

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ПОПЕРЕЧНОГО ПЛОСКОСТОПИЯ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

В статье описаны возможности различных методов лучевой визуализации в диагностике поперечного плоскостопия. Представлена собственная методика ультразвукового исследования переднего свода стопы. Работа основана на материалах исследования группы пациентов с различной степенью поперечного плоскостопия в сравнении с нормальной стопой. Даны основные ультразвуковые характеристики деформации переднего свода при различной степени поперечного плоскостопия.

Ключевые слова: *поперечное плоскостопие, передний свод стопы, лучевая диагностика, ультразвуковая диагностика.*

A.I. Aleshkevich, E.R. Mikhnovich

RADIOLOGY IN DIAGNOSTICS OF THE TRANVERSE FOREFOOT

In article possibilities of various methods of radiology in diagnostics the tranverse forefoot are described. Own technique of ultrasonic research of the tranverse forefoot arch is presented. Work is based on materials of research of group of patients with various degree of the tranverse forefoot in comparison with the normal foot. The basic ultrasonic characteristics of deformation of the forefoot arch are given at various degree the tranverse forefoot.

Key words: *tranverse forefoot, forefoot arch, radiology, ultrasonic diagnostics.*

Поперечное плоскостопие является самым распространенным видом деформации стопы, при этом данное заболевание примерно в четыре раза чаще встречается у женщин [6].

Известно, что поперечный свод стопы образован головками плюсневых костей, которые в норме образуют своего рода арку, вершину которой составляют головки второй и третьей плюсневых костей. Таким образом, опора стопы ложится на головки первой (точнее, медиальную и латеральную сесамовидные кости головки первой плюсневой кости) и пятой плюсневых костей. При поперечном плоскостопии передний отдел стопы расширяется, поперечный свод уплощается и опора уже производится на все головки плюсневых костей [2, 4]. Более того, резко возрастает нагрузка на головки 2-4 плюсневых костей и уменьшается нагрузка на головку первой плюсневой кости. Изменяется и направление действия мышц, которые прикрепляются к первому пальцу. Это вызывает отклонение первого пальца латерально, а головка плюсневой кости выступает медиально, что приводит к формированию *hallus valgus* [5].

Пациенты с поперечным плоскостопием жалуются на боли в стопе, подошве, болезненные омозолелости на подошве, воспаление первого плюснефалангового сустава, а также на деформацию первого пальца стопы, которая придает стопе внешний дефект, ограничивает пациента в выборе обуви.

Основным методом диагностики поперечного плоскостопия является рентгенография в прямой проекции с нагрузкой [5]. На полученных рентгенограммах определяют угол между осью 1 пальца и осью 1 плюсневой кости и угол между 1 и 2 плюсневыми костями. Необходимо отметить, что данная методика диагностики основана на определении только косвенных признаков поперечного плоскостопия.

Для непосредственной визуализации состояния переднего свода, то есть дуги или арки, образованной головками плюсневых костей, существует методика рентгенографии в передней аксиальной проекции [5]. На полученной рентгенограмме оценивается высота переднего свода, положение сесамовидных костей относительно головки первой плюсневой кости и степень ротации головки первой плюсневой кости. Недостаток данной методики состоит в проблеме точности расположения и удержания стопы перпендикулярно плоскости кассеты и хода центрального рентгеновского луча.

Существует также методика аксиальной рентгенографии стопы в специальной подставке [5, 7, 8]. При данной методике пациент обеими стопами становится на подставку, находящуюся на рентгенодиагностическом столе, пальцам стоп придается положение максимального разгибания, а пятки приподнимаются на 3 см над плоскостью опоры. Центральный луч проходит параллельно плоскости кассеты. Методика позволяет четко фиксировать положение стопы и проводить исследование в условиях естественной функциональной нагрузки. На полученной рентгенограмме оцениваются те же показатели, что и в предыдущей методике.

Известен также способ исследования переднего поперечного свода стопы методом рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) [3], при котором проводят томографические срезы на уровне плюсне-сесамовидного

сочленения, после чего оценивают состояние переднего поперечного свода. Необходимо отметить, что метод РКТ позволяет оценивать положение головок в одной (фронтальной) плоскости. Но анатомически головки плюсневых костей и латеральная и медиальная сесамовидные кости головки первой плюсневой кости находятся в различных точках горизонтальной плоскости, образуя дугу, выпуклую дистально, вершиной которой в подавляющем большинстве являются головки второй и третьей плюсневых костей. Поэтому не представляется возможным визуализация всех головок в одной фронтальной плоскости одновременно.

Учитывая недостатки предыдущих методов, нами была разработана и освоена методика ультразвукового исследования переднего свода стопы из подошвенного доступа [1].

Целью нашей работы явилось определение возможностей ультразвукового метода в диагностике поперечного плоскостопия и определении ее степени.

Материал и методы

Нами была изготовлена специальная подставка для фиксации линейного датчика ультразвукового аппарата. В крышке подставки имеется прямоугольное отверстие, в которое вставляется и фиксируется линейный датчик (7,5 МГц) таким образом, что его рабочая поверхность находится в одной плоскости с плоскостью крышки (Рис. 1 А, В). Передний отдел стопы пациента ставится непосредственно на рабочую поверхность датчика. Это дает возможность проведения исследования стопы в естественных биомеханических условиях, позволяет регулировать нагрузку и стандартизировать проводимые исследования (Рис. 2).

Методика ультразвукового исследования переднего свода стопы из подошвенного доступа состоит из трех этапов или шагов. На первом этапе на ультразвуковой датчик стопа устанавливается в положении небольшой наружной ротации, при этом визуализируются нижние контуры 2 сесамовидных костей, часть головки 1 плюсневой и 2 плюсневой костей (Рис. 3А, 4А). На втором этапе стопа устанавливается с небольшой внутренней ротацией, под контролем монитора выводится максимальное эхо головок 2, 3 и 4 костей (Рис. 3В, 4В). Третий этап – стопа еще больше ротируется кнутри, при этом выводится максимальное эхо головок 3, 4 и 5 костей (Рис. 3С, 4С). Для лучшего представления о костных структурах переднего свода мы ротировали получаемые сонографические изображения на 180° таким образом, чтобы контуры исследуемых костей были обращены книзу.

Для определения пространственного положения исследуемых костных структур на полученных сонограммах фиксировались расстояния от наиболее выступающих точек нижних костных контуров до подошвенной поверхности головок плюсневых и сесамовидных костей, а также расстояния между нижними контурами костей при проведении трехэтапного ультразвукового исследования.

Режим реального времени позволял корректировать положение стопы для лучшей визуализации исследуемых структур. Важная положительная сторона данной методики – отсутствие лучевой нагрузки на пациента и персонал (в сравнении с рентгенографией).

Нами проведено исследование стоп у 36 пациентов, из них 14 пациентов - без клинических данных и отсутствия жалоб (в качестве контроля), мужчин было 6 (42,9%), женщин 8 (57,1%), средний возраст составил

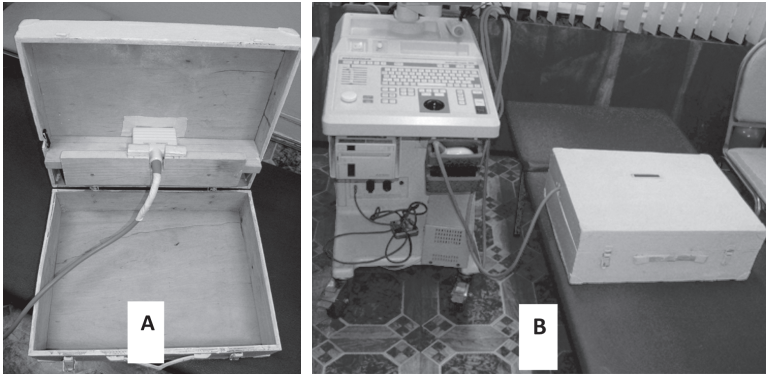


Рис. 1. А - Способ фиксации линейного датчика ультразвукового аппарата в подставке; В - устройство готово к работе



Рис. 2. Положение пациента перед проведением исследования

44,5 (42-51). У 12 пациентов имелись клинические данные умеренно выраженного вальгусного отклонения 1 пальца и наличие омокелости в подошвенной области переднего свода. Данную группу составили только женщины (100%), средний возраст – 35,5 (30,5-41,5). У 10 пациентов клинически определялись резко выраженные признаки поперечного плоскостопия, данную группу также составили только женщины, средний возраст 41 (36-48). Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программ STATISTICA 6.0. Применялись непараметрические методы описательной статистики, средние величины представлены в виде медианы и интерквартильного размаха. Для оценки разности средних величин по группам использовали тест Wilcoxon, статистически значимыми считали значения вероятности, превышающей 95% ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Анализ полученных данных позволил определить основные ультразвуковые признаки нормального положения костей переднего свода во фронтальной плоскости и при различных степенях поперечного плоскостопия (Табл. 1, 2).

Так, в норме (контрольная группа) медиальная и латеральная сесамовидные кости расположены симметрично относительно гребня головки 1 плюсневой кости, разница в высоте стояния сесамовидных костей может составлять до 1,5 мм относительно подошвенной поверхности. Головки 1 и 2 плюсневых костей находятся на наибольшем расстоянии от подошвенной поверхности. Головки 2, 3, 4 и 5 плюсневых костей образуют относительно правильную линию с максимальным расстоянием до подошвенной поверхности головки 2 плюсневой кости и минимальным – 4 и 5 (Рис.4 А, В, С).



Рис. 3. Положение стопы при проведении 3-х этапного ультразвукового исследования (исследуется правая стопа), А - 1-й этап проведения исследования, В - 2-й этап проведения исследования, С - 3-й этап проведения исследования.

Таблица 1. Средние показатели расстояния до подошвенной поверхности от нижних контуров костей переднего свода стопы в норме, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей).

	Sm	Sl	1	2	3	4	5
Норма	9,5 (9-10)	9,25 (8-10,5)	14 (13-15)	11,5 (9,5-12)	9,25 (8-10)	8,5 (8-9)	8 (7-8,5)

Таблица 2. Средние показатели расстояния между нижними контурами костей переднего свода стопы в норме, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей)

	Sm - Sl	Sm - 2	Sl - 2	1-2	2-3	3-4	4-5
Норма	15,5 (13-17)	34 (28-35)	18 (17-19)	26 (23-27)	16 (15-17)	17 (16-20)	21,5 (20-23)

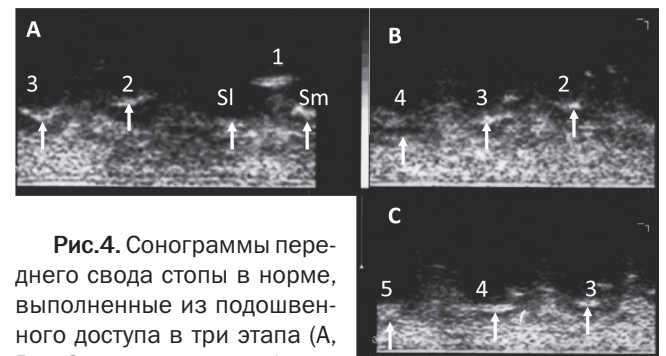


Рис.4. Сонограммы переднего свода стопы в норме, выполненные из подошвенного доступа в три этапа (А, В и С соответственно), где Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей (стрелки).

Сравнение данных контрольной группы и пациентов с умеренно выраженными внешними признаками поперечного плоскостопия позволило установить статистически значимые различия в показателях пространственного положения медиальной сесамовидной кости (уменьшение расстояния до подошвенной поверхности и смещение латерально) и положении головки 5 плюсневой кости (увеличении расстояния до подошвенной поверхности) (Табл. 3). При этом непосредственно свод стопы уменьшается незначительно (Рис.5 А, В, С). Анализ расстояний между нижними контурами

костей также выявил статистически значимые различия в положении сесамовидных костей (Табл. 4).

Таблица 3. Средние показатели расстояния до подошвенной поверхности от нижних контуров костей переднего свода стопы при умеренно выраженных изменениях, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей).

	Sm	Sl	1	2	3	4	5
Умеренно выраженные изменения	6,25 (5,25-7)	9 (8-10)	13 (11,5-14,5)	11,75 (11,25-12,25)	9,75 (8,5-10)	8,5 (8-9)	9 (8,5-9,25)

Таблица 4. Средние показатели расстояния между нижними контурами костей переднего свода стопы при умеренно выраженных изменениях, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей).

	Sm - Sl	Sm - 2	Sl - 2	1-2	2-3	3-4	4-5
Умеренно выраженные изменения	12 (11-13)	27 (23-28)	16,5 (15,5-18)	24 (22,5-24,5)	15 (14-15)	16 (15-16,5)	20 (19-21)

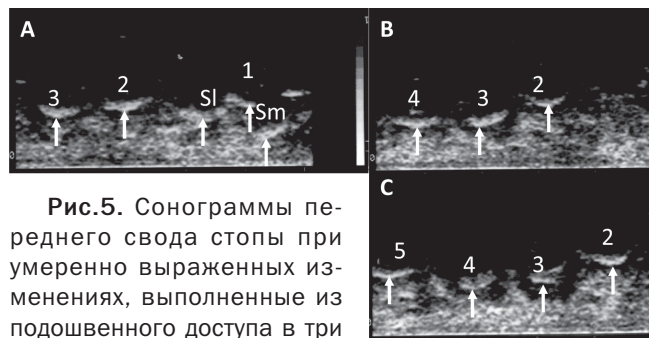


Рис.5. Сонограммы переднего свода стопы при умеренно выраженных изменениях, выполненные из подошвенного доступа в три этапа (А, В и С соответственно), где Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей (стрелки).

У пациентов с резко выраженными внешними признаками поперечного плоскостопия определяется дальнейшее изменение пространственного положения обеих сесамовидных костей головки 1-й плюсневой кости, снижение расстояния до подошвенной поверхности головок 1-й, 2-й и 3-й плюсневых костей (Табл. 5), в отдельных случаях вплоть до выпячивания головки 3-й плюсневой кости, т.е. образования «обратной дуги или арки» (Рис.6 А, В, С). В свою очередь, при анализе изменений расстояния между головками костей у данной группы пациентов, помимо смещения сесамовидных костей, определяется статистически значимое увеличение расстояния между головками 1-й и 2-й плюсневых костей (Табл. 6).

Таблица 5. Средние показатели расстояния до подошвенной поверхности от нижних контуров костей переднего свода стопы, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей).

	Sm	Sl	1	2	3	4	5
Резко выраженные изменения	4,5 (4-6)	11,5 (8-12)	10,5 (10-12)	8 (7,5-14)	9 (6-11)	7 (6,5-12)	8,75 (7-9)

Таблица 6. Средние показатели расстояния между нижними контурами костей переднего свода стопы, мм (Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей)

	Sm - Sl	Sm - 2	Sl - 2	1-2	2-3	3-4	4-5
Резко выраженные изменения	9,5 (7-11)	26 (25-27)	15 (15-16)	33,5 (31-35)	15,5 (14-16)	18 (16-19)	21 (20-22)



Рис.6. Сонограммы переднего свода стопы при резко выраженных изменениях, выполненные из подошвенного доступа в три этапа (А, В и С соответственно), где Sm – мед. сесамовидная кость, Sl – латеральная сесамовидная кость, 1 – 5 - головки плюсневых костей (стрелки).

Таким образом, предлагаемая методика ультразвуковой диагностики поперечного плоскостопия позволяет определять положения головок плюсневых костей, образующих передний свод стопы, относительно подошвенной поверхности в норме и при различных степенях деформации в естественных биомеханических условиях, с учетом их различного расположения в горизонтальной плоскости. Она может применяться как в дополнение другим методам лучевой диагностики, так и в качестве самостоятельного метода диагностики. Методика достаточно проста в проведении, практически не требует дополнительных затрат и отличается отсутствием лучевой нагрузки на пациента.

Литература

1. Алешкевич, А.И. Патент на изобретение BY 16245 C1 Способ диагностики степени деформации переднего отдела стопы у больного с поперечным плоскостопием / А.И. Алешкевич, Е.Р. Михнович (РБ); № 16245; Заявлен 11.12.2011 г.; Зарегистрирован в государственном реестре изобретений 11.05.2012 г.; А61В5/103, А61В8/00. – С. 5.
2. Дегтярев, Д.А. Плоскостопие. Актуальные вопросы / Д.А. Дегтярев, Л.А. Цыбезова // Мануальная терапия. - № 1 (29). – 2008. – С. 83 – 86.
3. Ильминский, А.В. Способ диагностики переднего поперечного свода стопы методом компьютерной визуализации / А.В. Ильминский, А.И. Колесник, Ю.Ф. Кузин // Заявка на изобретение RU 20061444429A, 20.06.2008.
4. Маркс, В.О. Ортопедическая диагностика (руководство-справочник) / В.О. Маркс. – Минск: Наука и техника, 1978. – 512 с.
5. Михнович, Е.Р. Аксиальная рентгенография переднего отдела стопы у больных с поперечным плоскостопием / Е.Р. Михнович // Лучевая диагностика: настоящее и будущее: Материалы V съезда специалистов лучевой диагностики Республики Беларусь / Под ред. А.Н. Михайлова – Минск: РУМЦФВН, 2005 – С. 187-190.
6. Современные аспекты диагностики и военно-врачебной экспертизы плоскостопия / С.В. Клепиков и др. // Военно-медицинский журнал. - №3. – 2001. – С. 44-49.
7. Axial radiographic evaluation in hallux valgus: evaluation of the transverse arch in the forefoot / J.Suzuki et al. / J. Orthop. Sci. - №9. – 2004. – P. 446–451.
8. The transverse forefoot arch demonstrated by a novel X-ray projection / O.Simonsen et al. // Foot and Ankle Surgery. - №15. – 2009. – P. 7–13.

Поступила 20.02.2013 г.