

## Особенности хирургического лечения посттравматической разной длины нижних конечностей у взрослых пациентов

А.А. Артемьев<sup>1,2</sup>, А.Н. Ивашкин<sup>2</sup>, А.М. Кашуб<sup>3\*</sup>, Ю.С. Соловьев<sup>3</sup>, Г.Г. Гулулян<sup>3</sup>

Кафедра травматологии и ортопедии

<sup>1</sup> ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России»

Российская Федерация, 115682, Москва, Ореховый б-р., д. 28

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Российская Федерация, 125080, Москва, Волоколамское ш., д. 11

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

\* Контактная информация: Кашуб Али Масуд, аспирант кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН. Email: dr.ali.kashoob@gmail.com

### АКТУАЛЬНОСТЬ

Разная длина нижних конечностей оказывает негативное влияние на положение таза и позвоночника и приводит к вторичным деформациям. Для предотвращения этих последствий необходима ранняя хирургическая коррекция укорочений.

### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение особенностей посттравматических укорочений нижних конечностей, механизмов адаптации к данному состоянию и, на основании этого, оптимизация хирургической техники при выполнении реконструктивно-восстановительных операций.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовали 276 пациентов с посттравматическими укорочениями нижних конечностей, 102 из которых оперировали. При диагностике разной длины использовали сравнительную рентгенографию обеих ног. В качестве основного метода хирургической коррекции применяли метод Илизарова.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучили механизмы адаптации пациентов к посттравматическим укорочениям бедра и голени. Оптимизировали технику хирургического лечения. Разработали методику определения оптимальной величины удлинения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее эффективным и наименее травматичным методом является внешний остеосинтез по Илизарову. Дистракция в аппарате позволяет формировать регенерат необходимой формы и длины и производить удлинение именно на ту величину, которая является оптимальной для данного пациента.

### Ключевые слова:

разная длина нижних конечностей, посттравматическая деформация, посттравматическое укорочение, удлинение нижних конечностей

### Ссылка для цитирования

Артемьев А.А., Ивашкин А.Н., Кашуб А.М., Соловьев Ю.С., Гулулян Г.Г. Особенности хирургического лечения посттравматической разной длины нижних конечностей у взрослых пациентов. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2020;9(4):573–579. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-4-573-579>

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

### Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

КТ — компьютерная томограмма  
ППО — посттравматический патологический очаг

РДНК — разная длина нижних конечностей

Основной причиной посттравматических деформаций нижних конечностей у взрослых пациентов являются сросшиеся со смещением переломы бедренной и большеберцовой костей. Укорочение является частным случаем деформации и нередко сочетается с отклонением оси в других плоскостях (варус–вальгус, рекурвация–антекурвация, наружная–внутренняя ротация). Особый интерес именно к данному виду деформации обусловлен наиболее интенсивным негативным воздействием разной длины нижних конечностей (РДНК) на биомеханику других отделов скелета (таз, позвоночник) с формированием компенсаторных механизмов в виде функциональных, а при длитель-

ном существовании — и необратимых структурных изменений. Неправильно сросшиеся переломы составляют 40–60% от общего количества переломов длинных костей нижних конечностей [1–5]. Разная длина нижних конечностей при этом встречается как минимум в каждом третьем случае.

Организация оказания помощи таким пациентам сопряжена с серьезными проблемами в виде длительных сроков лечения и вероятности развития осложнений, по тяжести сопоставимых с самим укорочением [6]. Специфические особенности посттравматических деформаций в виде очагов хронической инфекции, рубцовых и трофических изменений, наличия инород-

ных тел увеличивают риски осложнений и формируют целый список относительных противопоказаний к удлиняющим реконструктивным операциям. Нельзя также не учитывать изменения, связанные с адаптацией организма к данному патологическому состоянию. Вторичные деформации таза, позвоночника и других отделов скелета в таких случаях являются приспособительной реакцией организма, хотя фактически могут рассматриваться как осложнения или последствия РДНК [7–10]. В таких случаях удлинение на полную величину истинного укорочения приведет к нарушению компенсаторных приспособлений. Это чревато серьезными проблемами и срывом адаптации. Поэтому необходимо дифференцировать такие понятия, как величина истинного укорочения и величина оптимальной компенсации. Вопрос определения величины оптимальной компенсации РДНК при посттравматических укорочениях до сегодняшнего дня остается открытым. При рассмотрении потенциальной возможности хирургического лечения этой категории пациентов необходимо учитывать особенности посттравматических деформаций и на этапе предоперационного планирования четко представлять, в каких случаях необходимо и целесообразно удлинять укороченную конечность, и на какую именно величину.

**Цель работы** — изучение особенностей посттравматических укорочений нижних конечностей, механизмов адаптации к данному состоянию и, на основании этого, оптимизация хирургической техники при выполнении реконструктивно-восстановительных операций.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу работы легли результаты обследования 276 пациентов с РДНК вследствие переломов бедренной и большеберцовой костей в период с 1996 по 2019 г.

Условно пациентов по тяжести состояния и величине истинного укорочения разделили на две группы:

1-я группа — неправильно сросшиеся переломы. Основной причиной таких укорочений является сращение с захождением костных фрагментов друг за друга.

2-я группа — сращение с укорочением после резекции по поводу тяжелых травм или посттравматического (послеоперационного) остеомиелита. Распределение пациентов по группам и величине истинного укорочения представлено в табл. 1.

Таблица 1

### Распределение пациентов по группам

Table 1

#### Distribution of patients by groups

Этиология разной длины нижних конечностей	Количество, n (%)	
	обращений	операций
1. Неправильно сросшиеся переломы	187 (67,8)	65 (63,7)
2. Сращение с укорочением после резекций	89 (32,2)	37 (36,3)
Итого	276 (100)	102 (100)

Во всех случаях хирургического лечения использовали метод Г.А. Илизарова, последовательно выполняли несколько этапов: 1 — остеосинтез аппаратом Илизарова в компоновке, позволяющей устранять все имеющиеся виды смещения; 2 — выполнение остеотомии на уровне того сегмента, который подлежит удлинению; 3 — послеоперационная постепенная кор-

рекция и дистракция укороченного сегмента; 4 — фиксация до наступления консолидации и демонтаж аппарата.

Начиная с 2015 г. при обследовании пациентов для получения длинномерных рентгенограмм использовали специальные приставки к стандартным рентгеновским установкам, которые позволяют получать изображение длиной до 120 см в положении пациента стоя (т.н. телерентгенограммы). На основании полученных длинномерных изображений оценивали величину истинного укорочения (удлинения) одной конечности по отношению к другой.

С целью изучения механизмов адаптации пациентов к разной длине нижних конечностей собирали анамнестические данные, проводили клиническое обследование, в том числе видеосъемку. Разработали универсальную методику определения величины оптимальной компенсации. Сравнили величину истинного укорочения, определяемого на основании рентгенографии, и величину оптимальной компенсации РДНК, определяемой по разработанной методике.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Причинами посттравматических укорочений являются либо тяжелые повреждения, либо осложнения травмы и лечения, либо допущенные на предыдущих этапах ошибки. Все это оставляет следы в виде довольно большого перечня дополнительных факторов, отягощающих состояние пациентов с РДНК. В табл. 2 представлен перечень таких факторов по итогам обследования обратившихся пациентов.

Таблица 2

### Распределение сопутствующих факторов, отягощающих состояние пациентов с разной длиной нижних конечностей

Table 2

#### Distribution of concomitant factors aggravating the condition of patients with different lengths of the lower limbs

Характеристика	1-я группа (n=187)	2-я группа (n=89)
	n (%)	n (%)
Неудаленные инородные тела	41 (21,9)	29 (32,6)
Контрактура коленного сустава	38 (20,3)	41 (46,1)
Контрактура голеностопного сустава	59 (31,6)	44 (49,4)
Сколиоз	19 (10,2)	9 (10,1)
Многоплоскостные деформации	131 (70,1)	27 (30,3)
Гонартроз	36 (19,3)	22 (24,7)
Хронический остеомиелит	21 (11,2)	17 (19,1)
Трофические расстройства и грубые рубцы	15 (8,0)	47 (52,8)

Из данных табл. 2 видно, что во 2-й группе у пациентов с пострезекционными укорочениями преобладали случаи с наличием контрактур коленного (46,1%) и голеностопного (49,4%) суставов, а также с трофическими расстройствами и грубыми рубцами (52,8%). Это является следствием многочисленных операций в зоне имевших место травм, в том числе по поводу гнойных осложнений. В 1-й группе у пациентов с неправильно сросшимися переломами обращает на себя внимание значительное количество наблюдений с многоплоскостными деформациями (30,1%) вследствие неадекватной репозиции, сопровождающейся смещением отломков.

Наиболее показательные рентгенограммы пациентов с посттравматическими укорочениями пред-

ставлены на рис. 1. Характерной особенностью является наличие инородных тел в виде установленных ранее имплантатов и осколков ранящих снарядов. Представленная рентгеновская картина отражает серьезные усилия хирургов, направленные на достижение сращения, т.к. является свидетельством выполнения многочисленных операций. Естественно, все это сопровождается образованием грубых рубцов и деформацией мягких тканей.

Местные изменения тканей в зоне имевшего место перелома называются посттравматическим патологическим очагом (ППО) [2]. Наличие ППО кардинальным образом влияет на выбор объема оперативного вмешательства и определение уровня коррекции. При наличии имплантатов, подлежащих удалению, необходимо планировать последовательность хирургических вмешательств таким образом, чтобы минимизировать их количество и, по возможности, использовать имеющиеся конструкции для последующей стабилизации после удлинения. В частности, если укорочение развилось после интрамедуллярного остеосинтеза, можно использовать штифт как направляющий при проведении дистракции и как фиксатор после ее завершения. У двух пациентов 1-й группы применили именно такой вариант коррекции длины конечности, используя для эффекта вытяжения бедренную кость (клинический пример 1).

#### Клинический пример 1 (1-я группа)

Пациент С., 42 лет, диагноз: «Неправильно сросшийся перелом правой бедренной кости, укорочение на 2 см и наружная ротация, состояние после интрамедуллярного остеосинтеза». За год до обращения получил перелом правой бедренной кости. Был выполнен интрамедуллярный остеосинтез, отмечалась замедленная консолидация. В итоге сращение произошло с укорочением 2 см и наружной ротацией правого бедра на 24° (слева 11°). Хирургическое лечение деформации состояло из двух этапов. Первый этап – удаление дистальных блокирующих винтов, остеотомия бедренной кости выше уровня периостальной костной мозоли в зоне перелома, остеосинтез аппаратом Илизарова. В послеоперационном периоде удлинили бедро на 2 см и устранили наружную ротацию. Общий срок фиксации аппаратом составил 2,5 месяца. Второй этап – дистальное блокирование штифта и демонтаж аппарата Илизарова, реабилитационное лечение, направленное на разработку движений в коленном суставе. На рис. 2–4 представлены компьютерные томограммы (КТ) до и после удлинения и фотографии внешнего вида пациента.

Представленный случай из 1-й группы демонстрирует относительно небольшое по величине укорочение бедра с наличием ротационной деформации при отсутствии грубой деформации мягких тканей, гнойных осложнений и ограничения движений в смежных суставах.

#### Клинический пример 2 (2-я группа)

Пациент М., 28 лет, диагноз «Посттравматическая деформация и укорочение левой голени, контрактура левого голеностопного сустава». За 3 года до обращения в результате дорожно-транспортного происшествия получил тяжелую сочетанную травму головы и конечностей, открытый перелом костей голени со смещением отломков. В итоге сращение переломов костей левой голени произошло с деформацией и укорочением. Перенес несколько реконструктивных вмешательств, в том числе удлинение левой голени в верхней трети. Поступил с диагнозом:

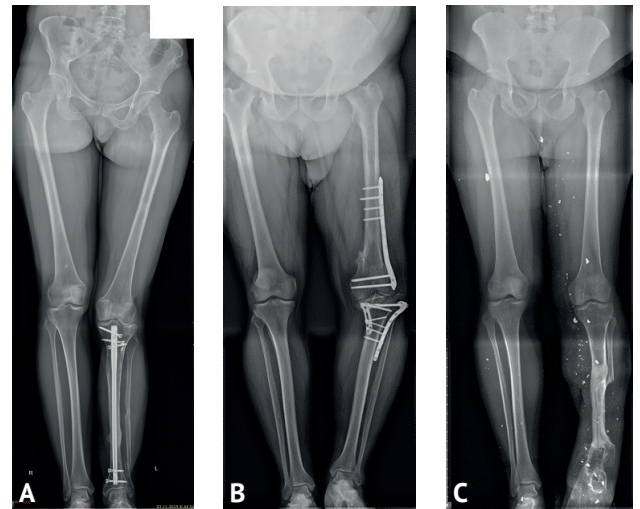


Рис. 1. Типичные примеры (рентгенограммы) пациентов с посттравматическими укорочениями нижних конечностей, характеризующиеся наличием неудаленных имплантатов и многокомпонентными деформациями на уровне ранее выполненных операций (А, В) и осколков ранящих снарядов (С)

Fig. 1. Typical examples (radiographs) of patients with post-traumatic shortening of the lower extremities, characterized by the presence of unremoved implants and multicompartment deformities at the level of previously performed operations (A, B) and fragments of wounding shells (C)



Рис. 2. Компьютерная томограмма пациента С., 42 лет с диагнозом: «Неправильно сросшийся перелом правой бедренной кости, укорочение на 2 см и наружная ротация, состояние после интрамедуллярного остеосинтеза»

Fig. 2. Computed tomogram of patient S., 42 years old with a diagnosis: "Incorrectly fused fracture of the right femur, shortening by 2 cm and external rotation, condition after intramedullary osteosynthesis"

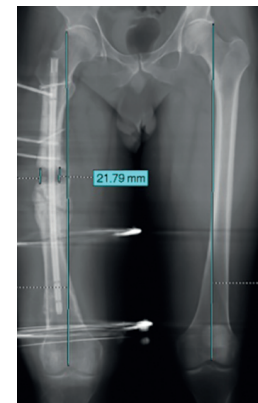


Рис. 3. Компьютерная томограмма того же пациента после остеотомии и удлинения правой бедренной кости на 2 см

Fig. 3. Computed tomography of the same patient after osteotomy and lengthening of the right femur by 2 cm

«Посттравматическая деформация и укорочение левой голени, контрактура левого голеностопного сустава».

При обследовании обращало на себя внимание наличие деформации на 2 уровнях: в верхней трети голени в зоне предшествующего удлинения, и в нижней трети, в зоне перелома. Возможности компенсации данного состояния ортопедической обувью были ограничены из-за выраженной деформации и рубцовых изменений в области голеностопного сустава. Было принято решение произвести коррекцию на двух уровнях: в проксимальном отделе – с целью удлинения и частичной коррекции, в дистальном отделе – с целью коррекции деформации и восстановления нормального положения осей в голеностопном суставе. Комментируя данное наблюдение, необходимо отметить, что на этапе предоперационного планирования вопрос о точной величине разницы в длине и оптимальной величине коррекции не обсуждался, поскольку определить эти величины было невозможно. Непосредственно величина distraction в проксимальном отделе составила 37 мм.

В данной статье рассматривается возможность хирургической коррекции РДНК. Однако при этом не следует исключать или рассматривать как конкурирующие консервативные методы коррекции. Целесообразно оценивать их как элемент комплексного лечения. Современные ортопедические изделия достаточно комфортны и функциональны, поэтому далеко не все пациенты готовы прибегнуть к операции даже при значительной величине РДНК. Важным является компенсация разницы длины ног, при этом метод коррекции (консервативный или оперативный) не имеет принципиального значения.

Различия в длине нижних конечностей при вертикальном положении тела заставляют человека компенсировать эту разницу с целью профилактики развития и прогрессирования так называемого «синдрома разной длины ног». В практическом отношении по механизму целесообразно разделить такую компенсацию на пассивную и активную.

Пассивная компенсация предполагает использование дополнительных методов коррекции РДНК. К ним относятся различные типы ортопедических изделий и хирургические удлиняющие вмешательства. При таком типе компенсации в процессе адаптации не участвуют собственные ресурсы организма, не развивается вторичная деформация других отделов скелета.

Активная компенсация РДНК происходит с вовлечением собственных механизмов (ресурсов) адаптации человека. Как правило, в процессе ходьбы у пациента наблюдается так называемая «нещадящая хромота» [11]. При длительной хромоте постепенно развивается деформация позвоночника и таза, прогрессируют контрактуры суставов. Типичной является разгибательная контрактура голеностопного сустава из-за ходьбы на переднем отделе стопы.

Бывает трудно понять, почему одни пациенты готовы использовать возможности предлагаемых методов пассивной компенсации, а другие категорически отказываются от этого. Ниже в табл. 3 представлено распределение пациентов обследуемых групп по типу компенсации.

Комментируя представленные в табл. 3 данные, следует отметить, что большая часть пациентов 1-й группы – 121 больной (64,7%) – отказывались от применения ортопедических приспособлений. Во 2-й группе, наоборот, к пассивной компенсации прибегало



Рис. 4. Внешний вид того же пациента в процессе лечения аппаратом Илизарова

Fig. 4. The appearance of the same patient during treatment with the Ilizarov apparatus

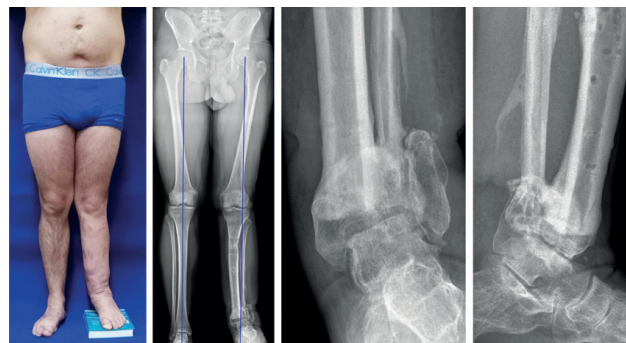


Рис. 5. Внешний вид пациента М., 28 лет (слева) и его рентгенограммы (справа) до коррекции. На рентгенограммах обращает на себя внимание отклонение механической оси нижней конечности до 3 см слева, а также многоплоскостная деформация в области дистального метаэпифиза берцовых костей

Fig. 5. Appearance of patient M., 28 years old (left) and his radiographs (right) before correction. On radiographs, attention is drawn to the deviation of the mechanical axis of the lower limb up to 3 cm on the left, as well as multiplanar deformity in the region of the distal metaepiphysis of the tibia

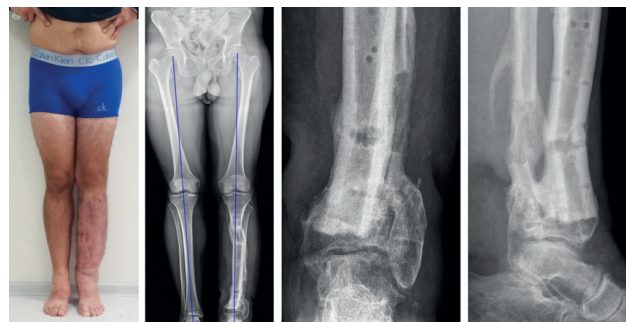


Рис. 6. Внешний вид пациента М., 28 лет (слева) и его рентгенограммы (справа) после коррекции. Положение механической оси идентично с обеих сторон, осевые и угловые взаимоотношения в области левого голеностопного сустава восстановлены

Fig. 6. Appearance of patient M., 28 years old (left) and his radiographs (right) after correction. The position of the mechanical axis is identical on both sides, the axial and angular relationships in the area of the left ankle joint are restored

большинство — 71 больной (79,8%). Это можно объяснить тем, что при относительно небольшой величине РДНК в 1-й группе пациентов не видят необходимости использовать дополнительную коррекцию с помощью ортопедических изделий. Во 2-й группе при значительной величине РДНК трудно обойтись без дополнительной компенсации, это вынуждает пациентов пользоваться специальной обувью.

Развивающиеся механизмы компенсации в виде вторичных деформаций приводят к формированию на уровне центральной нервной системы (ЦНС) определенных механизмов проприоцепции, которые по механизму обратной связи определяют степень комфорта при компенсации посттравматического укорочения [12, 13]. Иными словами, величина оптимальной компенсации РДНК, определяемая самим пациентом, нередко отличается от величины истинного укорочения.

С учетом этого мы разработали методику трехэтапного определения оптимальной величины компенсации у пациентов с посттравматической РДНК. 1-й этап — подбор оптимальной по высоте подставки в положении стоя. 2-й этап — оценка степени комфорта при ходьбе в удобной обуви с подошвой, увеличенной по высоте на величину, определенную на первом этапе. Лучше изготавливать такую подошву из слоистого материала, чтобы была возможность регулировать высоту подошвы. Лишь после такого исследования, когда пациент точно определил оптимальную для него величину коррекции, обсуждается вопрос хирургического удлинения именно на эту величину. В процессе лечения по методу Илизарова реализуется 3-й этап. После завершения distraction пациенту предлагается в течение 2–3 недель пройти курс реабилитации, восстановить походку и объем движений в суставах и после этого еще раз вернуться к обсуждению окончательной величины оптимальной коррекции. Дело в том, что при удлинении по Илизарову образуется регенерат, который на ранних стадиях своего формирования, сразу после distraction, обладает пластическими свойствами. Это позволяет в пределах 5–7 мм сжать или растянуть его дополнительно. После этого аппарат выполняет фиксирующую функцию до наступления консолидации.

В обеих группах величина оптимальной коррекции была меньше, чем величина истинной РДНК. Ниже в табл. 4 представлены данные сравнения этих величин.

Из данных табл. 4 видно, что оптимальная величина коррекции в 1-й группе составила 87,0% от величины истинного укорочения, а во 2-й — 78,9%. Связано это с тем, что в данных группах РДНК сформировалась уже во взрослом возрасте, пациенты достаточно быстро обратили на нее внимание, не смогли к ней адаптироваться и вынуждены были прибегнуть к хирургической коррекции.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Посттравматические укорочения нижних конечностей являются частным случаем деформации и нередко сопровождаются отклонением оси в различных плоскостях. Наличие в анамнезе тяжелых травм, многочисленных операций и (нередко) осложнений способствует формированию ППО, который характеризуется рубцовыми изменениями, трофическими расстройствами и остатками неудаленных инородных тел. При определении уровня корригирующей осте-

Таблица 3

### Распределение пациентов по типу компенсации

Table 3

#### Distribution of patients by type of compensation

Группа	Разница длины нижних конечностей, см	Тип компенсации		Всего n (%)
		пассивный n (%)	активный n (%)	
1-я	2,7±1,2	66 (35,3%)	121 (64,7%)	187 (100%)
2-я	7,8±2,7	71 (79,8%)	18 (20,2%)	89 (100%)

Таблица 4

### Сравнение величины оптимальной коррекции и разной длины нижних конечностей в разных группах

Table 4

#### Comparison of the value of the optimal correction and different lengths of the lower limbs in different groups

Группы, количество операций	Средняя величина разной длины нижних конечностей, см	Средняя величина коррекции, см	Процент коррекции, %
1. Неправильно сросшиеся переломы (n=65)	2,3±0,8	2,0±0,7	87,0
2. Резекции после тяжелых травм, остеомиелита или опухоли (n=37)	7,1±2,4	5,6±1,5	78,9

томии необходимо избегать вмешательства в этой зоне, выбирая неизменные участки выше или ниже.

Необходимо учитывать тяжелый психологический статус таких пациентов, многие из которых подверглись многочисленным операциям и в итоге многолетнего лечения получили неудовлетворительный результат, который заставляет их прибегать к новым хирургическим вмешательствам. С целью сокращения количества операций целесообразно в рамках одного вмешательства выполнять максимальное количество манипуляций. В частности, при наличии неудаленных фиксаторов следует их удалять и выполнять корригирующую остеотомию симультанно, в рамках одного оперативного пособия. При наличии интрамедуллярного фиксатора можно его не удалять, а использовать как направитель в процессе distraction и окончательный фиксатор после завершения коррекции РДНК.

Длительное отсутствие компенсации разной длины нижних конечностей у пациентов с последствиями тяжелых переломов бедра и голени приводит к развитию стойких необратимых деформаций вышерасположенных отделов скелета (таза и позвоночника). В последующем эти деформации по механизму обратной связи уже сами будут определять величину необходимой компенсации. Чем больше срок, прошедший от момента развития РДНК до момента коррекции, тем на меньшую величину необходимо удлинять (или укорачивать) пораженную конечность. Поэтому необходимо как можно раньше диагностировать РДНК и акцентировать внимание пациентов на возможных негативных последствиях синдрома разной длины ног.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Особенностью посттравматических укорочений нижних конечностей является частое их сочетание с другими видами деформаций (угловое и ротационное), а также наличие инородных тел, рубцовых и тро-

фических изменений, формирующих так называемый посттравматический патологический очаг.

2. В зависимости от вида посттравматического укорочения включаются либо активный, либо пассивный механизмы адаптации, которые приводят к вторичным компенсаторным деформациям других отделов скелета и по механизму обратной связи определяют ощущение комфорта при компенсации посттравматических укорочений.

3. Величина оптимальной коррекции разной длины нижних конечностей всегда меньше величины истин-

ного укорочения, что необходимо учитывать при планировании удлиняющих операций. Метод Илизарова позволяет в процессе лечения определять величину оптимальной коррекции и производить удлинение именно на ту величину, которая является наиболее комфортной для данного пациента.

4. Оптимизация хирургической техники путем выполнения корригирующих операций вне зоны патологического очага позволяет значительно снизить риски развития осложнений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нелин Н.И., Зубрицкий В.Ф., Ивашкин А.Н., Иванов П.А., Григорян Б.С., Абрамов И.В., и др. Коррекция посттравматических деформаций нижних конечностей. *Военно-медицинский журнал*. 2008;329(7):60–61.
2. Нелин Н.И. *Хирургическое лечение и профилактика ортопедических осложнений тяжелых травм бедра и голени*: автореферат дис... доктора медицинских наук. Москва; 2010. <https://search.rsl.ru/record/01004616080> [Дата обращения 06.11.2020]
3. Кавецкий Ю.П. *Особенности коррекции посттравматических деформаций голени*: дис. ... кандидата медицинских наук. Москва; 2017. <https://search.rsl.ru/record/01006661821> [Дата обращения 06.11.2020]
4. Gladbach B, Heijens E, Pfeil J, Paley D. Calculation and correction of secondary translation deformities and secondary length deformities. *Orthopedics*. 2004;27(7):760–766. PMID: 15315047
5. Milner SA, Davis TR, Muir KR, Greenwood DC, Doherty M. Long-term outcome after tibial shaft fracture: is malunion important? *J Bone Joint Surg Am*. 2002; 84(6):971–980. PMID: 12063331 <https://doi.org/10.2106/00004623-200206000-00011>
6. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat*. 1990; 250:81–104. PMID: 2403498 <https://doi.org/10.1097/00003086-199001000-00011>

## REFERENCES

1. Nelin NI, Zubritskiy VF, Ivashkin AN, Ivanov PA, Grigoryan BS, Abramov IV, et al. Korrektsiya posttravmaticheskikh deformatsiy nizhnikh konechnostey. *Military Medical Journal*. 2008;329(7):60–61. (In Russ.)
2. Nelin NI. *Khirurgicheskoe lechenie i profilaktika ortopedicheskikh oslozhneniy tyazhelykh travm bedra i goleni*: Dr. Med. Sci. Diss. Synopsis. Moscow; 2010. (In Russ.) Available at: <https://search.rsl.ru/record/01004616080> [Accessed 06 Nov 2020]
3. Kavetskiy YuP. *Osobennosti korrektsii posttravmaticheskikh deformatsiy goleni*: Cand. Med. Sci. Diss. Synopsis. Moscow; 2017. (In Russ.) Available at: <https://search.rsl.ru/record/01006661821> [Accessed 06 Nov 2020]
4. Gladbach B, Heijens E, Pfeil J, Paley D. Calculation and Correction of Secondary Translation Deformities and Secondary Length Deformities. *Orthopedics*. 2004;27(7):760–766. PMID: 15315047
5. Milner SA, Davis TR, Muir KR, Greenwood DC, Doherty M. Long-Term Outcome After Tibial Shaft Fracture: Is Malunion Important? *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84(6):971–980. PMID: 12063331. <https://doi.org/10.2106/00004623-200206000-00011>
6. Paley D. Problems, Obstacles, and Complications of Limb Lengthening by the Ilizarov Technique. *Clin Orthop Relat*. 1990;250:81–104. PMID: 2403498. <https://doi.org/10.1097/00003086-199001000-00011>

7. Liantis P, Mavrogenis AF, Stavropoulos NA, Kanellopoulos AD, Papagelopoulos PJ, Soucacos PN, et al. Risk factors for and complications of distraction osteogenesis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(5):693–698. PMID: 23793730 <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1261-7>
8. Subotnick SI. Limb length discrepancies of the lower extremity (the short leg syndrome). *J Orthop Sport Phys Ther*. 1981;3(1):11–16. PMID: 18810144 <https://doi.org/10.2519/jospt.1981.3.1.11>
9. Cooperstein R, Lew M. The relationship between pelvic torsion and anatomical leg length inequality: a review of the literature. *J Chiropr Med*. 2009;8(3):107–118. PMID: 19703666 <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2009.06.001>
10. Raczkowski JW, Daniszewska B, Zolynski K. Functional scoliosis caused by leg length discrepancy. *Arch Med Sci*. 2010;6(3):393–398. PMID: 22371777 <https://doi.org/10.5114/aoms.2010.14262>
11. Маркс В.О. *Ортопедическая диагностика (руководство-справочник)*. Минск: Наука и жизнь; 1978.
12. Gross RH. Leg length discrepancy: how much is too much? *Orthoped*. 1978;1(4):307–310. PMID: 73319
13. Elik M, Ostiak-Tomaszewska W, Lisiński P, Koczewski P. Does structural leg-length discrepancy affect postural control? Preliminary study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):346. PMID: 28793888 <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1707-x>

7. Liantis P, Mavrogenis AF, Stavropoulos NA, Kanellopoulos AD, Papagelopoulos PJ, Soucacos PN, et al. Risk Factors for and Complications of Distraction Osteogenesis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(5):693–698. PMID: 23793730. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1261-7>
8. Subotnick SI. Limb Length Discrepancies of the Lower Extremity (the Short Leg Syndrome). *J Orthop Sport Phys Ther*. 1981;3(1):11–16. PMID: 18810144. <https://doi.org/10.2519/jospt.1981.3.1.11>
9. Cooperstein R, Lew M. The Relationship Between Pelvic Torsion and Anatomical Leg Length Inequality: A Review of the Literature. *J Chiropr Med*. 2009;8(3):107–118. PMID: 19703666 <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2009.06.001>
10. Raczkowski JW, Daniszewska B, Zolynski K. Functional scoliosis caused by leg length discrepancy. *Arch Med Sci*. 2010;6(3):393–398. PMID: 22371777 <https://doi.org/10.5114/aoms.2010.14262>
11. Marks VO. *Ortopedicheskaya diagnostika*. Minsk: Nauka i zhizn' Publ.; 1978. (In Russ.)
12. Gross RH. Leg length discrepancy: how much is too much? *Orthoped*. 1978;1(4):307–310. PMID: 73319
13. Elik M, Ostiak-Tomaszewska W, Lisiński P, Koczewski P. Does structural leg-length discrepancy affect postural control? Preliminary study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):346. PMID: 28793888 <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1707-x>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### Артемьев Александр Александрович

доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии и ортопедии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, профессор кафедры хирургии поврежденных Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»;  
<https://orcid.org/0000-0002-0977-805X>, alex\_artemiev@mail.ru;

30%: концепция и дизайн исследования, разработка деталей хирургического лечения, выполнение операций

### Ивашкин Александр Николаевич

профессор кафедры хирургии поврежденных Медицинского института непрерывного образования ФГБОУ ВО МГУПП, заведующий травматологическим отделением ГКБ им. В.В. Виноградова;  
ivashkiny@mail.ru;

20%: концепция и дизайн исследования, разработка деталей хирургического лечения, выполнение операций

<b>Кашуб Али Масуд</b>	аспирант кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН; <a href="https://orcid.org/0000-0002-4999-585X">https://orcid.org/0000-0002-4999-585X</a> , <a href="mailto:dr.ali.kashoob@gmail.com">dr.ali.kashoob@gmail.com</a> ; 20%: выполнение операций, работа с литературой, оформление текста статьи
<b>Соловьев Юрий Сергеевич</b>	соискатель кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН; <a href="https://orcid.org/0000-0001-6531-9491">https://orcid.org/0000-0001-6531-9491</a> , <a href="mailto:iurij.soloviov@yandex.ru">iurij.soloviov@yandex.ru</a> ; 15%: участие в операциях и наблюдение пациентов
<b>Гулулян Геворг Георгиевич</b>	соискатель кафедры травматологии и ортопедии Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН; <a href="https://orcid.org/0000-0002-1425-0313">https://orcid.org/0000-0002-1425-0313</a> , <a href="mailto:gululov@yandex.ru">gululov@yandex.ru</a> ; 15%: участие в операциях и наблюдение пациентов

Received on 07.07.2020

Review completed on 21.09.2020

Accepted on 29.09.2020

Поступила в редакцию 07.07.2020

Рецензирование завершено 21.09.2020

Принята к печати 29.09.2020

## Features of Surgical Treatment of Posttraumatic Lower Limbs of Different Lengths in Adult Patients

**A.A. Artemiev<sup>1,2</sup>, A.N. Ivashkin<sup>2</sup>, A.M. Kashoob<sup>3\*</sup>, Yu.S. Solovyov<sup>3</sup>, G.G. Gululyan<sup>3</sup>**

Department of Traumatology and Orthopedics

<sup>1</sup> Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Aid and Medical Technologies of FMBA of Russia  
28 Orekhovy blvd., Moscow 115682, Russian Federation

<sup>2</sup> Moscow State University of Food Production  
11 Volokolamskoe Sh., Moscow 125080, Russian Federation

<sup>3</sup> Peoples' Friendship University of Russia  
6 Miklukho-Maklaya St., Moscow 117198, Russian Federation

\* **Contacts:** Ali M. Kashoob, postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia.  
Email: [dr.ali.kashoob@gmail.com](mailto:dr.ali.kashoob@gmail.com)

**RELEVANCE** Different lengths of the lower extremities have a negative impact on the position of the pelvis and spine and lead to secondary deformities. To prevent these consequences, early surgical correction of the shortening is necessary.

**AIM OF STUDY** Study of the features of post-traumatic shortening of the lower extremities, mechanisms of adaptation to this condition and, on the basis of this, optimization of surgical technique when performing reconstructive and restorative operations.

**MATERIAL AND METHODS** A total of 276 patients with posttraumatic shortening of the lower extremities were examined, 102 of whom were operated on. Comparative radiography of both legs was used to diagnose different lengths. The Ilizarov method was used as the main method of surgical correction.

**RESULTS** We studied the mechanisms of adaptation of patients to post-traumatic shortening of the hip and lower leg and optimized surgical technique. A method was developed for determining the optimal elongation value.

**CONCLUSION** The most effective and least traumatic method is external osteosynthesis according to Ilizarov. Distraction in the apparatus allows the formation of a regenerate of the required shape and length and the elongation of exactly the amount that is optimal for a given patient.

**Keywords:** different lengths of the lower limbs, post-traumatic deformity, post-traumatic shortening, lengthening of the lower limbs

**For citation** Artemiev AA, Ivashkin AN, Kashoob AM, Solovyov YuS, Gululyan GG. Features of Surgical Treatment of Posttraumatic Lower Limbs of Different Lengths in Adult Patients. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2020;9(4):573–579. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-4-573-579> (in Russ.)

**Conflict of interest** Authors declare lack of the conflicts of interests

**Acknowledgments, sponsorship** The study has no sponsorship

### Affiliations

Aleksandr A. Artemiev	Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Aid and Medical Technologies of Russia, Professor of the Department of Surgery of Injuries of the Medical Institute of Continuing Education of the Moscow State University of Food Production; <a href="https://orcid.org/0000-0002-0977-805X">https://orcid.org/0000-0002-0977-805X</a> , <a href="mailto:alex_artemiev@mail.ru">alex_artemiev@mail.ru</a> ; 30%, study concept and design, development of surgical treatment details, operations
Aleksandr N. Ivashkin	Professor of the Department of Injury Surgery, Medical Institute of Continuing Education, Moscow State University of Food Production, Head of the Traumatology Department, GKB im. V.V. Vinogradov; <a href="mailto:ivashkiny@mail.ru">ivashkiny@mail.ru</a> ; 20%, study concept and design, development of surgical treatment details, operations
Ali M. Kashoob	Postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics, Peoples' Friendship University of Russia; <a href="https://orcid.org/0000-0002-4999-585X">https://orcid.org/0000-0002-4999-585X</a> , <a href="mailto:dr.ali.kashoob@gmail.com">dr.ali.kashoob@gmail.com</a> ; 20%, performing operations, working with literature, designing the text of the article
Yuri S. Solovyov	Applicant for the Department of Traumatology and Orthopedics of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia; <a href="https://orcid.org/0000-0001-6531-9491">https://orcid.org/0000-0001-6531-9491</a> , <a href="mailto:iurij.soloviov@yandex.ru">iurij.soloviov@yandex.ru</a> ; 15%, participation in operations and observation of patients
Gevorg G. Gululyan	Applicant for the Department of Traumatology and Orthopedics of the Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia; <a href="https://orcid.org/0000-0002-1425-0313">https://orcid.org/0000-0002-1425-0313</a> , <a href="mailto:gululov@yandex.ru">gululov@yandex.ru</a> ; 15%, participation in operations and observation of patients