

© О. П. Большаков, И. Р. Котов, Е. Л. Полякова. 20014
УДК 617.586-053.4

О. П. Большаков¹, И. Р. Котов¹ и Е. Л. Полякова²

ФОРМА СВОДА СТОПЫ ДЕТЕЙ 2–5 ЛЕТ ПО ДАННЫМ ПЛАНТОГРАФИИ И ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

¹ Кафедра оперативной хирургии и клинической анатомии (зав. — доц. В. Л. Петришин), Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова; ² Ортопедический центр «ОРТО-С» (дир. — канд. мед. наук В. Б. Куранов), Санкт-Петербург

Проведено ортопедическое обследование 25 детей в возрасте от 2 до 5 лет с использованием методов плантометрии и голографической интерферометрии объемных слепков следа ребенка. Получены компьютерные карты поверхности свода стопы, и выполнена графическая реконструкция формы свода в норме и при плоскостопии. Установлено, что наиболее достоверные отклонения формы свода стопы, возможно, связанные с задержкой развития, выявляются у детей 4–5 лет при динамической нагрузке. Показаны некоторые дополнительные возможности голографической интерферометрии при ранней диагностике плоскостопия у детей.

Ключевые слова: стопа, форма свода стопы, голографическая интерферометрия

У детей плоскостопие является самой распространенной формой функционально-морфологических нарушений опорно-двигательного аппарата. Частота его в период первого и второго детства достигает 40% и имеет тенденцию к нарастанию [3]. При отсутствии ортопедической профилактики и лечения с возрастом усиливается и приводит к тяжелым нарушениям (сколиоз и др.) Успех профилактических мероприятий зависит от своевременной диагностики и квалифицированных назначений врача-ортопеда.

Раннее выявление плоскостопия у детей младшего возраста затруднено, так как применяемые диагностические методы не обеспечивают одновременной количественной оценки анатомической и функциональной компоненты патологии стопы ребенка [6, 17]. Это вынуждает искать для своевременного выявления плоскостопия новые более информативные и технологичные способы. С учетом сказанного представляет интерес возможность определения формы свода стопы у детей с помощью разработанного нами способа голографической интерферометрии.

Целью данной работы являются анализ результатов изучения формы подошвенной поверхности стопы с помощью компьютерной реконструкции голографических интерферограмм и выявление закономерностей изменения высоты свода при функциональных нагрузках в норме и при плоскостопии.

Материал и методы. Исследована форма подошвенной поверхности свода стопы 25 детей в возрасте от 2 до 5 лет, проходивших обследование в Ортопедическом центре «ОРТОС-С» Санкт-Петербурга для раннего выявления плоскостопия. В возрасте от 2 лет до 2 лет 11 мес обследованы 3 мальчика и 3 девочки; от 3 лет до 3 лет 11 мес — 4 мальчика и 3 девочки; от 4 до 5 лет — 8 мальчиков и 4 девочки.

Проанализированы карты ортезирования и плантограммы, составленные при осмотре пациентов. Учитывая, что данные плантографии (отпечатков стопы на плоской поверхности опоры) не позволяют составить представление о форме свода стопы ребенка, были также использованы объемные отпечатки стоп («следы»), полученные на застывающей пластмассе «педилон» под нагрузкой массы тела ребенка, стоящего на платформе, и без нагрузки (в положении сидя). Объемные (отпечатки) стоп выборочно исследовали с помощью голографической интерферометрии в лаборатории кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И. П. Павлова.

Методика состояла из следующих этапов. 1. Определение локальных антропометрических показателей (длина, ширина стопы и др.) в соответствии с принятыми рекомендациями [4, 5]. 2. Определение плантограммы [12]. 3. Регистрация интерферограммы и компьютерная реконструкция формы поверхности (рис. 1). 4. Математическая обработка карты поверхности и построение графического изображения формы свода в различных плоскостях и сечениях. Выбор плоскостей и уровней сечений (рис. 2) обусловлен требованиями методики ортопедического обследования и технологии изготовления ортезов (профилактических вкладок и стелек) [8, 10]. 5. Сопоставление данных голографической интерферометрии с плантограммами, полученными при осмотре врачом-ортопедом.

Сведения об авторах:

Большаков Олег Петрович, Котов Игорь Ростиславович, кафедра оперативной хирургии и клинической анатомии, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, 197022, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, 6–8; Полякова Елена Леонидовна, Ортопедический центр «ОРТО-С», 192029, Санкт-Петербург, ул. Ольминского, 5

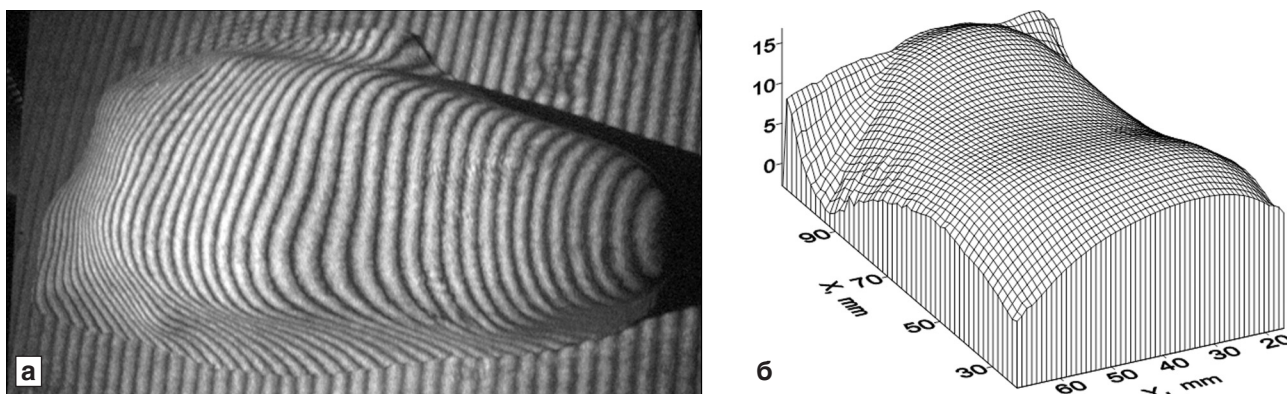


Рис. 1. Интерферограмма объемного отпечатка стопы (а) и компьютерная реконструкция формы подошвенной поверхности (б)

Результаты исследования. Обследованные пациенты были разделены на 2 группы. 1-ю группу (9 наблюдений) составили дети без клинических (анатомических и функциональных) признаков плоскостопия. Во 2-ю группу (16 наблюдений) включены дети с диагнозом «плоско-вальгусная стопа» различной степени.

По результатам медицинского осмотра и анализа плантограмм пациенты были распределены на 2 группы (таблица).

Распределение пациентов по результатам анализа плантограмм

Возраст	1-я группа Нормальный свод	2-я группа Плоская стопа	Всего наблюдений
2 года — 2 года 11 мес	2	4	6
3 года — 3 года 11 мес	1	6	7
4–5 лет	6	6	12
Итого	9	16	25

Соотношение «норма/патология» у обследованных детей не отражает каких-либо закономерностей, так как обращения в ортопедический центр были, как правило, обусловлены подозреваемым плоскостопием. Однако привлекает внимание, что среди пациентов 1-й группы в 5 случаях из 9 нормальная плантограмма наблюдалась у детей, достигших 5-летнего возраста.

Среди пациентов 4–5 лет плоско-вальгусная стопа, по данным плантографии, была выявлена у 6 из 12 обследованных детей, причем у двоих плоскостопие сочеталось с начальными признаками деформации коленного сустава и поясничного отдела позвоночника.

Анализ голографических интерферограмм показал, что форма свода стопы детей без клинических, анатомических и функциональных отклонений имеет сформированный продольный свод,

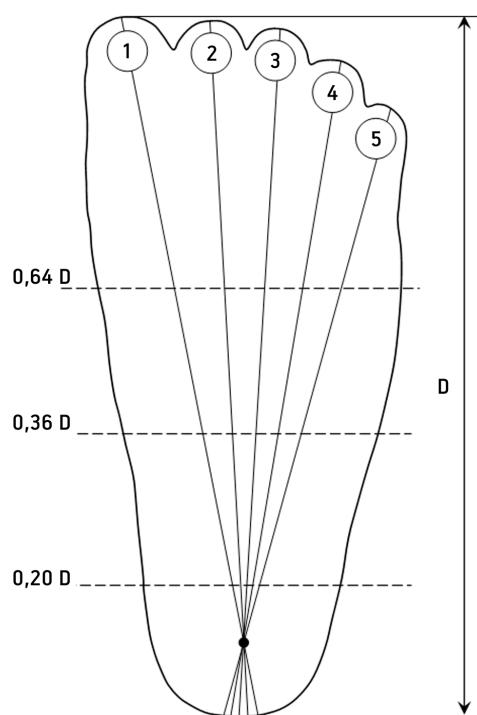


Рис. 2. Плоскости, уровни сечений и реперные точки (пересечения плоскостей) на подошвенной поверхности стопы.

D — длина стопы; 0,64D, 0,36D, 0,20D — плоскости поперечных сечений; 1, 2, 3, 4, 5 — продольные плоскости («лучи»), проведенные от заднего края стопы через проекцию пяточного бугорка к концам пальцев

отчетливо видимый на графиках без нагрузки. Относительная высота его сравнительно невелика и в наивысшей точке (в сечении 0,36D по медиальному краю стопы) не превышает 20 мм (рис. 3, а). Различия высоты свода у внутреннего и наружного краев стопы отчетливо прослеживаются и на графиках поперечных сечений (рис. 4, а), где виден также намечающийся поперечный свод. Характерно, что при нагрузке (в положении ребенка стоя) происходит «уплощение» как внутреннего, так и наружного продольных сводов (см. рис. 3, б; 4, б). При этом внутренний свод

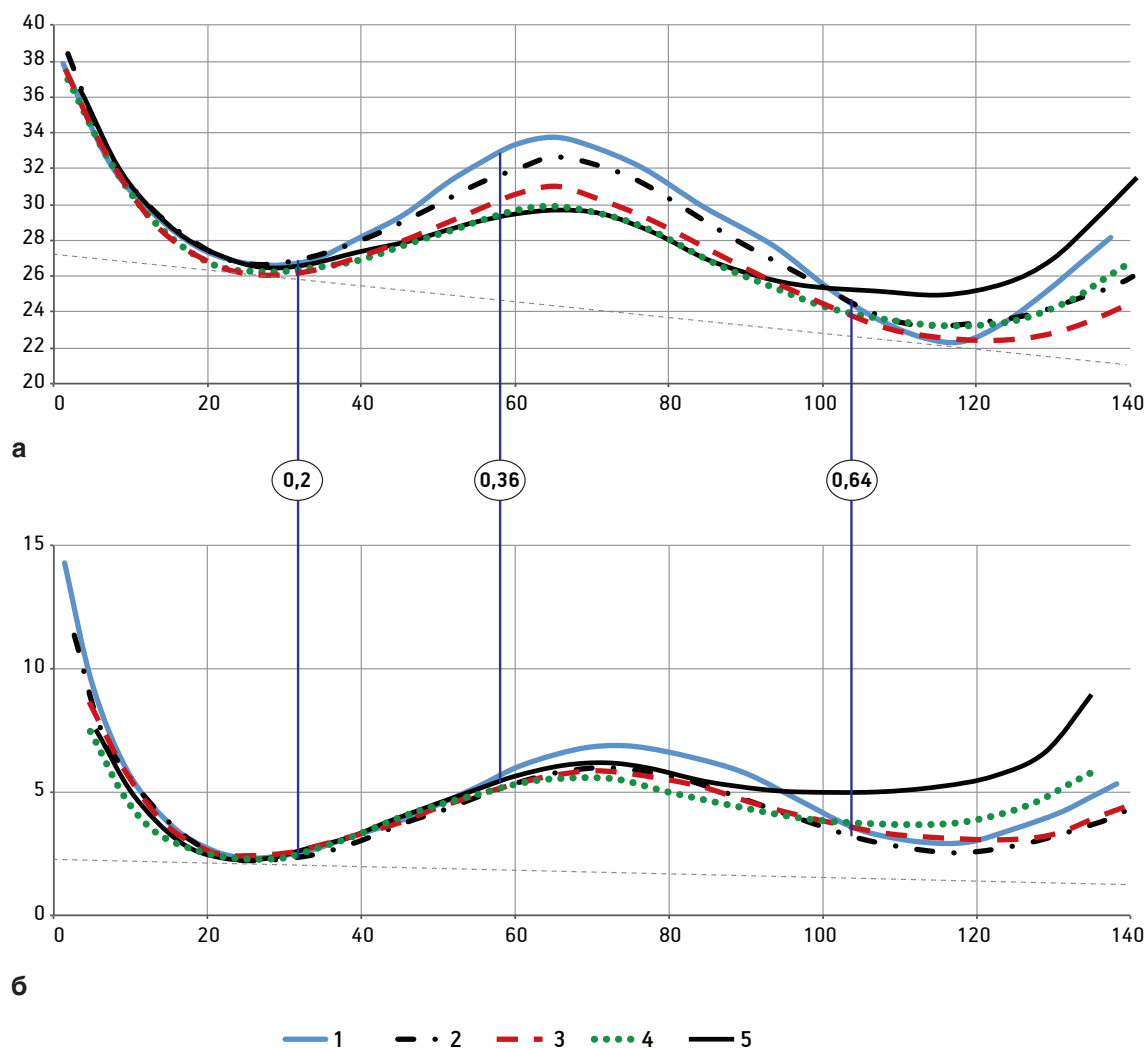
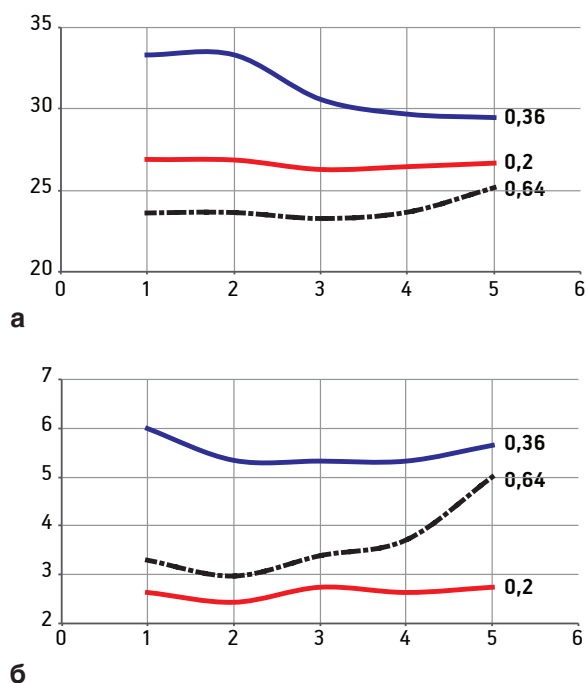


Рис. 3. Графическая реконструкция контура продольного свода стопы пациента с нормальной плантограммой, а — без нагрузки, б — под нагрузкой.

По оси абсцисс — продольный размер свода стопы, по оси ординат — высота свода стопы (мм)



стопы «распрямляется» в большей степени, чем наружный (все кривые приближаются друг к другу), «контур свода» сглажен, его высота в контрольных сечениях уменьшается до 5–6 мм.

Несколько иная картина наблюдалась во 2-й группе наблюдений, куда входили пациенты с клиническими проявлениями различных степеней плоскостопия (плоско-вальгусная стопа I–II степени). Как видно на рис. 5, а высота медиального свода в сечении 0,36D хотя и достигает почти 20 мм, кривые 4–5 в переднем отделе стопы (плоскость сечения 0,64D) расположены выше уровня медиального контура. Поперечный свод в наблюдениях этой группы не выражен (рис. 6, а).

Рис. 4. Контур поперечного свода стопы пациента с нормальной плантограммой, а — без нагрузки, б — под нагрузкой.

По оси абсцисс — поперечный размер свода стопы, по оси ординат — высота свода стопы

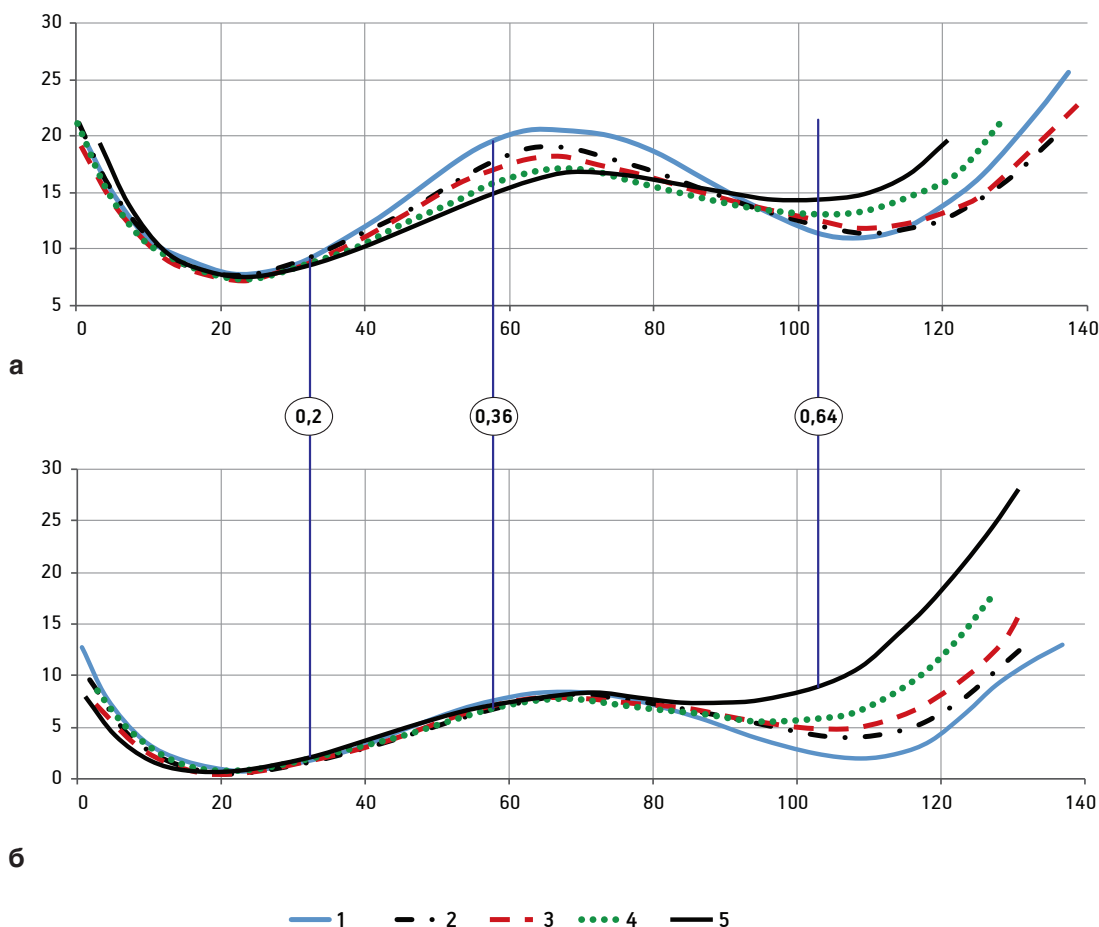


Рис. 5. Графическая реконструкция контура продольного свода стопы пациента с плоско-вальгусной стопой I степени, а — без нагрузки, б — под нагрузкой.

По оси абсцисс и ординат то же, что на рис. 3

Главные же отличия выявляются при нагрузке на стопу (в положении стоя). На графиках (см. рис. 5, б) можно отметить уменьшение высоты продольного свода до 8 мм. Все контурные кривые располагаются в одной плоскости, что особенно хорошо видны на поперечных сечениях (см. рис. 6, б). При этом характерно, что латеральный край стопы значительно смещен по направлению вверх. Это особенно заметно в поперечном сечении 0,64D и свидетельствует о тенденции к вальгусной ротации переднего отдела стопы.

Обсуждение полученных данных. Приведенные материалы свидетельствуют о том, что способ голографической интерферометрии объемных отпечатков следов детей, обследуемых в специализированных ортопедических центрах, позволяет получать не только качественные, но и цифровые характеристики свода стопы. Метод

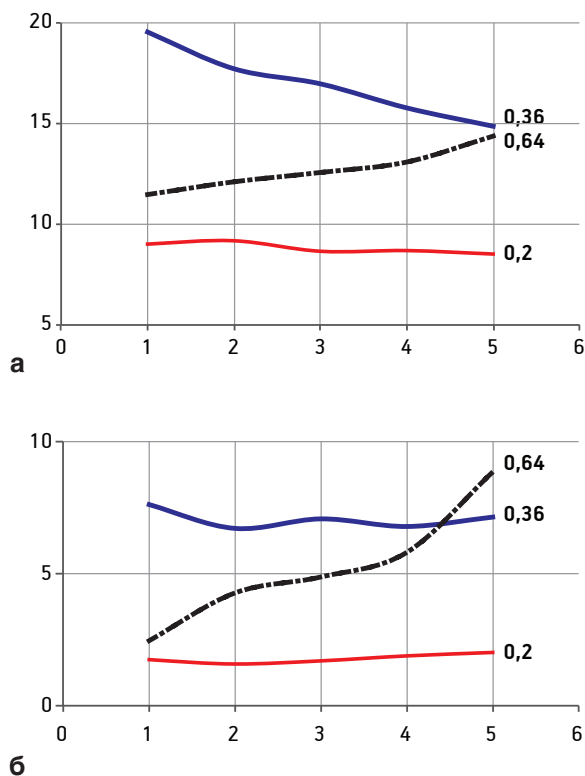


Рис. 6. Контур поперечного свода стопы пациента с плоско-вальгусной стопой I степени, а — без нагрузки, б — под нагрузкой.

По оси абсцисс и ординат то же, что на рис. 4

обладает высокой разрешающей способностью и позволяет реконструировать трехмерную модель формы подошвенной поверхности стопы в отличие от плоской плантограммы. При этом открывается возможность выявления некоторых динамических характеристик, в частности, сравнения показателей «сводчатости», полученных в состоянии «без нагрузки», с изменениями, происходящими под воздействием силы тяжести тела ребенка.

Врачами-педиатрами и ортопедами в специализированных изданиях неоднократно поднимался вопрос о причинах проявления различных эффектов при казалось бы однотипном воздействии [6, 11, 13], однако он мало отражен в анатомической литературе. Мнения авторов по данному вопросу часто противоречивы. Главным выводом большинства работ является констатация факта трудности постановки диагноза в раннем возрасте в силу анатомических особенностей стопы ребенка. Среди этих особенностей авторы выделяют «мягкий» (несформированный) свод стопы, слабость мышечно-связочного аппарата, незавершенный процесс окостенения. Именно в связи с этим, по нашему мнению, большой интерес, с научной и практической точки зрения, представляют исследования стопы в пре- и постнатальном онтогенезе [9, 14, 16]. По данным этих работ, на 6–8 нед внутриутробного развития стопы находятся в положении наружной ротации («крайнее вальгусное положение»). На 9–10-й неделе начинается процесс «скручивания» стоп [1, 15], намечается сводчатость. К 20-й неделе положение стоп приближается к «нейтральному», причем параметры «сводчатости» превышают таковые у новорожденных и у детей грудного возраста. Основную роль в этом авторы приписывают неравномерности формирования и развития сгибательной и разгибательной мускулатуры нижней конечности. Считается, что для детей 2–3 лет характерно еще большее функциональное уплощение сводов под влиянием ходьбы. Стабилизация функционально-анатомического процесса формирования стопы происходит только к 4–5 годам. Это совпадает с данными исследователей [1–3], утверждавших, что именно к этому моменту в основном завершается морфофункциональное формирование стопы. В связи с этим возрастная группа от 4 до 5 лет представляет наибольший интерес для раннего выявления патологических изменений формы стопы, требующих активной коррекции.

Как показали наши наблюдения, именно в этом возрасте можно наблюдать различную выраженность продольного свода и, главное, неодинаковую его «устойчивость» к функциональным нагрузкам. Нам представляется, что эти индиви-

дуальные особенности («незавершенность» формообразования) могут быть выявлены (во время профилактических осмотров, диспансеризации детей) методом голографической интерферометрии, с помощью которой, возможно, удастся дифференцировать функциональные (слабость мышечно-связочного аппарата) и врожденные (вальгусная «установка» стопы) признаки. Это, в свою очередь, может обеспечить своевременность оказания ортопедической помощи и предупредить прогрессирование симптомов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова-Языкова Н.Ф. Развитие сводов стопы в раннем онтогенезе человека: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ярославль, 1990.
2. Александров Г.Н. Эволюция свода стопы человека и вопросы плоскостопия: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Самара-канд, 1953.
3. Алексанянц Г.Д., Абушкевич В.В. и Чижик Л.Ю. Морфофункциональные особенности сводчатого строения стопы у мальчиков/юношей, обучающихся в общеобразовательной и специальной коррекционно-образовательной школах. Совр. пробл. науки и образования, 2008, № 4, с. 51–52
4. Баценко Н.Ф. Морфологические показатели сводов стопы в раннем детском возрасте. В кн.: Вопросы морфологии и регенерации. Саратов, изд. Саратовск. ун-та, 1981, с. 47–48
5. Бунак В.В. Антропометрия. Практический курс. М., Наркомпрос РСФСР, 1941.
6. Гафуров Х.З. Плоско-вальгусная стопа. Казань, Татиздат, 1990.
7. Горелова И.К. Конструирование и технология ортопедической обуви. СПб., АЛП, 1996.
8. Горелова И.К., Аржанникова Е. С. и Иванов Р.А. Конструирование ортопедической обуви: уч. пособие. СПб., изд. АЛП, 1996.
9. Куденцова Г.В. Исследование роли генетических и средовых факторов в детерминации статического плоскостопия у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2002.
10. Мицкевич В.А.. Ортопедия первых шагов. М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
11. Морейнис И.Ш. и Куликовский Т.Е. Моделирование свода в искусственной стопе. Протезирование и протезостроение, 1980, вып. 54, с. 78–82.
12. Aldegheri R., Agostini S. A chart of anthropometric values. J. Bone Joint Surg. Br., 1993, v. 75, № 1, p. 86–88
13. Anatomy of the Foot and Ankle, Descriptive, Topographic, Functional. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2011.
14. Bojsen-Moller F. Anatomy of the fore foot, normal and pathologic. Clin. Orthop. Relat. Res., 1979, v. 142, p. 10–18.
15. Gould N., Moreland M. Alvares R. et al. Development of the child's arch. Foot Ankle, 1989, v. 9, № 5, p. 241–245.
16. McCarthy D. The developmental anatomy of pes valgo planus. Clin. Podiatr. Med. Surg., 1989, v. 6, № 3, p. 491–509.
17. Rose G., Welton E. and Marsha U. The diagnosis of the flat foot in the child. J. Bone-Joint Surg. Br., 1985, v. 67, № 1, p. 71–78.

Поступила в редакцию 04.03.2014

FOOT ARCH SHAPE IN CHILDREN AGED 2–5 YEARS ACCORDING TO THE DATA OF PLANTOGRAPHY AND HOLOGRAPHIC INTERFEROMETRY

O.P.Bol'shakov¹, I.R.Kotov¹ and Ye.L.Polyakova²

25 children aged 2 to 5 years were examined orthopedically using the methods of plantometry and holographic interferometry of three-dimensional casts of footprints. The computer maps of the foot arch surface were obtained and the graphic reconstruction

of the arch shape was performed in normal cases and in children with flatfoot. Most significant deviations of the foot arch shape, probably associated with the development delay, were detected in 4–5-year-old children under the dynamic load. Some additional advantages of holographic interferometry for the early diagnosis of flatfoot in children were demonstrated.

Key words: *foot, foot arch shape, holographic interferometry*

¹ Department of Operative Surgery and Clinical Anatomy, First I. P. Pavlov State Medical University, St. Petersburg;

² «Orto-C» Orthopedic Center, St. Petersburg

© И. В. Гайворонский, С. И. Микитюк, Н. Г. Губочкин, 2014
УДК 611.717-089.843

И. В. Гайворонский^{1,4}, С. И. Микитюк² и Н. Г. Губочкин³

АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕСВОБОДНЫХ КОСТНЫХ ТРАНСПЛАНТАТОВ НА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

¹ Кафедра нормальной анатомии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), ² кафедра военно-полевой хирургии (зав. — проф. И. М. Самохвалов), ³ кафедра военной травматологии и ортопедии (зав. — проф. В. М. Шаповалов), Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург; ⁴ кафедра морфологии (зав. — проф. И. В. Гайворонский), Санкт-Петербургский государственный университет

Изучение сосудистого русла верхней конечности проводили методом препарирования на 24 препаратах, фиксированных формалином, полученных от трупов 5 мужчин и 7 женщин, а также на 16 препаратах, полученных от трупов 4 мужчин и 4 женщин, артериальное русло которых было инъецировано черным латексом. Изучали артерии, непосредственно питающие кости, и артерии, обеспечивающие кровоснабжение мышц, прикрепляющихся к костям. Исследованы большая грудная мышца, круглый и квадратный пронаторы предплечья, червеобразные и межкостные мышцы кисти. Затем проводили экспериментальные оперативные вмешательства по формированию и перемещению костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке. Установлено, что питающими артериями несвободных костных трансплантатов на мышечно-сосудистой ножке являются: на ключице — ветви грудноакромиальной артерии, на плече — мышечные ветви плечевой артерии, на проксимальных отделах костей предплечья — мышечные ветви лучевой и локтевой артерии, на дистальных отделах костей предплечья — ветви передней межкостной артерии, на костях пясти — ветви тыльной и ладонной пястных артерий. Размер костных трансплантатов определяется величиной дефекта реципиентной области и варьирует от 3 до 8 см. Перемещение кровоснабжаемого костного трансплантата возможно на расстояния от 4 до 8 см.

Ключевые слова: *верхняя конечность, костный кровоснабжаемый трансплантат, мышечно-сосудистая ножка, дефекты костей*

Лечению ложных суставов и дефектов костей посвящено большое количество работ. Большинство существующих методик оперативного лечения направлены, прежде всего, на стабильную фиксацию отломков [2, 7]. Изучение анатомии сосудов малого диаметра отдельных областей человеческого организма существенным образом повлияло на разработку и внедрение более эффективных способов лечения ложных

суставов и дефектов костей с использованием кровоснабжаемых трансплантатов [4, 10].

Пересаживаемые кровоснабжаемые костные аутооттрансплантаты не подвергаются длительным процессам перестройки и рассасыванию, а срастаются с реципиентными костями в сроки, близкие к среднестатистическим срокам сращения переломов [1]. На протяжении последних десятилетий такие операции успешно выполняются в клинике

Сведения об авторах:

Гайворонский Иван Васильевич (e-mail: i.v.gaivoronsky@mail.ru), кафедра нормальной анатомии,

Микитюк Сергей Иванович (e-mail: smikityuk@yandex.ru), клиника военно-полевой хирургии,

Губочкин Николай Григорьевич (e-mail: Gubochkin_NG@mail.ru), отделение реконструктивной и восстановительной хирургии, кафедра военной травматологии и ортопедии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6