

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДОПЛЕРОГРАФИЯ ПАЛЬЦЕВЫХ АРТЕРИЙ ПРИ УДЛИНЕНИИ КУЛЬТЕЙ ФАЛАНГ ПАЛЬЦЕВ МИНИ-ФИКСАТОРАМИ

Т.И. Долганова, Д.А. Шабалин, Н.Г. Шихалева

ФГУ «РНИЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития России,
директор – д.м.н. А.В. Губин
г. Курган

У 67 больных с посттравматическими культями пальцев кисти проводилось исследование периферической гемодинамики в процессе постепенного удлинения культей мини-фиксатором Илизарова методами электротермометрии и ультразвуковой доплерографии.

При поперечном тракционном воздействии в процессе создания запаса кожи в межпальцевом пространстве достоверной динамики расчетных показателей УЗДГ пальцевых артерий не выявлено. При продольном тракционном воздействии на фаланги пальцев, когда достигаются величины удлинения тканей более 100%, регистрируется компенсаторная реакция сосудов на метаболический запрос и кислородные потребности удлиняемых тканей в виде увеличения в 1,5–2 раза линейной и объемной систолической скоростей кровотока пальцевой артерии и капиллярного кровотока кожи, которая сочетается с изменением упруго-эластических свойств артерий по типу вазоконстрикции.

У больных с последствиями холодовой травмы кисти (13 наблюдений) регистрируется выраженная вазоконстрикция пальцевых артерий на этапах лечения, что определяет тактику ведения данных пациентов.

Ключевые слова: УЗДГ, электротермометрия, культя пальцев кисти, удлинение.

DOPPLER SONOGRAPHY OF DIGITAL ARTERIES BY LENGTHENING OF FINGER PHALANGES WITH MINIFIXATORS

T.I. Dolganova, D.A. Shabalin, N.G. Shikhaleva

The study of peripheral hemodynamics in the arteries and veins of the posttraumatic hand stumps of 67 patients was performed before and during traction of the tissues with a mini-fixator using electrothermometry and Doppler sonography.

Digital arteries before treatment in the conditions of reduced finger stumps motor activity show that all Doppler sonography recordings are decreased relative to the values of the unaffected fingers in the intact limb.

During transverse traction intended for skin stock growing in the interdigital webspaces there was no significant dynamics of the recorded Doppler sonography values in the digital arteries. The compensatory vascular response to metabolic query and oxygen need is registered in the lengthened tissue by longitudinal traction effect on the finger phalanges when the tissue can be grown by more than 100% of the initial stock, that results in a 1.5–2 fold increase of the linear and volumetric systolic blood flow velocity in the digital arteries and skin capillaries that is associated with the changes in the artery viscoelasticity which is of a vasoconstriction type.

Key words: Doppler sonography, electrothermometry, finger stumps, lengthening.

Внедрение в клиническую практику методик чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза и разработка мини-аппарата открыли новые возможности использования местных тканей при реконструктивной хирургии поврежденной кисти [3, 4], в частности при удлинении посттравматических культей пальцев.

При этом объективная оценка биологического состояния мягких тканей кисти в процессе воздействия на них дистракционных усилий, как и морфофункциональных изменений в кровеносных тканях, имеет большое значение, т.к. позволяет регулировать темпы дистракции, избегать трофических осложнений. Остается неисследованной проблема реакции сосудистого

русла кисти пациентов с последствиями холодовой травмы в процессе дистракционного удлинения культей пальцев.

Цель работы – изучить влияние дистракционного воздействия на кровообращение мягких тканей в процессе удлинения посттравматических культей пальцев кисти, в том числе и у больных, перенесших холодовую травму кисти.

Материал и методы

В клинике Центра проведено лечение 218 больных с посттравматическими культями лучей кисти на различных уровнях, из них 37 пациентов с последствиями отморожения кистей IV степени. В зависимости от длины культей пальцев, наличия контрактур смежных суста-

вов и возникающей после удлинения базальной синдактилии применены следующие методики:

– удлинение культи пальцев (культи менее 30 мм – 51 человек; культи более 30 мм – 121);

– удлинение культи пальцев с последующей пластикой межпальцевых промежутков – 24 пациента;

– удлинение культи с устранением приводящей контрактуры I пальца – 22 больных.

У 55 пациентов проводилось исследование периферической гемодинамики культи пальцев методами электротермометрии и ультразвуковой доплерографии артерий и вен (УЗДГ) на ультразвуковом диагностическом приборе «Минимакс-доплер К» (Санкт-Петербург) при помощи высокочастотного датчика с рабочей частотой 20 МГц до и в процессе тракционного воздействия на ткани мини-фиксатором с частотой обследования каждые 7–10 дней и после снятия аппарата. Оценивались показатели стандартного автоматического заключения УЗДГ: VAs (см/сек), QAs (мл/сек) – максимальная линейная и объемная систолическая скорость по кривой средней скорости, VAm (см/сек) – средняя скорость по кривой средней скорости, VAkd, см/сек – конечная диастолическая скорость по кривой средней скорости; рассчитывался индекс Гослинга (PI), отражающий упруго-эластические свойства артерий, индекс Пурсело (RI), отражающий сопротивление кровотоку дистальнее места измерения.

Электротермометрия производилась с помощью электронного термометра (модель DT – 637, Япония) в интересующих точках культи и пальцев кистей до лечения, во время лечения (каждые 7–10 дней) и на контрольных осмотрах после снятия мини-фиксатора.

При анализе материала были дополнительно выделены две группы:

I группа – больные с посттравматическими культями фаланг пальцев (n=54);

II группа – больные с ампутированными культями фаланг пальцев после холодовой травмы (n=13).

Статистическая обработка результатов выполнена с использованием стандартных программ Microsoft Excel. В работе приводятся средняя арифметическая (M), ошибка средней (m) и число наблюдений (n), равное числу обследованных.

Результаты и обсуждение

При исследовании собственных пальцевых артерий культи пальцев и неповрежденных пальцев интактной конечности у всех пациентов регистрировался магистральный II тип кровотока: на доплерограммах четкий систолический пик, выражен второй антеградный пик, отсутствие ретроградного кровотока и показатель VAkd имеет положительное значение (табл. 1).

По данным ультразвуковой доплерографии пальцевых артерий, у пациентов I группы до лечения при резко уменьшенной двигательной активности культи фаланг пальцев снижены расчетные показатели доплерограммы относительно значений неповрежденных пальцев интактной конечности: линейная и объемная систолическая скорость на 57% ($p \leq 0,05$), средняя скорость (VAm) на 46% ($p \leq 0,05$), конечная диастолическая скорость (VAkd) на 38% ($p \leq 0,05$), упруго-эластические свойства артерий на 13% (рис. 1).

У пациентов II группы до лечения также все расчетные значения УЗДГ артерий фаланг пальцев были снижены. Изменен тип кривой, который соответствует выраженной вазоконстрикции пальцевых артерий: регистрировался ретроградный кровоток, у 6 пациентов показатель конеч-

Таблица 1

Показатели доплерограмм собственных пальцевых артерий культи проксимальных фаланг пальцев кисти, M±m

Показатели	Сроки наблюдения				
	интактная конечность (n=55)	до лечения (n=31)	создание запаса кожи (n=15)	в процессе distraction (n=24)	после снятия аппарата (n=25)
VAs	8,42±0,58	3,67±0,37	3,82±0,53	6,03±0,93*	5,95±0,71*
QAs	3,67±0,27	1,61±0,19	1,80±0,25	2,84±0,44*	2,81±0,33*
VAm	2,83±0,28	1,54±0,22	1,28±0,29	2,11±0,37*	2,00±0,35
VAkd	3,17±0,34	1,99±0,25	1,17±0,17	1,39±0,20*	3,52±0,78
PI	3,21±0,27	2,80±0,21	2,66±0,19	3,11±0,41	3,44±0,35
RI	0,72±0,023	0,74±0,050	0,79±0,06	0,79±0,045	0,74±0,05

Примечание: * – показано различие параметров относительно значений «до лечения» ($p \leq 0,05$).

ной диастолической скорости (VA_{kd}) менее 1,0, на доплерограмме определялось «звуковое окно».

В процессе создания запаса кожи в межпальцевых промежутках между удлиняемыми культями лучей кисти расчетные значения УЗДГ пальцевых артерий, прилежащих к исследуемому участку, не имели достоверных отличий от значений «до лечения», т.е. отсутствовали изменения упруго-эластических свойств пальцевых артерий (табл. 1).

При тракционном воздействии на ткани динамика линейной и объемной систолической скорости пальцевых артерий однонаправлена в обеих группах пациентов и зависит от величины удлинения. В начале процесса дистракции (до 25% удлинения кульги фаланги пальцев) не выявлено достоверной динамики показателей линейной и объемной скоростей кровотока по пальцевым артериям, но отмечается значительное повышение периферического сопротивления сосудов. У пациентов I группы – PI до 4,0 усл. ед., VA_{kd} менее 1,0; у пациентов II группы – PI до 4,0 усл. ед., регистрируется увеличение ретроградного кровотока и отрицательные значения VA_{kd} , уменьшение показателя VAm , в среднем на 45%, т.е. степень выраженности вазоконстрикции у пациентов 2 группы выше.

К окончанию периода дистракции культей фаланг пальцев (100–150% удлинения) у паци-

ентов I группы отмечали значительное увеличение (относительно значений «до лечения») линейной и объемной систолической скоростей – на 77% ($p \leq 0,05$). Регистрировался тип кровотока с выраженной диастолической компонентой и отсутствием ретроградного кровотока. Как следствие показатель средней скорости VAm был увеличен на 84% ($p \leq 0,05$). Снижение на 29% конечной диастолической скорости (VA_{kd}) и увеличение на 23% индекса PI носили недостоверный характер (рис. 2). Результаты динамики показателей УЗДГ при дистракционном воздействии на ткани согласуются с ранее полученными данными изменения микроциркуляции методом лазерной флоуметрии [1].

У пациентов II группы к концу периода дистракции прирост линейной и объемной скоростей кровотока был меньше (табл. 3). На доплерограммах сохраняется ретроградный кровоток, значения VA_{kd} менее 1,0 и достоверный прирост на 115% показателя PI (рис. 3).

Увеличение кровоснабжения тканей культей пальцев кисти при дистракционном удлинении коротких трубчатых костей – это проявление компенсаторной реакция тканей на их метаболический запрос и кислородные потребности. Аналогичная компенсаторная реакция тканей регистрируется и при дистракционном воздействии на длинные трубчатые кости нижних ко-

Таблица 2

Показатели электротермометрии кожи удлиняемых культей фаланг пальцев и контралатеральных лучей кисти, град. ($M \pm m$)

Сроки	До лечения n=31	Дистракция n=39	Фиксация n=39	После снятия аппарата n=25	Интактные фаланги n=55
Показатели	26,9±2,56	29,6±2,81	29,5±2,51	28,5±2,83	28,6±2,83

Таблица 3

Показатели периферической гемодинамики культей фаланг пальцев в процессе дистракции по данным УЗДГ ($M \pm m$)

Показатели	Посттравматические культя		Прирост, %	Последствия холодовой травмы		Прирост, %
	до лечения (n=47)	конец дистракции (n=38)		до лечения (n=8)	конец дистракции (n=8)	
VAs	4,78±0,47	8,49±1,08*	+77	1,88±0,16	2,74±0,31*	+45
QAs	2,25±0,22	4,0±0,51*	+77	0,87±0,16	1,29±0,14*	+48
VAm	1,63±0,27	3,0±0,56*	+84	1,39±0,39	0,90±0,24	-36
VA_{kd}	2,49±0,59	1,77±0,53	-29	1,19±0,27	0,89±0,26	-26
PI	2,65±0,12	3,28±0,58	+23	1,09±0,26	3,44±0,35*	+215
RI	0,79±0,050	0,86±0,06	+8	0,65±0,094	0,74±0,05	+14

Примечание: * – показано различие параметров относительно значений «до лечения» ($p \leq 0,05$)

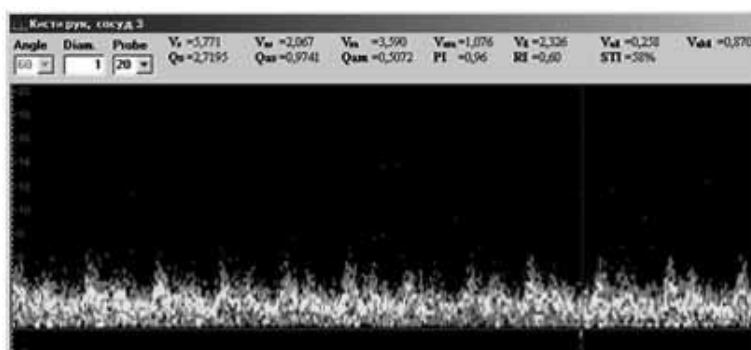


Рис. 1. Доплерограмма собственной пальцевой артерии культи проксимальной фаланги II пальца правой кисти больного Т., 29 лет. Ds: посттравматические ампутационные культи II–V пальцев правой кисти на уровне проксимальных фаланг (до лечения)

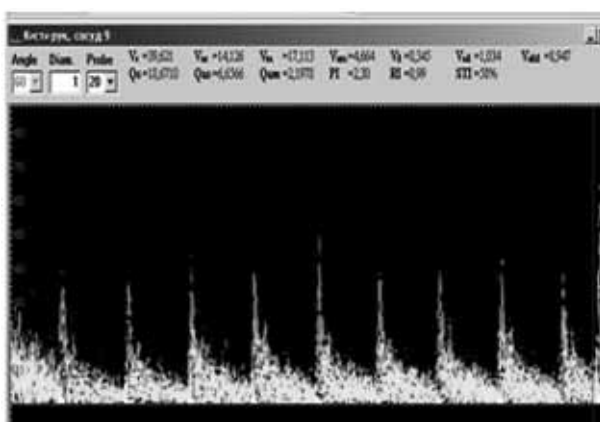


Рис. 2. Доплерограмма собственной пальцевой артерии удлиненной культи фаланги пальца больного П., 36 лет. Ds: посттравматические ампутационные культи II–III пальцев левой кисти. Дистракция 30 дней. Удлинение 100%

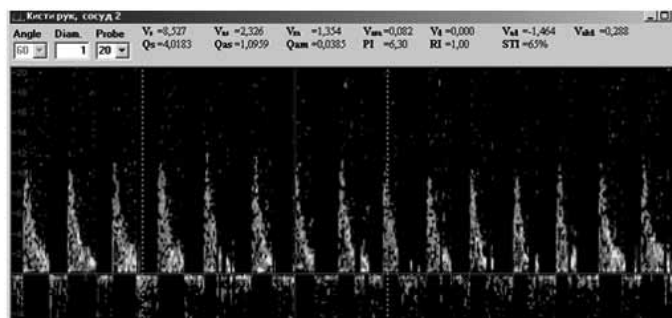


Рис. 3. Доплерограмма пальцевой артерии больного Р., 45 лет. Ds: последствия холодовой травмы, культи II–V пальцев левой кисти на уровне проксимальных фаланг. Дистракция 33 дня, удлинение 90%

нечностей [2]. По-видимому, после холодовой травмы обмен веществ в сохранившихся тканях остается сниженным и значительно не увеличивается в процессе дистракции.

Увеличенному артериальному притоку соответствует и увеличение венозного оттока, что подтверждается данными ультразвуковой доплерографии пальцевых вен и электротермометрии.

Регистрируется увеличение температуры кожи удлиняемых сегментов в процессе дистракции относительно исходных значений, а также положительная термоасимметрия кожи удлиняемой фаланги пальца относительно контралатеральной (табл. 2).

Необходимость клинически корректировать темп дистракции возникает через 7–10 дней, когда отмечается нарастание болевого синдрома и изменение окраски кожных покровов. Отсутствие через 7–10 дней дистракции прироста показателя линейной и объемной скоростей кровотока относительно значений «до лечения» или снижение показателя VAs на 50–75% от

значений собственной пальцевой артерии контралатеральной фаланги пальцев на интактной кисти при регистрации выраженных признаков вазоконстрикции (отрицательные значения VAd, увеличение индекса PI), является дополнительным критерием снижения темпа дистракции. Снижение показателей VAs (линейной скорости кровотока) пальцевых артерий ниже значений «до лечения» или снижение более чем на 75% показателя VAs собственной пальцевой артерии от значений контралатеральной фаланги пальцев на интактной кисти, отрицательная термоасимметрия являлись также дополнительным критерием временной остановки дистракции на 4–5 дней.

Сосудистый эндотелий является ключевым местом вазомоторного контроля. Оксид азота (NO), потенциально выделяемый из нервов, эндотелиальных клеток, скелетных мышц и, возможно, из эритроцитов участвует в сосудистой регуляции путем изменения кровотока в точном соответствии обмену веществ [6].

При контрольном обследовании пациентов через 6 месяцев после снятия мини-фиксаторов расчетные показатели VAm, VAKd и PI, RI не имели достоверных отличий от значений ин-

тактной конечности, т.е. упруго-эластические свойства пальцевых артерий были не изменены. Линейная и объемная систолическая скорости кровотока относительно значений «до лечения» были повышены в среднем на 62% и 74% ($p \leq 0,05$) соответственно, но оставались сниженными относительно артерий неповрежденных пальцев в среднем на 30% и 76% соответственно ($p \leq 0,05$). Это отражало более низкий уровень их метаболического запроса и кислородных потребностей в связи с уменьшенной двигательной активности удлиненных фаланг пальцев.

Учитывая данные УЗДГ, тактика ведения пациентов, перенесших холодовую травму, имеет свои особенности (табл. 4).

Для предупреждения возникновения некроза тканей на торце культи проводили сосудистую терапию. Доплерография пальцевых артерий служит дополнительным критерием эффективности проводимого консервативного лечения, направленного на уменьшение вазоконстрикции сосудов. У всех пациентов I группы регистрировалось увеличение линейной скорости

кровотока пальцевых артерий на фоне медикаментозного воздействия. У 3 пациентов II группы, по данным УЗДГ, динамика отсутствовала и у 4 больных наблюдалась отрицательная динамика расчетных значений УЗДГ. По данным литературы, аналогичные ответы микрососудов скелетной мускулатуры на медикаментозные пробы, направленные на развитие вазодилатационного ответа, отмечают при возрастных изменениях сосудистого эндотелия [5].

Клинические примеры.

Пациент К., 62 лет, диагноз: последствия холодовой травмы. Ампутационные культы на уровне пястных костей кистей. Выполнено оперативное вмешательство: остеотомия I пястной кости, остеосинтез аппаратом Илизарова. Дистракция на удлинение 48 суток, фиксация 89 дней. Достигнутое удлинение I пястной кости 2,5 см (рис. 4).

Пациент Н., 24 лет, диагноз: ампутационная культя I пястной кости правой кисти. Операция: остеотомия I пястной кости правой кисти, остеосинтез аппаратом Илизарова. Дистракция на удлинение 51 сутки, фиксация 87 суток. Достигнутое удлинение 2,1 см (рис. 5).



Рис. 4. Больной К., 62 года. Ds: последствия холодовой травмы; ампутационные культы I–V пястных костей кистей: а – рентгенограмма и внешний вид левой кисти до лечения; б – рентгенограмма кисти с аппаратом; в – внешний вид и рентгенограмма кисти после лечения

Сравнительная характеристика клинических усредненных показателей этапа удлинения фаланг пальцев ($M \pm m$)

Показатели	Группа	
	I (n=54)	II (n=13)
Удлинение, см	2,09±0,67	1,45±0,56
Дистракция, дни	36,8±7,51	45,4±8,39
Фиксация, дни	78,1±18,9	111,2±28,3
Темп дистракции, мм/сут	0,64±0,2	0,49±0,1

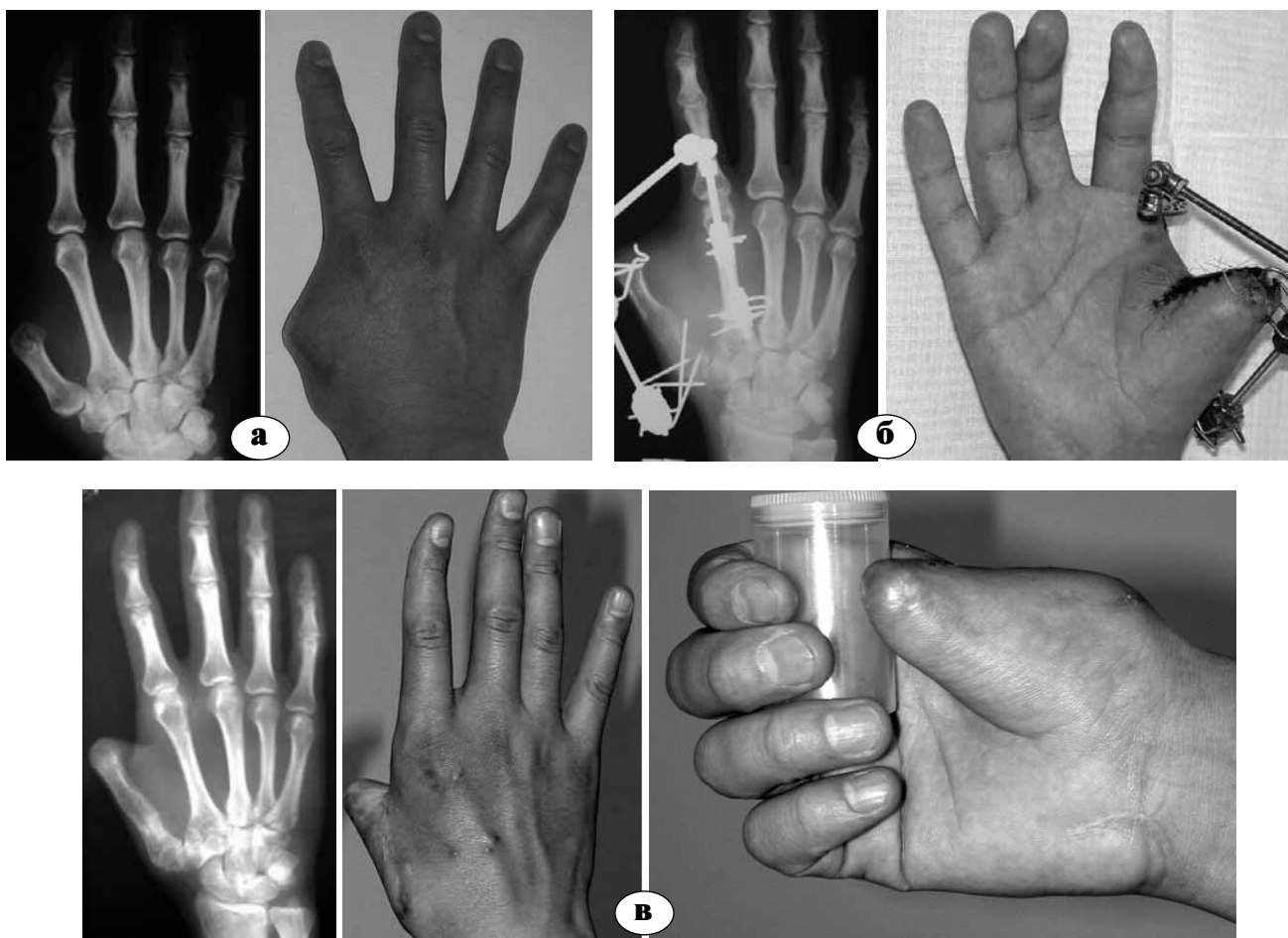


Рис. 5. Больной Н., 24 лет. Ds: ампутированная культя I пястной кости правой кисти:

а — рентгенограмма и внешний вид правой кисти до лечения; б — рентгенограмма и внешний вид кисти с аппаратом; в — рентгенограмма и внешний вид после лечения

Выводы

По данным УЗДГ, в процессе дистракционного удлинения культей лучей кисти регистрируется компенсаторная реакция сосудов на метаболический запрос и кислородные потребности удлиняемых тканей в виде увеличения в 1,5 раза линейной и объемной систолической скоростей кровотока.

У больных с последствиями холодовой травмы кисти все расчетные значения УЗДГ артерий фаланг пальцев до лечения снижены, что

свидетельствует о выраженной вазоконстрикции пальцевых артерий.

Динамика термоасимметрии и данные УЗДГ являются одними из дополнительных критериев тактики ведения больных. Отсутствие через 5–7 дней дистракции прироста относительно значений «до лечения» показателей линейной и объемной скоростей кровотока и регистрация выраженных признаков вазоконстрикции является критерием снижения темпа дистракции. Снижение показателей ЛСК пальцевых артерий

ниже значений «до лечения» и отрицательная термоасимметрия – дополнительные критерии временной остановки дистракции на 2–3 дня.

Литература

1. Долганова, Т.И. Периферическое кровообращение кисти в условиях естественного роста и пролонгированного дозированного тракционного воздействия / Т.И. Долганова, Л.А. Гребенюк // Физиология человека. – 2008. – Т. 34, № 1. – С. 102–108.
2. Долганова, Т.И. Физиологический анализ компенсаторно-приспособительных процессов в организме при лечении по Илизарову пациентов с дефектами длинных костей : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Долганова Т.И. – Курган, 2006. – 47 с.
3. Способы формирования первого пальца и луча кисти методом управляемого чрескостного остеосинтеза, разработанного в РНЦ «ВТО» / В.И. Шевцов, Д.А. Шабалин, Л.А. Попова, М.Ю. Данилкин. // Гений ортопедии. – 2009. – № 2. – С. 17–21.
4. Шевцов, В.И. Реабилитация больных с культями кисти методом чрескостного остеосинтеза / В.И. Шевцов, Г.Р. Исмаилов, М.Ю. Данилкин // Паллиативная медицина и реабилитация. – 2000. – № 1-2. – С.111.
5. Bearden, S.E. Effect of aging on the structure and function of skeletal muscle microvascular networks / S.E. Bearden // Microcirculation. – 2006. – Vol. 13, N 4. – P. 279–288.
6. Joyner, M.J. Exercise hyperaemia: Is anything obligatory but the hyperaemia? / M.J. Joyner, B.W. Wilkins // J. Physiol. – 2007. – Vol.583, N 3. – P. 855–860.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Долганова Тамара Игоревна – д.м.н. ведущий научный сотрудник отдела физиологии ФГУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития России
E-mail: rjk532007@rambler.ru;

Шихалева Наталья Геннадьевна – к.м.н. заведующая отделением патологии кисти, старший научный сотрудник клинико-экспериментальной научной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти ФГУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития России;

Шабалин Денис Александрович – к.м.н. научный сотрудник клинико-экспериментальной научной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти ФГУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития России.