

РЕНТГЕНОВСКАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТЕЙ У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ МАЛЬАБСОРБЦИИ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Е. А. Мельникова[✉], ¹М. В. Редькина[✉], ¹К. К. Панунцева[✉], ²Н. В. Марченко[✉]

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Проявления остеопороза на фоне синдрома мальабсорбции обусловлены нарушением всасывания микроэлементов в тонком кишечнике, что является актуальной проблемой педиатрии. Применение рентгеновской денситометрии имеет свои преимущества перед другими вариантами диагностики (такими как ультразвуковая денситометрия и КТ-денситометрия с использованием фантома). Оценка данных по остеопорозу и остеопоротическим переломам у детей представляет сложности, связанные как с малосимптомностью данной патологии, так и с недостаточным количеством критериев диагностики данного заболевания. Одним из самых значимых осложнений остеопороза являются низкоэнергетические переломы, которые способствуют снижению качества жизни и даже могут привести к ранней инвалидизации. Выявление факторов риска, своевременная профилактика и заблаговременное начало лечения позволяют улучшить качество жизни пациентов в периоде взросления.

ЦЕЛЬ: Улучшить алгоритм анализа протокола двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в педиатрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Основными показателями, которые могут охарактеризовать состояние костной ткани пациента, являются минеральная плотность костной ткани (МПК) и содержание костного минерала. В клинической практике скрининговая диагностика остеопороза основывается именно на определении их уровня. Для сбора данных МПК были выбраны протоколы денситометрического сканирования поясничного отдела позвоночника (позвонков L₁₁–L₁₄). В процессе исследования отсканировано 98 пациентов гастроэнтерологического профиля. Критериями отбора пациентов для проведения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии были: прием пероральных кортикостероидов более 3 месяцев в дозировке более 5 мг/сут, задержка полового созревания, два и более перелома длинных костей скелета к возрасту 10 лет, введение золедроновой кислоты хотя бы 1 раз в анамнезе и состоянии, приводящие к нарушению всасывания в кишечнике. Анализ состояния костного метаболизма производился с учетом как коридорного значения (Z-критерия), так и индивидуальной количественной МПК, выраженной в г/см².

РЕЗУЛЬТАТЫ: Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия при корректном алгоритме проведения протокола исследования и скорректированной интерпретации полученных значений персонализировано на каждого пациента открывает клиницистам новые диагностические возможности как для оценки первичного состояния костной ткани пациента, так и для динамического наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ: Следует отметить, что выполнение двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии методически отработано у детей в возрасте от 5 до 17 лет. Особенности проведения данной методики и интерпретации результатов обследования пациентов младше 5 лет требуют более детального изучения и тестирования методики с целью более качественного анализа полученного материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Персонализированный подход в анализе результатов двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии позволяет снизить гипердиагностику и корректно зафиксировать стартовую точку для дальнейшего наблюдения набора МПК с количественной оценкой в динамике. Стандартизация подхода в анализе остеоденситометрического исследования формирует возможность не только оценивать состояние МПК, но и определить качество костного метаболизма, что служит профилактикой развития возможных осложнений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: минеральная плотность, мальабсорбция, остеопороз, остеопения, денситометрия

* Для корреспонденции: Мельникова Екатерина Андреевна, kea13doc@gmail.com

Для цитирования: Мельникова Е.А., Редькина М.В., Панунцева К.К., Марченко Н.В. Рентгеновская денситометрия как инструмент определения минеральной плотности костей у детей с синдромом мальабсорбции: проспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2026. Т. 17, № 2. С. 110–116, doi: <http://doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-2-110-116>.

X-RAY DENSITOMETRY AS A TOOL FOR DETERMINING BONE MINERAL DENSITY CHILDREN WITH MALABSORPTION SYNDROME: A PROSPECTIVE STUDY

¹Ekaterina A. Melnikova[✉], ¹Maria V. Redkina[✉], ¹Karina K. Panuntseva[✉], ²Natalia V. Marchenko[✉]

¹St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

INTRODUCTION: Osteoporosis manifestations in the context of malabsorption syndrome result from impaired intestinal micronutrient absorption, representing a significant challenge in pediatric practice. While various modalities exist, dual-energy X-ray absorptiometry offers distinct advantages over ultrasound densitometry or quantitative computed tomography. Interpreting osteoporosis and osteoporotic fracture risk in children is particularly complex due to the often oligosymptomatic presentation and the limited availability of robust pediatric diagnostic criteria. Low-energy fractures, a major complication, significantly diminish quality of life and contribute to premature disability. Early identification of risk factors, coupled with timely prophylactic and therapeutic interventions, is crucial for improving long-term outcomes in this growing population.

OBJECTIVE: To refine the interpretive algorithm for dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) reports in a pediatric cohort.

MATERIALS AND METHODS: Bone mineral density (BMD) and bone mineral content (BMC) serve as the principal surrogate markers for assessing bone health. Clinical screening for osteoporosis fundamentally relies on quantifying these parameters. For this analysis, we selected DXA scan protocols for total body less head (TBLH) and the lumbar spine (L_{II}–L_{IV}). The study cohort comprised 98 pediatric patients with gastroenterological conditions. Indications for DXA evaluation included: chronic oral corticosteroid therapy (>3 months duration, >5 mg/day), delayed puberty, a history of two or more long bone fractures by age 10, prior administration of zoledronic acid, and conditions associated with intestinal malabsorption. Assessment of bone metabolism included the Z-score and individual quantitative BMD (g/cm²).

RESULTS: When employing a rigorous, standardized acquisition protocol coupled with patient-specific interpretation of age- and sex-appropriate reference data, DXA provides clinicians with enhanced diagnostic capability. This approach facilitates accurate baseline assessment of bone mineral status and enables sensitive monitoring of longitudinal changes, thereby guiding therapeutic management in this vulnerable population.

DISCUSSION: It is important to emphasize that the examination protocol has been methodically validated in children aged 5–17 years. Nevertheless, the procedural specifics and interpretation of results in patients younger than 5 years warrant further investigation and methodological refinement to improve the accuracy of data analysis.

CONCLUSION: Adopting a personalized analytical approach minimizes the risk of overdiagnosis and allows for precise identification of the baseline value for longitudinal monitoring of bone mineral density (BMD) accumulation, including quantitative follow-up assessments. Standardization of the analytical framework in densitometric studies not only facilitates BMD evaluation but also enables assessment of bone metabolism quality and prevention of potential complications.

KEYWORDS: mineral density, malabsorption, osteoporosis, osteopenia

* For correspondence: Ekaterina A. Melnikova, e-mail: kea13doc@gmail.com

For citation: Melnikova E.A., Redkina M.V., Panuntseva K.K., Marchenko N.V. X-Ray densitometry as a tool for determining bone mineral density children with malabsorption syndrome: a prospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2026. Vol. 17, No. 2. P. 110–116, <http://doi.org/10.22328/2079-5343-2026-17-2-110-116>.

Введение. Костная масса остается основным показателем костной плотности, а двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (dual energy X-ray absorptiometry — DXA) является «золотым стандартом» диагностики остеопороза.

Применение двухэнергетической рентгеновской денситометрии имеет свои преимущества перед другими вариантами лучевой диагностики (такими как ультразвуковая денситометрия и КТ-денситометрия с использованием фантома). Метод DXA является малоинвазивным, требует минимального участия пациента, дает возможность количественного анализа компонентного состава тела. Показателями качества костного формирования являются минеральная плотность костной ткани (МПК) и содержание костного минерала. В процессе полового развития у здоровых детей происходит

нарастание костной массы и плотности кости, достигая максимальных величин к V стадии полового развития по Таннеру [5]. Наиболее интенсивное накопление МПК происходит между II и III стадиями полового развития. В клинической практике скрининговая диагностика остеопороза основывается именно на определении уровня МПК и костного минерала, но первостепенное значение отводится именно показателям МПК.

Несмотря на доступность такого метода исследования, как традиционная рентгенография, она не является методом скрининговой диагностики остеопороза, так как снижение костной массы может фиксироваться диагностом, когда потери костной ткани составляют более 30–40%.

Проявления остеопороза на фоне синдрома мальабсорбции обусловлены нарушением всасывания

микроэлементов в тонком кишечнике, что является актуальной проблемой педиатрии. У 25% детей с синдромом мальабсорбции и при целиакии отмечается снижение МПК [2, 4], что может привести к длительной реабилитации при возникновении осложнений. Одним из самых значимых осложнений остеопороза являются низкоэнергетические переломы, которые ведут к снижению качества жизни и даже могут привести к ранней инвалидизации пациента. Выявление факторов риска, своевременная профилактика и заблаговременное начало лечения позволят улучшить качество жизни данной группы пациентов в периоде взросления.

Цель. Улучшить алгоритм анализа протокола двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в педиатрии.

Материалы и методы. Исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО СПбГПМУ МЗ РФ, протокол № 60/08, от 24.10.2025 г. Информированное согласие получено от каждого законного представителя.

В процессе сбора данных было обследовано 98 пациентов гастроэнтерологического отделения с диагнозами по МКБ-10:

- K52.2 Аллергический и алиментарный гастроэнтерит и колит;
- K90.9 Нарушение всасывания в кишечнике неуточненное;
- K50.8 Другие разновидности болезни Крона;
- K73.2 Хронический активный гепатит, не классифицированный в других рубриках;
- K86.1 Другие хронические панкреатиты;
- K51.8 Другие язвенные колиты;
- K74.6 Другой и неуточненный цирроз печени;
- K90.8 Другие нарушения всасывания в кишечнике;
- K90.0 Целиакия.

Денситометрия (DXA) выполнялась пациентам гастроэнтерологического профиля при наличии таких показаний, как:

- 1) прием пероральных кортикостероидов более 3 месяцев в дозировке более 5 мг/сут;
- 2) задержка полового созревания;
- 3) два и более перелома длинных костей скелета к возрасту 10 лет;
- 4) введение золедроновой кислоты хотя бы 1 раз в анамнезе;
- 5) воспалительные заболевания кишечника (снижение плотности костей отмечено у 30% детей с воспалительными заболеваниями кишечника и хроническими гепатитами) [1].

Сбор данных выполнялся с учетом укладок и режимов сканирования, стандартизированных международным обществом по клинической денситометрии. Низкие и очень низкие значения МПК требуют дополнительного анализа, в который входит определение уровня кальция, фосфора, щелочной фосфатазы, с-концевого телопептида, остеокальци-

на, паратгормона, пиридинолина, оксипролина в биохимическом анализе крови, оценка экскреции кальция и фосфора с мочой, что поможет врачу дополнительно оценить динамику костного метаболизма и назначить необходимую терапию по коррекции остеопении. Также необходимо повторное исследование у данной группы пациентов через 3 месяца для определения динамики процесса [3].

Результаты. Для корректного ответа на вопрос о состоянии костной ткани пациента следует производить оценку данных, полученных при протоколе сканирования поясничного отдела позвоночника. В классическом видении протокола, представленного в аппаратном обеспечении, врача-рентгенолога призывают к анализу области L₁–L₄ и формированию ответа на основании Z-критерия, который будет характеризовать «нормальное значение МПК» до 2 стандартных отклонений от среднего значения у молодых представителей здоровой популяции. Далее индивидуальная МПК сравнивается с референсной базой. Наиболее распространенная база — NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey — NHANES), полученная по данным третьего Национального обследования состояния здоровья и питания — американская национальная программа социального исследования, проводимая Национальным центром статистики здравоохранения США с целью среднестатистической оценки состояния здоровья и питания американцев. Сравнительная оценка полученных значений МПК у детей Российской Федерации должна проводиться с базами референсных значений, разработанных в регионе обитания детей, так как культура питания, продуктовая корзина и климатические условия проживания и рождения детей (течение беременности и условия постнатального содержания) сильно различаются даже в разных регионах России. Таким образом, сравнение с американскими нормативными значениями лишает исследование диагностической ценности. В процессе нашей работы при тесном сотрудничестве с клиницистами различного профиля было выявлено, что полное подчинение алгоритмам аппарата приводит к гипердиагностике.

По этой причине нами было предложено изменить подход в алгоритме описания денситометрического исследования у детей, а именно для фиксации старта терапевтического вмешательства и регистрации состояния костного метаболизма использовать индивидуальную МПК, выраженную в единицах измерения г/см². Особую важность данный метод представляет для детей до 5 лет, так как для них отсутствуют базы референсных значений и формирование выводов о норме и снижении МПК на основании коридорного значения (Z-критерия) для них недоступно, но фиксация состояния МПК в количественном эквиваленте (г/см²) с возможностью динамического наблюдения и расчета скорости набора МПК дает ответ о состоянии реминерализа-

ции костной ткани в отсроченном периоде, а также позволяет оценить влияние препаратов и состояний, воздействующих на костную ткань.

Первостепенно для персонализации анализа у пациента должны быть учтены актуальные данные костного возраста (на основании проведенной не позднее 6 месяцев назад рентгенограммы лучезапястных суставов с формированием заключения о состоянии ядер окостенения по методу Greulich-Pyle [8]) и линейного роста, что позволяет адаптировать полученные данные на состояние пациента с учетом его индивидуальной изменчивости. Принимая во внимание информацию по базам референсных значений, которая указана выше, хотелось бы предложить изменить подход в оценке значений МПК у детей. Рассматривать результатом исследования не Z-критерий, а непосредственно значение МПК, выраженное в г/см². Именно этот показатель может дать клиницисту наиболее обширную панель понимания процесса реминерализации кости и хода лечения пациента. В педиатрии минимальные изменения в большую и меньшую сторону позволяют изменить диету, план лечения и ведения пациента.

денситометрии в клинической практике» (2015), учитывают МПК области L_{II}–L_{IV} и позволяют произвести корректировку полученных на аппарате значений с учетом региональной принадлежности, формируя вывод с учетом всех вводных анамнеза.

При сопоставлении аппаратных значений с данными МПК с применением персонализированной корректировки было выявлено, что совпадение результатов отмечается только у 29,4 % пациентов, у 25,2 % пациентов аппаратные значения выдавали низкую МПК (Z-показатель –2,2 и меньше), а при корректировке значений на данные линейного роста и костного возраста значения переходили в коридор между нормой и 1 стандартным отклонением. Наиболее яркие клинические примеры представлены ниже.

Пациент 1. Поступил в клинику университета с синдромом мальабсорбции, тяжелое течение (аутоиммунная энтеропатия, тяжелое течение). Жалобы на недостаточные весо-ростовые прибавки. С учетом наличия аутоиммунной энтеропатии в терапии начат курс преднизолона 15 мг/сут с 2017 года. При денситометрии позвоночника (L_{II}–L_{IV}) МПК* составила 0,517 г/см² (по данным Lunar

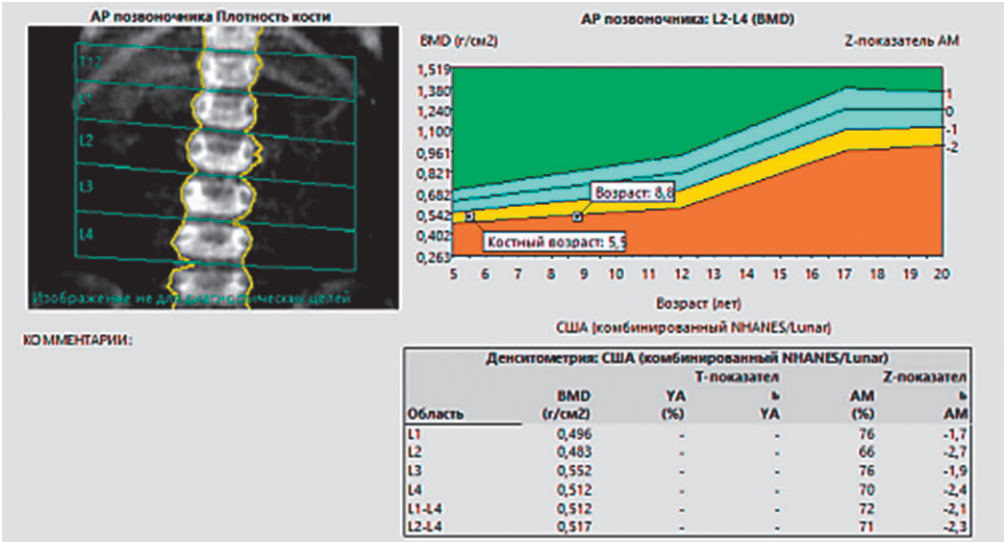


Рис. 1. Денситометрия поясничного отдела позвоночника (L_{II}–L_{IV}) пациента 1

Примечание: BMD — минеральная плотность костной ткани (МПК). При денситометрии позвоночника (L_{II}–L_{IV}) МПК* составила 0,517 г/см² (по данным Lunar Prodigy Advance), Z-показатель составил –2,3. По данным расчета аппаратного обеспечения у пациента определяется низкое значение МПК.

Fig. 1. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA/DEXA) of the lumbar spine (L_{II}–L_{IV}) patient 1

Note: BMD (bone mineral density) was measured at 0.517 g/cm², during lumbar spine densitometry (L_{II}–L_{IV}), as assessed by the Lunar Prodigy Advance system. The Z-score was –2.3. According to the system’s software calculation, the patient has a low BMD value.

К сожалению, Z-критерий не позволяет оценить минимальные изменения костного ремоделирования и определить тенденцию к набору или потере МПК. Следовательно, упускается момент фиксации ответа на терапию вследствие стабилизации или потери МПК, что важно пациентам гастроэнтерологического профиля с воспалительными заболеваниями кишечника и как следствие нарушением всасывания микроэлементов в тонком кишечнике. Таблицы референсных значений, представленные в методических рекомендациях «Возможности костной рентгеновской

Prodigy Advance), Z-показатель составил –2,3 (рис. 1).

Без коррекции на данные линейного роста и костного возраста значения МПК расценивались как низкие, и результаты исследования могли привести к гипердиагностике. После персонализированной корректировки значения минеральной плотности костной ткани перешли в коридоры между нормой и одним стандартным отклонением, что доказывает диагностическую неточность аппаратного расчета (таблица).

Таблица

Сравнение стандартного протокола денситометрического исследования и персонализированного анализа

Table

Comparison between the standard densitometric examination protocol and a personalized analytical method

Область интереса	По стандартному протоколу	Персонализированная корректировка
L _I –L _{IV}	МПК 0,512 г/см ² Z-критерий –2,1	Нет баз референсных значений РФ
L _{II} –L _{IV}	МПК 0,517 г/см ² Z-критерий –2,3	МПК 0,517 г/см ² Z-критерий между значениями нормы и 1 стандартного отклонения

Пациент 2. Поступил в клинику университета с жалобами на неустойчивый стул со слизью, периодические боли в животе. Поступил для верификации диагноза. Сопутствующий диагноз: «ювенильный ревматоидный артрит». Пациенту была проведена денситометрия в 2024 и 2025 гг. для динамического наблюдения. Используя предложенный алгоритм описания с учетом динамических изменений состояния МПК было выявлено, что на фоне ЮРА и воспалительных заболеваний кишечника у пациента отмечается нарушение костного ремоделирования. При этом Z-критерий в 2025 г. при исследовании составлял –1,0, что входит в коридор нормы, и при изолированной оценке этого показателя можно было сделать вывод, что у пациента нет картины нарушения костного метаболизма, таким образом, могло быть упущено время для подбора стабилизирующей терапии.

Обсуждение. Проанализировав подход к методике исследования минеральной плотности костной

ткани у детей во всем мире и изучив ситуацию с прогрессированием остеопении и остеопороза у детей в России, исследователи выявили проблему скрининговой диагностики данных состояний у детей. Оценка эпидемиологических данных по остеопорозу и остеопоротическим переломам у детей представляет определенные трудности, связанные как с малосимптомностью данной патологии, так и с использованием различных подходов и критериев в диагностике данного заболевания. Учитывая отсутствие унифицированных терминологических и диагностических критериев остеопороза, данные о распространенности этой патологии у детей достаточно противоречивы, имеет место недостаток крупных эпидемиологических исследований по данной проблеме. Международное общество по клинической денситометрии (The international Society For Clinical Densitometry — ISCD) регулярно обновляет рекомендации по коррекции методики проведения

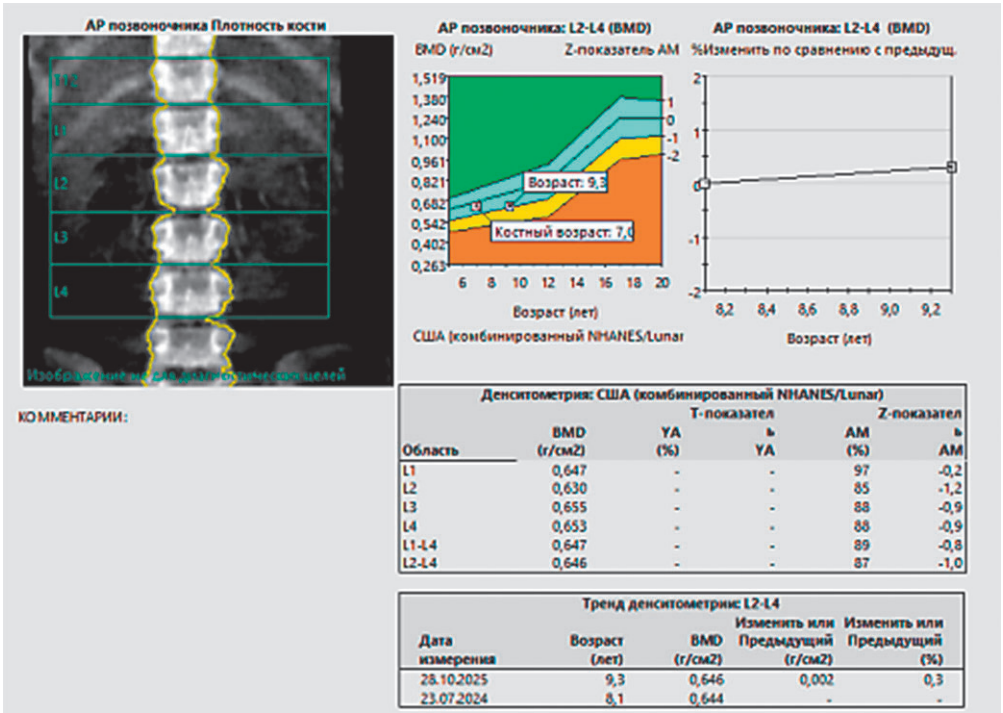


Рис. 2. Денситометрия поясничного отдела позвоночника (L_{II}–L_{IV}) пациента 2

Примечание: BMD — минеральная плотность костной ткани (МПК). При денситометрии позвоночника (L_{II}–L_{IV}) МПК* составила 0,644 г/см² в 2024 году и 0,646 г/см² в 2025 году (по данным Lunar Prodigy Advance) Z-показатель в 2025 г. составил –1,0.

Fig. 2. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA/DEXA) of the lumbar spine (L_{II}–L_{IV}) — Patient 2

Note: BMD (bone mineral density) was 0.644 g/cm² in 2024 and 0.646 g/cm² in 2025, as measured by lumbar spine densitometry (L_{II}–L_{IV}) using the Lunar Prodigy Advance system. In 2025, the Z-score was –1.0.

и анализа двухэнергетической абсорбциометрии, но выполнение DXA методически отработано у детей в возрасте от 5 до 17 лет, при этом особенности проведения метода и интерпретации результатов у пациентов младше 5 лет требуют более детального изучения и тестирования с целью более качественного анализа полученного материала.

Сложности методики связаны с эмоциональной лабильностью пациентов, сложностями выполнения укладок и отсутствием унифицированных нормативных баз. Несмотря на отсутствие единой методики и протоколов описания у детей до 5 лет, есть статьи, которые отражают необходимость изучения МПК детей начиная с периода новорожденности, так как коррекция нарушений костного метаболизма на ранних этапах снижает риск инвалидизации пациентов в отсроченном периоде. Наибольший интерес в изучении этого вопроса представляют недоношенные дети, дети с дефицитом витамина D, целиакией и синдромом короткой кишки [6, 7]. Именно поэтому с учетом специфики клиники университета в перспективе планируется решать вопрос объективной сложности проведения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии у детей до 5 лет, так как разработка протокола метода для юных пациентов позволит выполнить сбор

статистических данных и расширить базу референсных значений в РФ.

Скрининговая диагностика состояний, приводящих к снижению МПК должна начинаться с ранних декад жизни, а ограниченность нормативных баз, ввиду их отсутствия, снижает клиническую ценность метода DXA и приводит к позднему выявлению нарушений костного метаболизма с развитием осложнений и снижением качества жизни пациентов в периоде взросления.

Заключение. Персонализированный подход в анализе результатов двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии продемонстрировал клиническую значимость и позволил снизить гипердиагностику, корректно зафиксировать стартовую точку для динамического наблюдения набора МПК с количественной оценкой. Разработка баз до 5 лет необходима, так как в прогрессирование и распространенность остеопороза возрастают. Стандартизация и унифицирование индивидуального подхода в анализе остеоденситометрического исследования формируют возможность не только оценивать состояние МПК, но и определить качество костного метаболизма, что служит профилактикой развития возможных осложнений на фоне состояний, приводящих к нарушениям костного метаболизма.

Сведения об авторах:

Мельникова Екатерина Андреевна — ассистент кафедры топографической анатомии имени профессора Ф. И. Валькера, врач-рентгенолог рентгеновского отделения с кабинетом радионуклидной диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: kea13doc@gmail.com; ORCID 0009–0004–2443–0344;

Редькина Мария Васильевна — ассистент кафедры педиатрии имени академика А. Ф. Тура федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: redkina_masha@mail.ru; ORCID 0009–0007–5084–6839;

Панунцева Карина Константиновна — кандидат медицинских наук, заведующий рентгеновского отделения с кабинетом радионуклидной диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2; e-mail: kpanuntseva@mail.ru; ORCID 0009–0009–2820–4762;

Марченко Наталья Викторовна — доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики Медицинского института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9; e-mail: gmv2006@mail.ru; ORCID 0000–0002–2684–9980.

Information about the authors:

Ekaterina A. Melnikova — Assistant at the Department of Topographic Anatomy named after Professor F.I. Walker, Radiologist at the X-ray Department with a Radioisotope Diagnostics Office, St. Petersburg State Pediatric Medical University (SPBSPMU), 2 Litovskaya Street, St. Petersburg, 194100, Russia; e-mail: kea13doc@gmail.com; ORCID 0009–0004–2443–0344;

Maria V. Redkina — Assistant at the Department of Pediatrics named after Academician A. F. Tur St. Petersburg State Pediatric Medical University (SPBSPMU), 2 Litovskaya Street, St. Petersburg, 194100, Russia; e-mail: redkina_masha@mail.ru; ORCID 0009–0007–5084–6839;

Karina K. Panuntseva — Cand. of Sci. (Med.), Head of the X-ray Department with a Radioisotope Diagnostics Office, St. Petersburg State Pediatric Medical University (SPBSPMU), 2 Litovskaya Street, St. Petersburg, 194100, Russia; e-mail: kpanuntseva@mail.ru; ORCID 0009–0009–2820–4762;

Natalia V. Marchenko — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Radiation Diagnostics, Medical Institute of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State University (SpbSU) 7/9 Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia; e-mail: gmv2006@mail.ru; ORCID 0000–0002–2684–9980.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *Е. А. Мельникова, Н. В. Марченко*; сбор и анализ данных — *Е. А. Мельникова, М. В. Редькина, К. К. Панунцева*; подготовка рукописи — *Е. А. Мельникова, Н. В. Марченко*.

Authors' contributions. All authors confirm their authorship according to the international ICMJE criteria (all authors made substantial contributions to the conception, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication). Special contribution: *EAM*, *NVM* aided in the concept and plan of the study; *EAM*, *MVR*, *KKP* provided collection and analysis of data; *EAM*, *NVM* preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the author declares no conflict of interest.

Соответствие принципам этики: исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО СПбГПМУ МЗ РФ, протокол № 60/08, от 24.10.2025 г. Информированное согласие получено от каждого законного представителя.

Adherence to ethical standards: the study was approved by the local ethics committee of the St. Petersburg State Pediatric Medical University (SPbSPMU) Protocol No. 60/08, dated October 24, 2025. Informed consent was obtained from each legal representative.

Поступила/Received: 28.10.2025

Принята к печати/Accepted: 29.05.2026

Опубликована/Published: 29.06.2026

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Herzog D., Bishop N., Glorieux F., Seidman E.G. Interpretation of bone mineral density values in pediatric Crohn's disease // *Inflamm Bowel Dis*. 1998. Vol. 4, No. <Нет>4. P. 261–267. doi: 10.1002/ibd.3780040402.
2. Бельмер С.В. Клинические проявления целиакии: на пути к ранней диагностике // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2021. № 4. С. 106–115. [Bel'mer S.V. Clinical manifestations of celiac disease: towards early diagnosis. *Experimental and clinical gastroenterology*, 2021, No. 4, pp. 106–115 (In Russ.)]. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-188-4-106-115.
3. Таранушенко Т.Е., Киселева Н.Г. Остеопороз в детском возрасте: особенности минерализации скелета у детей, профилактика и лечение // *Медицинский совет*. 2020. № 10. С. 164–171. [Taranushenko T.T., Kiseleva N.G. Osteoporosis in childhood: characteristics of skeletal mineralization in children, prevention, and treatment. *Medical Council*, 2020, No. 10, pp. 164–171 (In Russ.)]. doi: 10.21518/2079-701X-2020-10-164-171.
4. Почкайло А.С., Галашевская А.А., Водянова О.В. Состояние минеральной плотности костной ткани у детей с целиакией // *Российский педиатрический журнал*. 2022. № 3 (1). С. 245. [Pochkaylo A.S., Galashevskaya A. A., Vodyanova O.V. Bone mineral density in children with celiac disease. *Russian Pediatric Journal*, 2022, No. 3 (1), pp. 245 (In Russ.)]. doi: 10.34883/RPJ.2022.3.1.245.
5. Короткова Т.А. Минеральная плотность костной ткани у подростков // *Остеопороз и остеопатии*. 2004. № 2. С. 31–35. [Korotkova T.A. Bone mineral density in adolescents. *Osteoporosis and osteopathy*, 2004, No. 2, pp. 31–35 (In Russ.)].
6. Duppe H., Cooper C., Gardsell P., Johnell O. The relationship between childhood growth, bone mass, and muscle strength in male and female adolescents // *Calcif. Tissue Int*. 1997. Vol. 60. P. 405.
7. DeGonza H., Laurenzano S., Galinato J. et al. Metabolic Bone Disease in Pediatric Patients with Short Bowel Syndrome // *Gastrointestinal Disorders*. 2025. С. 123–145. doi: 10.3390/gdisord7010016.
8. Багинский В.А., Денисов С.Д., Солнцева А.В. Точность и эффективность определения костного возраста методом Грейлиха–Пайла у детей Республики Беларусь // *Педиатрия. Восточная Европа*. 2020. Т. 8, № 2. С. 206–217. [Baginskii V.A., Denisov S.D., Solntseva A.V. Accuracy and efficiency of bone age determination by the Greulich–Pyle method in children of the Republic of Belarus. *Pediatrics. Eastern Europe*, 2020, Vol. 8, No. 2, pp. 206–217 (In Russ.)]. doi: 10.34883/PE.2020.8.2.006.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2026 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) **014023**