

## **Оперативное лечение hallux rigidus. Литературный обзор зарубежных публикаций**

**Д.В. Ильченко, А.А. Карданов, А.В. Королев**

Европейская Клиника Спортивной Травматологии и Ортопедии, г. Москва, Россия

## **Surgical treatment of hallux rigidus. Review of foreign publications**

**D.V. Ilchenko, A.A. Kardanov, A.V. Korolev**

European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russian Federation

В статье проводится литературный обзор иностранных исследований, посвященных хирургическому лечению hallux rigidus. Рассматриваются наиболее эффективные способы оперативного лечения патологии с точки зрения доказательной медицины. На основе полученных данных приводится сравнительный анализ результатов различных оперативных пособий, отражены дальнейшие перспективы применения представленных методик в лечении hallux rigidus.

**Ключевые слова:** hallux rigidus, деформирующий остеоартроз первого плюснефалангового сустава, хейлэктомия, артродез, артропластика, остеотомия

The article presents an overview of foreign publications on surgical treatment of hallux rigidus with comparison among different available surgical approaches, good evidence to support most effective modalities and prospective surgical treatment options for the condition.

**Keywords:** hallux rigidus, first metatarsophalangeal joint arthritis, cheilectomy, arthrodesis, arthroplasty, osteotomy

Hallux rigidus является наиболее распространенным дегенеративно-дистрофическим заболеванием суставов стопы, которое встречается, по данным разных авторов, у 2,5–7,8 % населения старше 50 лет [1, 2, 3]. Это патологическое состояние было впервые описано в 1881 году Nicoladini, а затем, в 1887 году, Davies-Colley, который предложил название «hallux flexus», характеризующеегибательное положение проксимальной фаланги первого пальца стопы (P1) относительно первой плюсневой кости (M1). Собственно термин «hallux rigidus», описывающий болевой синдром при попытке тыльного сгибания в первом плюснефаланговом суставе (ПФС1), появился после работ Cotterill в 1888 году [4], и с тех пор он является наиболее распространенным в современной медицинской литературе.

Вопрос этиологии hallux rigidus остается открытым до настоящего времени. Так, среди предрасполагающих факторов развития заболевания называют избыточную длину M1, элевацию головки M1 (metatarsus primus elevatus), рассекающий остеохондрит ПФС1, гипермобильность суставов первого луча, длительную иммобилизацию, острую травму, подагру и ревматоидный артрит [5]. Наиболее подробный анализ этиологических факторов был проведен в работах Coughlin и Shurnas. Авторами было выявлено, что в 78 % случаев одностороннего процесса причиной заболевания является травма, а наследственная предрасположенность позволяет в 95 % случаев выявить билатеральный характер заболевания, причем 67 % пациентов указывают на наличие hallux rigidus у близких родственников. В исследованиях авторов не было установлено достоверной связи hallux rigidus с pes planus, pes equinus и гипермобильностью суставов первого луча, а ситуация с metatarsus primus elevatus улучшается в послеоперационном периоде самостоятельно, даже без выполне-

ния остеотомий диафиза. Hallux rigidus и hallux valgus выявляются совместно лишь в 12 % случаев, увеличение межфалангового вальгуса ассоциировано с клиническими и рентгенологическими проявлениями hallux rigidus в 90 % случаев. Особое внимание авторами было удалено особенностям строения головки M1, ее уплощение и квадратная форма сочетались с наличием hallux rigidus в 74 % случаев [6, 7].

С момента первого описания hallux rigidus в конце XIX века и до настоящего времени было предложено большое количество способов лечения заболевания, однако, несмотря на необходимость проведения первично консервативного лечения, предпочтение стоит отдать хирургическим вмешательствам как наиболее эффективным и позволяющим получить лучшие отдаленные результаты. Первые исследования данных методов начались еще в 1887 году с работ Davies и Colley, которые предложили выполнять резекцию проксимальной части P1, затем Collier представил свой вариант декомпрессии ПФС1 посредством резекции головки M1. В последующее время произошло разделение оперативных пособий на суставсохраняющие и суставразрушающие, к первым относится хейлэктомия и различные варианты остеотомий M1 и P1, ко вторым – артропластика, эндопротезирование и артродез ПФС1.

Хейлэктомию, как самодостаточный метод, лечения hallux rigidus, популяризовал DuVries в 1959 году [8], и в дальнейшем стали применяться различные модификации этой техники. Однако экзостозэктомия ПФС1 была описана и ранее. Так, в 1927 году Cochrane рекомендовал аналогичную технику в сочетании с подошвенной капсулотомией и релизом мягкотканых структур в области основания P1, а позднее, Nilssonne, выполнив 2 подобных вмешательства, сделал вывод о неполном клиническом эффекте процедуры [9]. С

■ Ильченко Д.В., Карданов А.А., Королев А.В. Оперативное лечение hallux rigidus. Литературный обзор зарубежных публикаций // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 3. С. 420-425. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-420-425

■ Ilchenko D.V., Kardanov A.A., Korolev A.V. Surgical treatment of hallux rigidus. Review of foreign publications. Genij Ortopedii, 2020, vol. 26, no 3, pp. 420-425. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-3-420-425

момента описания хейлэктомии в литературе и до настоящего времени этот метод используется для лечения начальных стадий hallux rigidus, но существуют исследования, показывающие ее эффективность и на продвинутых стадиях заболевания, при этом общее количество положительных результатов находится на уровне 88–95 % [4, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Среди многочисленных исследований стоит выделить работы Mann с соавторами, одна из них была проведена в 1979 году и описывала результаты хейлэктомии, выполненной по оригинальной методике DuVries у 20 пациентов. Среднее время наблюдения составило 67,6 месяца, при этом средний объем тыльного сгибания в ПФС1 сохранялся на уровне 30°, а уровень дегенеративных изменений в оперированном суставе значимо не изменился за все время долгосрочного наблюдения [16]. В другом исследовании, проведенном в 1988 году, Mann и Clanton оценили результаты хейлэктомии в группе из 25 пациентов (31 стопа) за период 56 месяцев. Полностью болевой синдром был купирован в исходе 22 операций, а эпизодические жалобы на боль сохранялись у 6 оперированных пациентов, что расценивалось авторами как хороший клинический результат [16].

Интересными представляются результаты метаанализа, проведенного Roukis с 1979 по 2009 год. Автор проанализировал клинические результаты 706 операций со средним сроком наблюдения 1,6 года. Процент ревизионных вмешательств составил 8,8 %, причем из всех случаев 1 стадия заболевания была выявлена в 20 % наблюдений, 2 стадия в 14,8 %, 3 стадия в 9,1 % и 4 стадия в 55,6 % [17].

Coughlin и Shurnas в 2003 году представили подробный анализ результатов лечения 110 пациентов с hallux rigidus, 80-ти из которых была проведена хейлэктомия, большинство операций было выполнено при 1 и 2 стадиях заболевания, средний период наблюдения составил 9,6 года. Полученные данные показали увеличение объема тыльного сгибания в ПФС1, среднего балла по шкале AOFAS и уменьшение интенсивности болевого синдрома, а количество положительных результатов составило 92 %, и лишь у 9 пациентов с 4 стадией hallux rigidus, в среднем через 6,9 года, потребовалось выполнение артродеза ПФС1 [11].

Исследование функциональных результатов хейлэктомии у спортсменов с 1 и 2 стадиями hallux rigidus по классификации Regnauld было проведено Mulier в 1999 году, в работу были включены результаты 22 хирургических вмешательств со средним сроком наблюдения 5 лет. Отличные результаты были получены после 14 операций, хорошие после 7, а неудовлетворительным оказался всего 1 случай, при этом 75 % пациентов смогли вернуться к уровню прежней или более высокой спортивной активности, а 5 из 7 оставшихся пациентов отказались от продолжения спортивной карьеры по причине, не связанной с оперативным лечением [18].

Следует также выделить исследование Nawoczenski с соавторами, в котором была подробно проанализирована кинематика ПФС1 и распределение весовой нагрузки после выполненной хейлэктомии у 15 пациентов со средним сроком наблюдения 1,7 года. В итоге было получено увеличение объема движений в оперированном суставе, однако тыльная флексия оставалась по-прежнему меньше нормальных значений. Кроме того,

авторами было отмечено, что восстановление нормальной кинематики не коррелирует со степенью удовлетворенности пациентом результатом оперативного лечения и уменьшением уровня болевого синдрома [19].

С целью декомпрессии ПФС1 при hallux rigidus некоторыми авторами рекомендуется выполнение хейлэктомии в сочетании с остеотомиями P1 и M1 [20]. Одним из наиболее распространенных вариантов является остеотомия Moberg, представляющая из себя клиновидную остеотомию P1, позволяющую изменить амплитуду движений в суставе в сторону тыльной флексии, уменьшив при этом объем подошвенного сгибания. Положительный эффект данной техники был подтвержден экспериментально Kim с соавторами, которые смогли продемонстрировать на кадаверном материале, что следствием операции является плантарное смещение контакта суставных поверхностей в ПФС1 без изменения пикового давления и площади контакта. И, поскольку в большинстве случаев зона дегенеративных изменений хряща в ПФС1 располагается дорсально, остеотомия Moberg способна значительно уменьшить контактное давление и оказать положительный эффект на клинические проявления hallux rigidus [21].

Стоит упомянуть работу Thomas и Smith, в которой авторы получили 99 % положительных результатов без осложнений и ревизионных оперативных вмешательств у 17 пациентов после остеотомии Moberg с 1 и 2 стадиями hallux rigidus, средний срок наблюдения составил 2,5 года [22]. Отрицательной стороной данного вида остеотомии называется сложность выполнения последующего артродеза ПФС1, что обусловлено расширением проксимальной части P1 и возможными трудностями при установке пластины на тыльной поверхности сустава, а также, как следствие, установке первого пальца в положение чрезмерного тыльного сгибания [23].

Ретроспективный анализ клинических результатов у 19 пациентов с hallux rigidus 2 и 3 стадии по классификации Hattrup и Johnson после хейлэктомии в сочетании с остеотомией P1 был проведен Lau и Daniels, средний срок наблюдения составил 2,1 года. Итоговые данные распределились следующим образом: количество положительных результатов составило 87,5 %, оценка болевого синдрома по ВАШ – 2,9 балла, а объем тыльной флексии достоверно увеличился с 14,1 до 30,2° [24].

В целом итоговые результаты изолированной хейлэктомии являются сопоставимыми по эффективности с результатами хейлэктомии в сочетании с остеотомией P1. Подобный анализ был проведен Waizy с соавторами в двух группах пациентов с 1 и 2 стадиями hallux rigidus по Regnauld после вышеуказанных видов оперативных пособий. В группе изолированной хейлэктомии (23 пациента) объем тыльного сгибания в ПФС1 увеличился на 24,8°, а отличные результаты были получены у 21,7 %, в группе хейлэктомии с остеотомией P1 (23 пациента) объем тыльной флексии увеличился на 20,8°, количество отличных результатов составило 32,6 %. Данные результаты позволили авторам сделать вывод, что, вне зависимости от того, выполняется хейлэктомия изолированно или в сочетании с остеотомией P1, подобный вид оперативного лечения является эффективным у пациентов на начальных стадиях hallux rigidus [25].

Следующим из предложенных вариантов оперативного лечения патологии является остеотомия M1 с це-

лью коррекции *metatarsus primus elevatus* и/или длины первой плюсневой кости, которая, несмотря на отсутствие достоверной связи этих структурных изменений с возникновением *hallux rigidus*, продолжает находить своих сторонников [7].

Результаты клиновидной остеотомии M1 по Watermann и ее модификации – ступенчатой остеотомии Green-Watermann – были изучены Dickerson с соавторами в группе из 32 пациентов через 4 года после операции. Несмотря на значительное уменьшение интенсивности болевого синдрома у 94 % пациентов, авторы сообщили о появлении вторичной метатарзалии в 25 % случаев [26]. Биомеханическое исследование параметров стоп после остеотомии M1 по Youngswick (схожий с Green-Watermann вариант отстеотомии M1), проведенное Bryant с соавторами у 17 пациентов (23 стопы) со средним сроком наблюдения 2 года, показало увеличение пикового давления под головкой M2 на 28 % от дооперационного уровня [27]. Схожие результаты ступенчатой остеотомии M1 в группе из 26 пациентов с *hallux rigidus* 2 и 3 стадии по классификации Drago, Oloff и Jacobs были опубликованы Dernier с соавторами, средний период наблюдения – 2,9 года. Количество отличных результатов составило 50 %, объем движений в ПФС1 увеличился с 33,3° до 72,1°, аявление метатарзалии было отмечено у 15 % пациентов, кроме этого, 15 % пациентов сообщили о наличии других осложнений [28].

Анализ результатов остеотомии M1 типа Weil был проведен Malerba с соавторами в группе из 20 пациентов с 3 стадией *hallux rigidus*. При среднем периоде наблюдения 11,1 года результаты распределились следующим образом: итоговая оценка по шкале AOFAS находилась на уровне 82 балла, количество хороших или отличных результатов составило 95 %, объем тыльного сгибания в ПФС1 увеличился с 8° до 44°, аявление метатарзалии было отмечено только у одного пациента [29].

Анализ приведенной литературы показывает высокий уровень осложнений после остеотомии M1, основным из которых является вторичная метатарзалия, этот вывод подтверждается данными систематического обзора, проведенного Roukis, в котором автор выявил появление послеоперационной метатарзалии у 30,5 % пациентов [30]. Таким образом, остеотомии M1 не могут быть рекомендованы в хирургическом лечении *hallux rigidus* по причине высокой частоты осложнений, однако исключением является остеотомия Weil, положительные результаты которой описаны в работе Malerba с соавторами.

Среди суставразрушающих операций, показанием к выполнению которых являются продвинутые стадии *hallux rigidus*, помимо артродеза и эндопротезирования ПФС1, стоит выделить также резекционную и интерпозиционную артропластику сустава. Первый вариант, популяризованный Keller в начале XX века, подразумевает удаление основания проксимальной фаланги с целью декомпрессии ПФС1 и увеличения объема тыльного сгибания. Несмотря на наличие исследований, показывающих положительный результат операции, среди наиболее распространенных осложнений многие авторы называют значительное уменьшение стабильности сустава, прогрессирующую деформацию первого пальца стопы и вторичную метатарзалию [31]. В

исследовании, проведенном Love с соавторами, описаны результаты артропластики по Keller, выполненной на 75 стопах, при среднем сроке наблюдения 31 месяц. Уменьшение болевого синдрома было отмечено в 91 % случаев, степень удовлетворенности результатом находилась на уровне 77 %, но в то же время, деформация первого пальца отмечалась у 41 % пациентов [32].

Интерпозиционная артропластика подразумевает размещение биологического спайсера в область резектированного сустава с целью увеличения объема движений и уменьшения болевого синдрома, к частым осложнениям процедуры относят вторичную метатарзалию и слабость первого пальца стопы [24]. Сравнение результатов резекционной и интерпозиционной артропластики ПФС1 было проведено в работе Schenk с соавторами, которые не выявили достоверной разницы между этими видами оперативного лечения у пациентов со 2 и 3 стадиями *hallux rigidus* по классификации Hattrup и Johnson [33]. Описанный Coughlin и Shurnas способ артропластики с размещением сухожилия *m. gracilis* в качестве биологического спайсера показал хорошие результаты относительно болевого синдрома и функции, однако вторичная метатарзалия была выявлена в 57 % случаев [6].

Таким образом, по причине высокой частоты послеоперационных осложнений, а в том числе и из-за прогресса в применении других техник хирургического лечения *hallux rigidus*, резекционная и интерпозиционная артропластики в настоящее время выполняются достаточно редко.

Перспективным направлением в настоящее время является эндопротезирование ПФС1, положительные результаты которого варьируют от 64 до 83 %, а основной проблемой является сложность выполнения ревизионного оперативного вмешательства или артродеза ПФС1 по причине неизбежной потери костной массы. Опыт применения изначально предложенных силиконовых имплантатов первого и второго поколения показал наличие высокого риска расшатывания компонентов, развития остеолиза и иммунных реакций на эндопротез [34, 35]. Пришедшие на смену силиконовым металлические имплантаты, повторяющие конструкцию эндопротезов тазобедренного и коленного суставов, также были подвержены расшатыванию и остеолизу [36, 37]. Pulavarti с соавторами выявили нестабильность эндопротеза в 33 % случаев, при этом повторное оперативное вмешательство потребовалось выполнить в 5,5 % случаев, исследование было проведено у 32 пациентов, средний срок наблюдения составил 3,9 года [36]. Gibson и Thomson, анализируя результаты эндопротезирования ПФС1, выявили резорбцию кости в области имплантата в 49 % случаев в течение первого года после операции, ревизионное вмешательство в первые 2 года было выполнено в 15 % случаев [37].

Аналогично неудовлетворительным был последующий опыт применения керамических имплантатов, по заключению Nagy с соавторами их выживаемость находится на уровне 68 % [38]. Результаты 32 операций с периодом наблюдения 8 лет, представленные Dawson-Bowling с соавторами, демонстрируют признаки нестабильности в 52 % случаев установки эндопротеза, выполнение ревизии при этом потребовалось в 26 % случаев [39].

Имплантаты для гемиартропластики, замещающие либо проксимальную, либо дистальную части ПФС1, также описаны в литературе. Многообещающие результаты установки однополосного металлического эндопротеза проксимальной фаланги ПФС1 были представлены Townley с соавторами: положительный исход операции в 95 % случаев в группе из 279 пациентов, период наблюдения составил от 8 месяцев до 33 лет [40]. Однако повторить подобный результат в дальнейшем не смог ни один исследователь, получив при этом большое количество неудовлетворительных исходов. К примеру, Konkel с соавторами определили нестабильность эндопротеза суставной поверхности Р1 у 100 % оперированных пациентов при сроке наблюдения от 37 до 105 месяцев [41]. А Raikin с соавторами, оценивая результаты 21 случая гемиартропластики М1 и 27 случаев артродеза ПФС1 за период 6,6 года после операции, выявили, что оценка по шкале AOFAS и болевой синдром по ВАШ оказались хуже в группе эндопротезирования, причем повторное хирургическое вмешательство в этой группе было выполнено в 24 % случаев [42].

В последнее время перспективным представляется использование имплантатов из синтетического хряща, функция которых состоит в замещении суставной поверхности М1. Сравнение результатов установки подобных эндопротезов и артродеза ПФС1, описанное в многоцентровом проспективном рандомизированном исследовании, проведенном в группе из 202 пациентов со средним сроком наблюдения 2 года, показывает равнозначное улучшение параметров болевого синдрома по ВАШ и спортивной функциональной активности по шкале FAAM в обеих группах. В группе артрапластики необходимость выполнения ревизии была отмечена только в 9,2 % случаев, а объем тыльного сгибания в ПФС1 достоверно увеличился в среднем на 4° [43]. Явным плюсом установки имплантатов из синтетического хряща является небольшой объем резекции фрагмента головки М1, что позволяет в последующем, при необходимости, выполнить артродез ПФС1 без значительной потери длины М1. Столь обнадеживающие результаты, безусловно, требуют дальнейшего подтверждения и более длительного исследования сроков выживаемости имплантата.

Артродез ПФС1 в лечении hallux rigidus стал активно применяться начиная с середины XX века благодаря работе McKeever, который в 1952 году описал клинический случай непреднамеренного анкилоза ПФС1

после инфекционных осложнений, выявив при этом улучшение функции оперированной стопы, несмотря на полное отсутствие движений в пораженном суставе. Описание подобных хирургических вмешательств можно встретить и в более ранних публикациях Wyeth (1887) и Clutton (1894), которые описывали их как окончательный этап лечения патологии с хорошим положительным эффектом [44].

На данный момент артродез ПФС1 является «золотым» стандартом в лечении поздних стадий hallux rigidus, причем его успешный исход описан с использованием различных методов фиксации [11, 42, 45, 46]. Тем не менее, наиболее стабильной представляется конструкция из тыльной пластины и стягивающего винта, а оптимальным считается положение нейтральной ротации, 5°–15° вальгусного отклонения и 10°–15° тыльного сгибания относительно плоскости опоры (или 20°–25° относительно М1) [47, 48].

Результаты артродеза ПФС1 с фиксацией пластиной и винтом у 50 пациентов, опубликованные Goucher и Coughlin, показали степень удовлетворенности на уровне 96 %, консолидация была выявлена в 92 % случаев, а выполнение ревизии потребовалось в 4 %, средний срок наблюдения составил 1,3 года [49]. Doty с соавторами получили 89 % хороших и отличных результатов у 49 пациентов после артродеза, причем консолидация была отмечена в 98 % случаев, минимальный период наблюдения составил 1 год [50]. Проспективный анализ артродеза с фиксацией пластиной у 200 пациентов был проведен Bennett и Sabetta, при среднем сроке наблюдения 1 год консолидация состоялась в 99 % случаев, а выполнение ревизии потребовалось в 1 % [51]. Анализ функциональных результатов артродеза у 53 спортсменов-любителей, проведенный Brodsky с соавторами, показал, что в 92 % случаев пациенты смогли возобновить занятия туризмом, в 80 % случаев игру в гольф, в 75 % случаев игру в теннис и в 75 % случаев занятия бегом [52]. Таким образом, артродез ПФС1, несмотря на свой суставразрушающий характер, уже на протяжении длительного времени демонстрирует выраженный положительный эффект в хирургическом лечении hallux rigidus, который обусловлен уменьшением болевого синдрома, увеличением механической стабильности и уровня функциональной активности вплоть до возвращения к уровню прежних спортивных нагрузок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Hallux rigidus представляет собой часто встречающееся дегенеративно-дистрофическое заболевание суставов стопы, которое способно вызвать значительное снижение уровня физической активности пациента по причине нарастающей тугоподвижности в ПФС1, а также локального или распространенного болевого синдрома в дистальных отделах конечности.

Проведенный анализ зарубежной литературы позволил выявить большое количество исследований, которые освещают как консервативные, так и оперативные методы лечения патологии. Эффективность нехирургических методов, по мнению многих авторов, оказывается довольно низкой в отдаленном периоде по причине прогрессирования заболевания. Наличие большого количества различных классификаций под-

разумевает отсутствие единого подхода и алгоритма в лечении hallux rigidus.

До настоящего времени «золотым» стандартом хирургического лечения hallux rigidus остается хейлэктомия и артродез ПФС1, высокая эффективность которых неоднократно была описана в большом количестве исследований. Безусловно, более предпочтительным и для пациента, и для хирурга является суставсберегающий подход в лечении hallux rigidus. Его применение ограничено начальными стадиями заболевания, причем с увеличением степени дегенеративных изменений эффективность метода падает. Изолированная хейлэктомия традиционно предлагается для лечения 1 и 2 стадий заболевания, однако ее сочетание с остеотомией проксимальной фаланги, по мнению некоторых

авторов, позволяет расширить показания вплоть до 3 стадии hallux rigidus с высокими итоговыми результатами и уровнем удовлетворенности пациента. Также было предложено выполнять хейлэктомию в сочетании с остеотомией M1, однако отдаленные результаты подобных вмешательств показывают высокий риск развития осложнений, основным из которых является вторичная метатарзальная болезнь. С целью уменьшения вероятности возникновения последней рекомендуется строго соблюдать принципы сохранения адекватной длины M1 и выполнять укорачивающую остеотомию только в том случае, если длина M1 больше M2.

Артродез ПФС1 продолжает оставаться основным способом хирургического лечения при наличии выраженных изменений сустава и, несмотря на свой ставразрушающий характер, показывает превосходное восстановление функции в отдаленном периоде. До настоящего времени в научном сообществе продолжается дискуссия в отношении выбора между артродезом ПФС1, который обеспечивает предсказуемые положительные результаты, но полностью устраниет подвижность в ПФС1 и оказывает влияние на нормальную биомеханику походки, и артропластикой ПФС1,

целью которой является сохранение этих параметров. Безусловно, перспективными представляются тенденции в хирургии, направленные на создание и внедрение новых имплантатов, способных заменить дегенеративно измененные ткани ПФС1. Однако подобные нововведения требуют более детального и длительного изучения по причине наличия большого количества осложнений, наиболее распространенными из которых являются остеолиз и расщепление компонентов эндопротеза. Кроме того, существенной проблемой остается риск потери большого объема костной массы, что затрудняет выполнение ревизионных оперативных вмешательств.

Таким образом, на сегодняшний момент среди многообразия предложенных подходов оперативного лечения hallux rigidus стоит отдать предпочтение методам, зарекомендовавшим себя с точки зрения доказательной медицины, применяемым со стабильно высокими результатами на протяжении десятилетий и показывающим отличные функциональные результаты в отдаленном периоде, к ним относятся изолированная хейлэктомия или хейлэктомия в сочетании с остеотомиями P1 и/или M1, а также артродез ПФС1.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Gould N., Schneider W., Ashikaga T. Epidemiological survey of foot problems in the continental United States // Foot Ankle. 1980. Vol. 1, No 1. P. 810. DOI: 10.1177/107110078000100104.
2. Razik A., Sott A.H. Cheilectomy for Hallux Rigidus // Foot Ankle Clin. 2016. Vol. 21, No 3. P. 451457. DOI: 10.1016/j.fcl.2016.04.006.
3. The population prevalence of symptomatic radiographic foot osteoarthritis in community-dwelling older adults: cross-sectional findings from the clinical assessment study of the foot / E. Roddy, M.J. Thomas, M. Marshall, T. Rathod, H. Myers, H.B. Menz, E. Thomas, G. Peat // Ann. Rheum. Dis. 2015. Vol. 74, No 1. P. 156-163. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-203804.
4. Therneau H., Becher C., Kilger R. Hallux rigidus treatment with cheilectomy, extensive plantar release, and additional microfracture technique // Techn. Foot Ankle Surg. 2004. Vol. 3. P. 210-217.
5. Root M., Orien W., Weed J. Normal and Abnormal Function of the Foot. Clinical Biomechanics. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corp. 1977. Vol. 2. 478 p.
6. Coughlin M.J., Shurnas P.J. Soft-tissue arthroplasty for hallux rigidus // Foot Ankle Int. 2003. Vol. 24, No 9. P. 661-672. DOI: 10.1177/10711007032400902.
7. Coughlin M.J., Shurnas P.S. Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment // Foot Ankle Int. 2003. Vol. 24, No 10. P. 731-743. DOI: 10.1177/10711007032401002.
8. DuVries H. Static deformities. In: Surgery of the Foot / H. DuVries, editor. St Louis (MO): Mosby, 1959. P. 392-398.
9. Schnirring-Judge M., Hehemann D. The cheilectomy and its modifications // Clin. Podiatr. Med. Surg. 2011. Vol. 28, No 2. P. 305-327, viii. DOI: 10.1016/j.cpm.2011.03.004.
10. Feltham G.T., Hanks S.E., Marcus R.E. Age-based outcomes of cheilectomy for the treatment of hallux rigidus // Foot Ankle Int. 2001. Vol. 22, No 3. P. 192-197. DOI: 10.1177/107110070102200304.
11. Coughlin M.J., Shurnas P.S. Hallux rigidus. Grading and long-term results of operative treatment // J. Bone Joint Surg. Am. 2003. Vol. 85, No 11. P. 2072-2088.
12. Coughlin M.J., Shurnas P.S. Hallux rigidus // J. Bone Joint Surg. Am. 2004. Vol. 86-A, No Suppl. 1. (Pt. 2). P. 119-130. DOI: 10.2106/00004623-200409001-00003.
13. Distally based capsule-periosteum interpositional arthroplasty for hallux rigidus. Indications, operative technique, and short-term follow-up / T.S. Roukis, A.S. Landsman, J.B. Ringstrom, P. Kirschner, M. Wuenschel // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. 2003. Vol. 93, No 5. P. 349-366. DOI: 10.7547/87507315-95-5-349.
14. Easley M.E., Davis W.H., Anderson R.B. Intermediate to long-term follow-up of medial-approach dorsal cheilectomy for hallux rigidus // Foot Ankle Int. 1999. Vol. 20, No 3. P. 147-152. DOI: 10.1177/107110079902000302.
15. Lin J., Murphy G.A. Treatment of hallux rigidus with cheilectomy using a dorsolateral approach // Foot Ankle Int. 2009. Vol. 30, No 2. P. 115-119. DOI: 10.3113/FAI-2009-0115.
16. Mann R.A., Coughlin M.J., DuVries H.L. Hallux rigidus: a review of the literature and a method of treatment // Clin. Orthop. Relat. Res. 1979. No 142. P. 57-63.
17. Roukis T.S. The need for surgical revision after isolated cheilectomy for hallux rigidus: a systematic review // J. Foot Ankle Surg. 2010. Vol. 49, No 5. P. 465-470. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.06.013.
18. Results after cheilectomy in athletes with hallux rigidus / T. Mulier, A. Steenwerckx, E. Thienpont, W. Sioen, K.D. Hoore, L. Peeraer, G. Dereymaeker // Foot Ankle Int. 1999. Vol. 20, No 4. P. 232-237. DOI: 10.1177/107110079902000405.
19. Nawoczenski D.A., Ketz J., Baumhauer J.F. Dynamic kinematic and plantar pressure changes following cheilectomy for hallux rigidus: a mid-term follow-up // Foot Ankle Int. 2008. Vol. 29, No 3. P. 265-272. DOI: 10.3113/FAI.2008.0265.
20. Seibert N.R., Kadakia A.R. Surgical management of hallux rigidus: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal) // Foot Ankle Clin. 2009. Vol. 14, No 1. P. 9-22. DOI: 10.1016/j.fcl.2008.11.002.
21. Moberg osteotomy shifts contact pressure plantarly in the first metatarsophalangeal joint in a biomechanical model / P.H. Kim, X. Chen, H. Hillstrom, S.J. Ellis, J.R. Baxter, J.T. Deland // Foot Ankle Int. 2016. Vol. 37, No 1. P. 96-101. DOI: 10.1177/1071100715603513.
22. Thomas P.J., Smith R.W. Proximal phalanx osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus // Foot Ankle Int. 1999. Vol. 20, No 1. P. 3-12. DOI: 10.1177/107110079902000102.
23. Treatment of advanced stages of hallux rigidus with cheilectomy and phalangeal osteotomy / M.J. O'Malley, H.S. Basran, Y. Gu, S. Sayres, J.T. Deland // J. Bone Joint Surg. Am. 2013. Vol. 95, No 7. P. 606-610. DOI: 10.2106/JBJS.K.00904.
24. Lau J.T., Daniels T.R. Outcomes following cheilectomy and interpositional arthroplasty in hallux rigidus // Foot Ankle Int. 2001. Vol. 22, No 6. P. 462-470. DOI: 10.1177/107110070102200602.

25. Mid- and long-term results of the joint preserving therapy of hallux rigidus / H. Waizy, M.A. Czardybon, C. Stukenborg-Colsman, C. Wingenfeld, M. Wellmann, H. Windhagen, D. Frank // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2010. Vol. 130, No 2. P. 165-170. DOI: 10.1007/s00402-009-0857-1.
26. Dickerson J.B., Green R., Green D.R. Long-term follow-up of the Green-Watermann osteotomy for hallux limitus // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. 2002. Vol. 92, No 10. P. 543-554. DOI: 10.7547/87507315-92-10-543.
27. Bryant A.R., Tinley P., Cole J.H. Plantar pressure and joint motion after the Youngswick procedure for hallux limitus // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. 2004. Vol. 94, No 1. P. 22-30. DOI: 10.7547/87507315-94-1-22.
28. A plantar-flexor-shortening osteotomy for hallux rigidus: a retrospective analysis / R. Derner, K. Goss, H.N. Postowski, N. Parsley // J. Foot Ankle Surg. 2005. Vol. 44, No 5. P. 377-389. DOI: 10.1053/j.jfas.2005.07.010.
29. Distal oblique first metatarsal osteotomy in grade 3 hallux rigidus: a long-term follow-up / F. Malerba, R. Milani, E. Sartorelli, O. Haddo // Foot Ankle Int. 2008. Vol. 29, No 7. P. 677-682. DOI: 10.3113/FAI.2008.0677.
30. Roukis T.S. Clinical outcomes after isolated periaricular osteotomies of the first metatarsal for hallux rigidus: a systematic review // J. Foot Ankle Surg. 2010. Vol. 49, No 6. P. 553-560. DOI: 10.1053/j.jfas.2010.08.014.
31. A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus: long-term follow-up / W. Beertema, W.F. Draijer, J.J. van Os, P. Pilot // J. Foot Ankle Surg. 2006. Vol. 45, No 4. P. 244-251. DOI: 10.1053/j.jfas.2006.04.006.
32. Keller arthroplasty: a prospective review / T.R. Love, A.S. Whynot, I. Farine, M. Lavoie, L. Hunt, A. Gross // Foot Ankle. 1987. Vol. 8, No 1. P. 46-54. DOI: 10.1177/107110078700800110.
33. Resection arthroplasty with and without capsular interposition for treatment of severe hallux rigidus / S. Schenk, R. Meizer, R. Kramer, N. Aigner, F. Landsiedl, G. Steinboeck // Int. Orthop. 2009. Vol. 33, No 1. P. 145-150. DOI: 10.1007/s00264-007-0457-z.
34. Arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint with a double-stem silicone implant. Results in patients who have degenerative joint disease failure of previous operations, or rheumatoid arthritis / A. Cracchiolo 3rd, J.B. Weltmer Jr., G. Lian, T. Dalseth, F. Dorey // J. Bone Joint Surg. Am. 1992. Vol. 74, No 4. P. 552-563.
35. Sebold E.J., Cracchiolo A. 3rd. Use of titanium grommets in silicone implant arthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint // Foot Ankle Int. 1996. Vol. 17, No 3. P. 145-151. DOI: 10.1177/107110079601700305.
36. Pulavarti R.S., McVie J.L., Tulloch C.J. First metatarsophalangeal joint replacement using the bio-action great toe implant: intermediate results // Foot Ankle Int. 2005. Vol. 26, No 12. P. 1033-1037. DOI: 10.1177/107110070502601206.
37. Gibson J.N., Thomson C.E. Arthrodesis or total replacement arthroplasty for hallux rigidus: a randomized controlled trial // Foot Ankle Int. 2005. Vol. 26, No 9. P. 680-690. DOI: 10.1177/107110070502600904.
38. Nagy M.T., Walker C.R., Sirikonda S.P. Second-generation ceramic first metatarsophalangeal joint replacement for hallux rigidus // Foot Ankle Int. 2014. Vol. 35, No 7. P. 690-698. DOI: 10.1177/1071100714536539.
39. MOJE ceramic metatarsophalangeal arthroplasty: disappointing clinical results at two to eight years / S. Dawson-Bowling, A. Adimonye, A. Cohen, H. Cottam, J. Ritchie, M. Fordyce // Foot Ankle Int. 2012. Vol. 33, No 7. P. 560-564. DOI: 10.3113/FAI.2012.0560.
40. Townley C.O., Tarhanow W.S. A metallic hemiarthroplasty resurfacing prosthesis for the hallux metatarsophalangeal joint // Foot Ankle Int. 1994. Vol. 15, No 11. P. 575-580. DOI: 10.1177/107110079401501101.
41. Konkel K.F., Menger A.G. Mid-term results of titanium hemi-great toe implants // Foot Ankle Int. 2006. Vol. 27, No 11. P. 922-929. DOI: 10.1177/107110070602701110.
42. Comparison of arthrodesis and metallic hemiarthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint / S.M. Raikin, J. Ahmad, A.E. Pour, N. Abidi // J. Bone Joint Surg. Am. 2007. Vol. 89, No 9. P. 1979-1985.
43. Prospective, randomized, multi-centered clinical trial assessing safety and efficacy of a synthetic cartilage implant versus first metatarsophalangeal arthrodesis in advanced hallux rigidus / J.F. Baumhauer, D. Singh, M. Glazebrook, C. Blundell, G. De Vries, I.L.D. Le, D. Nielsen, M.E. Pedersen, A. Sakellariou, M. Solan, G. Wansbrough, A.S.E. Younger, T. Daniels, for and on behalf of the CARTIVA Motion Study Group // Foot Ankle Int. 2016. Vol. 37, No 5. P. 457-469. DOI: 10.1177/1071100716635560.
44. Kelikian H. Arthrodesing operations. In: Kelikian H. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia. Philadelphia and London: W.B. Saunders Company. 1965. P. 236-248. DOI: 10.1002/bjs.1800530141.
45. Kumar S., Pradhan R., Rosenfeld P.F. First metatarsophalangeal arthrodesis using a dorsal plate and a compression screw // Foot Ankle Int. 2010. Vol. 31, No 9. P. 797-801. DOI: 10.3113/FAI.2010.0797.
46. Ho B., Baumhauer J. Hallux rigidus // EFORT Open Rev. 2017. Vol. 2, No 1. P. 13-20. DOI: 10.1302/2058-5241.2.160031.
47. First metatarsal-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability / J. Politi, H. John, G. Njus, G.L. Bennett, D.B. Kay // Foot Ankle Int. 2003. Vol. 24, No 4. P. 332-337. DOI: 10.1177/107110070302400405.
48. Cost comparison of crossed screws versus dorsal plate construct for first metatarsophalangeal joint arthrodesis / C.F. Hyer, J.P. Glover, G.C. Berlet, T.H. Lee // J. Foot Ankle Surg. 2008. Vol. 47, No 1. P. 13-18. DOI: 10.1053/j.jfas.2007.08.016.
49. Goucher N.R., Coughlin M.J. Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome-shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study // Foot Ankle Int. 2006. Vol. 27, No 11. P. 869-876. DOI: 10.1177/107110070602701101.
50. Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis with a hybrid locking plate and a plantar neutralization screw: a prospective study / J. Doty, M. Coughlin, C. Hirose, T. Kemp // Foot Ankle Int. 2013. Vol. 34, No 11. P. 1535-1540. DOI: 10.1177/1071100713494779.
51. Bennett G.L., Sabetta J. First metatarsalphalangeal joint arthrodesis: evaluation of plate and screw fixation // Foot Ankle Int. 2009. Vol. 30, No 8. P. 752-757. DOI: 10.3113/FAI.2009.0752.
52. Functional outcome of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using parallel screw fixation / J.W. Brodsky, R.N. Passmore, F.E. Pollo, S. Shabat // Foot Ankle Int. 2005. Vol. 26, No 2. P. 140-146. DOI: 10.1177/107110070502600205.

Рукопись поступила 10.12.2018

#### Сведения об авторах:

1. Ильченко Денис В., Европейская Клиника Спортивной Травматологии и Ортопедии, г. Москва, Россия, Email: dilchenko@emcmos.ru
2. Карданов Андрей Асланович, д. м. н., профессор, ФГАОУ ВО РУДН, г. Москва, Россия, Европейская Клиника Спортивной Травматологии и Ортопедии, г. Москва, Россия, Email: akardanov@emcmos.ru
3. Королев Андрей Вадимович, д. м. н., профессор, Европейская клиника спортивной травматологии и ортопедии (ECSTO), г. Москва, Россия, ФГАОУ ВО РУДН, г. Москва, Россия, Email: akorolev@emcmos.ru

#### Information about the authors:

1. Denis V. Ilchenko, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russian Federation, Email: dilchenko@emcmos.ru
2. Andrey A. Kardanov, M.D., Ph.D., Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russian Federation, Email: akardanov@emcmos.ru
3. Andrey V. Korolev, M.D., Ph.D., Professor, European Clinic of Sports Traumatology and Orthopaedics (ECSTO), Moscow, Russian Federation, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation, Email: akorolev@emcmos.ru