

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-4-137-149>

УДК 611.986

Методика интегративной анатомической оценки стопы

Л. М. Смирнова^{1,2}, В. В. Михайлишин¹ ✉

¹ Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г. А. Альбрехта Минтруда России
ул. Бестужевская, д. 50, г. Санкт-Петербург 195067, Российская Федерация

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
ул. Профессора Попова, д. 5, г. Санкт-Петербург 197022, Российская Федерация

✉ e-mail: mikhaishin_v@mail.ru

Резюме

Цель исследования. Интегративные методы диагностики стопы, объединяющие данные рентгенографии и компьютерной плантографии, позволяют получить целостное представление о морфологии, состоянии суставов и характере контакта стопы с опорой в статике. Разработка таких методов актуальна для повышения информативности и точности анатомической оценки стопы. Цель работы – разработать методику интегративной анатомической оценки стопы.

Методы. Исследование выполнено на 50-ти пациентах в возрасте 18–70 лет, которым проводились компьютерная плантография и рентгенография стопы в прямой проекции. При проведении исследований использованы рентгеноконтрастные металлические маркеры для пространственной привязки изображений. Обработка плантограмм выполнялась с применением ранее разработанного программного обеспечения.

Результаты. Разработана трёхэтапная методика интегративного исследования стопы, включающая выполнение плантографии и рентгенографии с использованием металлических маркеров на стопе, обработку изображений и их послойное совмещение при анализе. Методика обеспечивает точное совмещение снимков за счёт использования маркеров, а также унификацию визуализации данных и воспроизводимость исследования. Получен набор из 50 интегративных исследований стоп. В результате интегративного подхода повышается точность локализации анатомических структур и расширяются возможности комплексного анализа, что важно для планирования ортопедического лечения и мониторинга его эффективности.

Заключение. Предложенная методика представляет интерес для научных исследований и клинической практики ввиду получения унифицированного результата двух различных исследований – плантографии и рентгенографии стопы. Она может быть применима для углублённого анализа структурных изменений стопы, оценки эффективности терапевтических и ортопедических вмешательств, а полученные данные интегративных результатов может быть применим в образовательных программах и дальнейших исследованиях. Методика также открывает новые перспективы для разработки моделей искусственного интеллекта в анализе мультимодальных медицинских данных, что особенно актуально в условиях развития персонализированной медицины.

Ключевые слова: стопа; компьютерная плантография; рентгенография; интегративное исследование; мультимодальные данные; ортопедия; анатомия.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Смирнова Л. М., Михайлишин В. В. Методика интегративной анатомической оценки стопы // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2025. Т. 15, № 4. С. 137–149. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-4-137-149>

Поступила в редакцию 11.10.2025

Подписана в печать 09.11.2025

Опубликована 26.12.2025

© Смирнова Л. М., Михайлишин В. В., 2025

The method of integrative anatomical assessment of the foot

Lyudmila M. Smirnova^{1,2}, Viktor V. Mikhailishin¹ ✉

¹ Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht Ministry of Labor of Russia
50 Bestuzhevskaya Str., Saint Petersburg 195067, Russian Federation

² St. Petersburg Electrotechnical University "LETI"
5 Professor Popov Str., Saint Petersburg 197022, Russian Federation

✉ e-mail: mikhailishin_v@mail.ru

Abstract

Purpose of research. Foot, computer plantography, radiography, integrative research, multimodal data, orthopedics, anatomy. **Introduction.** Integrative diagnostic methods of the foot, combining X-ray and computer plantography data, allow us to obtain a holistic view of the morphology, condition of the joints and the nature of the contact of the foot with the support in the static. The development of such methods is relevant to increase the information content and accuracy of anatomical assessment of the foot. The purpose of the work is to develop a methodology for integrative anatomical assessment of the foot.

Methods. The study was performed on 50 patients aged 18-70 years who underwent computer plantography and radiography of the foot in a direct projection. During the research, radiopaque metal markers were used for spatial image binding. The plantograms were processed using previously developed software.

Results. A three-stage method of integrative foot examination has been developed, including performing plantography and radiography using metal markers on the foot, image processing and their layered combination during analysis. The technique ensures accurate alignment of images through the use of markers, as well as unification of data visualization and reproducibility of the study. A set of 50 integrative foot studies was obtained. As a result of the integrative approach, the accuracy of localization of anatomical structures increases and the possibilities of complex analysis expand, which is important for planning orthopedic treatment and monitoring its effectiveness.

Conclusion. The proposed technique is of interest for scientific research and clinical practice in view of obtaining a unified result of two different studies – plantography and radiography of the foot. It can be used for in-depth analysis of structural changes in the foot, evaluation of the effectiveness of therapeutic and orthopedic interventions, and the resulting dataset of integrative results can be used in educational programs and further research. The technique also opens up new perspectives for the development of artificial intelligence models in the analysis of multimodal medical data, which is especially important in the context of the development of personalized medicine.

Keywords: foot; computer plantography; radiography; integrative research; multimodal data; orthopedics; anatomy.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Smirnova L.M., Mikhailishin V. V. Evaluation of the accuracy of false alarm frequency control methods for de novo spectrum. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2025;15(4):137–149. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2025-15-4-137-149>

Received 11.10.2025

Accepted 09.11.2025

Published 26.12.2025

Введение

Современная медицина и биомеханика уделяют особое внимание стопе, поскольку её патологии приводят к

инвалидности, болевым синдромам и значительному снижению качества жизни [1]. Плоскостопие – одна из таких патологий – ассоциируется со снижением

показателей качества жизни и функций стоп [2]. При развитии плоскостопия нарушается распределение давления на подошвенной поверхности стопы: у людей с уплощённым продольным сводом нагрузка на передний отдел стопы (особенно на плюсневые кости) значительно выше, чем у людей с нормальным сводом [3]. Кроме того, дефекты сводов стопы могут вызывать болевые ощущения не только в самой стопе, но и в мышцах голени, суставах колена и тазобедренных суставах, а также сопровождаться нарушениями походки и равновесия.

Рентгенография стопы на протяжении десятилетий остаётся одним из основных методов визуализации, позволяя детально изучать костную структуру, состояние сводов и суставов стопы [4]. Для количественной оценки степени плоскостопия на рентгенограммах измеряют ряд углов и индексов: угол подъёма пяточной кости, таранно-плюсневый угол, навикулярный индекс и др. [5]. Тем не менее статические рентгенографические показатели слабо коррелируют с динамической функцией стопы [6]. Это подчёркивает необходимость проведения дополнительных функциональных тестов, таких как анализ походки или бароподиометрия [7].

Компьютерная плантография является методом диагностики функционального состояния стоп, основанным

на получении снимка подошвенной поверхности стопы [8]. Форму внутреннего продольного свода стопы можно оценивать по особенностям плантограммы: различные конфигурации свода отчётливо отражаются в отпечатке стопы и изменяют характер распределения давления на подошве [9]. Для количественной оценки высоты свода стопы применяются классические плантографические индексы: например, индекс Сталели вычисляют как отношение минимальной ширины средней части стопы к максимальной ширине пятки, а индекс Чиппак–Смиряка – как отношение минимальной ширины средней части стопы к максимальной ширине переднего отдела стопы [10]. Статический анализ распределения давления на подошвенной поверхности широко используется для объективной оценки функции стопы и выявления её деформаций (плоскостопия) [11]. Современные системы компьютерной плантографии регистрируют отпечатки стоп в двухмерном формате и могут реконструировать трёхмерную модель стопы после обработки данных [12]. По результатам сканирования автоматически вычисляются подометрические и плантографические показатели, автоматически определяется площадь опоры¹.

Мультимодальная (интегративная) медицинская визуализация играет

¹ Пат. 2814368 С1 Российская Федерация, МПК G16H 50/00, A61B 5/107, G06T 7/12. Способ диагностики состояния стоп человека / Михайлишин В. В., Смирнова Л. М., Михайлишин В. И. [и др.]; заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Перспективные информационные технологии». № 2023124975; заявл. 28.09.23; опубл. 28.02.24. EDN ZITQKK

важную роль в клинической диагностике, объединяя информацию из разных методов визуализации для более полного понимания патологии [13]. Она обеспечивает многомерный анализ состояния пациента и повышает точность диагностики, что позволяет индивидуализировать лечение [14]. Например, совмещённая визуализация на основе ПЭТ и МРТ сочетает метаболическую и анатомическую информацию, что обеспечивает раннее обнаружение опухолей и более точное планирование терапии [15].

Перспективность таких подходов при оценке деформаций переднего и среднего отделов стопы подтверждена исследованиями с применением конусно-лучевой КТ в положении нагрузки (WB-СВСТ) [16]. Это соответствует положениям российского консенсуса по диагностике и лечению плоскостопия, который акцентирует необходимость одновременной оценки статических и динамических параметров стопы [17]. Разработка методики совмещения рентгенографического снимка с изображением, полученным методом компьютерной плантографии, представляет собой шаг к повышению информативности диагностики благодаря созданию целостного представления о морфологической структуре и пространственном положении костей, состоянии суставов и особенностях контакта подошвенной поверхности стопы с опорой в статике.

Цель работы – разработать методику интегративной анатомической оценки стопы.

Материалы и методы

В исследовании использованы плантограммы и рентгенограммы 50 пациентов в возрасте от 18 до 70 лет. Плантограммы получали методом компьютерного оптического планшетного сканирования в позе пациента стоя. Цифровые рентгенограммы получали в прямой проекции с частичной опорой на передний отдел выдвинутой вперед стопы в позе пациента стоя.

Для обработки снимков компьютерной плантографии использован алгоритм обработки плантограмм, позволяющий унифицировать снимки по расположению и масштабу отображения на них изображения стоп для упрощения их дальнейшего анализа [18]. В качестве маркеров для последующего сопоставления плантограмм и рентгенограмм одной и той же стопы применялись диски диаметром 3 мм толщиной 0,5 мм, изготовленные из стали. Крепление маркеров к стопе осуществлялось с помощью медицинского лейкопластыря на тканевой основе.

Результаты и их обсуждение

Разработанная методика включает 3 взаимосвязанных этапа схематично представленных ниже (рис. 1) [20].

Рис. 1. Методика интегративного исследования стопы¹Fig. 1. The methodology of integrative foot research¹

Согласно разработанной методике, на первом этапе обследуемому выполняют плантографию стоп под нагрузкой весом тела без использования маркеров. Для этого обследуемому устанавливают в позу стоя на выдерживающее вес человека прозрачное опорное стекловое планшетное напольное сканирующее устройство и сканированием получают электронные плантограммы с отображением опорного отпечатка стопы на фоне ее вида снизу. При необходимости оценки не только опорной, но и амортизационной функции стопы (дополнительно к плантограмме, соответствующей равной опоре на обе нижние конечности) регистрируют также плантограммы с другой дозой нагрузки на стопу (сниженной или повышенной за счет смещения веса тела в сторону левой / правой конечности).

Затем, в соответствии с разработанным методом совмещения плантограмм

и рентгенограмм, на плантарную поверхность стопы обследуемого устанавливают рентгеноконтрастные металлические маркеры (рекомендуется не толще 0,5 мм и диаметром не более 3 мм) с липким слоем с одной стороны (например, в виде тонкого двухстороннего скотча) или прикрепленные медицинским лейкопластырем с последующей обводкой их контура. Рекомендуемые места установки маркеров на стопе – контактирующие с опорой области переднего и среднего отделов стопы, не являющиеся проекцией клинически значимых структур. Прикрепление маркеров необходимо для создания единой системы координат, используемой в процессе обследования двумя указанными методами.

После установки маркеров выполняют плантографию и рентгенографию стопы. Рассмотрим пример результата исследований (рис. 2).

¹ Пат. 2844243 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/103. Способ анатомического исследования стопы человека / Михайлишин В. В., Смирнова Л. М., Фадеев В. Д.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-

образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г. А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации. Заявл. 19.12.24; опубл. 28.07.25. EDN TTTONS



Рис. 2. Пример данных мультимодального исследования: а – плантограмма без маркеров; б – плантограмма с маркерами; в – рентгенограмма с маркерами

Fig. 2. An example of the multimodal research data: a – a plantogram without markers; б – a plantogram with markers; в – an X-ray with markers

Обработка плантограмм выполнялась автоматически, по ранее разработанному алгоритму, который включал настройку контрастности и яркости для улучшения визуализации, разделение изображений левой и правой стопы на отдельные снимки, удаление фона изображений и размещение их на однородном черном фоне по центру изображения ориентацией продольной оси изображения стопы вдоль снимка, классификацию стопы (левая или правая) моделью искусственного интеллекта для упрощения дальнейшего анализа [18].

Обработка рентгенограмм выполнялась оператором и включала настройку яркости и контрастности изображения, разделение левой и правой стопы на

отдельные снимки, удаление фона изображений, удаление участков, соответствующих мягким тканям, а также костным элементам, расположенным проксимальнее линии Шопарова сустава, дифференциация которых затруднена. На отдельный слой были вынесены и скрыты кости дистальных отделов фаланг пальцев, что было обосновано различием в положении пальцев при выполнении плантографии и рентгенографии. Пример обработанных изображений представлен ниже (рис. 3).

На заключительном этапе выполнено послойное совмещение обработанных изображений компьютерной плантографии с маркерами и без них и рентгенограммы.

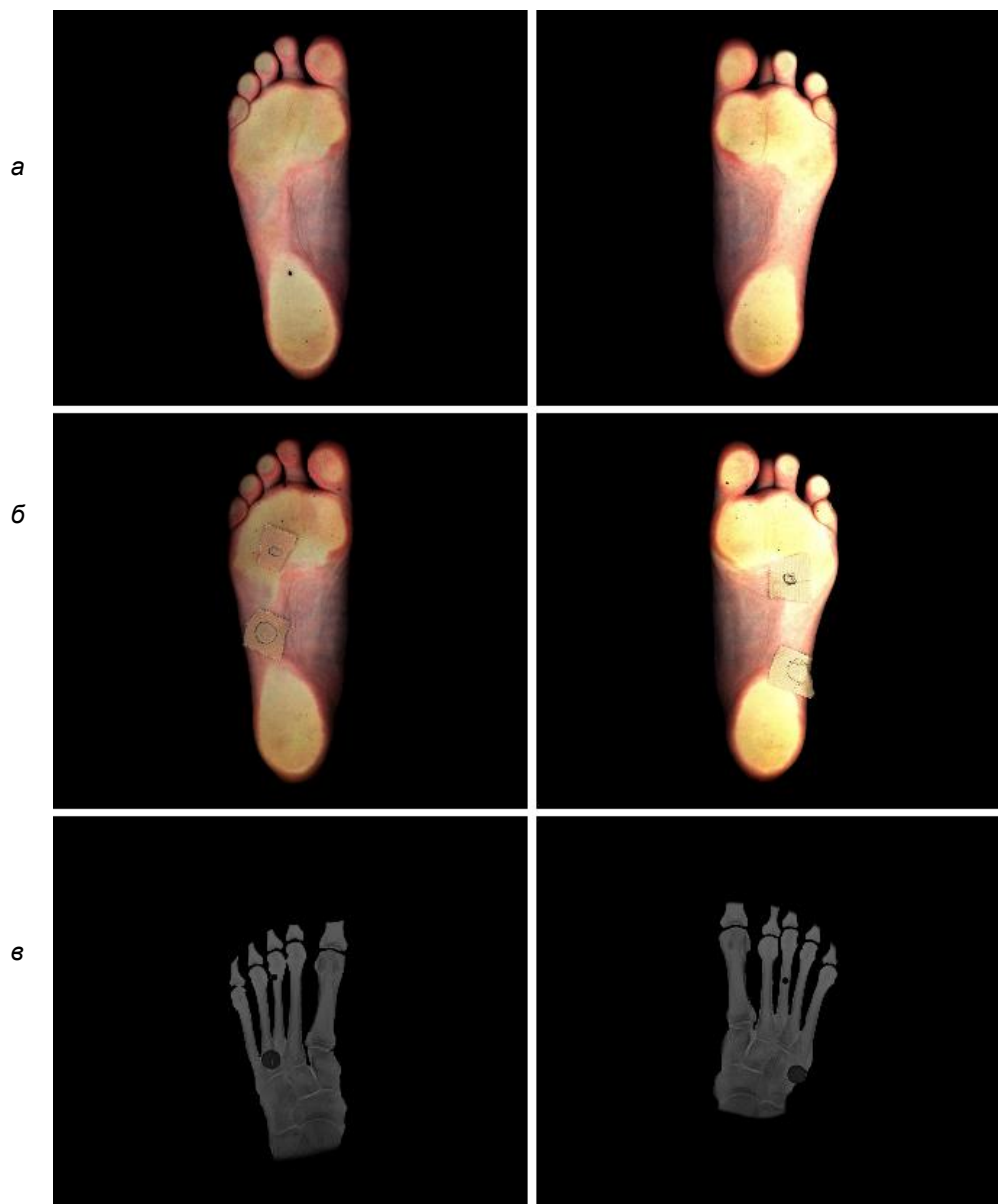


Рис. 3. Пример результата обработки снимков: а – плантограмма без маркеров; б – плантограмма с маркерами; в – рентгенограмма с маркерами

Fig. 3. Example of the result of image processing: а – plantogram without markers; б – plantogram with markers; в – X-ray with markers

Совмещение обработанных плантограмм проводилось автоматическим наложением снимков друг на друга, а рентгенограмм – с использованием поворотов, смещений, растягивания и/или сжатия их таким образом, чтобы одни и те же маркеры на плантограмме и рентгенограмме точно совпадали. Критерием совпадения маркеров принято равенство

значений координат их центров и границ. Рассмотрим пример интегративного результата мультимодального исследования (рис. 4). Для наглядности рентгенографические изображения левой и правой стоп наложены с прозрачностью 40% на плантограмму без маркеров, а плантограммы с маркерами скрыты. Обработка рентгенограмм выполнялась оператором

и включала настройку яркости и контрастности изображения, разделение левой и правой стопы на отдельные снимки, удаление фона изображений, вынесение на отдельный слой участков, соответствующих мягким тканям, а также костным элементам, расположенным проксимальнее линии Шопарова сустава, дифференциация которых

затруднена. Также на отдельный слой были вынесены и скрыты кости дистальных отделов фаланг пальцев, что было обосновано различием в положении пальцев при выполнении плантографии и рентгенографии. Пример обработанных изображений представлен ниже (рис 3).

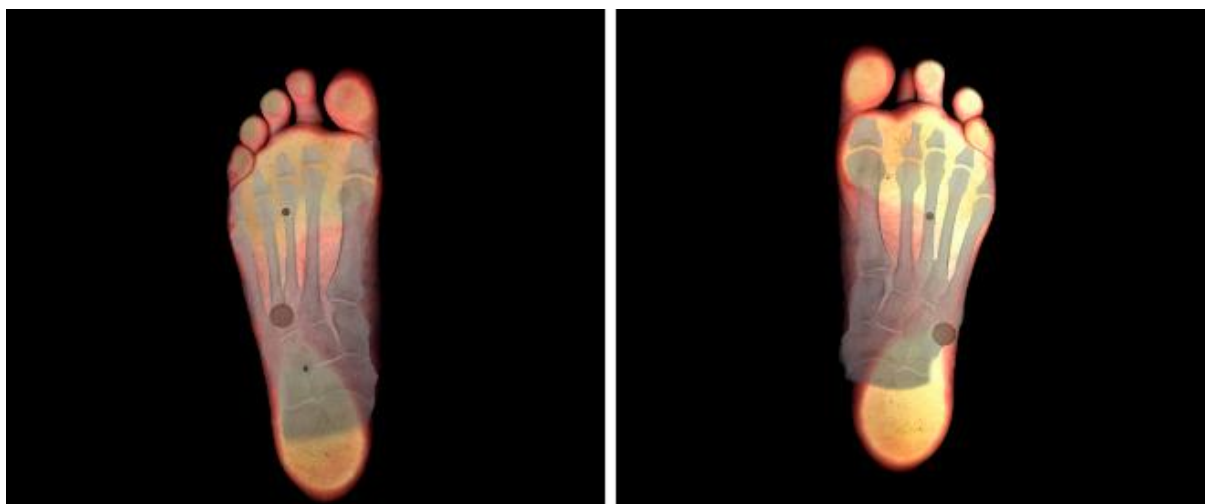


Рис. 4. Пример результата интегративного исследования стопы

Fig. 4. An example of the result of an integrative foot study

По совмещенным друг с другом изображениям электронной плантограммы и электронной рентгенограммы проводят геометрический анализ костных структур стопы, опорного отпечатка и контура стопы. Визуально сопоставляют расположение между собой элементов костных структур стопы и элементов опорного отпечатка и контура стопы.

Причем при анализе изображений плантограммы и рентгенограммы имеется возможность перевода каждого из слоёв на передний или задний план на экране по отношению друг к другу и регулирования прозрачности отдельно каждого из них. Эти манипуляции

необходимы для лучшей визуализации того изображения (плантограммы или рентгенограммы), которое окажется на переднем плане.

Для иллюстрации повышения точности определения положения костных структур стопы на плантограмме по разработанной методике интегративной анатомической оценки стопы, по сравнению с традиционной методикой поочередного сравнения рентгенограммы и плантограммы, пяти врачам-ортопедам предъявлялось задание определить координаты точки, соответствующей середине первого предплюсне-плюсневого сустава каждым из этих методов (рис. 5, табл. 1).

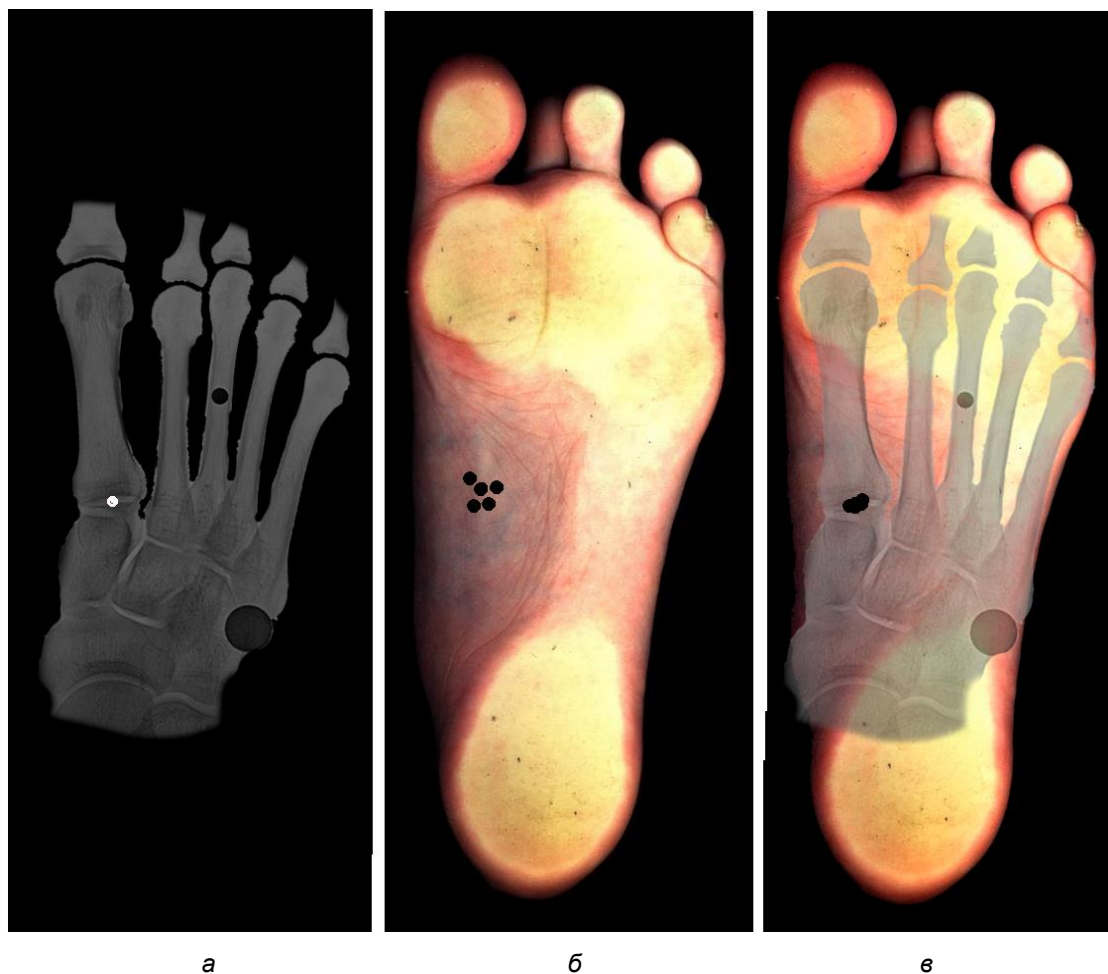


Рис. 5. Определение координат точки, соответствующей середине первого предплюсне-плюсневое сустава у пациента: а – рентгенограмма; б – результаты поочередного сравнения рентгенограммы и плантограммы; в – результаты методики интегративной анатомической оценки стопы

Fig. 5. Determination of the coordinates of the point corresponding to the middle of the patient's first tarsal-metatarsal joint: а – X-ray; б – results of visual comparison of the X-ray and plantogram; в – results of the method of integrative anatomical assessment of the foot

Таблица 1. Результаты теста определения координат точки, соответствующей середине первого предплюсне-плюсневое сустава, по оси X

Table 1. Test results for determining the coordinates of the point corresponding to the middle of the first tarsal-metatarsal joint along the X axis

Метод / Method		Координаты точек, px / Coordinates of points, px)				Статистики / Statistics			
		1	2	3	4	5	μ	σ^2	σ
Поочередное сравнение рентгенограммы и плантограммы	По оси X	688	688	702	698	676	689,2	117,2	10,8
	По оси Y	525	507	499	526	507	512,8	145,2	12,0
Интегративная анатомическая оценка стопы	По оси X	685	678	680	684	691	683,6	25,3	5,0
	По оси Y	519	519	516	521	519	518,8	3,2	1,8

Таким образом, точность геометрического сопоставления плантограмм и рентгенограмм стопы по разработанной интегративной анатомической оценке стопы оказалась значительно выше по сравнению с визуальным сравнением рентгенограммы и плантограммы. Например, в рассмотренном примере с определением середины первого предплюсне-плюсневой сустава дисперсия σ^2 и стандартное отклонение σ координат указанной искомой точки оказались в несколько раз меньше при применении разработанной методики:

– σ_x^2 – более чем в 4 раза (117,2/25,3),
 σ_y^2 – в 45 раз (145,2/3,2);
– σ_x – в 2 раза (10,8/5,0), σ_y – более 6 раз (12,0/1,8).

Эти преимущества разработанной методики интегративной анатомической оценки стопы делают ее особенно востребованной для обучения по образовательным программам.

Выводы

Разработанная методика интегративной анатомической оценки стопы, основанная на совмещении плантограмм и рентгенограмм с использованием металлических маркеров, включает проведение инструментальных обследований, обработку изображений и их послойное совмещение, что обеспечивает воспроизводимость результатов в унифицированной форме. Полученный в процессе исследования датасет может быть использован в научных исследованиях и образовательных программах, включающих изучение анатомии стопы. Методика обладает потенциалом для эффективного применения в клинической практике и научных исследованиях, позволяя проводить углублённый анализ структурных изменений стопы и оценивать эффективность терапевтических и ортопедических вмешательств.

Список литературы

1. The Assessment of the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Foot / M. Chrućciak [et al.] // Current Rheumatology Reviews. 2023. Vol. 19, N 1. P. 83–92.
2. Flat foot in a random population and its impact on quality of life and functionality / S. Pita-Fernandez [et al.] // Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2017. Vol. 11, N 4. P. LC22.
3. Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children: A cross sectional study / B. Szczepanowska-Wołowiec [et al.] // International journal of environmental research and public health. 2021. Vol. 18, N 10. P. 5196.
4. Adult Acquired Flatfoot deformity: a narrative review about imaging findings / C. Polichetti [et al.] // Diagnostics. 2023. Vol. 13, N 2. P. 225.
5. Diagnostic accuracy of various radiological measurements in the evaluation and differentiation of flatfoot: a cross-sectional study / F. Khan [et al.] // Diagnostics. 2022. Vol. 12, N 10. P. 2288.
6. Is there a correlation between static radiographs and dynamic foot function in pediatric foot deformities? / H. Böhm [et al.] // Foot and Ankle Surgery. 2020. Vol. 26, N 7. P. 801–809.

7. Foot posture index does not correlate with dynamic foot assessment performed via baropodometric examination: A cross-sectional study / D. Origo [et al.] // *Healthcare*. 2024. Vol. 12, N 8. P. 814.
8. Исследование опорной и рессорной функции стоп у спортсменов с разной физической нагрузкой методом светоптической компьютерной плантографии / Г. В. Зубик, С. А. Орлов, В. Н. Ахматов, Н. В. Зубик // *Достижения современной морфологии: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, приуроченной 95-летию профессора П. И. Лобко: в 2 ч.* Минск: Белорусский государственный медицинский университет, 2024. С. 236–240. EDN EEWXJX
9. Concordance between pressure platform and pedigraph C. Gonzalez-Martin [et al.] // *Diagnostics*. 2021. Vol. 11, N 12. P. 2322.
10. Jeevanavar J. S., Watwe Y. A., Shingatgeri P. V. Validity of Arch Height Measuring Tool in Comparison with Chippaux-Smirak Index and Staheli's Arch Index: A Pilot Study // *National Editorial Board*. 2023. Vol. 17, N 4. P. 45.
11. Toward automated plantar pressure analysis: machine learning-based segmentation and key point detection across multicenter data / C. Dindorf [et al.] // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2025. Vol. 13. P. 1579072.
12. Смолькова Л. В., Долганова Т. И. Количественный анализ динамоплантограмм у детей дошкольного возраста без ортопедической патологии // *Современные вопросы биомедицины*. 2023. Т. 7, № 1. С. 179–186.
13. Tirupal T., Mohan B. C., Kumar S. S. Multimodal medical image fusion techniques—a review // *Current Signal Transduction Therapy*. 2021. Vol. 16, N 2. P. 142–163.
14. Medical image fusion method by deep learning / Y. Li [et al.] // *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*. 2021. Vol. 2. P. 21–29.
15. The use of PET/MRI in radiotherapy // Q. Yan [et al.] // *Insights into Imaging*. 2024. Vol. 15, N 1. P. 63.
16. The Assessment of the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Foot / M. Chrućciak [et al.] // *Current Rheumatology Reviews*. 2023. Vol. 19, N 1. P. 83–92.
17. Diagnostic accuracy of various radiological measurements in the evaluation and differentiation of flatfoot: a cross-sectional study / F. Khan [et al.] // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, N 10. P. 2288.
18. Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children: A cross sectional study / B. Szczepanowska-Wołowicz [et al.] // *International journal of environmental research and public health*. 2021. Vol. 18, N 10. P. 5196.

References

1. Chrućciak M., et al. The Assessment of the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Foot. *Current Rheumatology Reviews*. 2023;9(1):83–92.
2. Pita-Fernandez S., et al. Flat foot in a random population and its impact on quality of life and functionality. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*. 2017;11(4):LC22.
3. Szczepanowska-Wołowicz B., et al. Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children:

A cross sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(10):5196.

4. Polichetti C., et al. Adult Acquired Flatfoot deformity: a narrative review about imaging findings. *Diagnostics*. 2023;13(2):225.

5. Khan F., et al. Diagnostic accuracy of various radiological measurements in the evaluation and differentiation of flatfoot: a cross-sectional study. *Diagnostics*. 2022;12(10):2288.

6. Böhm H., et al. Is there a correlation between static radiographs and dynamic foot function in pediatric foot deformities? *Foot and Ankle Surgery*. 2020;26(7):801–809.

7. Origo D., et al. Foot posture index does not correlate with dynamic foot assessment performed via baropodometric examination: A cross-sectional study. *Healthcare*. 2024;12(8):814.

8. Zubik G.V., Orlov S.A., Akhmatov V.N., Zubik N.V. Study of foot support and spring function in athletes with different physical activity by light-optical computer plantography. In: *Dostizheniya sovremennoi morfologii: sbornik nauchnykh statei Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, priurochennoi 95-letiyu professora P. I. Lobko = Achievements of modern morphology: collection of scientific articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of Professor P.I. Lobko*. Minsk: Belorusskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet, 2024. P. 236–240. (In Russ.)

9. Gonzalez-Martin C., et al. Concordance between pressure platform and pedigraph. *Diagnostics*. 2021;11(12):2322.

10. Jeevannavar J.S., Watwe Y.A., Shingatgeri P.V. Validity of Arch Height Measuring Tool in Comparison with Chippaux-Smirak Index and Staheli's Arch Index: A Pilot Study. *National Editorial Board*. 2023;17(4):45.

11. Dindorf C., et al. Toward automated plantar pressure analysis: machine learning-based segmentation and key point detection across multicenter data. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2025;13:1579072.

12. Smolkova L.V., Dolganova T.I. Quantitative analysis of dynamoplantograms in preschool children without orthopedic pathology. *Modern Issues of Biomedicine*. 2023;7(1):179–186. (In Russ.)

13. Tirupal T., Mohan B.C., Kumar S.S. Multimodal medical image fusion techniques—a review. *Current Signal Transduction Therapy*. 2021;16(2):142–163.

14. Li Y., et al. Medical image fusion method by deep learning. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*. 2021;2:21–29.

15. Yan Q., et al. The use of PET/MRI in radiotherapy. *Insights into Imaging*. 2024;15(1):63.

16. Chruściak M., et al. The Assessment of the Quality of Life in Patients with Rheumatoid Foot. *Current Rheumatology Reviews*. 2023;19(1):83–92.

17. Khan F., et al. Diagnostic accuracy of various radiological measurements in the evaluation and differentiation of flatfoot: a cross-sectional study. *Diagnostics*. 2022;12(10):2288.

18. Szczepanowska-Wołowiec B., et al. Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children: A cross sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(10):5196.

Информация об авторах / Information about the Authors

Смирнова Людмила Михайловна, ведущий научный сотрудник отдела биомеханических исследований опорно-двигательной системы, Институт протезирования и ортезирования, Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г. А. Альбрехта Минтруда России, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: info@diaserv.ru, ORCID: 0000-0003-4373-9342

Lyudmila M. Smirnova, Leading Researcher at the Department of Biomechanical Research of the Musculoskeletal System, Institute of Prosthetics and Orthotics, Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht Ministry of Labor of Russia, St. Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: info@diaserv.ru, ORCID: 0000-0003-4373-9342

Михайлишин Виктор Валерьевич, начальник отдела цифровых технологий реабилитации, Институт реабилитации и абилитации инвалидов, Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г. А. Альбрехта Минтруда России, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: mikhailishin_v@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9518-1945

Viktor V. Mikhailishin, Head of the Department of Digital Technologies of Rehabilitation, Institute of Rehabilitation and Habilitation of the Disabled, Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G. A. Albrecht Ministry of Labor of Russia, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: mikhailishin_v@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4373-9342