

«Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64; телефон +7 351 232-73-71, факс +7 351 232-74-82; электронная почта a.bastron@dkb74.ru

ORCID: 0009-0008-2263-8415, Scopus Author ID: 1223607, SPIN код: 4059-5081

Атманский Игорь Александрович, врач — травматолог-ортопед, д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой травматологии и ортопедии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64; телефон +7 351 232-73-71, факс +7 351 232-74-82; электронная почта atmanskiy@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9931-6897, Scopus Author ID: 143662, SPIN код: 4789-9762

Погосян Инна Аркадьевна, врач — травматолог-ортопед, д-р мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 911197, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3; телефон +7 343 214-86-71, факс +7 343 214-85-45; электронная почта pogosyan1709@mail.ru

ORCID: 0009-0000-6306-734X, Scopus Author ID: 523457, SPIN код: 7413-1890

Шамселов Артур Ирекович, травматолог-ортопед, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 454092, г. Челябинск, ул. Воровского, 64; телефон +7 351 232-73-71, факс +7 351 232-74-82; электронная почта shamselov@gmail.com

ORCID: 0009-0003-2027-1801, Scopus Author ID: 997982, SPIN код: 6551-7748

Петров Алексей Юрьевич, травматолог-ортопед, ГАУЗ ОЗП «ГКБ № 8 г. Челябинск»

Адрес: 454071, г. Челябинск, ул. Горького, 28; телефон +7 351 773-06-10; электронная почта lirgen@mail.ru

УДК 616.7-053.2-072

DOI: 10.64566/2949-6292-2026-21-2-8-12

Неинвазивные методы диагностики органов опорно-двигательного аппарата в амбулаторной практике детского ортопеда

Н. А. Бурматов ¹, А. Д. Фролов ²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тюмень, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Челябинск, Россия

Non-invasive methods of diagnosis of the musculoskeletal system in the outpatient practice of a pediatric orthopedist

N. A. Burmatov ¹, A. D. Frolov ²

¹ Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

² South-Urals State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Аннотация

Актуальность. Одной из основных задач детской ортопедии является осуществление мероприятий восстановительной и профилактической направленности, особенно лечение и профилактическое наблюдение на всех этапах реабилитации тематических пациентов. Анализ опыта работы отечественных и зарубежных специалистов, значительное количество публикаций указывают на то, что ряд вопросов, связанных с осуществлением диспансерного наблюдения пациентов с травмами и заболеваниями органов опорно-двигательного аппарата, остается актуальным и представляет интерес для изучения.

Цель исследования. Изучить диагностические возможности методов неинвазивной диагностики органов опорно-двигательного аппарата в практике диспансерного наблюдения детей.

Материалы и методы. Изучены результаты обследования пациентов детского возраста (от 11 до 17 лет) обоего пола, находящихся под диспансерным наблюдением ортопеда в детской поликлинике (n=54)

по поводу травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата (ОДА): сколиоза, нарушений осанки, повреждений и заболеваний верхней и нижней конечности. Диагностика нарушений геометрии позвоночного столба проводилась методом теневой муаровой топографии; метод непрямой денситометрии использовался для изучения оптической плотности костной ткани.

Результаты. Изучены результаты применения теневой муаровой топографии и непрямой денситометрии в комплексе медицинской реабилитации детей с нарушениями ОДА. Использование указанных методик позволяет получить данные о состоянии сагиттального баланса, минеральной плотности костной ткани и осуществлять их мониторинг.

Выводы. 1. Метод теневой муаровой топографии позволяет регистрировать изменения сагиттального позвоночно-тазового баланса у детей со сколиозом и нарушениями осанки. 2. Применение непрямой денситометрии позволяет получить объективное представление о динамике процесса остеорепакации в курсе диспансерного наблюдения пациентов детского возраста с заболеваниями и повреждениями в области пояса нижней конечности.

Ключевые слова: теневая муаровая топография; сколиоз; диафизарный перелом; непрямая денситометрия; болезнь Легга — Кальве — Пертеса.

Abstract

Relevance. One of the main tasks of pediatric orthopedics is to carry out restorative and preventive measures, especially treatment and preventive monitoring at all stages of rehabilitation of these patients. An analysis of the experience of domestic and foreign specialists, as well as a significant number of publications, indicates that a number of issues related to the implementation of dispensary monitoring of patients with injuries and diseases of the musculoskeletal system remain relevant and are of interest for study.

Purpose: to study the diagnostic capabilities of non-invasive methods of diagnostics of the musculoskeletal system in the practice of dispensary monitoring of children.

Materials and methods. The results of a survey of a group of children (aged 11 to 17 years old) of both sexes who were under the orthopedist's dispensary supervision in a children's polyclinic (n=54) for injuries and diseases of the musculoskeletal system (MSS): scoliosis, on postural disorders, injuries and diseases of the upper and lower extremities. The diagnosis of violations of the geometry of the spinal column was carried out by the method of shadow Moire topography; the method of indirect densitometry was used to study the optical density of bone tissue.

Results. The results of using shadow Moire topography and indirect densitometry in the complex of medical rehabilitation of children with MSS disorders have been studied. It has been established that the use of these techniques makes it possible to obtain data on the state of sagittal balance and bone mineral density and to monitor them.

Conclusions. 1. The method of shadow Moire topography makes it possible to register changes in the sagittal vertebral-pelvic balance in children with scoliosis and postural disorders. 2. The use of indirect densitometry allows you to get an objective idea of the dynamics of the osteoreparation process in the course of follow-up of pediatric patients with diseases and injuries in the lower limb girdle.

Keywords: shadow Moire topography; scoliosis; diaphyseal fracture; indirect densitometry; Legg-Calvet-Perthes disease.

Актуальность. Профилактическое и диспансерное наблюдение детей с травмами и заболеваниями опорно-двигательного аппарата довольно часто связано с необходимостью выполнения инвазивных диагностических исследований, ограничивающих кратность применения ввиду высокой вероятности развития нежелательных реакций, отсутствия возможности проведения того или иного вида диагностики. Анализ опыта работы отечественных и зарубежных специалистов, а также значительное количество публикаций указывают на то, что ряд вопросов, связанных с осуществлением диспансерного наблюдения пациентов с травмами и заболеваниями органов опорно-двигательного аппарата, остается актуальным и представляет интерес для изучения. Одной из основных проблем при обследовании детей являются сложности выполнения диагностики травм и заболеваний ОДА, обусловленные анатомо-физиологическими особенностями ребенка (страх боли, нежелание и т. д.), что может негативно

сказываться на результатах восстановительного лечения и, на наш взгляд, является проблемой, находящейся в плоскости нескольких фундаментальных направлений медицины детского возраста [1–3].

Цель исследования. Изучение возможности применения методов неинвазивной диагностики в практике диспансерного наблюдения детей с травмами и заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась когорта пациентов детского возраста (n = 54) обоего пола, находящихся под диспансерным наблюдением ортопеда в детской поликлинике по поводу нарушений осанки вследствие дегенеративно-дистрофической болезни, аномалий развития позвоночного столба, а также пациенты с диспластическим и идиопатическим сколиозом 1–2-й степени (по Cobb).

Возрастной диапазон охватывал периоды младшего и старшего школьного возраста (от 11 до 17 лет). Гендерно-нозологическая характеристика исследованной

группы пациентов: в исследование включены пациенты с идиопатическим сколиозом и диспластическим сколиозом ($n=26$), нарушением осанки, дебютной стадией болезни Легга — Кальве — Пертеса ($n=14$) и диафизарными переломами костей голени ($n=14$). В рамках клинического обследования пациентов при-

менялись методы лучевой диагностики; при этом изучение и проведение теневой муаровой топографии (ТМТ) [4] и непрямой денситометрии (НДМ) осуществляли после выполнения классической спондилографии и получения рентгеновских изображений костей пояса нижней конечности (таблица 1).

Таблица 1

Распределение показателей гендерной, нозологической и методологической характеристик клинического материала

В абсолютных числах (процентах)

Нозологическая группа	Вид исследования					
	Рентгенография		ТМТ		НДМ	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж
Сколиоз	11 (20,37)	13 (24,07)	11 (20,37)	13 (24,07)	—	—
Болезнь Легга — Кальве — Пертеса	7 (12,96)	7 (12,96)	—	—	7 (12,96)	7 (12,96)
Перелом диафиза большеберцовой кости	8 (14,81)	6 (11,11)	—	—	8 (14,81)	6 (11,11)
Итого	26 (48,14)	26 (48,14)	11 (20,37)	13 (24,07)	15 (27,77)	15 (27,77)

Диагностика параметров позвоночно-тазового баланса методом ТМТ выполнялась на основании изуче-

ния стандартных спондилограмм, выполняемых перед началом курса лечения (рисунок 1).

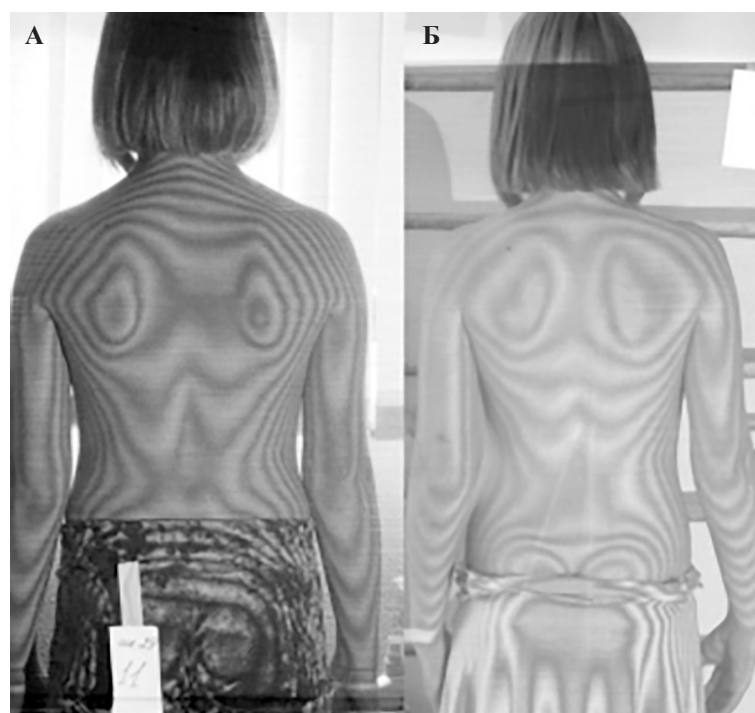


Рисунок 1. Этапы выполнения ТМТ перед (А) и после (Б) лечения

Известно, что использованный при обследовании пациентов метод теневой муаровой топографии обладает рядом недостатков, одним из которых является сложность построения и обработки трехмерного изображения позвоночного столба [5–7]. Данную пробле-

му частично удалось решить, используя оригинальное программное обеспечение для анализа топограммы и получения представления о положении тела в пространстве и функциональных возможностях пациента [8]. Метод теневой муаровой топографии использо-

вался при обследовании и реабилитации пациентов в летнее время в организованном на каникулярный период в одной из школ города Нижневартовска (ХМАО-Югра) лагере. В рамках разработанной специалистами кафедры травматологии и ортопедии Тюменского ГМУ (г. Тюмень) программы «Правильная осанка» перед началом смены на основании данных диспансерного наблюдения формировались группы из детей, состоящих на диспансерном учете у ортопеда по поводу нарушений осанки и сколиотических деформаций. Метод использовался для скрининг-диагностики, оценки степени деформации и мониторинга динамики коррекции позвоночного столба. При формировании групп реабилитации применялся персонализированный подход, учитывающий анатомо-функциональные возможности и особенности каждого реабилитанта, для чего в качестве кинезиотерапевтического пособия применялся оригинальный комплекс физических упражнений, в основе которого лежат базовые технически несложные элементы разминки, дыхательные упражнения

и техники восточных единоборств, адаптированные под задачи реабилитации пациентов данной нозологической группы.

Непрямая денситометрия [9] выполнялась по известной методике на аппаратно-программном комплексе «ДиаМорф» (Россия, г. Москва, регистрационное удостоверение МЗ РФ № 98/219-137). Исследованы рентгенограммы позвоночника, костей, образующих пояс свободной нижней конечности: диафиз большеберцовой кости (рисунок 2). Расчеты выполнялись с учетом оптической калибровки в табличном редакторе Microsoft Excel 2013. Рассчитывали среднюю оптическую плотность (СрОП) выделенных объектов по формуле:

$$ODi = \lg ((Ii - Im) / Io), \quad (1)$$

где ODi — оптическая плотность i-го элемента изображения;

Ii — интенсивность i-го элемента изображения;

Im — средняя интенсивность тени мягких тканей;

Io — средняя интенсивность фона.

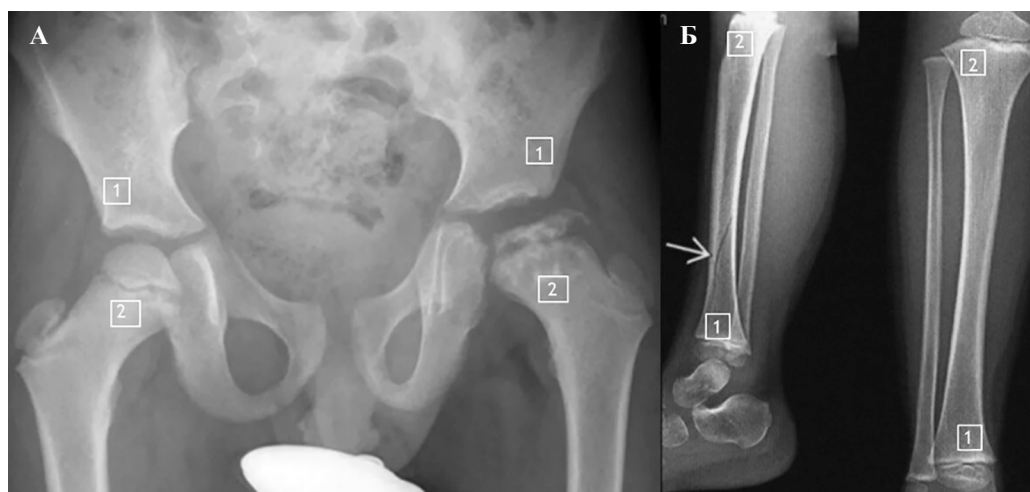


Рисунок 2. Пример использования непрямой денситометрии при лечении перелома костей голени (А), болезни Легга — Кальве — Пертеса (Б)

В площади исследуемого участка, которую принимали за 100%, определяли доли структур с различной степенью минерализации и их соотношение.

Изучение оптической плотности костей голени при травматических повреждениях голени выполнялось в брадитрофных зонах. Данный способ применялся профессором С. И. Шведом (г. Курган, КНИИЭКОТ имени академика Г. И. Илизарова) при изучении динамики состояния костного регенерата на различных этапах его роста; также состоятельность данного метода диагностики доказана при лечении гонартроза [9, 10].

При обследовании пациентов с болезнью Легга — Кальве — Пертеса показатели оптической плотности изучали в областях, указанных на рисунке 2.

Результаты. В соответствии с основной задачей исследования изучены и проанализированы данные диагностики группы пациентов детского возраста с заболеваниями и нарушениями опорно-двигательного

аппарата, находящихся под диспансерным наблюдением ортопеда.

Использованы методики расчета параметров позвоночно-тазового баланса у детей и подростков с нарушениями осанки и сколиозом, выполняемые без использования рентгенографии, при этом установлена возможность применения теневой муаровой топографии в качестве метода скрининг-диагностики заболеваний позвоночного столба. Использование метода непрямой денситометрии позволяет получить представление о морфометрических и прочностных свойствах костной ткани у детей с травмами и заболеваниями нижней конечности на этапах медицинской реабилитации.

Собственный опыт применения ТМТ позволил выделить ряд положительных качеств данной диагностической методики: возможность многократного выполнения, отсутствие необходимости использования дополнительного оборудования, а главное — высокая

информативность при мониторингировании динамики развития деформации у детей и подростков с нестабильными формами сколиоза.

На основании проведенного обследования пациентов, с учетом опыта отечественных коллег, установлено: применение метода непрямой денситометрии при амбулаторном лечении пациентов с травмой и заболеваниями опорно-двигательного аппарата позволяет осуществлять мониторинг динамики оптической плотности костной ткани, следовательно, получать объективное представление о качестве кости (минеральной плотности костной ткани) в рамках осуществления диспансерного наблюдения детей и подростков с болезнью Легга — Кальве — Пертеса. Опыт использования в практике детской поликлиники неинвазивных способов диагностики наиболее часто встречающихся заболеваний у детей и подростков установил их высокую информативность и относительную тех-

ническую простоту выполнения, что дает основания для применения в практике и дальнейшего изучения возможностей и способов использования теневой муаровой топографии и непрямой денситометрии для снижения нагрузки на оборудование и повышения доступности и качества медицинской помощи детскому населению.

Выводы:

1. Метод теневой муаровой топографии позволяет регистрировать изменения сагиттального позвоночно-тазового баланса у детей со сколиозом и нарушениями осанки.

2. Применение непрямой денситометрии позволяет получить объективное представление о динамике процесса остеорепарации в курсе диспансерного наблюдения пациентов детского возраста с заболеваниями и повреждениями в области пояса верхней и нижней конечности.

Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Финансирование проведенной научной работы проводилось собственными средствами авторов.

Литература

1. Крайнюков С. В. Картина мира подростков с заболеваниями опорно-двигательного аппарата : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.04. – Санкт-Петербург, 2015. – 220 с.
2. Иванова Е. М. Антропологические аспекты изучения осанки тела у детей и взрослых : дис. ... канд. биол. наук : 03.03.02. – Москва, 2011. – 165 с.
3. Киметова И. С., Александрова Н. Л., Михайловский М. В. Психосоциальный профиль пациентов со сколиозом // Хирургия позвоночника. – 2013. – № 3. – С. 24–29. doi: 10.14531/ss2013.3.24-29
4. Теокарис П. Муаровые полосы при исследовании деформаций / пер. с англ. и послесл. Б. Н. Ушакова. – Москва : Мир, 1972. – 335 с.
5. Бурматов Н. А., Герасимов А. А., Сергеев К. С. и др. Результаты клинко-электрометрического обследования детей и подростков при с-образном идиопатическом сколиозе III–IV типа // Медицинская наука и образование Урала. – 2022. – Т. 23, № 3. – С. 20–23. doi: 10.36361/18148999_2022_23_3_20
6. Дюрелли А., Паркс В. Анализ деформаций с использованием муара / пер. с англ. Б. Н. Ушакова. – Москва : Мир, 1974. – 359 с.
7. Устройство для рентгенологической диагностики деформаций позвоночного столба : патент на полезную модель / Кучерюк В. И., Бреев Д. М., Скрябин Е. Г., Сергеев К. С. – Россия, 2010.
8. Способ бесконтактной диагностики нарушений осанки у лиц с заболеваниями опорно-двигательного аппарата (MoirTop) : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023615642 Российская Федерация : № 2023613974 : заявл. 28.02.2023 : опубл. 16.03.2023 / Н. А. Бурматов, К. С. Сергеев, С. А. Копылов [и др.].
9. Куфтырев Л., Болотов Д., Щудло М. и др. Сравнительная оценка контактного регенерата по данным прямой и непрямой денситометрии у больных с дефектами концов костей, образующих коленный сустав // Гений ортопедии. – 2000. – № 4. – URL: <https://www.ilizarov-journal.com/jour/article/view/601/628> (дата обращения: 28.11.2025).
10. Осипова Е. В., Чегуров О. К., Матвеева Е. Л., Гасанова А. Г. Возможности непрямой компьютерной денситометрии изображений рентгенограмм в оценке гонартроза // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 9-2. – С. 23–27. – URL: <https://natural-sciences.ru/article/view?id=34347> (дата обращения: 28.11.2025).

Сведения об авторах

Бурматов Никита Александрович, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, Тюмень, Россия

Телефон +7 912 935-77-78; электронная почта iburmatov.n@yandex.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5362-148X>; eLibrary SPIN: 7437-1342

Фролов Алексей Дмитриевич, канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, Челябинск, Россия