

Объективизация показаний к хирургическому восстановлению плантарной пластинки с помощью УЗИ при лечении многоплоскостной статической деформации стопы, сопровождающейся молоткообразной деформацией «малых пальцев»

В.Н. Черевцов¹, А.Н. Блаженко², С.Б. Богданов², А.В. Мазалов³, М.С. Кетов⁴

¹Государственное бюджетное учреждение здравоохранения "Городская клиническая больница № 3 города Краснодар"

Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар, Россия

³Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы

Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова департамента здравоохранения города Москвы, г. Москва, Россия

⁴Государственное автономное учреждение здравоохранения Кемеровской области

«Новокузнецкая городская клиническая больница № 1», г. Новокузнецк, Россия

Objectification of indications for surgical restoration of the plantar plate in the treatment of multiplanar static foot deformities accompanied by hammertoe deformity of the lesser toes using ultrasound

V.N. Cherevtsov¹, A.N. Blazhenko², S.B. Bogdanov², A.V. Mazalov³, M.S. Ketov⁴

¹City Clinical Hospital № 3, Krasnodar, Russian Federation

²Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

³Moscow Research Centre Name after A.S. Loginov, Moscow, Russian Federation

⁴City Clinical Hospital № 1 Novokuznetsk, Russian Federation

Введение. При прогрессирующей многоплоскостной статической деформации передних отделов стопы этапно развивается вальгусная деформация I пальца, варусное отклонение I плюсневой кости, поперечная распластанность стопы, результатом которой является перегрузка плюснефаланговых суставов, приводящая к дегенеративному истончению, а затем разрыву плантарных пластинок плюснефаланговых суставов «малых пальцев», приводящая к формированию комплекса молоткообразного пальца. Перспективным в плане точности диагностики повреждения плантарной пластинки, и относительно недорогим представляется УЗИ, которое возможно выполнить в любом ЛПУ РФ, занимающемся оказанием помощи больным с ортопедической патологией. **Цель.** Представить технологию УЗ-исследования, позволяющую объективно оценить степень повреждения плантарной пластинки с целью выбора оптимальной тактики хирургического лечения молоткообразной деформации «малых пальцев» стопы при многоплоскостной статической деформации ее передних отделов. **Материалы и методы.** Проведено исследование, к которому было привлечено 88 пациентов с многоплоскостной статической деформацией передних отделов стопы, которым для объективизации результатов клинического обследования после теста Hamilton-Thompson, выполняемого для определения степени разрыва плантарной пластинки, было выполнено УЗИ по оригинальной методике (Патент РФ № 2699383 «Способ определения типа дегенеративного разрыва плантарной пластинки плюснефалангового сустава вследствие перегрузочной метатарзалгии») с последующим сравнительным анализом полученных результатов при помощи непараметрического критерия χ^2 для произвольных таблиц. **Результаты.** Результатами сравнительного анализа степени повреждения плантарной пластинки в исследуемой группе больных (n = 88) по клиническим признакам классификации Hamilton-Thompson и данным УЗИ установлено, что диагностические неточности при использовании лишь клинических методов оценки степени разрыва плантарной пластинки составили 22,8 % наблюдений, что в 2,3 % наблюдений позволило обоснованно сократить объем оперативного вмешательства, а в 20,5 % наблюдений существенно скорректировать тактику лечения и избежать полного разрыва плантарной пластинки. **Обсуждение.** Внедрение УЗ-методов исследования в алгоритм диагностики степени разрыва плантарной пластинки позволяет объективно подходить к выбору тактики лечения сложной многоплоскостной деформации переднего отдела стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией «малых пальцев». **Заключение.** Предоперационное УЗИ подошвенной поверхности стопы необходимо включить в алгоритм диагностики степени разрыва плантарной пластинки при сложной многоплоскостной деформации переднего отдела стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией «малых пальцев».

Ключевые слова: hallux valgus, молоткообразная неригидная деформация «малых пальцев» стопы, плантарная пластинка, тест Hamilton-Thompson, УЗИ

Introduction Progressive multiplanar static deformity of the forefoot can result in hallux valgus, metatarsus primus varus, transverse flat foot and associated overload of the metatarsophalangeal joints (MTPJ) with plantar plate degeneration and rupture of MPT joints of the lesser toes leading to hammertoe deformity. Diagnostic ultrasound in the identification of plantar plate tears is easy to use at any medical center of the Russian Federation with orthopaedic services and provide a relatively inexpensive option compared with other advanced imaging modalities. **The goal** was to present ultrasound technology for accurate evaluation of the severity of plantar plate injury which may provide guidance for surgical treatment of hammertoe deformity of the lesser toes in patients with multiplanar static forefoot deformity. **Material and methods** The study recruited 88 participants with multiplanar static deformity of the forefoot, who underwent ultrasound evaluation according to the original method (RF Patent No. 2699383 "Method for determining the type of degenerative rupture of the plantar plate of the metatarsophalangeal joint due to overload metatarsalgia") to objectify the results of a physical examination with the Hamilton-Thompson test performed for identifying the degree of instability of the MTPJ, and nonparametric analysis was produced with Pearson's Chi-square test. **Results** Evaluation of the severity of plantar plate injury in the study group of patients (n = 88) with the Hamilton-Thompson test and ultrasound imaging showed diagnostic error in 22.8 % of cases with the use of clinical methods that allowed reasonable reduction of surgical intervention in 2.3 % and substantial correction of the treatment approaches in 20.5 % preventing a complete plantar plate tear. **Discussion** The ultrasound scanning introduced in the algorithm for diagnosing the degree of plantar plate rupture facilitated an objective approach to the choice of the most appropriate treatment strategy for complicated multiplanar forefoot deformities accompanied by a non-rigid hammertoe deformity of lesser toes. **Conclusion** Preoperative ultrasound imaging of the plantar surface of the foot for detecting the severity of plantar plate injury should be included in the diagnostic algorithm for patients with complicated multiplanar forefoot deformities accompanied by a non-rigid hammertoe deformity of lesser toes.

Keywords: hallux valgus, non-rigid hammertoe deformity of lesser toes, plantar plate, Hamilton-Thompson test, ultrasonography

Объективизация показаний к хирургическому восстановлению плантарной пластинки с помощью УЗИ при лечении многоплоскостной статической деформации стопы, сопровождающейся молоткообразной деформацией «малых пальцев» / В.Н. Черевцов, А.Н. Блаженко, С.Б. Богданов, А.В. Мазалов, М.С. Кетов // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 2. С. 214-219. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-2-214-219

Cherevtsov V.N., Blazhenko A.N., Bogdanov S.B., Mazalov A.V., Ketov M.S. Objectification of indications for surgical restoration of the plantar plate in the treatment of multiplanar static foot deformities accompanied by hammertoe deformity of the lesser toes using ultrasound. *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 2, pp. 214-219. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-2-214-219

АКТУАЛЬНОСТЬ

При прогрессирующей многоплоскостной статической деформации передних отделов стопы этапно развивается вальгусная деформация 1 пальца (hallux valgus), варусное отклонение I плюсневой кости (metatarsus primus varus), поперечная распластанность стопы, результатом которой является перегрузка плюснефаланговых суставов [1–6], приводящая к дегенеративному истончению, а затем разрыву плантарных пластинок (plantar plate) плюснефаланговых суставов «малых пальцев» (второго, третьего, реже четвертого), и к формированию комплекса молоткообразного пальца (подвывиху и/или вывиху пальца, дислокации сухожилий сгибателей, изменению оси тяги червеобразных мышц стопы, гиперэкстензии пальца) [7].

Во второй половине XX и начале XXI века стандартом хирургического лечения для коррекции вальгусной деформации первого пальца стопы стали дистальные остеотомии способами SCARF [1, 8–11], Chevron, [9, 12–14], MICA [15–17], дающими наименьшее количество рецидивов и осложнений, так как они выполняются на вершине деформации и позволяют надежно устранить варусное отклонение первой плюсневой кости и уменьшить угол между первой и второй плюсневыми костями, тем самым, частично решить проблему.

В то же время разработанные подходы к лечению молоткообразной неригидной деформации «малых пальцев» стоп не учитывают степень повреждения плантарной пластики и других стабилизаторов плюснефалангового сустава, что приводит к выполнению в некоторых ситуациях необоснованного комплекса хирургических вмешательств, включающих, в том числе, пластику плантарной пластики [3, 7, 18–20].

Результаты различных исследований отмечают рецидив молоткообразной деформации «малых пальцев», развитие синдрома «плавающего пальца» (floating toe), формирование ригидной молоткообразной деформации пальцев в 20–54 % наблюдений [6, 12, 21–24].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено исследование, к которому было привлечено 88 пациентов, находившихся на лечении в ортопедотравматологическом отделении ГБУЗ ГБ № 3 г. Краснодара и ортопедическом отделении многопрофильного медицинского центра «В надежных руках» г. Краснодара в 2014–2019 гг.

Критерием включения в исследование было наличие у пациентов многоплоскостной статической деформации передних отделов стопы (hallux valgus, metatarsus primus varus, поперечная распластанность стопы), подтвержденной методами рентгеновского исследования, и наличие клинических признаков нестабильности плюснефаланговых суставов «малых пальцев» стопы, таких как:

– нестабильность плюснефаланговых суставов без явной молоткообразной деформации 2 или 2, 3 пальцев стопы (n = 4),

– подвывих и/или вывих пальца, дислокация сухожилий сгибателей, гиперэкстензии пальца (n = 78),

– ригидная молоткообразная деформация пальцев типа «коготь» (n = 6).

С целью объективизации степени повреждения плантарной пластики мы сравнили результаты клини-

По мнению многих современных исследователей, неудачи в хирургическом лечении молоткообразной деформации «малых пальцев» обусловлены субъективными (неточными) методами диагностики повреждения плантарных пластинок этих пальцев [2].

В настоящее время основным методом диагностики нестабильности «малых пальцев» стопы является такой субъективный метод диагностики как тест Hamilton-Thompson, где определяют показатель «G-Graduate», который позволяет определить только стабильность плюснефалангового сустава в 93 % (симптом выдвигаемого ящика) и оценить болевой синдром в 94 % наблюдений, при этом тесте невозможно точно оценить степень разрыва плантарной пластики «малых пальцев» стопы [2, 12, 21].

В качестве метода объективной диагностики поврежденной плантарной пластинки возможно использование МРТ [25, 26], однако данный метод диагностики является дорогостоящим и недоступен в большинстве лечебных учреждений России, также следует отметить, что интерпретация результатов является технической сложной.

Перспективным в плане точности диагностики повреждения плантарной пластинки и относительно недорогим представляется УЗИ, которое возможно выполнить в любом ЛПУ РФ, занимающимся оказанием помощи больным с ортопедической патологией.

Таким образом, актуальна разработка и внедрение доступного метода УЗ-диагностики, позволяющего объективно оценить степень повреждения «плантарной пластинки», что позволит выбрать оптимальную тактику хирургического лечения.

Цель. Представить технологию УЗ-исследования, позволяющую объективно оценить степень повреждения плантарной пластинки с целью выбора оптимальной тактики хирургического лечения молоткообразной деформации «малых пальцев» стопы при многоплоскостной статической деформации ее передних отделов.

ческого обследования по тесту Hamilton-Thompson, где определяли показатель «G-Graduate», с последующим сопоставлением полученных результатов с данными УЗИ 88 больных с многоплоскостной статической деформацией стопы, используя следующие критерии:

G0 – стабильный плюснефаланговый сустав;

G1 – нестабильный плюснефаланговый сустав;

G2 – подвывих плюснефалангового сустава;

G3 – полный вывих в суставе;

G4 – ригидная молоткообразная деформация «малых пальцев» [1, 22].

Тест Hamilton-Thompson выполняли следующим образом: стопу необходимо охватить одной рукой с целью фиксации ее переднего отдела, затем при помощи другой руки проводится попытка смещения основания основной фаланги пальца дорсально, при этом оценивают выраженность болевого синдрома и степень дорсального смещения в плюснефаланговом суставе. При оценке результатов данного теста используют следующие критерии, схематично представленные на рисунке 1.

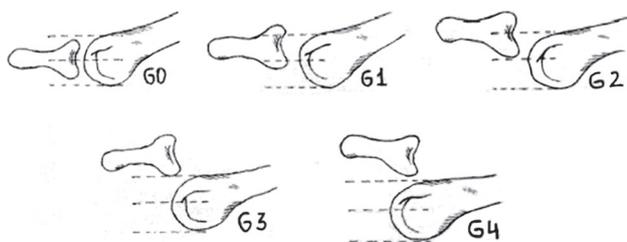


Рис. 1. Степень смещения основной фаланги пальца при различной степени повреждения плантарной пластинки по тесту Hamilton-Thompson

УЗИ выполняли по оригинальной методике [27]: после предварительного нанесения медиагеля средней вязкости для УЗИ датчик устанавливали в области подошвенной поверхности головок плюсневых костей исследуемого сустава, в процессе сканирования определяли структурную целостность тканей плантарной пластинки, направление их волокон, отек окружающих тканей, оценивали изменения оболочек длинного сгибателя пальцев, наличие или отсутствие дислокации фаланги пальца, наличие или отсутствие вывиха в плюснефаланговом суставе.

Оценку результатов УЗИ производили по следующим критериям:

- при отсутствии истончения слоя волокон в структуре плантарной пластинки, наличии умеренных отеочно-инфильтративных изменений подошвенной пластинки, отсутствии отеочно-инфильтративных изменений оболочек длинного сгибателя пальца и дислокации основной фаланги пальца считали, что степень повреждения плантарной пластинки соответствует степени G0 по классификации Hamilton-Thompson;

- при выявлении истончения слоя волокон в структуре плантарной пластинки, истончении ее волокон, прилежащих к головке плюсневой кости, и нарушении их параллельного расположения, отеочно-инфильтративных изменениях подошвенной пластинки и умеренных отеочно-инфильтративных изменениях оболочек длинного сгибателя, при отсутствии дислокации основной фаланги пальца, отсутствии подвывиха в плюснефаланговом суставе считали, что степень повреждения плантарной пластинки соответствует степени G1 по классификации Hamilton-Thompson;

- при выявлении повреждения прилежащих к головке плюсневой кости волокон плантарной пластинки менее 50 %, выраженных отеочно-инфильтративных изменениях плантарной пластинки и отеочно-инфильтративных изменениях оболочек длинного сгибате-

ля 2 пальца, дислокации основной фаланги пальца на 30 %, соответствующей клинически подвывиху в плюснефаланговом суставе, считали, что степень повреждения плантарной пластинки соответствует степени G2 по классификации Hamilton-Thompson;

- при выявлении повреждения более чем 50 % прилежащих головке плюсневой кости волокон плантарной пластинки, отеочно-инфильтративных изменений подошвенной пластинки и оболочек длинного сгибателя 2 пальца, переразгибания в плюснефаланговом суставе – дислокация основной фаланги на 50 % и более, при условии возможности полного вправления вывиха в плюснефаланговом суставе считали, что степень повреждения плантарной пластинки соответствует степени G3 по классификации Hamilton-Thompson;

- при выявлении полного повреждения (100 %) прилежащих головке плюсневой кости волокон плантарной пластинки, отеочно-инфильтративных изменений подошвенной пластинки, отеочно-инфильтративных изменений оболочек длинного сгибателя 2 пальца, дислокации основной фаланги пальца, вывихе в плюснефаланговом суставе с дислокацией основания пальца определяют наличие полного невривного вывиха в плюснефаланговом суставе, соответствующего типу повреждения G4 по классификации Hamilton-Thompson.

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации (World Medical Association Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013) и «Правилами клинической практики в Российской Федерации» (Приказ Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266).

Статистическую обработку и анализ клинических результатов проводили с помощью методов описательной статистики распределения числовых значений, для доказательства нулевой гипотезы применяли метод непараметрической статистики, критерий χ^2 для произвольных таблиц, предназначенный для выявления различий показателей в несвязанных выборках [28].

Значимыми признавали результаты, при которых уровень статистической значимости «р» был меньше или равен 0,05. При проведении статистического анализа материала использовали персональный компьютер с набором необходимого программного обеспечения (табличный процессор Microsoft Excel 2010 и программа для статистической обработки данных SPSS-16.0 для Windows).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При сравнительном анализе пациентов со степенью повреждения плантарной пластинки G0 и G4 удалось установить отсутствие достоверной статистической разницы между результатами клинического обследования и УЗИ (табл. 1), у пациентов с отсутствием повреждения плантарной пластинки (G0) результат клинического обследования совпал с данными УЗИ в 100 % случаев (рис. 2).

У пациентов со степенью повреждения плантарной пластинки по данным клинического обследования G1 из 17 случаев (рис. 3 и 4) после УЗИ в 6 (35,3 %) был выявлен разрыв плантарной пластинки G2 (рис. 5 и 6), что позволило в последующем вовремя расширить объем оперативного вмешательства и выполнить шов плантарной пластинки (табл. 1).

У пациентов со степенью повреждения плантарной пластинки по данным клинического обследования G2 из 27 случаев (рис. 7) после УЗИ в 7 был выявлен разрыв плантарной пластинки G3 (рис. 8), что явилось показанием к срочному оперативному вмешательству и позволило избежать перехода разрыва в степень G4. В то же время у 2 пациентов установлено, что разрыв плантарной пластинки, оцененный клинически как G2, по результатам УЗ-исследования был оценен как G1, что позволило сократить объем оперативного вмешательства. В целом при клинической оценке степени разрыва плантарной пластинки ошибки встретились в 22,8 % наблюдений (табл. 1).

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа степени повреждения плантарной пластинки по клиническим признакам классификации Hamilton-Thompson и данным УЗИ

Типы повреждения плантарной пластинки G graduate Hamilton-Thompson	Распределение больных в соответствии с критериями определения типа разрыва плантарной пластинки при клиническом тесте и по данным УЗИ				критерий достоверности
	клинический тест оценки степени разрыва плантарной пластинки	ложные результаты при оценке степени разрыва плантарной пластинки при клиническом тесте		степень повреждения плантарной пластинки по данным УЗИ	
		абс.	абс.		
G0	4	0	0	4	-
G1	17	G2-6	35,3	13	$\chi^2 = 5,3, p = 0,021$
G2	27	G1-2	33,3	29	$\chi^2 = 10,3, p = 0,002$
		G3-7			
G3	35	G2-5	14,2	37	$\chi^2 = 5,6, p = 0,018$
G4	5	0	0	5	-
Итого	88	20	22,7	88	-

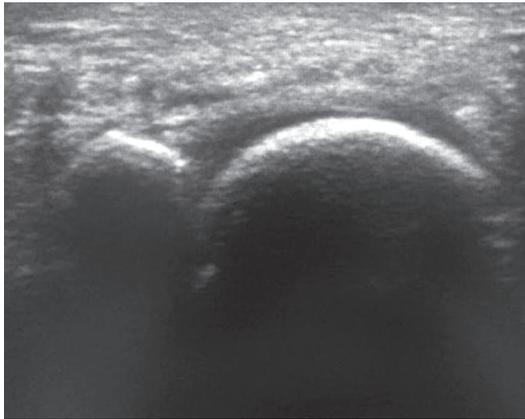


Рис. 2. Данные УЗИ при отсутствии повреждения плантарной пластинки (G0)



Рис. 3. Смещение основной фаланги пальца при степени повреждения плантарной пластинки G1 по тесту Hamilton-Thompson

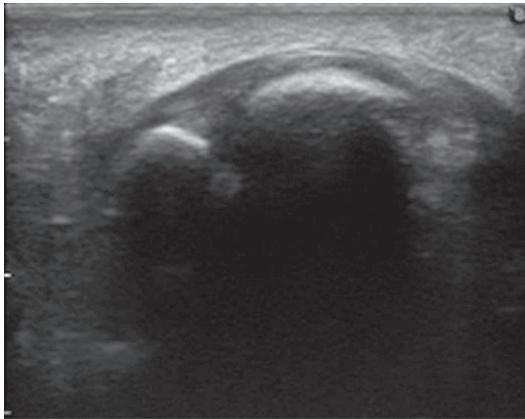


Рис. 4. Данные УЗИ при степени повреждения плантарной пластинки G1 по тесту Hamilton-Thompson



Рис. 5. Степень смещения основной фаланги пальца при повреждении плантарной пластинки G2 по тесту Hamilton-Thompson

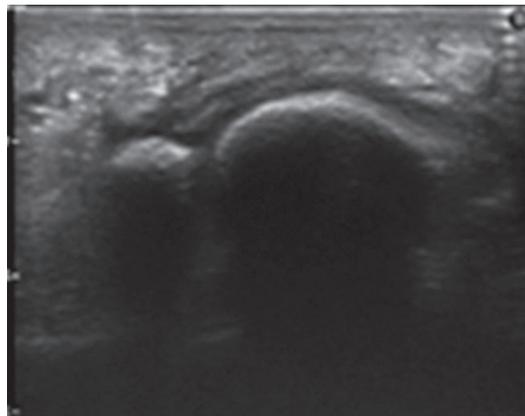


Рис. 6. Данные УЗИ при степени повреждения плантарной пластинки G2 по тесту Hamilton-Thompson



Рис. 7. Степень смещения основной фаланги пальца при повреждении плантарной пластинки G3 по тесту Hamilton-Thompson

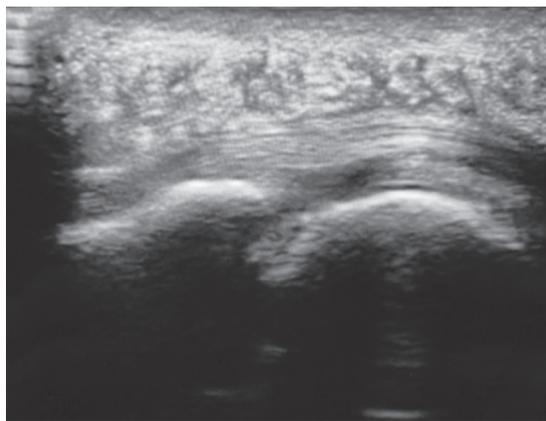


Рис. 8. Данные УЗИ при степени повреждения плантарной пластинки G3 по тесту Hamilton-Thompson

В настоящее время много внимания уделяется проблемам переднего отдела стопы, особенно приобретенным деформациям, которые приводят к значительному снижению качества жизни. Это связано с сопутствующими деформациями, болевым синдромом, трудностями в подборе обуви, эстетическими проблемами. Деформации «малых пальцев» стоп чаще встречаются в общем комплексе деформации ее переднего отдела, являясь компонентом сложной многоплоскостной деформации, ассоциированной с вальгусной деформацией первого пальца [6, 12, 18, 20, 29]. Несмотря на это, данные деформации (молоткообразная деформация «малых пальцев» стопы) могут встречаться и как изолированная патология [6, 20, 30, 31].

Определение степени разрыва плантарной пластинки, как главного компонента нестабильности, по методу Hamilton-Thompson является субъективным, основанном на личном наблюдении исследователя, не подтвержденным объективными данными. Нет четких критериев между степенями разрыва плантарной пластинки, особенную сложность представляет дифференциация степени разрыва G2 и G3. А при использовании только субъективной диагностики и идентичности клинических проявлений нет возможности отличить разрыв плантарной пластинки G1 и G2, они объединены в анатомической классификации в один кластер [1, 32, 33]. Диагностическая ценность УЗИ заключается в возможности оценки степени повреждения плантарной пластинки при натяжении под нагрузкой, а также при движениях в плюснефаланговом суставе.

Немаловажными факторами, снижающими точность теста Hamilton-Thompson, являются особенности строения стопы, наличие периферических отеков или избыточного количества мягких тканей при общем ожирении.

Стандартом диагностики сложной многоплоскостной статической деформации переднего отдела стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией 2 и/или 2, 3 пальцев, должно стать предоперационное УЗИ подошвенной зоны стоп с целью определения степени повреждения плантарной пластинки, и в зависимости

1. Предоперационное УЗИ подошвенной поверхности стопы необходимо включить в алгоритм диагностики степени разрыва плантарной пластинки при сложной многоплоскостной деформации переднего отдела стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией «малых пальцев».

У пациентов со степенью повреждения плантарной пластинки по данным клинического обследования G3 из 35 случаев после УЗИ в 5 (14,3 % наблюдений) был выявлен разрыв плантарной пластинки G2, что явилось показаниями к срочному оперативному вмешательству с целью избежать прогрессирования процесса и перехода в полный разрыв плантарной пластинки.

Таким образом, установлено, что диагностические неточности при использовании лишь клинических методов оценки степени разрыва плантарной пластинки составили 22,8 % наблюдений, среди них в 2,3 % наблюдений позволило обоснованно сократить объем оперативного вмешательства, а в 20,5 % наблюдений существенно скорректировать тактику лечения и избежать полного разрыва плантарной пластинки.

ОБСУЖДЕНИЕ

от полученных результатов, хирургическая тактика должна строиться следующим образом, при:

- G0 – стабильный плюснефаланговый сустав (нет анатомического повреждения «плантарной пластинки», нет молоткообразной деформации «малых пальцев») – хирургическое лечение не показано;

- G1 – нестабильный плюснефаланговый сустав (нет анатомического повреждения плантарной пластинки, может быть устраняемая молоткообразная деформация за счет дегенеративных изменений стабилизаторов плюснефаланговых суставов) – нет необходимости в пластике плантарной пластинки, необходимо выполнение операции Weil;

- G2 – подвывих плюснефалангового сустава (имеется анатомическое повреждение плантарной пластинки, определяется неригидная молоткообразная деформация «малых пальцев») – необходимо выполнение операции по Weil и пластики плантарной пластинки;

- G3 – тяжелое повреждение плюснефалангового сустава (имеется анатомическое повреждение плантарной пластинки, определяется полный вывих в суставе, неригидная молоткообразная деформация «малых пальцев», но изменения еще обратимы при адекватном хирургическом лечении) – необходимо выполнение операции Weil и пластики плантарной пластинки в срочном порядке, пока не наступил ее полный разрыв;

- G4 – тяжелое повреждение плюснефалангового сустава (имеется анатомическое повреждение плантарной пластинки, определяется полный вывих в суставе, ригидная молоткообразная деформация «малых пальцев», фиброзный анкилоз межфаланговых суставов) – хирургическое лечение включает устранение деформации типа «коготь», операцию Hohmann с выполнением трансартрикулярной фиксации плюснефалангового сустава спицей.

Таким образом, внедрение УЗ-методов исследования в алгоритм диагностики степени разрыва плантарной пластинки позволяет объективно подходить к выбору тактики лечения сложной многоплоскостной деформации переднего отдела стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией «малых пальцев».

ВЫВОДЫ

2. Предоперационное УЗИ подошвенной поверхности стопы в области головок 2, 3 плюсневых костей позволяет уменьшить количество диагностических ошибок при оценке степени повреждения плантарной пластинки на 22,8 %.

3. Объективная оценка степени повреждения плантарной пластинки методом УЗИ позволяет выбрать

объективно обоснованную тактику хирургического вмешательства, избежать как излишнего объема оперативного вмешательства, так и оптимизировать сроки его выполнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deep transverse metatarsal ligament and static stability of lesser metatarsophalangeal joints: a cadaveric study / B. Wang, A. Guss, O. Chalayan, K.N. Bachus, A. Barg, C.L. Saltzman // *Foot Ankle Int.* 2015. Vol. 36, No 5. P. 573-578. DOI: 10.1177/1071100714563310.
2. Савинцев А.М. Реконструктивно-пластическая хирургия поперечного плоскостопия. СПб. : Фолиант, 2006. 23 с.
3. Clinical examination of plantar plate abnormality: a diagnostic perspective / E.E. Klein, L. Weil Jr., L.S. Weil Sr., M.J. Coughlin, J. Knight // *Foot Ankle Int.* 2013. Vol. 34, No 6. P. 800-804. DOI: 10.1177/1071100712471825.
4. Distances from the deep plantar arch to the lesser metatarsals at risk during osteotomy: a fresh cadaveric study / I. Tonogai, F. Hayashi, Y. Tsuruo, K. Sairyo // *J. Foot Ankle Res.* 2018. Vol. 11. P. 57. DOI: 10.1186/s13047-018-0300-3.
5. Roddy E., Zhang W., Doherty M. Prevalence and associations of hallux valgus in a primary care population // *Arthritis Rheum.* 2008. Vol. 59, No 6. P. 857-862. DOI: 10.1002/art.23709.
6. Hallux valgus patients, why are they happy? / E. Baca, E. Karaali, A. Duramaz, E. Ercin // *Foot Ankle Orthop.* 2017. Vol. 2, No 3. DOI: 10.1177/2473011417S000101.
7. Role of collateral ligaments in metatarsophalangeal stability: a cadaver study / A. Barg, X.F. Courville, F. Nickisch, K.N. Bachus, C.L. Saltzman // *Foot Ankle Int.* 2012. Vol. 33, No 10. P. 877-882. DOI: 10.3113/FAI.2012.0877.
8. Third-generation minimally invasive correction of hallux valgus: technique and early outcomes / K. Brogan, T. Voller, C. Gee, T. Borbely, S. Palmer // *Int. Orthop.* 2014. Vol. 38, No 10. P. 2115-2121. DOI: 10.1007/s00264-014-2500-1.
9. Процко В.Г. Выбор оптимального метода лечения вальгусной деформации первого пальца стопы : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.22. М., 2004. С. 54.
10. Screwless scarf osteotomy for hallux valgus: Evaluation of radiologic correction / D. van Doninck, T. Verschuere, G.A. Matricali, N. van Opstal, L. Scheys, G. Vandeputte // *Foot Ankle Surg.* 2017. Vol. 23, No 4. P. 255-260. DOI: 10.1016/j.fas.2016.07.002.
11. The scarf osteotomy with minimally invasive lateral release for treatment of hallux valgus deformity: intermediate and long-term results / P. Bock, R. Kluger, K.H. Kristen, M. Mittlböck, R. Schuh, H.J. Trnka // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2015. Vol. 97, No 15. P. 1238-1245. DOI: 10.2106/JBJS.N.00971.
12. Phisitkul P. Managing complications of lesser toe and metatarsophalangeal joint surgery // *Foot Ankle Clin.* 2018. Vol. 23, No 1. P. 145-156. DOI: 10.1016/j.fcl.2017.09.010.
13. Preoperative radiological factors correlated to long-term recurrence of hallux valgus following distal chevron osteotomy / I. Pentikainen, R. Ojala, P. Ohtonen, J. Piippo, J. Leppilähti // *Foot Ankle Int.* 2014. Vol. 35, No 12. P. 1262-1267. DOI: 10.1177/1071100714548703.
14. Long-term follow-up of a randomized controlled trial comparing scarf to chevron osteotomy in hallux valgus correction / R.M. Jeuken, M.G. Schotanus, N.P. Kort, A. Deenik, B. Jong, R.P. Hendrickx // *Foot Ankle Int.* 2016. Vol. 37, No 7. P. 687-695. DOI: 10.1177/1071100716639574.
15. Thompson F.M., Hamilton W.G. Problems of the second metatarsophalangeal joint // *Orthopedics.* 1987. Vol. 10, No 1. P. 83-89.
16. Lam K., Kong S., Chow S. Percutaneous chevron osteotomy in treating hallux valgus: Hong Kong experience and mid-term results // *J. Orthop. Trauma Rehabil.* 2015. Vol. 19, No 1. P. 25-30. DOI: 10.1016/j.jotr.2014.02.001.
17. Hallux valgus correction comparing Percutaneous Chevron/Akin (PECA) and Open Scarf/Akin osteotomies / M. Lee, J. Walsh, M.M. Smith, J. Ling, A. Wines, P. Lam // *Foot Ankle Int.* 2017. Vol. 38, No 8. P. 838-846. DOI: 10.1177/1071100717704941.
18. Surgical repair of chronic tears of the second plantar plate / G. Yu, Y. Yu, P. Zhang, Y. Yang, B. Li, M. Zhang // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2013. Vol. 27, No 12. P. 1446-1449.
19. Watson T.S., Reid D.Y., Frerichs T.L. Dorsal approach for plantar plate repair with Weil osteotomy: operative technique // *Foot Ankle Int.* 2014. Vol. 35, No 7. P. 730-739. DOI: 10.1177/1071100714536540.
20. Johansen J.K., Jordan M., Thomas M. Clinical and radiological outcomes after Weil osteotomy compared to distal metatarsal metaphyseal osteotomy in the treatment of metatarsalgia – a prospective study // *Foot Ankle Surg.* 2019. Vol. 25, No 4. P. 488-494. DOI: 10.1016/j.fas.2018.03.002.
21. Clinical effectiveness and safety of Weil's osteotomy and distal metatarsal mini-invasive osteotomy (DMMO) in the treatment of metatarsalgia: A systematic review / A. Rivero-Santana, L. Perestelo-Pérez, G. Garcés, Y. Álvarez-Pérez, A. Escobar, P. Serrano-Aguilar // *Foot Ankle Surg.* 2019. Vol. 25, No 5. P. 565-570. DOI: 10.1016/j.fas.2018.06.004.
22. Jastifer J.R., Coughlin M.J. Exposure via sequential release of the metatarsophalangeal joint for plantar plate repair through a dorsal approach without an intraarticular osteotomy // *Foot Ankle Int.* 2015. Vol. 36, No 3. P. 355-358. DOI: 10.1177/1071100714553791.
23. Huerta J.P., Lorente C.A., Carmona G.F.J. The Weil osteotomy: A comprehensive review // *Rev. Esp. Podol.* 2017. Vol. 28, No 2. DOI: 10.1016/j.repod.2017.10.003.
24. Comparison of early outcome of Weil osteotomy and distal metatarsal mini-invasive osteotomy for lesser toe metatarsalgia / N.E. Yeo, B. Lob, J.Y. Chen, A.K. Yew, S.Y. Ng // *J. Orthop. Surg. (Hong Kong).* 2016. Vol. 24, No 3. P. 350-353. DOI: 10.1177/1602400315.
25. Kramer W.C., Parman M., Marks R.M. Hammertoe correction with k-wire fixation // *Foot Ankle Int.* 2015. Vol. 36, No 5. P. 494-502. DOI: 10.1177/1071100714568013.
26. UK National Diagnostic Reference Levels (NDRLs), 2017. Public Health England. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/diagnostic-radiology-national-diagnostic-reference-levels-ndrls/national-diagnostic-reference-levels-ndrls> (accessed June 29, 2018).
27. Способ определения типа дегенеративного разрыва плантарной пластинки плюснефалангового сустава вследствие перегрузочной метатарзалгии : пат. 2699583 Рос. Федерация : МПК А61В 8/08 / Черевцов В.Н., Процко В.Г., Загородний Н.В., Кетов М.С., Горохов А.В. ; патентообладатель Черевцов В.Н. № 2019111092 ; заявл. 12.04.2019 ; опубл. 05.09.2019, Бюл. № 25.
28. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и Д.В. Самойлова ; пер. с англ. Ю.А. Данилова. М. : Практика, 1999. С. 27-45.
29. Being overweight has limited effect on SCARF osteotomy outcome for hallux valgus correction / M.A. Milczarek, J.J. Milczarek, B. Tomasik, P. Łaganowski, K. Nowak, M. Domżalski // *Int. Orthop.* 2017. Vol. 41, No 4. P. 765-772. DOI: 10.1007/s00264-017-3419-0.
30. Besse J.L. Metatarsalgia // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2017. Vol. 103, No 1S. P. S29-S39. DOI: 10.1016/j.otsr.2016.06.020.
31. Doty J.F., Coughlin M.J. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes and plantar plate deficiency // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2014. Vol. 22, No 4. P. 235-245. DOI: 10.5435/JAAOS-22-04-235.
32. Association between second metatarsal length and forefoot loading under the second metatarsophalangeal joint / A.E. Fleischer, S. Hsieh, R.T. Crews, B.J. Waverly, J.M. Jones, E.E. Klein, L. Weil Jr., L.S. Weil Sr. // *Foot Ankle Int.* 2018. Vol. 39, No 5. P. 560-567. DOI: 10.1177/1071100717753829.
33. Plantar plate repair using a direct plantar approach: an outcomes analysis / M.A. Prissel, C.F. Hyer, J.K. Donovan, A.L. Quisno // *J. Foot Ankle Surg.* 2017. Vol. 56, No 3. P. 434-439. DOI: 10.1053/j.fas.2016.12.002.

Рукопись поступила 03.11.2020

Сведения об авторах:

1. Черевцов Виталий Николаевич, ГБУЗ ГКБ № 3 г. Краснодара МЗ КК, г. Краснодар, Россия, Email: issled@list.ru
2. Блаженко Александр Николаевич, д. м. н., доцент, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия
3. Богданов Сергей Борисович, д. м. н., доцент, ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия
4. Мазалов Алексей Витальевич, ГБУЗ МКНЦ имени А.С. Логинова ДЗМ, г. Москва, Россия
5. Кетов Максим Станиславович, ГАУЗ «НГКБ № 1», г. Новокузнецк, Россия

Information about the authors:

- 1 Vitaliy N. Cherevtsov, M.D., City Clinical Hospital № 3 MH KK Krasnodar, Russian Federation, Email: issled@list.ru
- 2 Alexander N. Blazhenko, M.D., Ph.D., Professor, KubGMU, Krasnodar, Russian Federation
- 3 Sergey B. Bogdanov, M.D., Ph.D., Professor, KubGMU, Krasnodar, Russian Federation
- 4 Alexey V. Mazalov, M.D., Moscow Research Centre Name after A.S. Loginov, Moscow, Russian Federation
- 5 Maksim S. Ketov, M.D., City Clinical Hospital № 1, Novokuznetsk, Russian Federation