

УДК 616.71-008.1

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-82-85>

© Карлова Н.А., Зорин Я.П., Бойцова М.Г., Зорина М.А., 2020 г.

## ДИАГНОСТИКА ПРОДОЛЬНОГО ПЛОСКОСТОПИЯ. ВЫЯВЛЕНИЕ ОШИБОК ПРИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКЕ РЕНТГЕНОГРАММ

<sup>1</sup>Н. А. Карлова, <sup>1</sup>Я. П. Зорин, <sup>1</sup>М. Г. Бойцова, <sup>2</sup>М. А. Зорина

<sup>1</sup>Научно-клинический и образовательный центр «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Санкт-Петербургская клиническая больница Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

**Введение.** Частой причиной ошибок при рентгенодиагностике продольного плоскостопия является нарушение методики выполнения исследования.

**Цели и задачи:** выявить рентгенологические признаки, позволяющие определить нарушение методики выполнения исследования.

**Материалы и методы.** Проанализированы рентгенограммы стоп 53 пациентов, направленные для экспертной оценки. Выполнено ультразвуковое исследование мягких тканей стоп 10 добровольцам.

**Результаты.** Выявлен ряд признаков, позволяющих оценить соблюдение методики рентгенологического исследования при подозрении на наличие продольного плоскостопия.

**Заключение.** Выделены критерии нарушения технических условий выполнения рентгенографии стопы для определения степени продольного плоскостопия.

**Ключевые слова:** рентгенография, стопа, плоскостопие, ошибки, методика.

Контакт: Карлова Наталья Александровна, [nakarlova@mail.ru](mailto:nakarlova@mail.ru)

© Karlova N.A., Zorin Y.P., Boitsova M.G., Zorina M.A., 2020

## THE DIAGNOSTICS OF LONGITUDINAL FLATFOOT. REVEALING OF ERRORS IN EXPERT EVALUATION OF X-RAY IMAGES

<sup>1</sup>Natalia A. Karlova, <sup>1</sup>Yaroslav P. Zorin, <sup>1</sup>Marina G. Boitsova, <sup>2</sup>Maria A. Zorina

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, Medical Faculty, Scientific and clinical and educational center «Medical Radiology and Nuclear Medicine», St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>St. Petersburg clinical hospital of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

**Introduction.** One of the reasons for errors in x-ray diagnostics of longitudinal flatfoot is a violation of the method of performing the study.

**Aim of the study.** To identify the x-ray signs that allow to determine the violation of the method of performing the study.

**Materials and methods.** There were analyzed the X-ray images of the feet of 53 patients sent for expert evaluation. Ultrasound examination of the soft tissues of the feet was performed for 10 volunteers.

**Results.** There were identified the signs that allow to assess the compliance of the x-ray examination technique, when the presence of longitudinal flatfoot is suspected.

**Conclusion.** The assessment of compliance of the x-ray examination technique allows to avoid diagnostic errors, especially at the» borderline « values of the flatfoot degree.

**Key words:** X-ray, foot, flatfoot, mistake, methodology

Contact: Karlova Natalia Alexandrovna, [nakarlova@mail.ru](mailto:nakarlova@mail.ru)

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Карлова Н.А., Зорин Я.П., Бойцова М.Г., Зорина М.А. Диагностика продольного плоскостопия. Выявление ошибок при экспертной оценке рентгенограмм // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 3. С. 82–85, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-82-85>.

**Conflict of interests:** the author stated that there is no potential conflict of interests.

**For citation:** Karlova N.A., Zorin Y.P., Boitsova M.G., Zorina M.A. The diagnostics of longitudinal flatfoot. Revealing of errors in expert evaluation of x-ray images // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 82–85, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-82-85>.

**Введение.** Плоскостопием принято считать деформацию стопы, проявляющуюся снижением высоты сводов стопы, пронираванием ее заднего и распластыванием переднего отдела. Частота плоскостопия у лиц молодого возраста по данным литературы варьирует от 0,6 до 77,9%. Такой широкий

диапазон данных связан с наличием различных методов постановки диагноза и отсутствием единых стандартизованных критериев диагностики [1–7].

Для диагностики и экспертной оценки продольного плоскостопия при военно-врачебной экспертизе могут применяться различные методики, среди кото-

рых ведущее значение имеет рентгенологическое исследование<sup>1</sup> [5–7]. Традиционная рентгенография выполняется по методике Ф. Р. Богданова и является общепринятой во всех медицинских учреждениях страны [8]. Точное выполнение рентгенографии, соблюдение правил разметки контрольных точек для выполнения рентгенограмметрических измерений и проведения анализа рентгенограмм должно обеспечить стандартизацию рентгенодиагностики плоскостопия и сопоставимость результатов исследований, выполненных в различных учреждениях [9]. Поиск признаков, указывающих на нарушения методики выполнения рентгенологического исследования (отклонения в направлении центрального луча, минимальные смещения при определении контрольных точек на рентгенограмме) является актуальным. Ретроспективный анализ обращений для экспертной оценки рентгенологических исследований у одних и тех же пациентов при выполнении исследований в различных учреждениях показывает значительное число расхождений мнений при оценке степени продольного плоскостопия. Подобные случаи, особенно при наличии «пограничных» значений степени плоскостопия, нередко становятся основанием для жалоб пациентов, обвинений в адрес врачей-рентгенологов и судебных разбирательств.

**Цель:** выявить рентгенологические признаки, позволяющие определить нарушение методики выполнения исследования.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ 53 рентгенограмм стоп, представленных для экспертной оценки (2013–2019 гг.). Во всех случаях рентгенологическое исследование выполнялось по классической методике [1–5]: рентгенография в условиях естественной статической нагрузки, на специальной подставке, в боковой проекции. Направление центрального луча — строго горизонтальное, расстояние источник-пленка — 100 см, центрация на основание третьей плюсневой кости, что проекционно совпадает с зоной клиноладевидного сустава и составляет около 4 см выше плоскости опоры стопы. Ширина подставки, используемой для рентгенографии, сопоставима с шириной стопы. Контрольные ориентиры для рентгенограмметрии: 1) подошвенная поверхность головки I плюсневой кости; 2) нижний край сочленения ладьевидной и медиальной клиновидной костей; 3) нижняя точка пяточного бугра; вершина измеряемого угла — во второй точке; перпендикуляр, опущенный из вершины угла продольного свода для определения его высоты.

Дополнительно с помощью ультразвукового исследования 10 добровольцев — мужчин в возрасте 20–30 лет, проходивших обследование в клинической больнице РАН, был изучен показатель толщины мягких тканей стопы в местах ее наибольшего прилегания к горизонтальной плоскости — в зоне головок плюсневых костей и пяточного бугра.

С целью расчета угла расхождения рентгеновского пучка выполнено тригонометрическое моделирование с учетом правил рентгенографии стопы в боковой проекции.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенное тригонометрическое моделирование показало, что при соблюдении стандартных условий и центрации рентгеновского луча на основание третьей плюсневой кости угол расхождения рентгеновских лучей, падающих на подставку составляет 2 градуса, что не позволяет на рентгенограмме дифференцировать отдельно ближний и дальний ее край, а следовательно и верхнюю плоскость подставки, которая должна визуализироваться в виде сплошной линии (рис. 1).



**Рис. 1.** Рентгенограмма стопы в боковой проекции, выполненная с соблюдением условий рентгенографии  
**Fig. 1.** Lateral X-ray image of foot, performed under correct examination conditions

Представленная на рис. 1 рентгенограмма демонстрирует визуализацию верхней плоскости деревянной подставки в виде единой сплошной линии, без отдельного отображения ее переднего и заднего края, что свидетельствует о том, что угол падения рентгеновского излучения на плоскость подставки был минимальным.

В случае нарушения правил рентгенографии и при наклонном направлении центрального луча происходит увеличение угла падения рентгеновского излучения на верхнюю плоскость подставки, что приводит к отдельной визуализации ее краев, что продемонстрировано на рис. 2.

На представленной рентгенограмме отчетливо видна верхняя плоскость деревянной подставки,

<sup>1</sup> Приказ ФСБ РФ от 29.06.2004 № 457 (ред. от 23.03.2009) Об организации военно-врачебной экспертизы в органах Федеральной службы безопасности (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.08.2004 № 5990). Приложение. Инструкция о военно-врачебной экспертизе в органах федеральной службы безопасности. Приложение 1. Расписание болезней и Таблица дополнительных требований к состоянию здоровья граждан, поступающих на военную службу по контракту в органы безопасности, в образовательные учреждения, военнослужащих органов безопасности. Расписание болезней. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. Статья 68. Плоскостопие и другие деформации стопы.



**Рис. 2.** Рентгенограмма стопы, выполненная с нарушением технических условий рентгенографии

**Fig. 2.** Lateral X-ray image of foot, performed in violation of the technical conditions of radiography

поскольку передний и задний ее край отображаются раздельно.

Ряд исследователей отмечают [4, 5], что на боковой рентгенограмме стопы, выполненной с соблюдением методики исследования, головки плюсневых костей проекционно накладываются друг на друга. Этот рентгенологический симптом был нами отмечен только на рентгенограммах, демонстрирующих «линейное» отображение подставки. Головки плюсневых костей практически полностью проекционно накладывались друг на друга, за исключением головки V плюсневой кости, которая анатомически короче остальных плюсневых костей (см. рис. 1).

Было отмечено, что на рентгенограммах, предположительно выполненных с нарушением методики исследования, отмечается проекционное наложение изображений головок плюсневых костей (см. рис. 2), а в одном случае и пяточной кости на изображение подставки, с отсутствием визуализации мягких тканей подошвенной поверхности стопы. Тригонометрическое моделирование показало, что при правильном расположении рентгеновской трубки и центрации излучения такое наложение возможно только при анатомической толщине мягких тканей от 2,5 мм и менее.

Ультразвуковое исследование мягких тканей стоп в местах наибольшего прилегания подошвы к горизонтальной плоскости выявило, что средняя толщина находилась в пределах от 5 до 8 мм и ни в одном случае не была меньше 5 мм (рис. 3), а в зоне пяточного бугра по подошвенной поверхности толщина мягких тканей составляла от 10 до 13 мм (рис. 4).

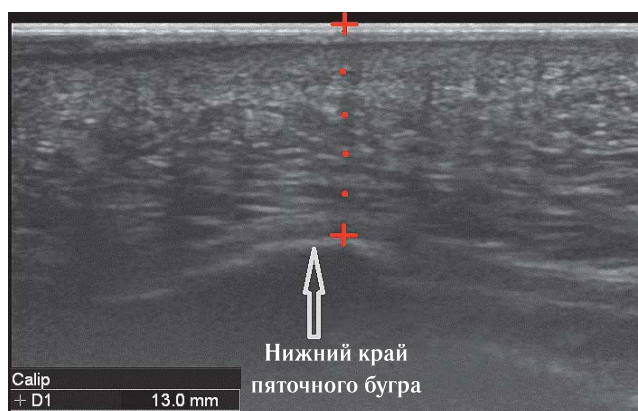
Согласно общепринятой методике рентгенограмметрии стопы по Ф. Р. Богданову [8], на боковой рентгенограмме стопы выставляются три контрольные точки: 1 — подошвенный край головки первой плюсневой кости; 2 — подошвенный край бугра пяточной кости и 3 — нижний край клиноладьевидного сочленения. Третья точка является вершиной угла продольного свода стопы. Если определение первых двух контрольных точек никогда не вызывает затруднения у врачей-рентгенологов, то определение третьей точки — положения вершины угла продольного свода стопы — может в некоторой мере варьировать при выполнении рентгенограмметрии

различными специалистами. Нижний край клиноладьевидного сочленения не является точной анатомической структурой, и положение точки, выставляемой врачами, может колебаться в пределах нескольких миллиметров, что было нами обнаружено при анализе рентгенограмм, направленных для экспертной оценки. Подобная неоднозначность определения расположения вершины угла продольного свода стопы неизбежно приводит к разночтениям в интерпретации рентгеновской картины. К сожалению, автором методики [8] не было дано достаточно конкретных указаний по точному определению положения данной контрольной точки, и этот вопрос нуждается в обсуждении врачами-рентгенологами и ортопедами. Необходимо принятие стандартизованных критериев для выполнения рентгенограмметрии. Источником ошибок при рентгено-



**Рис. 3.** Ультразвуковое исследование толщины мягких тканей подошвенной поверхности стопы в зоне головок плюсневых костей

**Fig. 3.** Ultrasound measurement of soft tissues of the underside of foot in the area of metatarsal bones heads



**Рис. 4.** Ультразвуковое исследование толщины мягких тканей подошвенной поверхности стопы в зоне пяточного бугра

**Fig. 4.** Ultrasound measurement of soft tissues of the underside of foot in the area of calcaneal tuberosity

логическом определении степени продольного плоскостопия может быть неверная установка контрольных точек на рентгенограмме для измере-

ния угла продольного свода стопы и высоты продольного свода стопы.

Исходя из полученных данных было сделано следующее заключение. При выявлении на рентгенограмме проекционного наложения головок плюсневых костей на изображение подставки с отсутствием видимого мягкотканного промежутка между головками плюсневых костей и контуром подставки на боковой рентгенограмме стопы можно с большой уверенностью сделать вывод о нарушении методики исследования, а именно — выполнении рентгенографии с неверным положением рентгеновской трубки относительно стопы и наклонным направлением центрального луча. Реальная анатомическая толщина мягких тканей стопы предполагает отчетливую визуализацию «мягкотканного просветления» между контурами плюсневых костей и изображением подставки, при условии, что рентгенография выполнена с соблюдением методики, с правильным положением рентгеновской трубки относительно стопы и правильной центрацией.

**Заключение.** Проведенное исследование позволило выделить следующие критерии нарушения технических условий выполнения рентгенографии стопы для определения степени продольного плоскостопия.

1. Визуализация верхней плоскости подставки для рентгенографии стопы с отдельным отображением ее переднего и заднего края.

2. Отсутствие проекционного наложения головок I–IV плюсневых костей друг на друга.

3. Отсутствие «мягкотканного просветления» между изображением головок плюсневых костей и изображением подставки для рентгенографии стопы.

4. Проекционное наложение изображения головок плюсневых костей на изображение подставки.

Анализ перечисленных признаков позволит врачам-рентгенологам, ортопедам, а также врачам-экспертам оценивать соблюдение методики выполнения исследования, и, тем самым, снизит число диагностических ошибок, особенно при «пограничных» значениях степени плоскостопия.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Кенис В.М., Дмитриева А.Ю., Сапоговский А.В. Вариабельность частоты плоскостопия в зависимости от критериев диагностики и способа статистической обработки // *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста*. 2019. Т. 7. Вып. 2. С. 41–50. [Kenis V.M., Dmitrieva A.Yu., Sapogovsky A.V. Variability of the frequency of flat feet depending on the diagnostic criteria and the method of statistical processing. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*, 2019. Vol. 7 (2). P. 41–50 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS7241-50>.
- Banwell H.A., Paris M.E., Mackintosh S., Williams C.M. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review // *J. Foot Ankle Res.* 2018. Vol. 11. P. 21. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0264-3>.
- Didia B.C., Omu E.T., Obuoforibo A.A. The use of footprint contact index ii for classification of flat feet in a Nigerian population // *Foot Ankle*. 2016. Vol. 7 (5). P. 285–289. <https://doi.org/10.1177/107110078700700504>.
- Gould N., Moreland M., Alvarez R. et al. Development of the child's arch // *Foot Ankle*. 2016. Vol. 9 (5). P. 241–245. <https://doi.org/10.1177/107110078900900506>.
- Серова Н.С., Беляев А.С., Бобров Д.С., Терновой К.С., Современная рентгенологическая диагностика приобретенного плоскостопия взрослых // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2017. № 98 (5). С. 275–280. [Serova N.S., Belyaev A.S., Bobrov D.S., Ternovoy K.S., Modern radiological diagnostics of acquired flat feet in adults. *Journal of radiology and nuclear medicine*, 2017. Vol. 98 (5), pp. 275–280 (In Russ.)].
- Терновой К.С., Серова Н.С., Беляев А.С., Бобров Д.С., Терновой К.С. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике плоскостопия взрослых // *REJR*. 2017. Vol. 7 (1). С. 94–100. [Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Bobrov D.S., Ternovoy K.S., Method of functional multispiral computed tomography in the diagnosis of adult flat feet. *REJR*. 2017. Vol. 7 (1), pp. 94–100 (In Russ.)].
- Жоха К.К., Александрович В.Л. Плоскостопие // *Новости лучевой диагностики*. 1998. № 2. С. 12–13. [Zhoha K.K., Alexandrovich V.L. Flat Foot. *News of Beam Diagnostics*, 1998, No 2, pp. 12–13 (In Russ.)].
- Новаченко Н.П., Богданов Ф.Р., Бойчев Б.А. *Многотомное руководство по ортопедии и травматологии*. В 3 т. М.: Медицина, 1967–1968. 780 с. [Novachenko N.P., Bogdanov F.R., Boychev B.A. *Multi-volume guide to orthopedics and traumatology*. 3 volumes. Moscow: publishing house Medicine, 1967–1968, 780 p (In Russ.)].
- Бонтрагер К.Л. *Руководство по рентгенографии с рентгеноанатомическим атласом укладок*: пер. с англ. под ред. Л.Д.Линденбрата, В.В.Китаева, В.В.Уварова. М.: Интелмедтехника, 2005. 826 с. [Bontrager K.L. *Textbook of radiographic positioning and related anatomy*. Moscow: publishing house Intelmedtechnika, 2005, 826 p. (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 12.05.2020 г.

### Авторский вклад в подготовку статьи:

Вклад в концепцию и план исследования: Н.А.Карлова, Я.П.Зорин, М.Г.Бойцова. Вклад в сбор данных: Н.А.Карлова. Вклад в анализ данных и выводы: Н.А.Карлова, Я.П.Зорин, М.Г.Бойцова, М.А.Зорина. Вклад в подготовку рукописи: Н.А.Карлова, Я.П.Зорин, М.Г.Бойцова.

### Сведения об авторах:

Карлова Наталья Александровна — профессор, доктор медицинских наук, академик МАНЭБ, профессор научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: nakarova@mail.ru; ORCID 0000–0003–2681–6940; SPIN 2414–5544;

Зорин Ярослав Петрович — доцент, кандидат медицинских наук, доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: yzorin@mail.ru; ORCID 0000–0001–9260–5119; SPIN 4936–8592;

Бойцова Марина Геннадьевна — доцент, кандидат медицинских наук, доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9; e-mail: mgboitsova@mail.ru; ORCID 0000–0001–6244–975X, SPIN 4740–3613;

Зорина Мария Александровна — врач ультразвуковой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургская клиническая больница» Российской академии наук; Санкт-Петербург; 194017, пр. Тореза, д. 72, лит. А; e-mail: yzorin@mail.ru; ORCID 0000–0003–3473–1525.