

## ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ПОДКОЖНОЙ ДИСТАЛЬНОЙ ОСТЕОТОМИИ ПЛЮСНЕВЫХ КОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ

Киреев С.И.<sup>1</sup>, Имамов А.М.<sup>1</sup>, Курманов А.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И.Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Б. Казачья, 112), e-mail: meduniv@sgmu.ru

Целью исследования явилось усовершенствование технологии малоинвазивной подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей за счет разработки специального направителя и оценка эффективности его применения. В исследование было включено 54 пациента, которым была выполнена хирургическая коррекция статических деформаций переднего отдела стоп. Больные были разделены на 2 группы, которые существенно не различались по полу, возрасту, степени выраженности деформации стоп, объему операции. Основная группа включала в себя 24 пациента, у которых дистальная подкожная остеотомия плюсневых костей была выполнена при помощи разработанного нами направителя бора. У 30 пациентов группы сравнения дистальная подкожная остеотомия плюсневых костей была выполнена методом свободной руки под флюороскопическим контролем. Проведено исследование микроциркуляции тканей переднего отдела стопы у всех пациентов через 1 и 11 суток после операции на ультразвуковом диагностическом приборе «Минимакс – доплер К» при помощи высокочастотного датчика с рабочей частотой 20 МГц. Выявлены различия капиллярного кровотока между пациентами обеих групп. У пациентов основной группы линейная скорость кровотока (Vs) превышала аналогичные показатели пациентов группы сравнения как в первые сутки после операции (на 15,3%) ( $p < 0,05$ ), так и через 11 суток после операции (на 17,8%) ( $p < 0,05$ ). Индекс PI через 11 дней после операции у пациентов основной группы был на 14,3% меньше по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Показатель RI через 11 дней после операции у пациентов основной группы был на 22,1% больше по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Установлено, что применение навигационной технологии выполнения подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей позволяет уменьшить степень операционной травмы, создать более благоприятные условия для восстановления регионарного кровообращения в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: деформация стопы, подкожная остеотомия, направитель, микроциркуляция.

## THE USING OF THE NAVIGATION SUBCUTANEOUS DISTAL OSTEOTOMY OF THE METATARSUS BONES IN THE PATIENTS WITH THE FOREFOOT DEFORMITIES

Kireev S.I.<sup>1</sup>, Imamov A.M.<sup>1</sup>, Kurmanov A.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saratov State Medical University n. a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B.Kazachya, 112), e-mail: meduniv@sgmu.ru

The goal of the study was to improve the technique of minimal invasive subcutaneous distal osteotomy of the metatarsus bones due to innovation of special navigation device and assessment of its using effectiveness. 54 patients who were underwent of surgical correction of the forefoot deformity were studied. All patients were randomized into two groups despite to gender, age, forefoot deformity degree and the volume of surgery. In all 24 patients of the basic group subcutaneous distal osteotomy of the metatarsus bones was carried out with the help of our innovated burr navigation device. In all 30 patients of the comparative group subcutaneous distal osteotomy of the metatarsus bones was carried out by the free hand technique under the fluoroscopic control. Microcirculation of the forefoot tissues has been studied in all patients on the 1st and 11th days after operation using “Minimax-Doppler K” ultrasound diagnostic apparatus with a high-frequency transducer of 20 MHz operating frequency. The differences of the capillary blood floor have been revealed between both groups of the patients. The line blood floor velocity (Vs) in patients of the basic group was higher in comparison with other group of patients as on 1st day (on 15,3%) ( $p < 0,05$ ) as on 11th day after operation (on 17,8%) ( $p < 0,05$ ). PI index was less on 14,3% ( $p < 0,05$ ) and RI index was higher on 22,1% ( $p < 0,05$ ) in patients of the basic group in comparison with other group of patients on 11th day after operation. It was estimated that the using of navigation technique of performing of subcutaneous distal osteotomy of the metatarsus bones allows to decrease the surgical trauma degree, to provide more favorable conditions for the regional blood floor restoration during the after operation period.

Keywords: foot deformity, subcutaneous osteotomy, navigation device, microcirculation.

Статические деформации стоп занимают особое место в структуре заболеваемости взрослого населения не только в связи с нарушениями стереотипов ходьбы, но и в связи с развитием ряда осложнений, требующих хирургического лечения [2,6,7,8,9]. При этом клинические проявления указанной патологии в значительной степени обусловлены нарушением анатомических взаимоотношений и функции в плюснефаланговых суставах. С целью восстановления отмеченных анатомических и функциональных нарушений выполняются различные хирургические вмешательства, как на мягких тканях, так и на костях [2,6,7,8,9]. В последнее время наблюдается все более широкое внедрение в клиническую практику малоинвазивной технологии выполнения дистальных остеотомий плюсневых костей при помощи, специально разработанного хирургического инструментария (боры Shannon и др.) [8,9].

Следует отметить, что в процессе использования малоинвазивной подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей, мы обратили внимание на ряд неизбежно возникающих технических трудностей. Не смотря на использование интраоперационной флюороскопии, достаточно сложно контролировать положение дистального конца бора, что в ряде случаев приводит к травматизации мягких тканей и сосудисто-нервных пучков в межплюсневых промежутках и в подошвенной области стопы. Как следствие, возникает длительный отек и болевой синдром, а иногда и асептический некроз головок плюсневых костей [3]. Избежать указанных затруднений нам удалось за счет разработки и использования специального направителя.

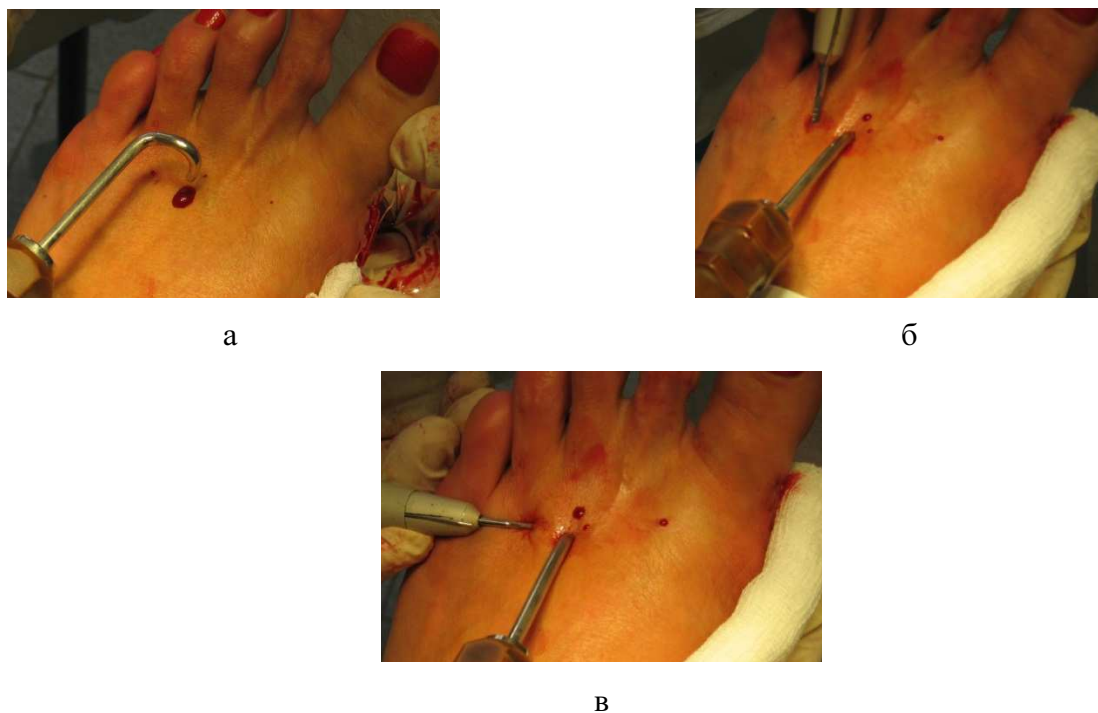
**Целью** настоящего исследования явилось усовершенствование технологии малоинвазивной подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей за счет разработки специального направителя и проведение оценки эффективности его применения.

#### **Материал и методы исследования**

Навигационная технология малоинвазивной подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей была использована в хирургическом лечении 24 больных (в возрасте от 28 до 67 лет) основной группы со статическими деформациями переднего отдела стопы. В качестве навигатора применялся разработанный нами специальный направитель [1] для подкожной остеотомии плюсневых костей.

Это устройство позволяет обеспечить выполнение подкожной остеотомии плюсневых костей без повреждения межплюсневых сосудисто-нервных пучков и сосудов подошвенной области стопы, за счет того, что изогнутый участок его рабочей части выполнен в форме половины трубки, соответствующей дистальной части бора Shannon. Вращение бора сопровождается перемещением его дистального конца по внутренней поверхности рабочей

части направителя, что обеспечивает минимальную степень повреждения параоссальных тканей и контролируемое положение плоскости остеотомии (рис. 1).



*Рис. 1. Выполнение навигационной подкожной дистальной остеотомии 3 плюсневой кости левой стопы пациентки С.: а – начальный этап введения рабочей части направителя в мягкие ткани; б – введение бора Shannon и совмещение его с направителем; в – положение бора и направителя после завершения остеотомии*

Группу сравнения составили 30 пациентов (в возрасте от 25 до 67 лет) с аналогичной патологией, в хирургическом лечении которых применялась стандартная технология выполнения подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей бором Shannon под интраоперационным флюороскопическим контролем.

Обе группы пациентов были сопоставимы по полу, возрасту, характеру сопутствующей патологии. Средний возраст составил 49,6 лет. По половому признаку преобладали женщины (92,6%). Критериями исключения из исследования являлись признаки воспаления мягких тканей в области операционных ран и наличие клинических проявлений венозной недостаточности в предоперационном периоде. Степень операционной травмы, определяющаяся сочетанием различных вариантов костной и сухожильной пластики переднего отдела стопы у пациентов обеих групп была сопоставима, что подтверждается данными, представленными в таблице 1.

**Таблица 1**

Распределение пациентов по виду оперативных вмешательств, выполненных с целью коррекции деформации переднего отдела стопы

<i>Сочетание различных вариантов костной и сухожильной пластики, выполненных с целью коррекции деформации переднего отдела стопы</i>	<i>Основная группа (n=24)</i>	<i>Группа сравнения (n=30)</i>
Латеральный релиз первого плюсне-фалангового сустава (ПФС) по Silver, SCARF-остеотомия первой плюсневой кости (ПК), остеотомия по Wilson 2,3 ПК, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3 пальцев стопы	6	7
Латеральный релиз первого ПФС по Silver, SCARF-остеотомия первой ПК, остеотомия по Wilson 2,3,4 ПК, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	2	3
Латеральный релиз первого ПФС по Silver, SCARF-остеотомия первой ПК, остеотомия основной фаланги первого пальца стопы по Akin, остеотомия по Wilson 2,3,4 ПК, артродез проксимального межфалангового сустава по Hohman 2 пальца стопы, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	4	5
Латеральный релиз первого ПФС по Silver, SCARF-остеотомия первой ПК, остеотомия основной фаланги первого пальца стопы по Akin, остеотомия по Wilson 2,3,4 ПК, артродез проксимального межфалангового сустава по Hohman 2,3 пальцев стопы, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	12	15

Базисная медикаментозная терапия в обеих группах больных была стандартной и включала применение анальгетиков, противовоспалительных препаратов и средств, улучшающих периферическую гемодинамику. Все пациенты соблюдали лечебно-охранительный режим, предполагающий возвышенное положение оперированной конечности, локальную гипотермию, разгрузку переднего отдела стопы при помощи послеоперационной обуви Барука, ограничение двигательной активности. Физиотерапевтическую коррекцию микроциркуляторных нарушений у пациентов обеих групп проводили при помощи разработанной нами методики терагерцевой терапии [3,4].

В качестве количественных критериев оценки локального статуса оперированной стопы, позволяющих оценить степень травматичности хирургического вмешательства и выраженность микроциркуляторных нарушений в послеоперационном периоде, использовали: относительное увеличение длины окружности среднего отдела стопы на уровне первого плюсне-клиновидного сустава, выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, время пробы Мак-Клора-Олдриджа на тыльной поверхности стопы. Оценку длины окружности на уровне дистального отдела стопы мы не проводили ввиду того, что значение этого показателя в значительной степени определялось изменением анатомических параметров вследствие хирургической коррекции деформации.

Для изучения степени выраженности микроциркуляторных нарушений периферического кровотока после хирургического лечения выполнялась ультразвуковая доплерография при помощи прибора «МИНИМАКС-ДОПЛЕР-К» (изготовитель «ООО СП. МИНИМАКС», Россия, Санкт-Петербург). Датчик прибора имел рабочую частоту 20

МГц, что позволяло проводить УЗИ локацию микрососудов на глубине до 10 мм. Определение функциональных параметров микрогемодинамики производилось в области ногтевого валика 1-го пальца стопы, подвергнуто хирургической коррекции деформации ее переднего отдела. Оценивались линейные и объемные показатели:  $V_s$  (см/с),  $Q_s$  (мл/с) – линейная и объемная систолическая скорость кровотока,  $V_m$  (см/с),  $Q_m$  (мл/с) – линейная и объемная средняя систолическая скорость кровотока,  $V_d$  (см/с) – линейная диастолическая скорость кровотока. Рассчитывался индекс Гослинга (PI), отражающий упругоэластические свойства артерий и индекс Пурсело (RI), отражающий сопротивление кровотоку.

Все пациенты проходили обследование двукратно – через 1 и 11 суток после выполнения операции. Данная схема проведения исследования, по нашему мнению, обладает достаточной степенью достоверности для изучения микрогемодинамических изменений в раннем послеоперационном периоде.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета статистических программ Statistica for Windows 6.0. Проверяли гипотезы о виде распределений (критерий Шапиро-Уилкса). Большинство наших данных не соответствовало закону нормального распределения, поэтому для сравнения значений использовали U-критерий Манна-Уитни, на основании которого рассчитывали Z – критерий Фишера и показатель достоверности p. Критический уровень значимости  $p$  принимали 0,05.

### Результаты и их обсуждение

Значения сравниваемых количественных показателей, полученных при клиническом обследовании пациентов через 1 сутки после операции, представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

Клинические показатели локального статуса через 1 сутки после хирургической коррекции статической деформации переднего отдела стопы

Показатель	Величины сравниваемых показателей в группах пациентов *		Достоверность отличий по критерию Манна - Уитни
	основная группа	группа сравнения	
Относительное увеличение длины окружности среднего отдела стопы на уровне первого плюсне клиновидного сустава %	9,6 (7,1;12,4)	10,3 (7,6; 13,1)	Z = 1,06 P = 0,290197
Выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, баллы	32,7 (25; 40)	45,1 (35; 55)	Z = 4,15 P = 0,000037
Время пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы, мин	18,4 (13; 25)	15,9 (12; 25)	Z = 0,19 P = 0,851934

Отек мягких тканей переднего отдела стопы в раннем послеоперационном периоде у пациентов основной группы и группы сравнения был выражен практически одинаково, что

подтверждалось не достоверностью различий показателей длины окружности стопы ( $p > 0,05$ ) и пробой Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы ( $p > 0,05$ ). В то же время, степень выраженности болевого синдрома у пациентов основной группы была статистически достоверно меньшей ( $p < 0,05$ ).

Оценка сравниваемых количественных показателей, полученных при клиническом обследовании пациентов через 11 суток после операции представлена в таблице 3.

**Таблица 3**

Клинические показатели локального статуса через 11 суток после хирургической коррекции статической деформации переднего отдела стопы

Показатель	Величины сравниваемых показателей в группах пациентов *		Достоверность отличий по критерию Манна - Уитни
	основная группа	группа сравнения	
Относительное увеличение длины окружности среднего отдела стопы на уровне первого плюсне клиновидного сустава %	5,1 (3,4;7,5)	7,4 (4,7; 10,2)	Z = 2,22 P = 0,026482
Выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, баллы	15,4 (10; 22)	22,6 (16; 30)	Z = 3,63 P = 0,000284
Время пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы, мин.	30,9 (26; 35)	23,8 (17; 30)	Z = 3,80 P = 0,000148

К моменту заживления операционных ран и снятию швов все количественные показатели, используемые нами в оценке локального статуса, имели статистически достоверные отличия между группами пациентов ( $P < 0,05$ ). При этом в основной группе отек мягких тканей переднего отдела стопы был выражен меньше, чем в группе сравнения. Это подтверждалось соответствующими значениями показателя относительного увеличения длины окружности стопы и ( $p < 0,05$ ) значениями пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы ( $p < 0,05$ ). Выраженность болевого синдрома у пациентов основной группы была существенно ниже, чем у пациентов группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

При доплерографическом исследовании микрогемодинамики в 1 пальце оперированной стопы определялись два типа кровотока: микроциркуляторный и артериальный. Клинический анализ показал, что большинство расчетных значений доплерограмм достоверно отличаются у пациентов основной группы и группы сравнения (таб. 4).

Таблица 4

Расчетные показатели доплерограмм мягких тканей 1 пальца стопы  
в послеоперационном периоде

Показатели доплерограммы	Основная группа		Группа сравнения	
	1 сутки	11 сутки	1 сутки	11 сутки
Vs(см/с)	1,44 (1,21; 1,53)	2,81 (2,69; 2,92)	1,22* (1,14; 1,30) Z = 2,01 P = 0,027581	2,31* (2,02; 2,47) Z = 2,18 P = 0,019931
Qs(мл/с)	0,51 (0,48; 0,53)	1,70 (1,69; 1,72)	0,31* (0,29; 0,33) Z = 1,97 P = 0,036143	1,40* (1,37; 1,41) Z = 2,11 P = 0,021246
Vm(см/с)	0,25 (0,21; 0,29)	1,48 (1,45; 1,52)	0,17* (0,14; 0,21) Z = 1,89 P = 0,034572	0,81* (0,79; 0,86) Z = 2,83 P = 0,012253
Vd(см/с)	0,49 (0,45; 0,54)	0,14 (0,11; 0,17)	0,45 (0,41; 0,48) Z = 0,66 P = 0,506915	0,60* (0,56; 0,63) Z = 4,33 P = 0,000015
PI	3,85 (3,74; 3,93)	1,80 (1,76; 1,83)	4,53* (4,32; 4,61) Z = 1,97 P = 0,031643	2,10* (1,97; 2,17) Z = 1,41 P = 0,041126
RI	0,66 (0,63; 0,70)	0,95 (0,92; 0,99)	0,63* (0,59; 0,66) Z = 1,35 P = 0,044372	0,74* (0,70; 0,77) Z = 2,34 P = 0,021438

\*- отличие показателя по сравнению с соответствующим в основной группе пациентов статистически достоверно ( $p < 0,05$ )

У пациентов основной группы линейная скорость кровотока (Vs) превышала аналогичные показатели пациентов группы сравнения как в первые сутки после операции (на 15,3%), так и через 11 суток после операции (на 17,8%). Однако, существенное увеличение индекса Гослинга (PI), снижение индекса Пурсело (RI) и конечной диастолической скорости (Vd), отмеченные в первые сутки после операции в обеих группах пациентов, указывали на возникновение артерио-венозного шунтирования и затруднения венозного оттока. В то же время, степень этих изменений у пациентов основной группы была статистически достоверно меньшей ( $P < 0,05$ ).

При анализе расчетных показателей доплерограмм, выполненных через 11 суток после операции, в обеих группах пациентов были отмечены признаки нормализации микрогемодинамики. Снижение индекса PI с одновременным увеличением индекса RI

указывало на изменение тонуса упругоэластических свойств артерий по типу вазоконстрикции, которая способствует уменьшению отека тканей.

Степень уменьшения индекса RI в обеих группах за десятидневный послеоперационный период была практически одинаковой и составила 53,25% и 53,65% (соответственно в основной группе и группе сравнения). Однако, этот показатель через 11 дней после операции у пациентов основной группы был на 14,3% меньше по отношению к группе сравнения.

Показатель RI за десятидневный послеоперационный период в сравниваемых группах пациентов изменился в разной степени. У пациентов основной группы увеличение этого индекса составило 30,5%, в то время как в группе сравнения – 14,9%. Этот показатель через 11 дней после операции у пациентов основной группы был на 22,1% больше по отношению к группе сравнения.

### **Выводы**

Таким образом, применение навигационной технологии выполнения подкожной дистальной остеотомии плюсневых костей при хирургической коррекции статических деформаций переднего отдела стопы при помощи специального направителя (патент РФ на полезную модель №133716 от 27.10.13) позволяет уменьшить степень операционной травмы, создать более благоприятные условия для восстановления функциональных нарушений за счет улучшения динамики нормализации регионарного кровообращения и улучшить ближайшие результаты лечения данной категории пациентов.

### **Список литературы**

1. Имамов А.М., Киреев С.И., Норкин И.А., Киреев В.С. Направитель бора для подкожной остеотомии плюсневых костей // Патент РФ № 133716. 2013. Бюл. №30.
2. Карданов А. А., Макинян Л. Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. – М.: Медпрактика, 2008. – 104 с.
3. Киреев С.И., Ямщиков О.Н., Марков Д.А. Микроциркуляторные нарушения у больных с патологией опорно-двигательного аппарата (обзор литературы). //Вестник Тамбовского Университета. – 2011. – Т.15, вып. 5. – С.1515-1518.
4. Киреев С.И. Электромагнитные волны терагерцового диапазона как фактор коррекции микроциркуляторных нарушений опорных тканей (экспериментально – клиническое исследование): Автореф. дис. докт. мед. наук. – Саратов, 2011. – 48 с.



5. Киреев С.И. Применение ТГЧ – терапии в комплексной послеоперационной реабилитации пациентов со статическими деформациями стоп. // Вестник новых медицинских технологий. – 2015. – Т.22, №1. – С. 67-74.
6. Минасов Б.Ш. Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний стоп. – Уфа: Новый стиль, 2005. – 84 с.
7. Процко В.Г. Остеотомия «SCARF» в лечении вальгусной деформации первых пальцев стоп // Травматология и ортопедия: современность и будущее: материалы междунар. конгр. (Москва, 7-9 апр. 2003 г.). – М.: Изд- во РУДН, 2003. – С. 143-144.
8. De Prado M. Tratamiento quirurgico per cutaneo del hallux mediante osteotomies multiples // Rev. Orthop. Traumatol. – 2003. - № 47. – P. 406-416.
9. Maffulli N., Easley M.(eds.) Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle. – London: Springer Verlag London Limited. – 2011. – 470 p.

**Рецензенты:**

Слободской А.Б., д.м.н., заведующий ортопедическим отделением ГУЗ «Областная клиническая больница» г. Саратова, г. Саратов;

Павленко Н.Н., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в травматологии и ортопедии ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Минздрава РФ, г. Саратов.