for efficacy increase in treatment of diaphyseal shin fractures based on Ilizarov technique. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2005; 1: 11–5 (in Russian)].
 4. *Мартель И.И., Мацукатов Ф.А., Шигарев В.М., Бойчук С.П.* Современные представления об условиях консолидации переломов и возможность их обеспечения различными типами фиксаторов (обзор литературы). Гений ортопедии. 2012; 4: 131–6 [Martel' I.I., Matsukatov F.A., Shigarev V.M., Boychuk S.P. Contemporary understanding the conditions of fracture consolidation, and the possibility of their creation with fixators of different types (Review of literature). Geniy ortopedii. 2012; 4: 131–6 (in Russian)].
 5. *Хрупкин В.И., Артемьев А.А., Попов В.В., Ивашкин А.Н.* Метод Илизарова в лечении диафизарных переломов костей голени. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2004 [Khrupkin V.I., Artem'ev A.A., Popov V.V., Ivashkin A.N. Ilizarov technique in treatment of diaphyseal shin bones fractures. Moscow: GEOTAR-Media; 2004 (in Russian)].
 6. *Крюков В.Н., ред.* Топография силовых напряжений в костях при травме: атлас. Барнаул: Алтайское книжное издательство; 1997 [Kryukov V.N., ed. Topography of force stresses in bones at injury: atlas. Barnaul: Altaiskoe knizhnoe izdatel'stvo; 1997 (in Russian)].
 7. *Coles C.P., Gross M.* Closed tibial shaft fractures: management and treatment complications. A review of the prospective literature. Can. J. Surg. 2000; 43 (4): 256–62.
 8. *Burny F.L.* Mechanical monitoring of fracture healing using external fixation. In: SICOT: Final Program & Abstract Book. Sydney; 1999: 300.
 9. *Столбиков С.А.* Тактика лечения пострадавших с закрытыми диафизарными переломами костей голени в зависимости от их характера и локализации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган; 2010 [Stolbikov S.A. Treatment tactics for patients with closed diaphyseal shin bones fractures depending on their pattern and localization. Cand. med. sci. Diss. Kurgan; 2010 (in Russian)].
 10. *Borg T., Melander T., Larsson S.* Poor retention after closed reduction and cast immobilization of low-energy tibial shaft spiral fractures. Scand. J. Surg. 2002; 91 (2): 191–4.
 11. *Барабаш А.П., Норкин И.А., Барабаш Ю.А.* Атлас идеального остеосинтеза диафизарных переломов костей голени. Саратов: Оформитель, 2009 [Barabash A.P., Norkin I.A., Barabash Yu.A. Atlas of perfect osteosynthesis for diaphyseal shin bones fractures. Saratov: Oformitel', 2009 (in Russian)].
 12. *Виноградова Т.П., Лаврищева Г.И.* Регенерация и пересадка костей. М.: Медицина; 1974 [Vinogradova T.P., Lavrishcheva G.I. Regeneration and transplantation of bones. Moscow: Meditsina; 1974 (in Russian)].
 13. *Лузянин В.Б., Колчанов С.Н., Филлипченков Л.С.* Биомеханический аспект переломов обеих костей голени на одном уровне. В кн.: Тезисы докладов VII съезда травматологов-ортопедов России. т. 2. Новосибирск; 2002: 91 [Lusyanin V.B., Kolchanov S.N., Phillipchenko L.S. Biomechanical aspect of two shin bones fractures at one level. In: Proc. 7th Cong. Trauma-Orthop. Surg. of Russia. V.2. Novosibirsk, 2002; 91 (in Russian)].
 14. *Wu H.T., Hou Z.Y., Zhang Q., Zhao H.T., Chen W., Wu W.J. et al.* Clinical epidemiological analysis of adult spiral tibial shaft fracture associated with ipsilateral posterior malleolar fracture. Zhonghua Yi Xue Za Zhi. 2008; 88 (31): 2166–70.
 15. *Golubović Z.S., Stojiljković P.M., Mitković M.B., Macukanović-Golubović L.D., Bumbasirević M.Z., Lesić A.R. et al.* Treatment of unstable closed tibial shaft fractures by external fixation. Acta Chir. Jugosl. 2007; 54 (2): 83–9.
 16. *Мацукатов Ф.А.* Лечение больных с закрытыми винтообразными переломами костей голени на основе новых технологических решений управляемого чрескостного остеосинтеза: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган; 2013 [Matsukatov F.A. Treatment of patients with closed spiral shin bones fractures based on the new technologic solutions of controlled Transosseous osteosynthesis. Cand. med. sci. Diss. Kurgan; 2013 (in Russian)].
 17. *Кулиев А.М. и др.* Концепция внутренних напряжений опорных структур и репаративный остеогенез (обзор литературы). Ортопедия и травматология Азербайджана. 2010; 2: 76–9 [Kuliev A.M., et al. Conception of internal tension of weight bearing structures (literature review). Ortopediya i travmatologiya Azerbaidzhana. 2010; 2: 76–9 (in Russian)].

Сведения об авторах: *Мацукатов Ф.А.* — канд. мед. наук, науч. сотр. научно-клинической лаборатории травматологии; *Мартель И.И.* — доктор мед. наук, зав. научно-клинической лабораторией травматологии.
Для контактов: Мацукатов Федор Алексеевич. 640004, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6. Тел.: +7 (932) 314–98–99. E-mail: theodorosm@mail.ru.