

УДК 616.587-089

DOI: 10.34215/1609-1175-2024-4-21-26



Возможности применения Scarf-остеотомии в хирургической коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы

Р.В. Прянишников^{1,2}, В.Е. Воловик², Е.П. Костив³, Е.Е. Костива³¹ Клиника патологии стопы «Podiatry Lab», Хабаровск, Россия² Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия³ Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия

Вальгусная деформация первого пальца стопы (hallux valgus) – комплексная прогрессирующая деформация стопы, вызываемая дисбалансом статических и динамических ограничений, приводящих к отклонению головки плюсневой кости в аксиальной, корональной и сагиттальной плоскостях. Эффективность хирургического лечения этой деформации колеблется от 80 до 95%, в то же время 15–40% больных отмечают неудовлетворенность результатами хирургического лечения деформаций стопы. В качестве оптимального метода коррекции деформации hallux valgus рассматривается Scarf-остеотомия, при которой выполняется Z-образный разрез в области первой плюсневой кости с уменьшением величины межплюсневой угла. Преимущества Scarf-остеотомии заключаются в обеспечении стабильности и жесткой компрессии в области остеотомии, что дает возможность быстрой нагрузки на ногу и билатерализации. Scarf-остеотомия позволяет предотвратить укорочение первого луча стопы и обеспечить раннюю мобилизацию пациента. Это вмешательство выполняется при различных степенях деформации стопы, от легких до тяжелых. Наиболее частыми осложнениями хирургического лечения hallux valgus являются сохранение болевого синдрома, рецидив деформации, варусная деформация первого пальца стопы, вторичное смещение костных фрагментов, аваскулярный некроз головки первой плюсневой кости, несращение костей, инфекция.

Ключевые слова: вальгусная деформация первого пальца стопы, Scarf-остеотомия, межплюсневый угол, послеоперационные осложнения, рецидив

Поступила в редакцию: 03.06.2024. Получена после доработки: 21.06.2024. Принята к публикации: 24.09.2024

Для цитирования: Прянишников Р.В., Воловик В.Е., Костив Е.Е. Возможности применения Scarf-остеотомии в хирургической коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2024;4:21–26. doi: 10.34215/1609-1175-2024-4-21-26

Для корреспонденции: Прянишников Роман Вячеславович – врач –травматолог-ортопед, главный врач Клиники патологии стопы «Podiatry Lab»; аспирант кафедры травматологии и ортопедии Дальневосточного государственного медицинского университета (680031, Хабаровск, ул. Карла Маркса, 144/2в, кв. 96); ORCID: 0009-0004-7824-3712; тел. 8 (914) 548-71-84; e-mail: podiatrylab.dir@yandex.ru

Potential of Scarf osteotomy in surgical correction of hallux valgus

R.V. Pryanishnikov^{1,2}, V.E. Volovik², E.P. Kostiv³, E.E. Kostiva³¹ Clinic of foot pathology "Podiatry Lab", Khabarovsk, Russia² Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia³ Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

Hallux valgus refers to a complex progressive deformity of the foot, caused by an imbalance of static and dynamic constraints leading to the deviation of the head of metatarsal bone in axial, coronal, and sagittal planes. The efficacy of surgical treatment for this deformity ranges from 80% to 95%, while 15% to 40% of patients report dissatisfaction with the outcomes of foot deformity surgeries. Scarf osteotomy is considered the optimal method for correcting hallux valgus deformity, involving a Z-shaped cut in the area of the first metatarsal bone, which reduces the intermetatarsal angle. The advantages of scarf osteotomy include providing stability and rigid compression at the osteotomy site, allowing for early weight-bearing and bilateralization. Scarf osteotomy prevents shortening of the first ray and facilitates early mobilization of the patient. It can be performed for various degrees of foot deformity, from mild to severe. The most common complications associated with surgical treatment of hallux valgus include persistent pain syndrome, recurrence of deformity, hallux varus, secondary fragment displacement, avascular necrosis of the first metatarsal head, nonunion, and infection.

Keywords: hallux valgus, scarf osteotomy, metatarsal angle, postoperative complications, recurrence

Received 3 June 2024; Revised 21 June 2024; Accepted 24 September 2024

For citation: Pryanishnikov R.V., Volovik V.E., Kostiv E.E. Possibilities of Scarf osteotomy in surgical correction of hallux valgus. *Pacific Medical Journal*. 2024;4:21–26. doi: 10.34215/1609-1175-2024-4-21-26

Corresponding author: Roman V. Pryanishnikov, orthopedic traumatologist, Chief Physician of the Podiatry Lab Foot Pathology Clinic; postgraduate student of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Far Eastern State Medical University (144/2b, ap. 96 Karl Marx str., Khabarovsk, 680031, Russia); ORCID: 0009-0004-7824-3712; phone: 8 (914) 548-71-84; e-mail: podiatrylab.dir@yandex.ru

Вальгусная деформация первого пальца стопы (*hallux valgus*) является наиболее распространенной патологией стопы, с которой пациенты обращаются к ортопедам в большинстве экономически развитых стран. Ее появление нередко сопровождается существенным снижением качества жизни пациента [1, 2]. Распространенность *hallux valgus* достигает 23% среди людей в возрасте 18–65 лет и 35,7% в популяции населения старше 65 лет. Эта патология чаще встречается у женщин, чем у мужчин (8 : 1) [2, 3].

Hallux valgus представляет собой комплексную, прогрессирующую деформацию стопы, вызывающую дисбаланс статических и динамических ограничений, приводящих к отклонению головки плюсневой кости в аксиальной, коронарной и сагиттальной плоскостях [3–5].

Патогенез вальгусной деформации стопы – многофакторный процесс. *Hallux valgus* возникает вследствие действия экзо- и эндогенных факторов, в том числе ношения узкой обуви на высоких каблуках, чрезмерной нагрузки на передний отдел стопы. Предрасполагающими факторами являются женский пол, генетические характеристики, неблагоприятные условия профессиональной деятельности, нервно-мышечные расстройства, слабость связок стопы, первичная варусная метатарзальная деформация, особенности морфологии плюсневых костей, гипермобильность первого луча, ригидность ахиллова сухожилия [5–7].

За многие годы ортопедическая хирургия приобрела большой арсенал оперативных технологий по ликвидации статических деформаций стопы. Предложены многообразные варианты остеотомий с целью коррекции деформаций переднего отдела стопы при *hallux valgus* у взрослых. Хирургическое лечение включает в себя комплекс процедур, выполняемых на костях и мягких тканях стопы. При этом используются открытые, малоинвазивные или чрескожные доступы. В последние годы малоинвазивные методы лечения деформаций стопы применяются все более широко, техника их выполнения постоянно совершенствуется [2, 8, 9].

Наибольшее распространение получила технология Scarf-остеотомии (*Specific cut and radiographic fixation*). Термин «Scarf» или «Scarf-соединение» в ортопедию пришел из столярной практики как способ крепления двух деревянных реек, которые соединяются и закрепляются длинными концами внахлест. Благодаря своей стабильности конструкция является прочной и противостоит силам растяжения и сжатия. Техника Scarf-остеотомии заключается в выполнении Z-образного разреза в диафизе первой плюсневой кости. За счет поворота кости в плоскости остеотомии уменьшается межплюсневый угол (*intermetatarsal angle*, IMA), формирующийся при *hallux valgus*. По сравнению с другими вариантами диафизарных остеотомий методика Scarf позволяет устранить деформацию 1-й плюсневой кости и нормализовать угол 1-го межплюсневового промежутка. Применение для остеосинтеза остеотомированной кости и компрессирующих

винтов Barouk обеспечивает стабильность остеосинтеза, что позволяет разрешить пациентам раннюю нагрузку на прооперированную стопу, не дожидаясь консолидации. Scarf-остеотомия позволяет предотвратить укорочение первого луча и обеспечить раннюю реабилитацию пациента. Это вмешательство может выполняться при различных степенях деформации стопы, от легких до тяжелых [5, 8, 9].

Несмотря на демонстрируемые достижения, эффективность хирургического лечения деформаций переднего отдела стопы колеблется от 80 до 95%, при этом частота осложнений после операции составляет от 10 до 30%, а неудовлетворительные результаты хирургического лечения отмечаются у 15–40 % пациентов [10].

Hallux valgus развивается при медиальном отклонении первой плюсневой кости, что приводит к латеральному смещению сесамовидных костей. Деформация, как правило, сопровождается возникновением бурсита первого плюснефалангового сустава и затруднениями при ходьбе в [2, 4, 11].

Общепризнанным рентгенологическим признаком, свидетельствующим о наличии вальгусной деформации, является увеличение межплюсневых и плюснефаланговых углов до величин, превышающих 10°. Однако диагностика этой деформации должна быть комплексной и основываться не только на результатах рентгенологического исследования. Клиническая оценка предусматривает определение подвижности первого плюснефалангового сустава (ПФС), возможность мануального устранения деформации в суставе, уровень выраженности внутрисуставной боли, наличие трансфертной метатарзалгии, а также сопутствующих деформаций, в том числе и наличие вывиха ПФС [12, 13].

При рентгенологической диагностике необходимо оценивать конгруэнтность или неконгруэнтность первого плюснефалангового сустава, ориентацию угла наклона суставной поверхности головки плюсневой кости DMAA (*distal metatarsal articular angle*), наличие дегенеративных изменений сустава, косвенно указывающих на проявления недостаточности первого луча. Следует оценивать также наличие усталостных переломов второй плюсневой кости, признаков остеоартроза второго тарзально-метатарзального сустава (TMT2) и вывихов в малых плюснефаланговых суставах. Подобный тщательный анализ должен быть обязательным для выбора наиболее эффективной тактики лечения [13].

Эффективность лечения деформаций стопы определяется в первую очередь точностью диагностики и владением хирургом той или иной техникой хирургического вмешательства [14, 15]. Легкие и умеренные деформации (при величинах угла IMA меньше 18–20°, отсутствие дегенеративных изменений и значимых косвенных признаков недостаточности первого луча) могут быть устранены с помощью выполнения дистальной остеотомии первой плюсневой кости (например, шевронной остеотомии или Scarf-остеотомии)

в комбинации или без таковой с выполнением медиальной закрыто угольной клиновидной остеотомии проксимальной фаланги по Akin [15, 16].

При тяжелых деформациях необходимо выполнение проксимальной остеотомии первой плюсневой кости или артродеза медиального плюснеклиновидного сустава (процедуры Липидус). В некоторых случаях (пожилой возраст пациента, наличие остеоартрита или ревматоидного артрита) артродез первого плюснефалангового сустава представляется оптимальным методом выбора лечения вальгусных деформаций [17].

Остеотомия с Z-образным разрезом при осуществлении вмешательства на первом луче стопы впервые была выполнена J. Burutaran, который применил эту операцию в 1976 г. в качестве дополнения к артропластике методом Келлера при коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы. С момента описания техники проведения Scarf-остеотомии данная процедура получила распространение для коррекции деформации hallux valgus [18]. Позже этот вариант остеотомии диафиза первой плюсневой кости был модифицирован и стал интенсивно внедряться в клиническую практику в США [19], а L.S. Barouk [20] популяризировал эту процедуру во Франции, Европе и во всем мире. В дальнейшем техника Scarf-остеотомии стала также широко использоваться благодаря стабильности результатов и простоте выполнения остеосинтеза в ходе выполнения операции. С начала 2000-х годов данный метод оперативного лечения деформаций переднего отдела стопы применяется и в России.

До настоящего времени варианты вмешательства «Scarf» или «Scarf/Akin» остаются наиболее значимыми для коррекции вальгусной деформации от легкой до тяжелой степени [21, 22]. Установлено, что при выполнении этой операции с дополнительной процедурой, предложенной, еще в 1925 году доктором O.F. Akin (остеотомия проксимальной фаланги), происходит коррекция межплюсневой угла IMA (inter-metatarsal angle) до 23° , угла наклона суставной поверхности PASA (proximal articular set angle) до 10° , а также межфалангового угла большого пальца стопы до 35° [22].

В своих работах D. Cano и соавт. [23] доказали эффективность использования Scarf-остеотомии для устранения деформаций первого луча при выраженной деформации дистального отдела стопы. Эти результаты подтверждаются данными G. Ferreira и соавт. [24], которые выполняли операцию путем Z-образной остеотомии диафиза первой плюсневой кости и смещения плантарного фрагмента с целью коррекции варусного отклонения первой плюсневой кости. Такой подход позволяет корректировать положение плантарного фрагмента в горизонтальной, фронтальной и сагиттальной плоскостях.

В настоящее время рассматриваются следующие показания к выполнению Scarf-остеотомии [25, 26]:

- hallux valgus с величиной угла IMA от 12° до 23° ;
- величина PASA или дистального плюсневого суставного угла DMAA до 100° ;

– первый плюснефаланговый сустав с минимальными артритическими изменениями, с диапазоном движений не менее 40° ;

– необходимость выполнения операции на обеих стопах (является относительным показанием).

В ряде исследований были показаны преимущества выполнения Scarf-остеотомии по степени коррекции деформации hallux valgus в сравнении с дистальной остеотомией первой плюсневой кости [12, 15, 27]. Результаты оценки по шкале AOFAS (Американское общество ортопедов стопы и голеностопного сустава) свидетельствуют о значительном улучшении послеоперационных средних показателей до диапазона 86–96 баллов. При этом отмечается значительное уменьшение угла вальгусной деформации [28].

Было предложено применять остеотомию проксимальной фаланги (по Akin) в качестве дополнения к Scarf-остеотомии [29]. При этом ряд авторов полагает, что выполнение остеотомии по Akin может увеличить корригирующие возможности Scarf-остеотомии [30].

В работе X. Wang и соавт. [31] представлены рентгенологические и клинические исходы при использовании модифицированной Scarf-остеотомии для коррекции деформации hallux valgus. В рамках ретроспективного исследования проанализированы данные 21 пациента, которым выполнялась модифицированная Scarf-остеотомия для коррекции ювенильного hallux valgus. Среди обследованных пациентов было 3 мужчины (3 стопы) и 18 женщин (28 стоп), средний возраст на момент операции составил 28,6 года (диапазон возрастов 20–35 лет). В послеоперационном периоде пациенты находились на амбулаторном наблюдении в течение 12–18 месяцев. Клинические и рентгенологические обследования проводились перед операцией и через год после выполнения вмешательства [31]. Установлено, что величина показателя шкалы Американского общества ортопедов стопы и голеностопного сустава увеличилась с $58,0 \pm 5,8$ до $94,2 \pm 6,6$ балла после операции, а уровень оценки болевых ощущений по визуальной аналоговой шкале значительно снизился с $6,0 \pm 2,0$ до операции до $1,5 \pm 2,0$ балла через год после операции. Дальнейшая рентгенологическая оценка показала, что угол вальгусной деформации до операции через полгода после операции и через год после нее соответственно составлял $37,5 \pm 9,2$, $14,1 \pm 6,5$ и $14,5 \pm 6,5$ градуса; межплюсневый угол – $14,1 \pm 4,4$, $4,8 \pm 3,2$ и $5,5 \pm 4,9$ градуса соответственно; дистальный плюсневый суставной угол – $31,0 \pm 3,5$, $7,2 \pm 2,3$ и $7,5 \pm 2,1$ градуса соответственно. Через полгода после операции и через год после операции были отмечены стойкие значительные улучшения [31].

Согласно T.J. Lorei и соавт. [32], после выполнения Scarf-остеотомии достигаются значительные изменения величины HVA (от $32,5^\circ$ до $6,2^\circ$), IMA (от $15,5^\circ$ до $6,6^\circ$) и медиального положения сесамовидной кости ($p < 0,001$). При этом педобарографическое тестирование показывает относительно нормальную

послеоперационную нагрузку на стопу с послеоперационным увеличением нагрузки на медиальный передний отдел стопы в среднем через 33 месяца наблюдения.

В работе А. Тау и соавт. [33] выполнена Scarf-остеотомия пациентам с hallux valgus, у которых измеряли углы плоской стопы, включая таранно-ладьевидный угол, латеральный угол между таранной и первой плюсневой костями (угол Мегу) и латеральный таранно-пяточный угол. Пациентов разделяли на контрольную группу (0–4,0 градуса), группы с легкой (4,1–14,9 градуса), средней (15,0–30,0 градуса) и тяжелой (> 30,0 градуса) степенями плоскостопия по углу Мегу. Проводилось сравнение клинических исходов в момент начала исследования, через 6 и через 24 мес. Установлено, что величина угла Мегу была независимо ассоциирована с углом вальгусной деформации первого пальца стопы до операции. Углы плоской стопы не были ассоциированы с выраженностью болевых ощущений, а также показателями шкал AOFAS и качества жизни по опроснику SF-36. Во всех трех группах отмечены сходные клинические исходы и степень удовлетворенности пациентов проведенным лечением [33].

Таким образом, представленные к настоящему времени данные свидетельствуют, что выполнение модифицированной Scarf-остеотомии позволяет эффективно корректировать деформацию hallux valgus у взрослых пациентов и подростков. Наиболее частыми осложнениями хирургического лечения hallux valgus являются сохранение болевого синдрома, рецидив деформации, варусная деформация первого пальца стопы, вторичное смещение костных фрагментов, аваскулярный некроз головки первой плюсневой кости, несращение, инфекционные осложнения [34, 35].

М.Р. Sieloff и соавт. [35] провели системный обзор и метаанализ, изучив широкий спектр зарегистрированных осложнений и связанных с ними клинических результатов Scarf-остеотомии. Было выявлено сто шестнадцать публикаций, в которых представлены данные о выполнении 1583 операций. Средняя продолжительность наблюдения составила 26,4 месяца (от 12 до 168). Авторы обнаружили частоту рецидивов на уровне 5,1%, при этом частота аваскулярного некроза составила 1,0%, частота несращения кости – 1,8%, частота неправильного сращения составила 2,7%. Инфекционные осложнения развились в 2,4% случаев, регионарный болевой синдром отмечался в 5,3% случаев [35].

В ряде работ показана частота варусной деформации большого пальца стопы на уровне от 3 до 5% [36, 37], стрессовых переломов – 3%. Потеря коррекции развивается в 2% случаев, развитие метатарзалгии – у 2% пациентов [37].

Отдаленным осложнением операции является аваскулярный некроз головки плюсневой кости. В соответствии с характером рассечения мягких тканей оперирующий хирург должен учитывать и стараться сохранить подошвенное кровоснабжение головки плюсневой кости. По некоторым данным, частота

аваскулярного некроза составляет 3,2% [38]. Лечение этого осложнения заключается в удалении металлоконструкций и последующем артродезе плюснефалангового сустава. Однако аваскулярный некроз может возникнуть только в результате нарушений подошвенного кровоснабжения вследствие непреднамеренной диссекции либо недостаточно развитого кровоснабжения этой области у пациента. Другим значительным осложнением является травматическая неврома (2 из 31 случая; 6,45%), лечение которой предлагается осуществлять консервативно с помощью ортопедических стелек [39].

Описаны случаи возникновения нестабильности выполненной фиксации. В частности, в одном из исследований было показано, что 2 из 84 стоп после Scarf-остеотомии характеризовались нестабильной фиксацией. В обоих случаях это было обусловлено недостаточной длиной винта [40]. Другие осложнения встречаются редко: тромбоз в 0,6% случаев, частота хронического регионарного болевого синдрома колеблется от 0 до 4% [40].

Достаточно часто возникает рецидив hallux valgus, механизмы его развития после хирургического лечения до конца не изучены [41]. Частота рецидива составляет, по данным одних авторов, 3,6–6% случаев [38, 40], по данным других, рецидив возникает примерно у четверти пациентов, перенесших корректирующую операцию [41].

Вероятно, наличие существенных различий в оценке частоты рецидивов hallux valgus обусловлено отсутствием единых критериев рецидива, а также различиями по длительности сроков послеоперационного наблюдения [42]. В связи с этим важнейшая задача травматолога-ортопеда при проведении хирургического лечения hallux valgus – выявлять потенциальные факторы риска рецидива [43].

Этиология рецидива связана с комплексом факторов, включающим анатомическую предрасположенность, наличие сопутствующих заболеваний, а также несоблюдение пациентом послеоперационных рекомендаций врача [44, 45]. Диагностические критерии рецидива, представленные в литературе, неодинаковы. Сообщается о 20-градусном угле вальгусного отклонения большого пальца стопы (HVA) в качестве порогового значения для диагностики рецидива, другие авторы используют величину HVA 15° [46]. В качестве достаточно чувствительного показателя наличия рецидива hallux valgus следует использовать величину HVA более 15°. Есть сообщения о том, что предоперационный HVA, составляющий 30° и более, – пороговое значение для высокой вероятности послеоперационного возникновения рецидива после Scarf-остеотомии [47].

Заключение

Методы хирургической коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы продолжают совершенствоваться. Специалисты предлагают различные подходы, описаны около 130 хирургических

вмешательств по ее коррекции, каждое из которых имеет определенные ограничения.

Требования к хирургическому вмешательству по поводу вальгусной деформации первого пальца стопы включают:

- прогнозируемость и воспроизводимость результатов;
- обеспечение безболезненного полного диапазона движений в суставах стопы;
- возможность одновременного выполнения двусторонней коррекции;
- минимальное ограничение повседневной деятельности и ношения обуви как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде;
- косметически приемлемый результат хирургического лечения.

Эффективным методом лечения hallux valgus является Scarf-остеотомия, результаты выполнения которой характеризуются прогнозируемостью и высокой удовлетворенностью пациентов. Формирование hallux valgus является хроническим процессом, показано наличие целого ряда факторов, которые потенциально могут стать причиной рецидива.

Для достижения косметических и функциональных результатов коррекции вальгусного отклонения первого пальца необходим поиск существенных методов хирургической коррекции, обеспечивающих достижение лучших функциональных результатов.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источники финансирования: авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – ПРВ, ВВЕ

Сбор и обработка материала – ПРВ, ВВЕ

Анализ и интерпретация данных – ПРВ, ВВЕ, КЕП

Написание и редактирование текста – ПРВ, ВВЕ, КЕП

Литература / References

1. Amlashi FI, Norouzi Z, Sohrabi A, Shirzad-Aski H, Norouzi A, Ashkbari A, Gilani N, Fatemi SA, Besharat SA. A systematic review and meta-analysis for association of *Helicobacter pylori* colonization and celiac disease. *PLoS One*. 2021; 16(3):e0241156. doi: 10.1371/journal.pone.0241156
2. Munir U, Mabrouk A, Dreyer MA, Morgan S. Hallux Varus. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
3. Blackwood S, Gossett L. Hallux valgus/medial column instability and their relationship with posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Clin*. 2018;23(2):297–313. doi: 10.1016/j.fcl.2018.02.003
4. Ray JJ, Friedmann AJ, Hanselman AE, Vaida J, Dayton PD, Hatch DJ, Smith B, Santrock RD. Hallux Valgus. *Foot Ankle Orthop*. 2019;4(2):2473011419838500. doi: 10.1177/2473011419838500
5. Fraissler L, Konrads C, Hoberg M, Rudert M, Walcher M. Treatment of hallux valgus deformity. *EFORT Open Rev*. 2016;1(8):295–302. doi: 10.1302/2058-5241.1.000005
6. Ferreira GF, Nunes GA, Banca V, Michaelis LF, Lewis TL, Ray R, Lam P, Pereira Filho MV. Minimally invasive hallux valgus surgery using 3D printed patient specific instrumentation. *Arch. Orthop. Trauma Surg*. 2024;144(6):2553–9. doi: 10.1007/s00402-024-05383-6
7. Faroug R, Bagshaw O, Conway L, Ballester JS. Increased recurrence in Scarf osteotomy for mild & moderate hallux valgus with Meary's line disruption. *Foot Ankle Surg*. 2019;25(5):608–11. doi: 10.1016/j.fas.2018.06.002
8. Flaherty A, Chen J. Minimally invasive chevron Akin osteotomy for hallux valgus correction. *JBJS Essent. Surg. Tech*. 2024;14(1):e22.00021. doi: 10.2106/JBJS.ST.22.00021
9. Torrent J, Baduell A, Vega J, Malagelada F, Luna R, Rabat E. Open vs minimally invasive Scarf osteotomy for hallux valgus correction: A randomized controlled trial. *Foot Ankle Int*. 2021;42(8):982–93. doi: 10.1177/10711007211003565
10. Rouveyrol M, Harrosch S, Curvale G, Rochwerger A, Mattei JC. Does screwless scarf osteotomy for hallux valgus increase the risk of transfer metatarsalgia? *Orthop. Traumatol. Surg. Res*. 2021;107(6):102853. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102853
11. Tao T, Jiang Y, Li W, Li Y, Du J, Gui J. Relationship of vitamin D receptor gene polymorphisms with susceptibility, surgical outcome and prognosis of hallux valgus in a Chinese Han population. *Foot Ankle Surg*. 2019;25(2):198–203. doi: 10.1016/j.fas.2017.10.010
12. Kido M, Ikoma K, Sotozono Y, Ikeda R, Imai K, Maki M, Ohashi S, Kubo T. The influence of hallux valgus and flatfoot deformity on metatarsus primus elevatus: A radiographic study. *J. Orthop. Sci*. 2020;25(2):291–6. doi: 10.1016/j.jos.2019.03.020
13. Kanemitsu M, Nakasa T, Ikuta Y, Sumii J, Nekomoto A, Kawabata S, Deie M, Adachi N. Morphology and deformity of the distal phalanx in hallux valgus. *J. Orthop. Sci*. 2023;S0949-2658(23)00269–5. doi: 10.1016/j.jos.2023.09.010
14. Nebhani N, Yatin Trivedy M, Heyes G, Molloy A, Mason L. Hallux valgus interphalangeus measurement: comparison of the 2 radiographic methods. *Foot Ankle Spec*. 2022;19386400221078677. doi: 10.1177/19386400221078677
15. Ahn J, Jeong BO. Relationship between foot width reduction and clinical outcomes after Chevron osteotomy for hallux valgus deformity. *Clin. Orthop. Surg*. 2023;15(1):159–65. doi: 10.4055/cios21272
16. Milczarek M, Nowak K, Tomasik B, Milczarek J, Laganowski P, Domzalski M. Additional Akin proximal phalanx procedure has a limited effect on the outcome of Scarf osteotomy for hallux valgus surgery. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc*. 2021;111(6). doi: 10.7547/20-071
17. Butler JJ, Hartman H, Rettig S, Konar K, Randall G, Samsonov AP, Kennedy JG. Similar outcomes following scarf-Akin osteotomy compared to scarf-alone osteotomy for the treatment of hallux valgus: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2024;30(4):299–308. doi: 10.1016/j.fas.2024.01.003
18. Zhang FQ, Zhang Y, Wang X, Wang XM, Li YS, Luo ZX. Scarf osteotomy combined with soft tissue balance release for severe hallux valgus. *Zhongguo Gu Shang*. 2022;35(12):1132–7. doi: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.12.005
19. Kramer J, Barry LD, Helfman D, Mehnert JA, Pokrifcak VM. The modified Scarf bunionectomy. *J. Foot Surg*. 1992;31(4):360–7.
20. Barouk LS. Scarf osteotomy for hallux valgus correction. Local anatomy, surgical technique, and combination with other forefoot procedures. *Foot Ankle Clin*. 2000;5(3):525–58.
21. Barouk LS. The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus: a preliminary study. *Foot Ankle Clin*. 2014; 19(4):807–22. doi: 10.1016/j.fcl.2014.08.005
22. Tan MWP, Chen JY, Yeo EMN. Clinical outcomes of Scarf-Akin osteotomy for hallux valgus with simultaneous Bunionette correction: A propensity score-matched cohort analysis. *J. Foot Ankle Surg*. 2022;61(3):520–7. doi: 10.1053/j.jfas.2021.10.003
23. Cano DP, Lagos MA, Baduell A, González JTA, Torre CM, Rios J. Immediate effect of hallux valgus surgery on the biomechanical behavior of the first ray. *Foot Ankle Surg*. 2024;S1268-7731(24)00074–2. doi: 10.1016/j.fas.2024.04.001

24. Ferreira GF, Borges VQ, Moraes LVM, Stéfani KC. Percutaneous Chevron/Akin (PECA) versus open scarf/Akin (SA) osteotomy treatment for hallux valgus: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2021; 16(2):e0242496. doi: 10.1371/journal.pone.0242496
25. Castioni D, Fanelli D, Gasparini G, Iannò B, Galasso O. Scarf osteotomy for the treatment of moderate to severe hallux valgus: Analysis of predictors for midterm outcomes and recurrence. *Foot Ankle Surg*. 2020;26(4):439–44. doi: 10.1016/j.fas.2019.05.013
26. Xiang L, Mei Q, Wang A, Fernandez J, Gu Y. Gait biomechanics evaluation of the treatment effects for hallux valgus patients: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2022;94:67–78. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.02.026
27. Скребцов АВ, Никитина ВК, Протско ВГ, Тамоев СК, Скребцов ВВ, Якушев ДС. Анализ среднесрочных результатов коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2023;30(3): 315–24. [Skrebtsov AV, Nikitina VK, Protsko VG, Tamoev SK, Skrebtsov VV, Yakushev DS. Analysis of medium-term results of correction of hallux valgus deformity of the first toe. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(3):315–24 (In Russ.)].
28. Clee S, Flanagan G, Pavier J, Reilly I. Correction of hallux abducto valgus by scarf osteotomy. A ten-year retrospective multicentre review of patient reported outcomes shows high satisfaction rates with podiatric surgery. *J. Foot Ankle Res*. 2022;15(1):44. doi: 10.1186/s13047-022-00546-3
29. Wu JD, Chen ZU, Qi YZ, Li XY, Pan XU, Hong MA, Jin BR, Ma ZU. Effect of Scarf and Chevron combined with Akin on postoperative balance in patients with moderate to severe foot bunion. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2023;27(17):8225–33. doi: 10.26355/eurrev_202309_33583
30. Kuliński P, Tomczyk Ł, Pawik Ł, Olech J, Morasiewicz P. Radiographic outcomes of hallux valgus deformity correction with Chevron and Scarf osteotomies. *J. Foot Ankle Surg*. 2023;62(4):676–82. doi: 10.1053/j.jfas.2023.02.007
31. Wang X, Wen Q, Li Y, Liu C, Zhao K, Zhao H, Liang X. Introduction of the revolving scarf osteotomy for treating severe hallux valgus with an increased distal metatarsal articular angle: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet. Disord*. 2019;20(1):508. doi: 10.1186/s12891-019-2874-8
32. Lorei TJ, Kinast C, Klärner H, Rosenbaum D. Pedographic, clinical, and functional outcome after scarf osteotomy. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2006; 451:161–6. doi: 10.1097/01.blo.0000229297.29345.09
33. Tay AYW, Goh GS, Koo K, Yeo NEM. Third-generation minimally Invasive Chevron-Akin Osteotomy for Hallux Valgus Produces Similar clinical and radiological outcomes as Scarf-Akin osteotomy at 2 years: A matched cohort study. *Foot Ankle Int*. 2022;43(3):321–30. doi: 10.1177/10711007211049193
34. Alshehri AS, Alzahrani FA, Aljaafri ZA, Shalash NA. Outcomes of hallux valgus corrective osteotomy: A tertiary hospital experience. *Cureus*. 2023;15(10):e46422. doi: 10.7759/cureus.46422
35. Sieloff MR, Tokarski AR, Elliott AD, Jacobs PM, Borgert AJ. The Incidence of complications following Scarf osteotomy for the treatment of hallux valgus: A systematic review with meta-analysis. *J. Foot Ankle Surg*. 2023;62(4):610–7. doi: 10.1053/j.jfas.2022.11.017
36. Choi JH, Zide JR, Coleman SC, Brodsky JW. Prospective study of the treatment of adult primary hallux valgus with scarf osteotomy and soft tissue realignment. *Foot Ankle Int*. 2013;34(5):684–90. doi: 10.1177/1071100712472489
37. Hagio T, Yoshimura I, Kanazawa K, Minokawa S, Ishimatsu T, Nagatomo M, Sugino Y, Yamamoto T. Risk factors for recurrence of hallux valgus deformity after minimally invasive distal linear metatarsal osteotomy. *J. Orthop. Sci*. 2022;27(2):435–9. doi: 10.1016/j.jos.2020.12.013
38. Lipscombe S, Molloy A, Sirikonda S, Hennessy MS. Scarf osteotomy for the correction of hallux valgus: midterm clinical outcome. *J. Foot Ankle Surg*. 2008;47(4):273–7. doi: 10.1053/j.jfas.2008.02.021
39. Suh JW, Jang HS, Park HW. Iatrogenic second transfer metatarsalgia and the first metatarsal shortening and elevation after Scarf osteotomy. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(4):464–70. doi: 10.1016/j.fas.2021.11.005
40. Lalevee M, de Cesar Netto C, ReSurg, Boulblil D, Coillard JY. Recurrence rates with longer-term follow-up after hallux valgus surgical treatment with distal metatarsal osteotomies: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Int*. 2023;44(3):210–22. doi: 10.1177/10711007231152487
41. Ezzatvar Y, López-Bueno L, Fuentes-Aparicio L, Dueñas L. Prevalence and predisposing factors for recurrence after hallux valgus surgery: A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Med*. 2021; 10(24):5753. doi: 10.3390/jcm10245753
42. Shibuya N, Kyprios EM, Panchani PN, Martin LR, Thorud JC, Jupiter DC. Factors associated with early loss of hallux valgus correction. *J. Foot Ankle Surg*. 2018;57(2):236–40. doi: 10.1053/j.jfas.2017.08.018
43. Li X, Guo M, Zhu Y, Xu X. The excessive length of first ray as a risk factor for hallux valgus recurrence. *PLoS One*. 2018;13(10):e0205560. doi: 10.1371/journal.pone.0205560
44. Heyes GJ, Vosoughi AR, Weigelt L, Mason L, Molloy A. Pes planus deformity and its association with hallux valgus recurrence following Scarf osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2020;41(10):1212–8. doi: 10.1177/1071100720937645
45. Silva BAMD, Zandoná DA, Siqueira DB, Alves RA. Scarf osteotomy for hallux valgus correction: radiological and clinical analysis. *Acta Ortop. Bras*. 2022;30(4):e249410. doi: 10.1590/1413-785220223004e249410
46. Park CH, Lee WC. Recurrence of hallux valgus can be predicted from immediate postoperative non-weight-bearing radiographs. *J. Bone Joint Surg. Am*. 2017;99(14):1190–7. doi: 10.2106/JBJS.16.00980
47. Li Z, Yu W, Lin A, Fu K, Fang Z. Comparative effects of modified rotary scarf osteotomy and traditional Scarf osteotomy in treating moderate to severe hallux valgus: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet. Disord*. 2024;25(1):61. doi: 10.1186/s12891-023-07156-5