

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ШАБЛОНОВ В ОБУЧЕНИИ ХИРУРГА ТЕХНИКЕ КОРРИГИРУЮЩЕЙ ОСТЕОТОМИИ SCARF

Акулаев А.А.<sup>1</sup>, Повалий А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова, 2-е травматологическое отделение. Санкт-Петербург, e-mail: povandrey16@yandex.ru

Остеотомия scarf зарекомендовала себя как надежная процедура для стойкого устранения деформации Hallux valgus. Однако процедура предполагает использование сложной техники и имеет длинную кривую обучения. Цель исследования: изучить эффективность применения навигационных шаблонов при освоении техники корригирующей остеотомии scarf. С 01.02.2018 г. по 28.06.2020 г. мы исследовали клинические случаи 255 пациентов (255 стоп) с легкой и умеренной деформацией Hallux valgus. Все операции были выполнены хирургом, осваивающим методику scarf. На первом этапе оценивались результаты лечения пациентов (группа А) до применения шаблонов-направителей. На втором этапе оценивалась группа пациентов (группа Б), которые получали лечение с использованием навигационных шаблонов. На третьем этапе оценивались результаты лечения пациентов (группа В), которым была выполнена операция scarf остеотомия после прохождения этапа использования шаблонов-направителей. Клиническая оценка производилась с помощью анкет AOFAS, VAS, MOXFQ до операции, через 6 и 12 месяцев после операции. К концу 12-го месяца после операции оценивались рентгенографические показатели деформации стопы: HVIPA, HVA, IMA, DMAA. Также оценивалась длительность операции. В группе В при анкетировании AOFAS на 12-й месяц по сравнению с группой А ( $p=0,0394$ ) и группой Б ( $p=0,0484$ ) были выявлены улучшения. Также получено улучшение показателей в группе В при анкетировании VAS FA на 12-й месяц по сравнению с группой А ( $p=0,0049$ ) и группой Б ( $p=0,0011$ ). При оценке длительности операции также найдены статистически значимые преимущества в группе В по сравнению с группой А ( $p=0,0006$ ) и группой Б ( $p=0,0055$ ). Существенной статистически значимой разницы в сравнении между группами при оценке угловых показателей выявлено не было. По нашему мнению, метод предоперационного планирования может быть использован в процессе обучения хирургов технике корригирующей остеотомии scarf и при их стажировке.

Ключевые слова: аддитивные технологии, кривая обучения, Hallux valgus, остеотомия scarf.

## PRACTICAL APPLICATION OF NAVIGATION TEMPLATES IN THE TRAINING OF THE SURGEON TECHNIQUE OF CORRECTIVE OSTEOTOMY SCARF

Akulaev A.A.<sup>1</sup>, Povaliy A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint Petersburg state University, Clinic of high medical technology n. a. N.I. Pirogov, 2nd Department of traumatology and orthopedics, Saint Petersburg, e-mail: povandrey16@yandex.ru

Scarf osteotomy has proven to be a reliable procedure for the permanent elimination of Hallux valgus deformity. However, the procedure is technically demanding and has a long learning curve. The purpose of the study: to study the effectiveness of the use of navigation patterns in the studying of the technique of correcting osteotomy scarf. Since 01.02.2018 to 28.06.2020, we studied the clinical cases of 255 patients (255 feet) with mild to moderate Hallux valgus deformity. All operations were performed by a surgeon who was mastered the scarf technique. At the first stage, the results of treatment of patients (group A) were evaluated before the use of navigation templates. At the third stage, the results of treatment of patients (group B) who underwent scarf osteotomy after passing the stage of using guide templates were assessed. At the third stage, the results of treatment of patients (group B) were evaluated without the use of navigation templates. Clinical evaluation was performed using the AOFAS, VAS, and MOXFQ questionnaires before surgery, 6 and 12 months after surgery. By the end of the 12th month after the operation, radiographic indicators of foot deformity were evaluated: HVIPA, HVA, IMA, DMAA. The duration of the operation was also evaluated. In group B, improvements were found by the AOFAS questionnaire in 12 months comparing from group A ( $p=0.0394$ ) and group B ( $p=0.0484$ ). There was also an improvement in the values in group B by the VAS FA questionnaire for 12 months compared with group A ( $p=0.0049$ ) and group B ( $p=0.0011$ ). Statistically significant advantages were also found in group B compared with group A ( $p=0.0006$ ) and group B ( $p=0.0055$ ) in assessing of the duration of the operation, There was no significant statistically significant difference in the comparison between the groups when evaluating the angular indicators. In our opinion, the method of preoperative planning can be used in the process of training and internship of surgeons in the technique of corrective osteotomy scarf.

Keywords: additive technologies, learning curve, Hallux valgus, osteotomy scarf.

Деформация Hallux valgus (HV) является распространенным ортопедическим заболеванием, и разработка хирургической корректирующей процедуры представляется сложной задачей с тех пор, как она была впервые описана Hüter в 1870 г. [1].

На сегодняшний день описано 100 процедур хирургической коррекции вальгусной деформации стопы. Выбор оперативного вмешательства чаще всего продиктован степенью тяжести деформации [2], а также предпочтением хирурга. Для легкой и средней степеней тяжести деформации можно выбрать метод лечения с помощью дистальной шевронной остеотомии первой плюсневой кости [2], однако у нее ограничена степень устранения деформации. Scarf остеотомия является другой распространенной операцией. Она зарекомендовала себя как стабильная остеотомия, при которой достигается хорошая коррекция первого межплюсневой угла (ИМА) [3].

Z-образный разрез при остеотомии scarf был впервые выполнен М. Мейер в 1926 г. Описание операции опубликовал J.M. Burutaran [2] в 1976 г., а дальнейшее развитие и популяризацию методики совершили L.S. Weil и А.Н. Borrelli [2] в США и L.S. Varouk [4] во Франции. Остеотомия scarf в настоящее время широко используется для лечения деформации HV из-за присущей ей стабильности, простоты внутренней фиксации с помощью винтов и минимального укорочения первой плюсневой кости, которое можно контролировать [5].

Стабильная фиксация позволяет реализовывать раннюю активизацию пациентов, что тоже является немаловажным фактором успешного исхода лечения. Кроме того, остеотомия scarf может быть относительно безопасно выполнена у пожилых пациентов. В нескольких исследованиях сделан вывод, что остеопороз не является противопоказанием для выполнения остеотомии scarf [6].

Scarf остеотомия выгодно отличается от других корригирующих остеотомий, описанных в литературе, но результаты и частота осложнений в исследованиях различаются [3]. Varouk утверждает: «Поначалу остеотомия scarf может быть сложной с технической точки зрения [4]. Остеотомия scarf может хорошо работать в умелых руках. Кривая обучения крутая, и требуется очень внимательно подходить к применению этой методики» [6].

Мы полагаем, что трехмерные технологии могут позволить молодому хирургу более тщательно подготавливаться к операции и на этапе стажировки закреплять нужные навыки, которые сохранятся в дальнейшей деятельности. Создание направляющего шаблона может передать рассчитанные предварительно параметры коррекции на операции. Как итог – есть возможность освоить методику и получать результаты, сопоставимые с результатами опытного хирурга.

Цель исследования: изучить эффективность применения направляющих шаблонов в освоении техники scarf при обучении и стажировке хирурга.

## Материалы и методы исследования

Исследование было выполнено на базе травматологического отделения № 2 Клиники Высоких медицинских технологий. В основу исследования легли данные, полученные в период с 01.02.2018 г. по 28.06.2020 г.

В исследование включались данные пациентов, возраст которых был более 18 лет. У всех пациентов было наличие деформации НV. Рентгенологические характеристики деформации: hallux valgus угол (HVA) от 15 до 40 градусов, первый межплюсневый угол (1–2 IMA) от 10 до 18 градусов, стабильный первый плюснеклиновидный сустав, что можно было отнести к деформациям легкой и средней тяжести. Деформация клинически проявлялась болевым синдромом. В исследование не включались данные пациентов, имевших индекс массы тела более 30, сахарный диабет, ревматоидные заболевания, сосудистую и неврологическую патологии, значимые функциональные нарушения коленных, тазобедренного суставов.

В исследование было включены данные лечения 255 пациентов. Все операции были проведены одним хирургом, осваивающим методику, имеющим право выполнять операции.

Результаты лечения пациентов были разделены на 3 группы, согласно этапам проведения исследования. Группу А составляли пациенты, которые получали лечение до прохождения этапа использования направляющих шаблонов. В группе Б были пациенты, которые получали лечение с использованием технологии трехмерного предоперационного планирования и интраоперационным применением индивидуальных направляющих шаблонов. В группе В были исследованы пациенты, которым была выполнена операция scarf остеотомия после прохождения этапа использования шаблонов-направителей. Все операции были выполнены одним и тем же хирургом, самостоятельно проведшим к моменту начала исследования 31 операцию. Результаты этих операций вошли в группу А текущего исследования.

Группа А была представлена 34 пациентами, среди которых были 30 женщин и 4 мужчины средним возрастом  $55 \pm 11,6$  года, средний IMA которых составил  $16,08 \pm 1,87$  градуса, средний HVA –  $26,82 \pm 5,76$ , а средний балл шкалы AOFAS –  $61,26 \pm 16,97$ .

Группа Б была представлена также 34 пациентами, среди которых были 32 женщины и 2 мужчин средним возрастом  $56 \pm 10,9$  года. Средний IMA группы был  $16,56 \pm 2,23$  градуса, средний HVA –  $30,29 \pm 5,52$ , балл шкалы AOFAS –  $62,65 \pm 16,15$ .

Группа В была представлена 187 пациентами: 180 женщинами и 7 мужчинами средним возрастом  $55 \pm 12,17$  года. Средний IMA в группе составил  $15,53 \pm 2,34$  градуса, средний HVA –  $29,25 \pm 7,09$ , балл шкалы AOFAS –  $55,40 \pm 16,35$ .

Все пациенты прошли анкетирование по шкалам AOFAS (100 баллов) и VAS (100 баллов), MOXFQ (100 баллов) до операции, через 6 и 12 месяцев после операции. В группе Б мы выполняли МСКТ с нагрузкой на томографе Toshiba Aquilion 64. Для воссоздания нагрузки использовался аналог изобретения, созданный авторами С.К. Терновой и др. [7].

Полученные данные обрабатывали на программном обеспечении для анализа анатомических 3D-моделей. Создание шаблонов-направителей мы проводили на 3D-принтерах STRATASYS, работающих по технологии PolyJet. Всем пациентам мы проводили рентгенологический контроль сразу после операции, на 3-й месяц после операции, 12-й месяц после операции. Объективная оценка устранения деформации HV проводилась на 12-й месяц после операции по 4 угловым показателям: hallux valgus межфаланговый угол (interphalangeal angle – IPA), угол hallux valgus (hallux valgus angle – HVA), первый межплюсневый угол (intermetatarsal angle – IMA), угол наклона дистальной суставной поверхности к оси первой плюсневой кости (distal metaphyseal articular angle – DMAA). Первая и вторая плюсневые оси были определены в соответствии с Coughlin et al. [8].

#### *Статистические методы*

Расчет статистических данных мы проводили с использованием программы Statistica v.12 с применением встроенных пакетов расчетов по критериям. Мы применяли критерии Колмогорова и Shapiro–Wilk для определения нормальности распределения выборки по показателям. Для определения непрерывных величин использовались критерий Манна–Уитни для независимых непараметрических выборок и t-критерий Стьюдента для независимых параметрических выборок. Критерий Вилкоксона применялся при вычислении статистических данных для зависимых параметрических выборок, критерий Краскела–Уоллиса использовался для независимых параметрических выборок для 3 групп сравнения. Для непараметрических выборок применялся Хи-квадрат Пирсона.

#### *Предоперационная подготовка Группы А, В*

По стандарту исследования мы выполняли рентгенологическое исследование в боковой и дорсоплантарной проекциях.

Расчет степени деформации мы выполняли по 4 угловым показателям: IPA, HVA, IMA, DMAA.

По данным угловых показателей деформации мы рассчитали степень коррекции.

#### *Предоперационная подготовка Группа Б*

Используя данные МСКТ двух стоп с нагрузкой в программе для 3D-моделирования, мы производили сегментацию, в результате которой получали твердотельную модель стоп.

В трехмерном пространстве выполняли расчет угловых показателей, отражающих деформацию IPA, HVA, IMA, DMAA.

Затем мы выполняли моделирование удаления медиального экзостоза головки первой плюсневой кости.

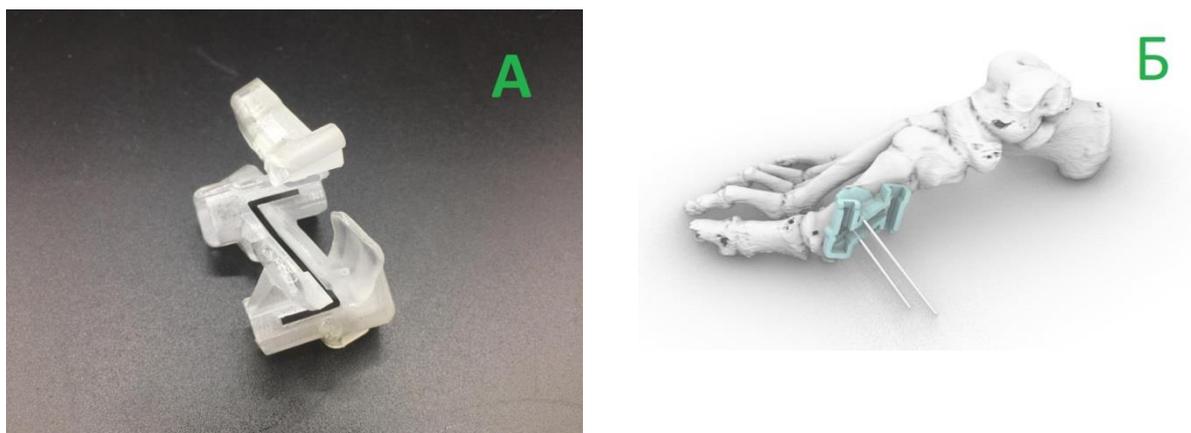
Далее производили расчет направления инструмента согласно определению отклонения осей от номинальных значений, необходимости удлинения/укорочения кости. Определяли metatarsal depth angle (angle of Meschan) для вычисления относительной длины первой плюсневой кости. Используемый интраоперационно инструмент «Osteoguides» фирмы INTEGRA LIFE SCIENCES CORPORATION для направления пилы также моделировался.

Мы производили виртуальный опил первой плюсневой кости и его смещение с достижением достаточной степени коррекции

Осуществляли контрольное измерение НВА, IMA, относительной длины первой плюсневой кости, рассчитывали разницу в длине по отношению к другим плюсневым костям.

Параметры опилов, полученные при проведении виртуальной операции, ложились в основу создания шаблона-направителя.

Далее мы производили моделирование и изготовление шаблона-направителя и его подготовку к операции (рис. 1).



*Рис. 1. Пример шаблона-направителя для проведения scarf остеотомии:*

*А – внешний вид изготовленного шаблона;*

*Б – спроектированный шаблон в виртуальной среде, установленный на первую плюсневую кость*

#### *Описание операции*

По протоколу анестезии проводилась регионарная блокада седалищного нерва под ультразвуковой визуализацией. Все пациенты на операционном столе располагались в положении лежа. Для лучшей визуализации раны мы применяли пневматический жгут. Во всех случаях использовалась одинаковая техника выполнения доступа и релиза мягких тканей. Избыточные ткани, образовавшиеся в результате длительного бурсита, иссекались одним и тем же способом. Затем выполняли удаление медиального экзостоза головки первой

плюсневой кости пациентам в группах А и В. В группе Б мы использовали шаблон-направитель. На дистальную треть первой плюсневой кости, используя «индивидуальные точки», устанавливали шаблон. По заданному направлению производилась Z-образная остеотомия плюсневой кости осцилляторной пилой. Удаление медиального экзостоза в группе Б производилось после проведения опиала. В группах А и В хирург использовал стандартную технику. Выбор положения осцилляторной пилы определялся хирургом согласно интраоперационным измерениям. Решение о проведении дополнительных коррекций во всех группах (osteotomy основных фаланг первого и второго пальцев, малоинвазивной коррекции второй, третьей, четвертой, пятой плюсневых костей) принималось хирургом на основании использования нагрузочных тестов. После проведения остеотомии хирург оценивал конгруэнтность плюснефалангового сустава и положение сесамовидных костей. Затем выполнялся плотный шов капсулы и проводился контрольный нагрузочный тест. Перед ушиванием раны жгут снимался и обеспечивался гемостаз.

#### *Послеоперационное ведение*

Всем пациентам был предписан одинаковый послеоперационный режим. С целью иммобилизации переднего отдела стопы пациенты использовали ортез (послеоперационная обувь Барука) в течение 4 недель. Ходьба в ортезе была разрешена на первый день после операции. Сразу после снятия специальной обуви всем пациентам в нашей клинике проводился комплекс лечебной физической культуры по протоколу. Мы снимали швы на 10–14-е сутки после операции. В нашем исследовании случаев осложненного заживления раны выявлено не было.

Таблица 1

Оценка угловых показателей до операции и на 12-й месяц после операции, оценка межгрупповой статической разницы на 12-й месяц после операции, оценка статистически значимой разницы (p-уровень значимости) между показателями и через 12 месяцев после операции, успешность устранения деформации

Угловые показатели в градусах					
		HVPA	HVA	IMA	DMAA
Группа А	до	9,12±5,05	26,82±5,79	16,08±1,87	9,17±4,39
	после	8,25±4,10	6,40±3,21	8,19±2,29	4,64±4,50
Группа Б	до	11,44±6,17	30,29±5,52	16,56±2,33	9,03±3,31
	после	9,12±5,35	6,08±3,11	7,73±2,08	5,91±4,12
Группа В	до	8,34±4,68	29,25±7,05	15,53±2,34	9,79±5,30
	после	7,10±4,10	6,56±3,74	6,96±1,88	4,93±3,72

Разница между группами на 12-й месяц (p-уровень значимости)				
А и В	0,0341	0,2268	0,0003	0,0308
А и Б	0,5077	0,6107	0,5643	0,1028
Б и В	0,128	0,156	0,004	0,5926
Оценка успешности устранения деформации (p-уровень значимости)				
А	0,122713	0,000000	0,000000	0,001120
Б	0,863832	0,000000	0,000000	0,059230
В	0,040603	0,000000	0,000000	0,000000

Таблица 2

Оценка длительности операции по группам, оценка межгрупповой статически значимой разницы

	T (min)		Разница между группами	p-уровень значимости
Группа А	36,62±18,74		А и В	0,0006
Группа Б	34,71±14,67		А и Б	0,8167
Группа В	27,42±5,88		Б и В	0,0055

Таблица 3

Результаты анкетирования по шкалам AOFAS, VAS FA, MOXFQ до операции, на 6-й и на 12-й месяц после операции, оценка внутригрупповой статической разницы при анкетировании при оценке анкет до операции, на 6-й и 12-й месяц после операции

	AOFAS	VAS FA	MOXFQ
	Группа А		
До операции	61,26±16,97	65,00±14,60	60,66±15,56
6 месяцев после операции	73,94±10,69	71,72±13,37	53,82±13,60
12 месяцев после операции	78,05±11,20	82,04±9,66	39,74±12,75
	Группа Б		
До операции	62,65±16,15	69,35±15,77	61,07±18,81
6 месяцев после операции	77,00±10,70	77,29±13,27	50,26±16,27
12 месяцев после операции	82,35±12,33	90,82±6,71	35,48±11,23
	Группа В		
До операции	55,40±16,35	64,39±16,24	62,33±17,35
6 месяцев после операции	76,35±14,74	76,48±14,58	49,87±15,81
12 месяцев после операции	80,35±11,95	83,82±11,97	43,31±14,85
	Группа А		

до операции и 6 месяцев после операции	0,001120	0,003551	0,281198
6 и 12 месяцев после операции	0,163734	0,071080	0,010097
До операции и 12 месяцев после операции	0,000128	0,000000	0,000128
	Группа Б		
до операции и 6 месяцев после операции	0,031141	0,059230	0,003551
6 и 12 месяцев после операции	0,163734	0,000316	0,001120
До операции и 12 месяцев после операции	0,000316	0,000316	0,001120
	Группа В		
до операции и 6 месяцев после операции	0,0001	0,0001	0,0001
6 и 12 месяцев после операции	0,072838	0,000029	0,000908
До операции и 12 месяцев после операции	0,000001	0,000001	0,000001

*Межгрупповая оценка*

Таблица 4

Оценка межгрупповой статической разницы при оценке анкет до операции, на 6-й и 12-й месяц после операции

	Разница между группами	АОFAS	VAS FA	МОХFQ
До операции	А и В	0,0934	0,6724	0,5192
	А и Б	0,672	0,4959	0,6497
	Б и В	0,0729	0,0922	0,8887
	Внутригрупповая изменчивость	0,1205	0,1377	0,8058
6 месяцев	А и В	0,6167	0,8956	0,9117
	А и Б	0,6563	0,8235	0,9327
	Б и В	0,6304	0,8956	0,9117
	Внутригрупповая изменчивость	0,8179	0,9852	0,9894
12 месяцев	А и В	0,0394	0,0049	0,2246
	А и Б	0,6849	0,6853	0,167
	Б и В	0,0484	0,0011	0,004
	Внутригрупповая изменчивость	0,0352	0,0003	0,0113

**Результаты исследования и их обсуждение**

В исследование мы включили 255 пациентов с деформацией переднего отдела стопы (255 стопы). Все пациенты получали лечение в течение периода исследования. Пациенты соответствовали нашим критериям и были включены в настоящее исследование.

Для анализа мы разделили пациентов на 3 группы в зависимости от этапа освоения методики scarf остеотомии хирургом с помощью использования трехмерного планирования.

В клинической оценке оба метода привели к статистически значимому улучшению показателей AOFAS, VAS, MOXFQ на 12-й месяц после операции (табл. 3).

В группе А была достигнута статистически значимая разница на 6-й месяц по анкетам AOFAS ( $p=0,001120$ ) и VAS FA ( $p=0,003551$ ), в группе Б – по анкетам AOFAS ( $p=0,031141$ ) и MOXFQ ( $p=0,004651$ ), в группе В – по всем анкетам: AOFAS ( $p=0,0001$ ) VAS FA ( $p=0,0001$ ) и MOXFQ ( $p=0,0001$ ) (табл. 3).

При оценке между группами получены лучшие статистически значимые результаты в группе В при анкетировании AOFAS на 12-й месяц по сравнению с группой А ( $p=0,0394$ ) и группой Б ( $p=0,0484$ ). Также получены лучшие результаты в группе В при анкетировании VAS FA на 12-й месяц по сравнению с группой А ( $p=0,0049$ ) и группой Б ( $p=0,0011$ ) (табл. 4).

При оценке длительности операции также найдены статистически значимые преимущества в группе В по сравнению с группой А ( $p=0,0006$ ) и группой Б ( $p=0,0055$ ) (табл. 2).

Существенной статистически значимой разницы в сравнении между группами при оценке угловых показателей выявлено не было (табл. 1).

Отмечаются улучшения всех угловых показателей, отражающих успешное устранение деформации (табл. 1). Разница между группами по показателю HVIPA, скорее всего, связана с различным применением остеотомии Akin в группах. Необходимость выполнения дополнительной остеотомии Akin при scarf остеотомии требует дополнительного обсуждения и исследования.

В нашей работе мы также учитывали количество осложненных течений лечебного процесса. Среди видов осложнений, которые встретились в группах, были: ригидность первого плюснефалангового сустава, рецидив проявленного полевого синдрома первого плюснефалангового сустава, бессимптомный рецидив деформации. Такие осложнения были в группе А – 4 случая (11,7%) и группе В – 7 случаев (3,7%). Между группой А и В была обнаружена статистически значимая разница  $p=0,005$ .

### *Дискуссия*

Остеотомия scarf является эффективной процедурой в лечении деформации HV. Она позволяет достичь надежной коррекции деформации. Ранняя активизация пациента дает возможность получить хорошие функциональные результаты. Однако процедура имеет ряд

«подводных камней». Об этом свидетельствуют публикации исследований Vock et al. в 2015 [9], где говорилось, что при остеотомии scarf часто могут возникнуть рецидивы. Однако частота рецидивов не может считаться убедительным доказательством того, что сама процедура остеотомии scarf приводит к высокой частоте рецидивов. Причем учитываются как симптомные, так бессимптомные случаи. С нашей точки зрения, имеет место проблема точного исполнения операции при освоении методики. Рецидив является распространенным осложнением, частота которого, как сообщается, колеблется от 4% до 78% [10].

Достаточно большое число осложнений, скорее всего, связано с наличием дефектов технического исполнения корригирующей остеотомии scarf. В структуре осложнений, зависящих, с нашей точки зрения, от навыка хирурга, мы можем выделить: недостаточную коррекцию, ротационные смещения опилов, связанные с эффектом «желоба», стрессовый перелом, ятрогенную деформацию Hallux varus, некроз головки. Эффект желоба вызывает дорсифлексию первого луча и может привести к метатарзалгии сустава или перегрузке. Кроме того, при этом смещении может произойти вращение головки, исправить которое затруднительно [11].

Риск ятрогенной деформации Hallux varus очень низок и согласно S. Akhtar [12] составляет 1% [13]. Varouk [4] в своих исследованиях сообщал о 3% случаев стрессовых переломов в своем раннем опыте. Кроме того, стрессовый перелом обычно является следствием неправильного направления остеотомии. Нет никаких сомнений в том, что техника scarf технически сложна [6], а также существует сложная кривая обучения при освоении методики. Существует недостаток предыдущих доказательств, касающихся наличия кривой обучения в хирургии стопы и голеностопного сустава в целом. Научная литература в этом аспекте делает больший акцент на эндопротезировании и не исследует рутинную работу хирурга стопы и голеностопного сустава. Кроме того, в немногих исследованиях изучалась кривая обучения после начала независимой практики недавно начавшего свою практику хирурга-ортопеда [14].

Несмотря на то что исследователи отрицают [14] наличие кривой обучения на переднем отделе стопы, мы склонны считать, что процедура scarf технически требовательна и процесс стажировки начинающего хирурга чрезвычайно важен. Очевидно, что хирургическое мастерство может повлиять на послеоперационные исходы, включая рецидивы и осложнения. Miskej et al. [15] предположили, что возникновение осложнений после остеотомии шарфа «в значительной степени зависит от правильной и тщательной хирургической техники и связано с кривой обучения хирурга». В наше время мы имеем возможность использовать современные технологии, чтобы глубже погрузиться в вопрос подготовки операции.

Наше исследование имеет недостатки. В первую очередь, следует обратить внимание на период наблюдения. Частота рецидивов НУ, как минимум, через 24 месяца наблюдения может увеличиться в большинстве случаев от 0% до 10%. Большинство случаев рецидива, как сообщается, происходят в течение 1,5–2,8 года после операции, при более длительном периоде наблюдения, возможно, была бы выявлена высокая частота рецидивов [9, 10].

Также стоит обратить внимание, что оценка рецидивов происходила только по клинически проявленным болевым синдромам, требующим повторной коррекции. Также существует мнение, что требуется изучать и бессимптомные случаи рецидивов деформации на протяжении 2–3 лет с момента операции [9, 10]. Сам метод применения шаблон-направителей достаточно трудоемкий, и определение необходимости его использования оправдывается целями повышения качества образовательного процесса. Процедура предусматривает слаженную работу отдела аддитивных технологий, глубокое взаимодействие с инженером, проектирующим шаблон-направитель, планирование операции.

### **Вывод**

В нашем исследовании мы обнаружили статистически значимые улучшения по отдельным показателям. Мы считаем, что разработанный нами метод предоперационного планирования с использованием направляющих шаблонов может быть применен в процессе обучения и стажировки хирурга технике scarf.

### **Список литературы**

1. Ilgner U., Seintsch H., Rehart S. Die operative Korrektur rheumatischer Fußdeformitäten–Tipps und Tricks. Aktuelle Rheumatologie. 2016. Vol. 41 (06). P. 471-476.
2. Smyth N.A., Aiyer A.A. Introduction: why are there so many different surgeries for hallux valgus? Foot and ankle clinics. 2018. Vol. 23 (2). P. 171-182.
3. Adam S.P., Choung S.C., Gu Y., O'Malley M.J. Outcomes after scarf osteotomy for treatment of adult hallux valgus deformity. Clinical Orthopaedics and Related Research®. 2011. Vol. 469 (3). P. 854-859.
4. Barouk L.S. Forefoot reconstruction. Springer Science & Business Media. 2006. Vol. 3.
5. Smith S.E., Landorf K.B., Butterworth P.A., Menz H.B. Scarf versus chevron osteotomy for the correction of 1–2 intermetatarsal angle in hallux valgus: a systematic review and meta-analysis. The Journal of foot and ankle surgery. 2012. Vol. 51 (4). P. 437-444.
6. Molloy A., Widnall J. Scarf osteotomy. Foot and ankle clinics. 2014. Vol. 19 (2). P. 165-180.

7. Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Бобров Д.С., Терновой К.С. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике плоскостопия взрослых // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. № 7 (1). С. 94-100.
8. Coughlin M.J., Jones C.P. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot & ankle international*. 2007. Vol. 28 (7). P. 759-777.
9. Bock P., Kluger R., Kristen K.H., Mittlböck M., Schuh R., Trnka H.J. The scarf osteotomy with minimally invasive lateral release for treatment of hallux valgus deformity: intermediate and long-term results. *JBJS*. 2015. Vol. 97 (15). P. 1238-1245.
10. Jeuken R.M., Schotanus M.G., Kort N.P., Deenik A., Jong B., Hendrickx R.P. Long-term follow-up of a randomized controlled trial comparing scarf to chevron osteotomy in hallux valgus correction. *Foot & ankle international*. 2016. Vol. 37 (7). P. 687-695.
11. Faroug R., Bagshaw O., Conway L., Ballester J.S. Increased recurrence in Scarf osteotomy for mild & moderate hallux valgus with Meary's line disruption. *Foot and Ankle Surgery*. 2019. Vol. 25 (5). P. 608-611.
12. Akhtar S., Malek S., Hariharan K. Hallux varus following scarf osteotomy. *The Foot*. 2016. Vol. 29. P. 1-5.
13. Siekmann W., Watson T.S., Roggelin M. Correction of moderate to severe hallux valgus with isometric first metatarsal double osteotomy. *Foot & ankle international*. 2014. Vol. 35 (11). P. 1122-1130.
14. Walton R., Theodorides A., Molloy A., Melling D. Is there a learning curve in foot and ankle surgery? *Foot and Ankle Surgery*. 2012. Vol.18 (1). P. 62-65.
15. Miskej M., Kubálek J., Buzek D. Scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus deformity. Achievements and complications. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2010. Vol. 77 (1). P. 52-57.