

В статті приведено огляд і порівняльний аналіз методів та пристроїв діагностики статичної деформації стопи людини, що знайшов вживання в світовій практиці у цей час. Дається короткий опис принципу роботи пристроїв та задач, які розв'язуються з використанням цих пристроїв

Ключові слова: стопа, статична деформація, патологія, метод, система

В статье приведен обзор и сравнительный анализ методов и устройств диагностики статической деформации стопы человека, нашедшие применение в мировой практике в настоящее время. Дается краткое описание принципа работы устройств и задач, которые решаются с использованием этих устройств

Ключевые слова: стопа, статическая деформация, патология, метод, система

In this article the review and the comparative analysis of methods and devices of diagnostics of static deformation foot of the person, the application in a world practice now is described. The brief description of a principle of work of devices and problems which are solved with use of these devices is given

Keywords: foot, static deformation, pathology, method, system

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ СТАТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ СТОПЫ ЧЕЛОВЕКА

Ю.Н. Задерей
Младший научный сотрудник*

В.С. Качер
Кандидат технических наук, заведующий лабораторией*

А.В. Гадяцкий
Научный сотрудник*

Н.Т. Ковалько
Кандидат медицинских наук, научный сотрудник*

Л.К. Роман
Научный сотрудник*

И.Н. Василенко
Младший научный сотрудник*
*Лаборатория биомеханики
УкрНИИ протезирования
ул. Клочковская, 339, г. Харьков, Украина, 6105.
Контактный тел.: 8 (057) 337-75-33
E-mail: lbmdp@mail.ru

1. Введение

Стопа человека представляет собой идеальную анатомическую конструкцию для опоры и передвижения, имея сводчатое строение, она является «живой рессорой», которая позволяет равномерно распределять тяжесть человеческого тела, амортизирует толчки при ходьбе, сообщает плавность походке и упругость стоянию. В результате статических деформаций стопа подвержена не только анатомическим изменениям, но она также не в состоянии эффективно выполнять свои функции. Так при плоскостопии рессорная функция стопы ослабляется, что увеличивает ударные нагрузки на коленные и тазобедренные суставы. Это приводит к быстрой утомляемости человека, сопровождается

болевыми ощущениями в разных частях тела, расположенных далеко от стопы [1].

Тяжесть деформаций стоп на прямую связана с несвоевременным выявлением и лечением той или иной патологии. Поэтому для проведения эффективного лечения актуальной является задача ранней диагностики состояния стоп и оценка коррекции их функций.

2. Методы исследования статических деформаций стопы человека

В настоящее время существует множество различных методов, позволяющих оценить состояние стопы, среди которых выделяют следующие: клинический ме-

год; подометрия; методы планто-контурографии; рентгенография; гониометрия; ихнография; динамометрия (регистрация опорных реакций); методы видеорегистрации; миография и распределение давления под стопой. Данные методы используются для комплексной оценки стопы как отдельно, так и дополняя друг друга.

Наиболее информативными методами оценки именно статических деформаций стопы являются: клинический метод; подометрия; планто-контурография; рентгенография и оценка распределения давления под стопой или педография [2-10].

Клиническое обследование стопы считается наиболее простым и распространённым методом, который заключается в осмотре медиального (внутреннего) свода стопы и всей её подошвенной поверхности, а также в определении формы стопы [4,5,8]. При визуальном осмотре определяется вид и характер деформации стопы, наличие воспалительных явлений, трофических расстройств, локализация омокостей. При этом выясняются особенности статики и ходьбы пациента, область нагрузки стопы, особенности носимой обуви, определяются границы болезненности, обширность омокостей, стойкость деформации (возможность ручной коррекции и её степень) и подвижность стопы в суставах [5]. Несмотря на простоту применения, данный метод не даёт возможности количественной оценки выявленных нарушений и не позволяет диагностировать скрытые, наиболее ранние проявления патологии.

Подометрия или измерение стопы метрической лентой является одним из наиболее простых, доступных и достаточно информативных методов исследования и используется для диагностики статических деформаций стопы [3,5,8]. Суть метода заключается в следующем – на стопе маркером отмечаются анатомические точки, которые являются ориентиром для последующих измерений, потом измеряются линейные, объёмные и угловые показатели на стопе пациента, из соотношений которых вычисляются различные индексы. Наибольшей информативностью в диагностике статических деформаций обладает такой показатель, как высота костного свода, измеряемая от бугристости ладьевидной кости до плоскости опоры. Используя этот показатель и измерив длину стопы, можно определить подометрический индекс или индекс Фридланда (высота стопы умножается на 100 и делится на длину стопы). Полученный подометрический индекс и высоту костного свода сравнивают с оценочными таблицами [5], в которых указаны выше-названные параметры для людей различного возраста. Метод удобен для обследования и может выявить начальные степени плоскостопия и благодаря своей простоте, нашёл широкое применение в практике массовых медицинских обследований. Однако описанный метод позволяет описать лишь анатомический компонент патологии, не затрагивая функционального.

Плантография – один из наиболее эффективных и доступных методов исследования стопы, позволяющий на основании визуальной и графико-расчётной оценки различных показателей её отпечатка судить о взаимном расположении отделов стопы, а также, косвенно, о высоте внутреннего продольного свода [2,5,6,8]. Для получения чёткой плантограммы исследуемому предлагается наступить на площадку, на которую нанесено красящее вещество (бриллиантовая зелень, раствор Люголя, чернила, типографская краска и др.). На полученном

отпечатке стопы графически отмечаются точки, позволяющие определить расчётные, угловые и линейные показатели. Плантография является наиболее простым методом, который позволяет точно определить форму и степень уплощения стопы. Однако плантография не позволяет получить какую-либо информацию о форме подсводного пространства, поэтому имеет ограниченную информативность, и также описывает только анатомический компонент патологии.

Рентгенография – наиболее распространённый метод диагностики статических деформаций стопы и проводится в различных проекциях (профильная, заднеосевая по методике Д. А. Ярёмко и фасная по методике Фишера-Вазельса), имеющих целью получить изображения тех или иных анатомических образований стопы [5,8,9]. Рентгенографию применяют для более детальной характеристики костного свода стопы, положения, размеров и формы образующих его костей, объективного исследования бокового отклонения костей заднего отдела стопы и динамики изменения свода в процессе лечения. Оценка полученных рентгенограмм проводится на основании угловых и линейных параметров путём сравнения с характеристиками нормальных средне типичных стоп у детей и взрослых [5]. Рентгенография обладает высокой точностью измеряемых характеристик. Однако этим методом проводится оценка лишь анатомического компонента патологии. Не следует также забывать, что ионизирующее излучение оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека и не может использоваться часто.

Одной из главных объективных характеристик для исследования и разработки ортопедических стелек при статических деформациях, особенно в последнее время стал метод оценки распределения давления под стопой или педография [2,7,10]. При этом методе получают картину распределения давления под стопой, и в ходе дальнейшего анализа сравнивается давление под разными областями стопы, атипичное давление указывает на изменения, происходящие в строении стопы. Использование педографии помогает определить деформацию стоп на ранней стадии. Каждой статической деформации стопы соответствует своя картина распределения давления под стопой, которая отличается от нормы. Она может характеризоваться: локальными перегрузками подошвенной поверхности стопы и асимметрией распределения давления под пятками.

Педография может применяться для получения данных о распределении давления, как при статических, так и при динамических измерениях, которые могут быть использованы для оценки изменений стопы, связанных с неврологическими и мышечно-скелетными нарушениями.

В настоящее время появились работы, в которых применяют математические методы обработки данных. В одной из них для автоматизации диагностики статических деформаций стопы по данным распределения подошвенного давления был впервые предложен метод с использованием искусственной нейронной сети [11]. Суть её состоит в том, что изображение стопы в виде картины распределения давления, полученной при помощи статической платформы давления, поступает на вход нейронной сети, где сравнивается с эталонными изображениями, на выходе

нейронной сети формируется диагноз. В результате чего можно не только регистрировать данные, но и накапливать базы знаний по результатам обследований, обобщать и уточнять диагностические параметры, автоматизировать вывод заключений при проведении обследований. Данный метод сравнительно новый и требует клинического подтверждения его применения, хотя в ходе моделирования он показал хорошие результаты.

3. Анализ систем для диагностики статических деформаций стопы

Приведенные выше методы взаимно дополняют друг друга и часто используются в составе различных измерительных комплексов [12-28]. Результатом работы этих комплексов является оценка состояния стопы, как с применением компьютерной техники, так и без неё.

Подометрия. Одним из первых устройств, позволяющих автоматически определять индекс Фридланда, является стопомер [12]. Прибор очень прост в использовании, однако при его применении можно оценить только линейные размеры стопы (длина, высота), которые не дают представление о форме стопы и не характеризуют состояние стопы в целом. Использование стопомера при обследовании пациента в современных условиях является не актуальным.

К современным устройствам, которые автоматизируют данный метод измерений, можно отнести Плантовизор [13] и ДиаСлед-Скан (Россия) [14]. Комплексы обеспечивают возможность сканирования стоп не только снизу, но также сзади и сбоку, что позволяет использовать их для расчёта подометрических показателей. Обследование занимает всего несколько минут, что удобно использовать при большом потоке пациентов и при профилактических осмотрах.

Плантография. Простейшим прибором для получения оттиска стопы является плантограф. Он состоит из металлической рамки размером 22x37 см, на которую натянута, смоченная штемпельной краской полотно с подложенным под него листом чистой бумаги. Человек становится босыми ногами на плантограф и на листе бумаги остаётся отпечаток стопы – плантограмма. По форме плантограммы стопы можно судить о наличии у обследуемого той или иной статической деформации. К недостаткам прибора можно отнести: трудоёмкость проведения исследования и неполную оценку состояния стопы в целом.

В настоящее время из наиболее простых устройств для получения оттиска стопы без использования компьютерной техники можно выделить Foot Imprinter (США) [15] и Pedoprint (Германия) [16], принцип работы которых идентичен работе с плантографом.

Программно-аппаратные комплексы Плантовизор [13] и ДиаСлед-Скан (Россия) [14] – используются не только для расчёта подометрических индексов, но и предназначены для регистрации и отображения плантограмм.

В отличие от Плантовизора и ДиаСлед-Скана, программно-аппаратный комплекс – Подоскан (Россия) [17], предназначен только для проведения плантографических исследований с целью диагностики врождённых и приобретённых статических деформаций стоп.

Использование плантографии в программно-аппаратных комплексах, с расчётом плантографических индексов стопы, позволяет объективно оценить деформацию стопы, эффективность лечения и отдаленные результаты ортопедического обеспечения.

Педография. В настоящее время существует большое количество систем, использующих этот метод, выполненных либо в виде стельки, вкладываемой внутрь обуви, либо в виде платформы, установленной на полу. Все системы можно разделить по принципу получения подошвенного давления: подоскопы, изменение интенсивности света, гидроячейки, тензометрические, резистивные и ёмкостные датчики.

Подоскоп является наиболее простым прибором, который позволяет: визуально оценить состояние стоп и степени их деформации, определить картину распределения давления и зоны локальных перегрузок [18]. Подоскоп состоит из основания со стеклянным верхом, который подсвечивается на каждой стороне лампой дневного света. Зеркало, наклонённое под углом 45°, помещено ниже поверхности стекла для обеспечения видимости подошвенного давления. Количественная оценка подошвенного давления определяется по степени анемизации кожи подошвы [2]. Подоскоп обеспечивает врача быстрым представлением об областях высокого давления под стопой, но определение количественной оценки давления этим устройством довольно условно.

Усовершенствованием подоскопа можно считать более современные устройства ParoScan [19] и DigiPed (Германия) [20], в которых вместо зеркала используется сканирующее устройство, а изображение стопы отображается на мониторе компьютера.

Одной из первых систем, использующих технологию изменения интенсивности света, при помощи которой была получена картина распределения подошвенного давления, является педобарограф (Pedobarograph) [21]. В состав системы входит: лист пластика; прямоугольная стеклянная пластина с боковым освещением; датчики силы, установленные на каждом углу пластины; видеокамера и компьютер для хранения данных. В процессе измерения множество очень маленьких кнопок, которые находятся на нижней поверхности пластика, при контакте стопы выравниваются с поверхностью стекла. Так как лист пластика сжимается по отношению к стеклянной поверхности, интенсивность света, проходящего через стекло изменяется. Эти изменения интенсивности записываются на видеокамеру, а величина силы, приложенной к стеклянной поверхности, определяется датчиками силы. Основываясь на изменении интенсивности света и измеренной силе, компьютер может определить давление, действующее на подошвенную поверхность стопы.

В системе Parotec-System (Германия) [19,22] в качестве измерительных датчиков используются эластичные стельки с размещёнными в них гидроячейками. Гидроячейка состоит из дискретного пьезорезистивного датчика расположенного в гидроэластичной ячейке. Когда к гидроячейке прикладывается нагрузка, приложенная сила заставляет увеличиваться сопротивление внутри гидроячейки. Пьезорезистивный датчик внутри ячейки порождает электрический заряд, как результат повышения сопротивления. Система позволяет количественно определить давление между стопой и

стелькой внутри обуви, а вследствие высокого качества пьезоэлектрического датчика, может измерять поперечные и вертикальные силы.

В комплексе «ДиаСлед» (Россия) [23] используются тензометрические датчики, расположенные в функциональных стельках, которые размещаются внутри обуви. Комплекс предназначен для регистрации и анализа биомеханических характеристик локомоций человека путём накопления и обработки данных о распределении давления под стопами в статике и динамике в реальном масштабе времени. «ДиаСлед» позволяет выявить нарушения опорно-двигательной функции, которые могут быть первыми признаками деформации.

Система резистивных датчиков давления «F-Scan» (США) [24,25], измеряющая распределение давления между двумя контактирующими объектами, представляет собой ультратонкий двухслойный лист полиэфирной плёнки в виде стельки, которую вкладывают внутрь обуви пациента. Токопроводящая краска нанесена на плёнку и покрыта внутри чувствительной к давлению резистивной пастой таким образом, что параллельные ряды электродов верхнего слоя соединяются с параллельными колонками электродов нижнего слоя через резистивную пасту. Пересечения рядов и колонок создают ячейки чувствительные к давлению. В результате изменения сопротивления, чувствительной к давлению резистивной пасты, при воздействии нагрузки на стельку на выходе этой системы, соответственно, изменяется электрический сигнал. Наряду с очевидными преимуществами данная система чувствительна к: состоянию поверхности (не пригодна для использования на твёрдой, не ровной контактирующей поверхности); скорости нагрузки (изменение свойств резистивной пасты); температуре (ограниченное применение при температуре свыше 30°C), что является её существенными недостатками.

В системах для измерения подошвенных давлений используются также ёмкостные датчики, объединённые в измерительную матрицу. Принцип работы ёмкостных датчиков основан на изменении ёмкости при воздействии внешних механических сил.

Примерами использования ёмкостных датчиков при создании измерительных стелек могут служить системы Scheinworks [20] и Pedar (Германия) [26]. Ёмкостные элементы применяются в таких диагностических платформах как Zebris [27] и Emed (Германия) [28].

Платформенные системы имеют более высокую надёжность по сравнению со стельчными системами.

4. Выводы

1. В настоящее время существует ряд методов, которые применяются для научных исследований и практической деятельности врачей, связанной со своевременной диагностикой статических деформаций стопы.

2. Современные комплексы позволяют в полной мере оценить патологические изменения в состоянии стоп. При этом диагностику стоп желательно осуществлять с использованием нескольких приборов, таким образом, чтобы они дополняли друг друга (рентген, измерение плантограммы и подошвенного давления), что позволит дать более полную оценку деформаций стоп.

3. Перспективным является создание приборов, которые не только отображали бы информацию, но и проводили автоматизированную обработку и анализ полученных данных, накапливали и уточняли базы знаний по существующим патологиям, что в свою очередь позволит свести ошибку диагностики к минимуму и существенно облегчит работу врача.

Литература

1. Мухін В. М. Фізична реабілітація: Підручник для вузів / В. М. Мухін. - 2-ге вид. переробл. та доп. - К. : Олімпійська література, 2005. – Розділ 6. – С.367-369.
2. Янсон Х.А. Биомеханика нижней конечности, -Рига: Зинатне,1975. – Гл.3.–С.159-207.
3. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. -М.: НМФ «МБН»,1996. – Гл.1.–С.10-30.
4. Учебное пособие, Проект «Перераспределение давления», Курс 3, – 31с.
5. Яременко Д. А. Методика исследования, диагностика и ортопедическое снабжение при статических деформациях стоп. – Харьков, 1984. – 45с.
6. Циркунова Н.А. Плантография как метод диагностики плоскостопия. Материалы докладов 3-го пленума межведомственной комиссии по рациональной обуви. М.: ЦИТО. 1968; С.45–46.
7. Novel GmbH, München Germany. Pedographie beim Diabetischen Fuß. // Orthopädie Technik. 2000. № 3. P. 185-186.
8. Травматология и ортопедия: Руководство для врачей / Под ред. Н.В. Корнилова: В 4 томах.– СПб.: Гиппократ, 2004.–Т. 3: Травмы и заболевания нижней конечности / Под ред. Н.В. Корнилова и Э.Г. Грязнухина.– СПб.: Гиппократ, 2006.– Гл.8.– С.566–582.
9. Рентгенологическая диагностика плоскостопия и косолапости: Методические рекомендации для врачей-курсантов рентгенологов /Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей. - Новокузнецк, 1987. – 49с.
10. Duckworth T, Belts RP, Franks CI, Burke J. The measurement of pressures under the foot, Foot Ankle. 1982. №3. P.130-141.
11. Качер В. С., Гадацкий А. В., Задерей Ю. Н., Скрипниченко В. Н. Подход к автоматизации определения нагрузки на подошвенную поверхность стопы. // Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных трудов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007.-№30.-С. 8-13.
12. Остер В. Р. Стопомер, автоматически определяющий индекс Фриндланда // Протезирование и протезостроение. – М.:ЦНИИПП. – 1965.-С.39-41.
13. Internet: <http://intursport.by.ru/>
14. Методика использования комплекса ДиаСлед-Скан при диагностике состояния стопы и назначении ортопедических стелек при плоскостопии. С-Пб.: ФГУ „СПбНЦЭР им. Альбрехта”, 2006. – 51с
15. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. // Physical Therapy. 2000. № 80. P. 399-409.
16. www.bauerfeind-fussorthopaedie.de
17. www.mbn.ru
18. Новинки медтехники. Подоскоп // ЛФК и массаж. – 2003. - № 4(7). – С. 44-53.

19. www.paromed.de
20. www.schein.de
21. Alexander IJ, Chao EYS, Johnson KA. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications. *Foot Ankle*. 1990. № 11. P. 152-167.
22. Schaff PS. An overview of foot pressure measurement systems. *Clin Podiatr Med Surg*. 1993. № 10. P. 403-415.
23. www.diaserv.ru
24. Zong-Ping Luo, Kai-Nan An, Lawrence J. Berglund. Validation of F-Scan pressure sensor system: A technical note // *J. Rehabil. Res. Dev*. 1998. Vol. 35, № 2. P. 186-191.
25. Tadashi Sumiya, Yoshitaka Suzuki, Tomio Kasahara, и др. Sensing stability and dynamic response of the F-Scan in shoe sensing system: A technical note // *J. Rehabil. Res. Dev*. – 1998. – Vol. 35. – № 2. – P. 192 – 200.
26. Margaret C. Hodge, Timothy M. Bach, George M. Carter. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis // *Clinical Biomechanics*. 1999. Vol. 14, № 8. P. 567-575.
27. www.zebris.de
28. Mittlmeier Th., Weiler A., Söhn T. et al. Functional monitoring during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction // *Clinical Biomechanics*. 1999. Vol. 14, № 8. P. 576-584.

УДК 004.773.2

Введено класифікацію Веб-сайтів, яка є спеціалізованою для вирішення науково-прикладної задачі персоніфікації інформаційного наповнення глобальної системи World Wide Web

Ключові слова: WWW, Веб-сайт, персоніфікація інформаційного наповнення, класифікація Веб-сайтів

Введена классификация Веб-сайтов, которая является специализированной для решения научно-прикладной задачи персонификации информационного наполнения глобальной системы World Wide Web

Ключевые слова: WWW, Веб-сайт, персонификация информационного наполнения, классификация Веб-сайтов

Introduced is Website classification which is dedicated to solving the scientific and applied problem of World Wide Web content personification

Key words: WWW, Website, Web content personification, Website classification

ПЕРСОНІФІКАЦІЙНА КЛАСИФІКАЦІЯ ВЕБ- САЙТІВ

О.Л. Березко
Аспірант

Кафедра інформаційних систем на мереж
Національний університет “Львівська політехніка”
вул. Ст.Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013
Контактний тел.: 8 (067) 369-80-34
E-mail: berezko@gmail.com

1. Вступ

Сьогодні завдяки новим тенденціям розвитку World Wide Web, які набули поширення і отримали спільну назву Веб 2.0 [1], відбулося стрімке зростання обсягів інформаційного наповнення WWW у зв'язку з активністю “звичайних” користувачів в межах форумів, блогів, wiki-систем тощо.

В результаті відбулась трансформація логічної структури інформаційного наповнення WWW від множини документів (Веб-сторінок), з'єднаних між собою гіперпосиланнями, до множини інформаційних результатів активності користувачів (Веб-особистостей) [2], з'єднаних особистими контактами користу-

вачів, які документуються у WWW в різних формах: приналежність до однієї спільноти, цитати, коментарі, спілкування на форумах, декларація стосунків в межах соціальних мереж тощо.

WWW все більше набуває ознак реальної глобальної спільноти людей, для ефективного і толерантного функціонування якої важливим є створення механізмів формування відкритої репутації, систем крос-сайтової ідентифікації та моніторингу активності її учасників.

За таких умов актуальною є персоніфікація інформаційного наповнення глобальної системи World Wide Web, яка неможлива без розробки та впровадження відповідних методів та засобів.