

УДК 617.586-089.23:615.844.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (КЭМ) В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ПОДОШВЕННОМ ОРТЕЗИРОВАНИИ ПАЦИЕНТОВ С ПАТОЛОГИЕЙ СТОПЫ

С.И. Болтрукевич, д.м.н., профессор; А.Г. Мармыш, В.С. Аносов

Кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

*В статье представлен новый метод оценки функционального состояния стоп и эффективности проводимого лечения, позволяющий существенно расширить возможности диагностики и реабилитации пациентов с отклонениями в развитии стоп, объективизировать состояние опорно-двигательного аппарата с учетом компенсаторных механизмов, типичных для детского и подросткового возраста. Определены принципы оптимальной коррекции нарушений и динамического контроля состояния стоп.*

**Ключевые слова:** КЭМ, динамическая компьютерная барография, биомеханические аппроксимационные зоны, индивидуальные подошвенные ортезы.

*The article shows a new method of estimation of foot functional condition and efficiency of treatment. It allows to expand essentially the opportunities of feet deformation diagnostics and rehabilitation. The principles of optimal correction of abnormalities and dynamic control of feet condition are determined.*

**Key words:** dynamic computer-barographic investigations, zonal distribution of plantar pressure, individual foot orthotics.

Проблема диагностики нарушений развития стоп в раннем возрасте, предупреждения прогрессирования выявленных нарушений и контроля эффективности проводимой ортопедической коррекции представляется чрезвычайно важной (С.Е. Волков, 1999.; С.В. Фисорин, 2002; В.С. Аносов, 2006). Необходимо повышение качества и объективности диагностики патологии стоп у детей [11, 12]. Характерно, что в последние 10 лет отмечается тенденция увеличения доли этих заболеваний в общей структуре причин, определяющих негодность к службе в армии [1, 2, 6, 7]. До 42% заболеваний стоп у взрослых связаны с недостаточной диагностикой их в детском возрасте (С.Е. Волков, 1999). Как правило, в возрасте 16-18 лет патология принимает необратимый характер и существенно ограничивает социальную активность на протяжении всей последующей жизни [8, 9]. Одной из актуальных проблем является поиск оптимальных и современных методов диагностики заболеваний органов опоры, а также знание необходимых методик, которые являются основанием при разработке лечебно-профилактических и оздоровительных мероприятий. В настоящее время существует множество различных методик, позволяющих оценить высоту свода стопы и степень ее распластанности. Среди существующих методов диагностики патологии стопы выделяют следующие: визуальная оценка стопы, подометрия, методы планто-контурграфии, традиционная плоскостная рентгенография, биомеханические методы (регистрация опорных взаимодействий) и миотонометрии [11, 12, 16, 17, 18]. Согласно литературным данным, наиболее перспективным методом диагностики патологии

стоп в настоящее время является компьютерная барография, позволяющая выявлять нарушения не только при статической нагрузке, но и оценивать функциональное состояние стоп при движении [4, 13, 14, 15].

### Материал и методы

Сотрудниками кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ Гродненского государственного медицинского университета в 2007г. проведено обследование воспитанников школ-интернатов Гродненской области (Порозовская спецшкола интернат, Волковысская вспомогательная школа-интернат, Волковысский государственный детский дом смешанного типа, Поречская государственная вспомогательная школа-интернат, Дятловская школа-интернат, Слонимский детский дом смешанного типа, Лидский государственный детский дом смешанного типа, Новогрудская специальная школа-интернат для детей с тяжелыми нарушениями речи, Новогрудская школа-интернат-гимназия, Ошмянская государственная общеобразовательная школа-интернат, Сморгонская государственная школа-интернат, Радунская государственная общеобразовательная школа-интернат, Вороновская государственная школа-интернат). При клиническом ортопедическом обследовании 617 детей у 237 чел. (38,4%) из них выявлены различные варианты отклонений в строении и развитии стоп (табл.1).

Структура выявленной патологии представлена в табл. 1.

Возраст пациентов на момент обследования составил в среднем 12,7лет (от 3 до 18 лет).

У 89 детей выполнены плантографические и динамические компьютерно-барографические ис-

Таблица 1 – Структура выявленной патологии

Диагноз	Количество детей	%
Плоско-вальгусная деформация стоп	72	30,4
Продольное плоскостопие	106	44,7
Поперечное плоскостопие	30	12,6
Продольно-поперечное плоскостопие	8	3,4
Полая стопа	4	1,7
Приведение переднего отдела стопы	6	2,5
Врожденная косолапость	3	1,3
Деформации пальцев	8	3,4
Всего	237	100

следования с использованием комплекса электронно-механического (КЭМ –ТУ РБ 500032863.001-2004), разработанного по заданию Министерства здравоохранения Республики Беларусь сотрудниками УО «Гродненский государственный медицинский университет» совместно с сотрудниками Научно-исследовательского центра проблем ресурсосбережения НАН Беларуси и Научно-инженерного центра «Плазмотег» ФТИ НАН Беларуси. Технические параметры КЭМ дают возможность проводить биомеханическую диагностику различных видов деформаций стоп на самых ранних стадиях. Программное обеспечение КЭМа позволяет не только диагностировать патологию, но и, что следует подчеркнуть, разрабатывать конструктивное решение ортопедической коррекции выявленных нарушений. Завершающим этапом обследования этой группы детей являлось изготовление по биомеханической модели индивидуальных специальных ортопедических подошвенных ортезов из полимерного композита с последующей проверкой их эффективности на КЭМе. Технология производства этих ортопедических стелек (ТУ РБ 500040372.001-2001) была также разработана сотрудниками УО «Гродненский государственный медицинский университет» совместно с сотрудниками Научно-исследовательского центра проблем ресурсосбережения НАН Беларуси.

Характерной особенностью предлагаемого нами способа изготовления подошвенных ортезов для коррекции патологии стоп является индивидуальность ортопедических стелек и специальная биомеханическая конструкция, основанная на результатах динамического измерения нагрузочных напряжений стоп.

Основные измеряемые параметры КЭМа:

- ♦ Распределение давления по подошвенной поверхности
- ♦ Расположение общего центра массы пациента (ОЦМ)
- ♦ Динамическое определение нагрузочных (опорных) зон стопы
  - ♦ Определение давления по фазам шага
  - ♦ Определение циклических характеристик ходьбы
  - ♦ Определение положения вектора ОЦМ при ходьбе

Учитывая, что опорная поверхность стопы имеет выраженную дифференциацию, нами были вы-

делены 5 биомеханических аппроксимационных зон с различными функционально-диагностическими критериями:

А – пальцевая зона, соответствующая расположению фаланг;

В – метатарзальная зона, захватывающая плюснефаланговые суставы и проекцию механической оси переката стопы;

С, D – зоны срединной области, отграниченной линией Шопара и разделенной продольной линией, проходящей от пяточного бугра через середину расстояния между головками 1 и 5 плюсневых костей на медиальную или рессорную (С) и латеральную – опорную (D) части, отражающие состояние субтарального сустава и возможности амортизационной составляющей;

Е – пяточная зона, являющаяся основной осевой опорой.

В норме наибольшее давление наблюдается в зонах В и Е стопы, меньшее приходится на зону D и минимальное в зоне С. Кроме этого важным признаком нормы является отсутствие локальных перегрузок.

С учетом всех полученных данных, сравнительного анализа статического и динамического распределения давления, локализации зон чрезмерного давления, расположения пассивных участков подошвенной поверхности, не задействованных в опорной функции, выставлялся диагноз и принималось решение о необходимых корригирующих элементах ортеза. При плоско-вальгусной деформации применялась выкладка продольного свода стопы, которая обязательно сочеталась с пяточным супинатором. Такая коррекция поддерживает внутреннюю сторону пятки и позволяет значительно снизить пронирующий момент подтаранного сустава в фазе опоры, выводя его в супинированное положение. Для коррекции продольного плоскостопия достаточно укрепления и супинации продольного свода за счет выкладки или супинационного пелота. Считаем принципиально важным определение расположения супинатора и его высоты. Максимальная высота локализуется в проекции таранно-ладьевидного сочленения и, в зависимости от антропометрических и биомеханических характеристик пациента, составляла от 10 до 20 мм. Супинационный пелот начинался от проекции линии, находящейся непосредственно за пяточным бугром, и заканчивается в проекции условной линии, проходящей несколько сзади от головок плюсневых костей. Наружный свод стопы находится в анатомической и функциональной зависимости от внутреннего свода и составляет от 1/3 до 2/3 его размеров. Максимальная высота выкладки наружного свода располагалась на уровне пяточно-кубовидного сочленения.

При поперечном плоскостопии применялась разгрузочно-направляющая коррекция на уровне плюсневых костей. Для этого использовались по-

перечные супинаторы высотой от 10 до 20 мм, каплеобразной или овальной формы, расположенные широким концом вперед. Обычно поперечный супинатор устанавливался в проекции второго межплюсневых промежутка на расстоянии 20 мм зади от головок плюсневых костей. Однако, в зависимости от клинической картины и выраженности патологического процесса, расположение супинатора, а также его размеры могли меняться.

Коррекция полой стопы имела симптоматический характер и сводилась к формированию опорной поверхности за счет увеличенной выкладки продольного свода, разгружающих пелотов и амортизирующих подушек в зонах избыточного давления. Топография размещения ортопедических элементов определялась по картине динамической барографии. Для коррекции косолапости применялись пронирующие пелоты, которые располагались по наружному краю ортопедической стельки с захватом пяточного отдела или от продольного свода. Для отведения переднего отдела стоп использовался пальцевой пронатор.

С целью подбора высоты элементов ортеза в обувь пациента вкладывались примерочные ортопедические стельки с известными размерами элементов и проводилось исследование на электронно-механическом комплексе. При недостаточной коррекции проводились исследования со стельками с большей или меньшей высотой элементов до достижения оптимальной компьютерной картины. Высота пяточного супинатора определялась по формуле  $X=1/2A \cdot \operatorname{tg} \alpha$ , где  $X$  – высота коска,  $A$  – ширина пятки,  $\alpha$  – угол вальгусного отклонения пятки.

В зависимости от мобильности и степени деформации, вида патологии использовались различные по степени жесткости материалы. При I степени плоскостопия – стельки с жестким межстелечным слоем. При II степени – стельки с жестким или комбинированным межстелечным слоем, обеспечивающим поддержку сводов и разгрузку болезненных участков. При III степени плоскостопия, фиксированных деформациях – стельки с межстелечным слоем из мягких эластичных материалов для разгрузки болезненных участков подошвенной поверхности стопы.

При примерке и подгонке к обуви пациента изготовленной ортопедической стельки с помощью комплекса осуществлялся контроль качества полученной коррекции и при необходимости доработка и адаптация ее элементов.

Расположение корригирующих элементов на поверхности подошвенного ортеза позволяет регулировать рессорную и балансировочную функции стопы, компенсировать различные виды отклонений от нормы. Для оптимальной эффективности коррекции важен не выбор материала, а, прежде всего, правильное ортопедическое решение построения ортеза в соответствии с имеющейся патологией.

### Заключение

Компьютерный функционально-диагностический комплекс (КЭМ – ТУ РБ 500032863.001-2004) является оригинальной совместной разработкой сотрудников УО «Гродненский государственный медицинский университет» с сотрудниками Научно-исследовательского центра проблем ресурсосбережения НАН Беларуси и Научно-инженерного центра «Плазмотег» ФТИ НАН Беларуси. Информация, получаемая при компьютерной барографии стоп, дает возможность установить локализацию и размеры корригирующих элементов, создать для стопы своеобразный каркас, направляющий функционально-нагрузочные составляющие в правильное физиологическое положение. Таким образом, подготовленная методика позволяет существенно оптимизировать процесс диагностики, лечения и ортопедической реабилитации детей с дисфункцией стоп, учитывая биомеханическую структуру развития патологии, что дает возможность осуществлять эффективное лечение на самых ранних стадиях заболевания, до развития выраженных клинических признаков.

### Литература

1. Андрианов, В.Л. Организация ортопедической и травматологической помощи детям / В.Л. Андрианов, Н.Г. Веселов, И.И. Мирзоева. – Л.: Медицина, 1988. – 240с.
2. Андрианов, В.Л. Патология стопы у детей / В.Л. Андрианов // Сб. науч. тр. / Ленингр. н.-и. дет. ортопед. ин-т им. Г.И. Турнера. – Л., 1979. – 102с.
3. Аносов, В.С. Компьютерно – фотоплантографическая методика диагностики патологии стоп / В.С. Аносов // Рецепт. – Минск, 2006. – №6. – С.153–158.
4. Болтрукевич, С.И. Биомеханические подходы к ортопедической коррекции патологии стоп / С.И. Болтрукевич, В.В. Кочергин, В.В. Лашковский // 1 Международная конференция по патологии стопы и голеностопного сустава: тезисы, Москва, 31 марта – 01 апр. 2006г. / РАГС. – М., 2006. – С. 19.
5. Волков, С.Е. Дифференциальная диагностика и раннее комплексное лечение врожденных деформаций стоп у детей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.22 / С. Е. Волков; ЦНИИ травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – М., 1999. – 23с.
6. Годунов, С.Ф. О статическом плоскостопии / С.Ф. Годунов, И.П. Шуляк // Ортопедия, травматология, протезирование. – 1967. – №5. – С. 78–85.
7. Годунов, С.Ф. Патологическая анатомия «статической» плосковальгусной стопы / С.Ф. Годунов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1972. – № 10. – С. 43–47.
8. Козырев, Г.С. Возрастные особенности развития стопы / Г.С. Козырев. – Харьков, 1969. – С. 331–338.
9. Недригайлова, О.В. Развитие свода стопы у детей / О.В. Недригайлова, Д.А. Яременко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1969. – № 2. – С. 18–23.
10. Фисорин, С. В. Эпидемиология годности к военной службе юношей призывного возраста по некоторой ортопедической патологии стопы / С.В. Фисорин, Ю.М. Киселевский // Материалы научно-практической конференции молодых ученых и студентов ГрГМУ, Гродно, 19 апр. 2002 г. – Гродно, 2002.–Ч.1. – С. 125–126.
11. Штритер, В.А. К вопросу об измерении плоскостопия / В.А. Штритер // Гигиена труда. – 1927. – №12. – С. 20–24.
12. Штритер, В.А. Что считать плоскостопием? / В.А. Штритер // Журнал современной хирургии. – 1929. – Т.4. – С. 1153 – 1157.
13. Angle of gait: a comparative reliability study using footprints and the EMED-SF / J. Taranto [et al.] // The Foot. – 2005. – №15. – P. 7–13.
14. Cavanagh P.R., Ulbrecht J.S. Clinical plantar pressure measurement in diabetes: rationale and methodology// The Foot.- 1994.- №4.- P.123-135.
15. Cavanagh P.R., Hewitt F.G., Perry J.E. In-shoe plantar pressure measurement: a review. // The Foot. – 1992. – №2. – P.185–194.
16. Staheli, L. Fundamentals of pediatric orthopaedics / L. Staheli. – New York: Raven Press, 1992. – 252p.
17. Wejsflog, G. Plantokonturografia / G. Wejsflog // Pol. Tyg. Lek. – 1955. – №52. – P. 1670–1677.
18. Wilkinson, M. J. The measurement of gait parameters from footprints / M. J. Wilkinson, H.B. Menz, A. Raspovic // The Foot. – 1995. – №5. – P. 84–90.

Поступила 05.06.08