

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТОПЫ В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Калинина М.Л., Железнов Л.М., Шехтман А.Г.

ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет Минздрава России», Оренбург, Россия (460000, Оренбург, ул. Советская, 6), e-mail:maria.kalinina1990@gmail.com

В последние годы количество заболеваний и травм костно-суставной системы неуклонно растет, что в большой степени влияет на качество жизни населения. Ведущее место в этой категории занимают различные деформации стопы. Подиатрия – раздел ортопедии, изучающий патологию стопы врожденного, приобретенного, травматического генеза, варианты нормы и пограничные состояния с доклиническими проявлениями заболеваний, а также ортезное и обувное обеспечение пациентов. На настоящий момент существует множество различных методик оценки функционального состояния стопы. Все их можно подразделить на 2 группы: методики, оценивающие статическую функцию стопы, и методики, оценивающие динамическую функцию стопы. В данной статье мы опишем наиболее распространенные из них, а именно Индекс позиции стопы, плантография и динамоплантография. Эти методики могут дать полное описание как статической, так и динамической функции стопы. Мы полагаем, что знание современных возможностей диагностики позволит ученым более подробно освещать функциональное состояние стопы.

Ключевые слова: стопа, функциональные методы исследования, плантография, индекс позиции стопы.

FUNCTIONAL METHODS OF RESEARCH OF THE FOOT IN MODERN MEDICAL PRACTICE

Kalinina M.L., Zheleznov L.M., Shekhtman A.G.

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia (460000, Orenburg, street Sovetskaya, 6), e-mail:maria.kalinina1990@gmail.com

In recent years the quantity of diseases and injuries of the musculoskeletal system has been steadily increasing, and that to a large extent affects the quality of life of the population. Various foot deformities take the leading place in this category. Podiatry – section of Orthopaedics, studying the pathology of the foot congenital, acquired, traumatic origin, variants of norm and border states with preclinical manifestations of disease, as well as orthotic and the shoe providing patients. At the moment there are many different methods of assessing the foot functional status. All of them can be divided into 2 groups: methods assessing static function and methods assessing dynamic function. In that paper we will describe the most widespread of them: Foot posture index, plantography and dynamoplantography. These methods can give full description of both static and dynamic functions of foot. We suppose that knowing modern diagnostic possibilities will give scientists an opportunity for more detail research of foot functional status.

Keywords: foot, functional methods of research, plantography, foot posture index.

В последние годы количество заболеваний и травм костно-суставной системы неуклонно растет, что в большой степени влияет на качество жизни населения. Ведущее место в этой категории занимают различные деформации стопы. Для решения проблем коррекции и лечения дисфункций и заболеваний стоп выделяются десятки миллиардов долларов [40].

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам сохранения и укрепления физического здоровья населения РФ, исследуется роль факторов внешней среды, генетически предопределенных особенностей организма, образа жизни. В зарубежной медицине существует отдельная специальность, занимающаяся вопросами диагностики, профилактики и лечения проблем стопы.

Подиатрия – раздел ортопедии, изучающий патологию стопы врожденного, приобретенного, травматического генеза, варианты нормы и пограничные состояния с доклиническими проявлениями заболеваний, а также ортезное и обувное обеспечение пациентов [2,3]. В России и странах СНГ это направление ортопедии не выделяют в отдельную специальность. Хотя к настоящему времени выделено более 120 отдельных нозологических заболеваний и деформаций стоп [2].

Целью исследования стало освещение современных методик и методов диагностики функционального состояния стопы, применяемых как в отечественной, так и в зарубежной медицинской практике.

Материалы и методы исследования

Методами исследования стали изучение современных подходов к методам диагностики функционального состояния стопы, а также сравнительный анализ с последующим обобщением и систематизацией полученных данных. Материалами исследования явились отечественные и зарубежные публицистические научно-исследовательские издания, отражающие спектр подходов к изучению данного вопроса. Применение указанных методов позволили обеспечить объективность полученных выводов и результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

На настоящий момент существует множество различных методик оценки функционального состояния стопы. Все их можно подразделить на 2 группы: методики, оценивающие статическую функцию стопы, и методики, оценивающие динамическую функцию стопы. В данной статье мы опишем наиболее распространенные из них, а именно Индекс позиции стопы, плантография и динамоплантография.

Индекс позиции стопы

В зарубежной практике наиболее широкое применение получил так называемый Индекс Позиции Стопы (ИПС, FootPostureIndex, FPI) [6,11,15,31,33]. Это клинический диагностический инструмент, позволяющий количественно оценить позицию стопы и назвать ее пронированной, супинированной или нейтральной. Этот способ диагностики разрабатывался как простой метод оценки различных характерных черт позиции стопы для приведения всех их к единому измеримому результату, который в итоге позволит указать на позицию стопы в целом. Расчет значений ИПС производится путем измерения определенных критериев в положении пациента стоя. ИПС был разработан путем анализа литературы, описывающей детали клинического обследования стопы. Из этих источников были выбраны 36 клинических измерений и затем были проанализированы на предмет возможности их совместного и удобного применения. Для отбора подходящих измерений были использованы следующие критерии: - измерения должны быть простыми для проведения, - они должны

быть не затратными по времени, - их использование не должно быть связано с применением дорогостоящих технологий, - результаты их должны быть понятны, - результат можно привести в виде количественных данных. Также обязательным условием было изучение стопы в трех плоскостях и получение информации о переднем, среднем и заднем отделах стопы.

В результате была разработана система, предлагавшая производить оценку по 8 критериям. Однако в последующем в ходе апробации методики это количество было оптимизировано, и на сегодняшний день оно составляет 6 пунктов:

- 1) пальпация головки таранной кости;
- 2) изгиб над и под латеральной лодыжкой;
- 3) позиция пятки во фронтальной плоскости;
- 4) возвышение в области таранно-ладьевидного сустава;
- 5) конгруэнтность медиального продольного свода;
- 6) приведение/отведение переднего отдела стопы относительно заднего [31,33].

Оценка позиции стопы по данной методике показала высокую достоверность и широко применяется в современной медицинской практике в странах Европы, Америки, Австралии.

Плантография и подометрия

Плантография – это метод изучения подошвенной поверхности стопы с помощью анализа её изображения или отпечатка. Наиболее простым способом ее проведения считается метод чернильных отпечатков. Данный способ не требует больших материальных затрат, но точность его не достаточно высока, а также проведение его является трудоемким процессом. [12].

Схожим с плантографией является метод изучения зеркального отражения подошвенной поверхности стопы на столике Г. И. Турнера и приборе М. И. Куслика. Суть исследования заключается в том, что исследуемый становится обеими ногами на стекло, вставленное в крышку столика. Отражение подошвы стопы рассматривалось в установленном снизу зеркале. Участки кожи подошвы, соприкасающиеся со стеклом и подвергающиеся нагрузке, имели в зеркальном отражении бледный цвет, а участки, не соприкасающиеся со стеклом, – розовый. По соотношению площадей розового и бледного участков судили о степени плоскостопия – чем меньше свод, тем меньше площадь розового участка [1].

Наиболее современной вариацией плантографии является компьютерная плантография. Данная методика широко распространена в западных странах. Компьютерный плантограф представляет собой устройство, состоящее из модуля сканирования и компьютера с установленной в нем специальной программой для анализа плантограмм. Данная методика позволяет произвести сканирование подошвенной поверхности стопы исследуемого и анализ

полученного изображения. Расчет заданных критериев производится автоматически после установки оператором на изображение опорных точек.

На сегодняшний день некоторые модели компьютерных плантографов оснащены функцией подометрии. В таких устройствах установлено 2 сканера, расположенных перпендикулярно друг другу, что позволяет произвести одновременное сканирование подошвенной и задней поверхности стопы, а затем и боковой. Такая функция дает возможность получения изображения стопы в трёх проекциях, что очень важно для полного понимания функционального состояния стопы. Все данные, полученные в результате проведения компьютерной плантографии, хранятся в памяти компьютера и могут быть легко использованы при повторных исследованиях для оценки эффекта от проводимой терапии или же правильности подбора ортезной коррекции.

Динамоплантография

Помимо статической функции стопы, которая может быть адекватно оценена в описанных выше методиках, немаловажным является понимание динамической функции стопы. Для этих целей были разработаны специальные платформы, которые позволяют оценить степень давления различных участков стопы на поверхность опоры в разные фазы ходьбы. За рубежом было произведено множество исследований по оценке динамической функции стопы с использованием аналогичных платформ [6,7,8,10,13,18,22,23,30,40].

Также интерес представляет методика динамоплантографии. Суть ее заключается в том, что обследуемый надевает обувь с вставленными в нее специальными стельками с датчиками давления. Данные стельки связаны с компьютером либо с помощью длинного провода, либо с помощью технологий Wi-Fi или Bluetooth. По полученной в итоге диаграмме можно судить о распределении давления на поверхность опоры во время ходьбы и в последующем рекомендовать корректирующие устройства с учетом результатов исследования.

Заключение

В статье приведено описание современных возможностей диагностики функционального состояния стопы. Несмотря на постоянный интерес общемировой науки к морфологическим и функциональным особенностям стопы и обширные исследования по этой теме, в этом вопросе до сих пор остается немало белых пятен. В связи с этим исследования особенностей строения и функции стопы производятся в различных научных и диагностических центрах. Мы полагаем, что знание современных возможностей диагностики позволит ученым более подробно освещать эту проблему.

Список литературы

1. Гавриков К. В. Соматотипологические особенности строения и функции стопы человека / К. В. Гавриков, В. Б. Мандриков, А. И. Краюшкин, А. И. Перепелкин. – Волгоград: Изд-во ВолГМУ, 2006. – 145 с.
2. Лашковский, В.В., Мармыш, А.Г. Детская и подростковая подиатрия – современные подходы к диагностике и лечению заболеваний стоп. *Новости хирургии.* – Т. 19, № 2. – 2011. – С.94-100.
3. Мицкевич, В.А. Подиатрия / В.А. Мицкевич, А.Д. Арсеньев. – М.: Бином, 2006. – 136 с.
4. Перепелкин А. И. Соматотипологические закономерности формирования стопы человека в постнатальном онтогенезе: автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. – Волгоград, 2009. – 53 с.
5. Banwell H.A., Mackintosh S., Thewlis D. Foot orthoses for adults with flexible pes planus: a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7:23 doi:10.1186/1757-1146-7-23, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/23>
6. Barton C.J., Levinger P., Crossley K.M., Webster K.E., Menz H.B.. Relationships between the Foot Posture Index and foot kinematics during gait in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:10 doi:10.1186/1757-1146-4-10, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/10>
7. Branthwaite H., Chockalingam N., Greenhalgh A. The effect of shoe toe box shape and volume on forefoot interdigital and plantar pressures in healthy females. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:28 doi:10.1186/1757-1146-6-28, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/28>
8. Chard A., Greene A., Hunt A., Vanwanseele B., Smith R.. Effect of thong style flip-flops on children's barefoot walking and jogging kinematics. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:8 doi:10.1186/1757-1146-6-8, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/8>
9. Cornwall M.W., McPoil T.G. Relationship between static foot posture and foot mobility, *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:4 doi:10.1186/1757-1146-4-4, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/4>
10. Cousins S.D., Morrison S.C., Drechsler W.I. Foot loading patterns in normal weight, overweight and obese children aged 7 to 11 years. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:36 doi:10.1186/1757-1146-6-36, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/36>
11. Cowley E., Marsden J. The effects of prolonged running on foot posture: a repeated measures study of half marathon runners using the foot posture index and navicular height. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:20 doi:10.1186/1757-1146-6-20, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/20>

12. Domjanic J., Fieder M., Seidler H., Mitteroecker P. Geometric morphometric footprint analysis of young women. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:27 doi:10.1186/1757-1146-6-27, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/27>
13. Duerinck S., Hagman F., Jonkers I., Vaes P., Van Roy P. Forefoot deformation during the stance phase of normal gait. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5 (Suppl 1) :P12 doi:10.1186/1757-1146-5-S1-P12, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/S1/P12>
14. Escalona-Marfil C., McPoil T.G., Mellor R., Vicenzino B. A radiographic and anthropometric study of the effect of a contoured sandal and foot orthosis on supporting the medial longitudinal arch. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7:38 doi:10.1186/s13047-014-0038-5, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/38>
15. Evans A.M., Rome K., Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5:1 doi:10.1186/1757-1146-5-1, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/1/1>
16. Ferber R., Benson B. Changes in multi-segment foot biomechanics with a heat-mouldable semi-custom foot orthotic device. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:18 doi:10.1186/1757-1146-4-18, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/18>
17. Findlow A.H., Nester C.J., Bowker P. Foot kinematics in patients with two patterns of pathological plantar hyperkeratosis. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:7 doi:10.1186/1757-1146-4-7, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/7>
18. Fu W., Fang Y., Liu Y., Hou J. The effect of high-top and low-top shoes on ankle inversion kinematics and muscle activation in landing on a tilted surface. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7:14 doi:10.1186/1757-1146-7-14, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/14>
19. Giacomozzi C., Stebbins J., Leardini A. Anatomical plantar pressure masking and foot models: potential for integration with marker position systems. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5(Suppl 1):O29 doi:10.1186/1757-1146-5-S1-O29, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/S1/O29>
20. Kazuya I., Masahiko N., Koji N., Masahiro M., Masamitsu K., Yusuke H., Toshikazu K. A new radiographic view of the hindfoot. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:48 doi:10.1186/1757-1146-6-48, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/48>
21. Kjærgaard Nilsson M., Friis R., Skjoldahl Michaelsen M., Abildgaard Jakobsen P., Oestergaard Nielsen R. Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5:3 doi:10.1186/1757-1146-5-3, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/1/3>

22. McPoill T.G., Cornwall M.W., Medoff L., Vicenzino B., Forsberg K., Hilz D. Arch height change during sit-to-stand: an alternative for the navicular drop test. *Journal of Foot and Ankle Research* 2008, 1:3 doi:10.1186/1757-1146-1-3, available at:<http://www.jfootankleres.com/content/1/1/3>
23. McPoill T.G., Vicenzino B., Cornwall M.W., Collins N. Can foot anthropometric measurements predict dynamic plantar surface contact area? *Journal of Foot and Ankle Research* 2009, 2:12 doi:10.1186/1757-1146-2-12, available at:<http://www.jfootankleres.com/content/2/1/28>
24. McPoill T.G., Vicenzino B., Cornwall M.W., Collins N., Warren M. Reliability and normative values for the foot mobility magnitude: a composite measure of vertical and medial-lateral mobility of the midfoot. *Journal of Foot and Ankle Research* 2009, 2:6 doi:10.1186/1757-1146-2-6, available at:<http://www.jfootankleres.com/content/2/1/6>
25. Menz H.B., Fotoohabadi M.R., Wee E., Spink M.J.. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5:10 doi:10.1186/1757-1146-5-10, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/1/10>
26. Menz H.B., Zammit G.V., Landorf K.B., Munteanu S.E.. Plantar calcaneal spurs in older people: longitudinal traction or vertical compression? *Journal of Foot and Ankle Research* 2008, 1:7 doi:10.1186/1757-1146-1-7, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/1/1/7>
27. Murley G.S., Menz H.B., Landorf K.B. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research* 2009, 2:22 doi:10.1186/1757-1146-2-22, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/2/1/22>
28. Nielsen R.G., Rathleff M.S., Simonsen O.H., Langberg H. Determination of normal values for navicular drop during walking: a new model correcting for foot length and gender. *Journal of Foot and Ankle Research* 2009, 2:12 doi:10.1186/1757-1146-2-12, available at:<http://www.jfootankleres.com/content/2/1/12>
29. Pohl M.B., Farr L.. A comparison of foot arch measurement reliability using both digital photography and calliper methods *Journal of Foot and Ankle Research* 2010, 3:14 doi:10.1186/1757-1146-3-14, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/3/1/14>
30. Price C., Andrejevas V., Findlow A.H., Graham-Smith P., Jones R.. Does flip-flop style footwear modify ankle biomechanics and foot loading patterns? *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7:40 doi:10.1186/s13047-014-0040-y, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/40>

31. Redmond A.C., Crane Y.Z., Menz H.B. Normative values for the Foot Posture Index. *Journal of Foot and Ankle Research* 2008, 1:6 doi:10.1186/1757-1146-1-6, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/1/1/6>
32. Sarah Johnson, Helen Branthwaite, Roozbeh Naemi and Nachiappan Chockalingam. The effect of three different toe props on plantar pressure and patient comfort. *Journal of Foot and Ankle Research* 2012, 5:22 doi:10.1186/1757-1146-5-22, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/5/1/22>
33. The Foot Posture Index/ User guide and manual/ Anthony Redmond, 2005. URL: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf>
34. Van der Zwaard B.C., Elders P.J.M., Knol D.L., Gorter K.J., Peeraer L., van der Windt D.A.W.M., van der Horst H.E. Treatment of forefoot problems in older people: study protocol for a randomised clinical trial comparing podiatric treatment to standardised shoe advice. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:11 doi:10.1186/1757-1146-4-11, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/11>
35. Wegener C., Hunt A.E., Vanwanseele B., Burns J., Smith R.M.. Effect of children's shoes on gait: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research* 2011, 4:3 doi:10.1186/1757-1146-4-3, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/3>
36. Williams A.E., Graham A.S., Davies S., Bowen C.J.. Guidelines for the management of people with foot health problems related to rheumatoid arthritis: a survey of their use in podiatry practice. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:23 doi:10.1186/1757-1146-6-23, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/23>
37. Williams A.E., Nester C.J., Ravey M.I., Kottink A., Klapsing M.-G. Women's experiences of wearing therapeutic footwear in three European countries. *Journal of Foot and Ankle Research* 2010, 3:23 doi:10.1186/1757-1146-3-23, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/3/1/23>
38. Williams C.M., Haines T.P. An exploration of emergency department presentations related to high heel footwear in Victoria, Australia, 2006–2010. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014, 7:4 doi:10.1186/1757-1146-7-4, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/4>
39. Wong R. A. An Evidence-based approach to orthotic and prosthetic rehabilitation / R. A. Wong, M. Lusardi // *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. Ed. By Lusard M.M., Nielsen C.C. – Elsevier. – 2007. – P. 109–134.
40. Zhang X., Paquette M.R. Zhang S. A comparison of gait biomechanics of flip-flops, sandals, barefoot and shoes. *Journal of Foot and Ankle Research* 2013, 6:45 doi:10.1186/1757-1146-6-45, available at: <http://www.jfootankleres.com/content/6/1/45>

Рецензенты:

Ким В.И., д.м.н., профессор, профессор кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Оренбург;

Полякова В.С., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой патологической анатомии ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава, г. Оренбург.