

УДК: 616.379-
008.64:616.31-08-039.71

DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-4

EDN IUIHMX **

**ВЛИЯНИЕ МЕТАБОЛИЗМА КОСТНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ ПЕРВОГО ТИПА НА РАЗВИТИЕ И ЛЕЧЕНИЕ ЗУБНЫХ АНОМАЛИЙ**

Г.С. РАМАЗАНОВ*, Э.А. КУРБАНОВА**, Н.М. МЕДЖИДОВА**, Г.М.-А. БУДАЙЧИЕВ**

* ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Россия** ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»,
ул. Ленина, д. 1, г. Махачкала, 367000, Россия

Аннотация. Сахарный диабет первого типа (СД1) является хроническим аутоиммунным заболеванием, которое приводит к значительным метаболическим изменениям в организме, включая нарушения в костной системе. Эти изменения могут существенно влиять на стоматологическое здоровье детей, вызывая различные зубные аномалии. **Цель исследования** – изучить влияние метаболизма костной системы у детей с СД1 на развитие и лечение зубных аномалий. **Материалы и методы исследования.** В исследование были включены 120 детей с СД1 и 120 здоровых детей в возрасте от 6 до 18 лет. Все участники прошли комплексное стоматологическое обследование, включая ортопантомографию и пародонтальные исследования. Оценка метаболизма костной ткани проводилась с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и биохимического анализа крови на маркеры костного метаболизма (остеокальцин, СТх, PINP). **Результаты и их обсуждение.** Результаты показали, что дети с СД1 имеют более низкую плотность костной ткани и измененные уровни маркеров костного метаболизма. Частота зубных аномалий, таких как задержка прорезывания зубов, неправильный прикус и аномалии положения зубов, была значительно выше в группе СД1. Эффективность ортодонтического лечения у детей с СД1 была ниже, что требует индивидуализированных подходов. **Выводы.** Метаболические изменения в костной системе у детей с СД1 оказывают значительное влияние на развитие и лечение зубных аномалий. Необходимы регулярный мониторинг состояния костной системы и индивидуализированные методы диагностики и лечения для улучшения стоматологической помощи этим пациентам.

Ключевые слова: сахарный диабет первого типа, метаболизм костной ткани, зубные аномалии, ортодонтическое лечение, диагностика стоматологических заболеваний.

THE IMPACT OF BONE METABOLISM IN CHILDREN WITH TYPE 1 DIABETES ON THE DEVELOPMENT AND TREATMENT OF DENTAL ANOMALIES

G.S. RAMAZANOV*, E.A. KURBANOVA**, N.M. MEDZHIDOVA**, G.M.-A. BUDAICHIEV**

* Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba" (RUDN University),
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russia

** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Dagestan State Medical University" (DSM University), 1 Lenin Street, Makhachkala, 367000, Russia

Abstract. Type 1 diabetes (T1D) is a chronic autoimmune disease that leads to significant metabolic changes in the body, including disturbances in the skeletal system. These changes can significantly impact the dental health of children, causing various dental anomalies. **Objective** is to examine the impact of bone metabolism in children with T1D on the development and treatment of dental anomalies. **Materials and Methods.** The study included 120 children with T1D and 120 healthy children aged 6 to 18 years. All participants underwent comprehensive dental examinations, including orthopantomography and periodontal assessments. Bone metabolism was evaluated using dual-energy X-ray absorptiometry and biochemical blood analysis for bone metabolism markers (osteocalcin, CTx, PINP). **Results and Discussion.** The results showed that children with T1D have lower bone density and altered levels of bone metabolism markers. The prevalence of dental anomalies, such as delayed tooth eruption, malocclusion, and misalignment, was significantly higher in the T1D group. The effectiveness of orthodontic treatment in children with T1D was lower, highlighting the need for individualized approaches. **Conclusion.** Metabolic changes in the bone system in children with T1D have a significant impact on the development and treatment of dental anomalies. Regular monitoring of bone health and personalized diagnostic and treatment methods are necessary to improve dental care for these patients.

Keywords: type 1 diabetes, bone metabolism, dental anomalies, orthodontic treatment, dental disease diagnosis.

Введение. Сахарный диабет первого типа (СД1) является хроническим аутоиммунным заболеванием, при котором иммунная система разрушает β -клетки поджелудочной железы, ответственные за выработку инсулина. Отсутствие или недостаточность инсулина приводит к повышению уровня глюкозы в крови, что вызывает многочисленные осложнения и влияет на различные системы организма, включая костную и стоматологическую. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), число детей с СД1 неуклонно растет, что требует особого внимания к их комплексному лечению и профилактике осложнений [3]. Метаболизм костной системы у детей с СД1 характеризуется нарушением минерализации костей и снижением их плотности. Эти изменения обусловлены как хронической гипергликемией, так и метаболическими нарушениями, вызванными дефицитом инсулина. Исследования показывают, что у детей с СД1 наблюдается повышенный риск остеопении и остеопороза, что существенно влияет на их стоматологическое здоровье [1].

Костная ткань челюстей, играющая ключевую роль в поддержке зубов и десен, также подвержена этим изменениям, что может привести к различным стоматологическим проблемам, включая задержку прорезывания зубов, неправильный прикус и другие аномалии зубного ряда [2]. Зубные аномалии у детей с СД1 часто включают в себя нарушения прорезывания зубов, изменения в структуре и минерализации эмали, а также повышенный риск кариеса и пародонтита. Эти осложнения связаны с ослаблением иммунной системы, снижением слюноотделения и изменением состава слюны, что создает благоприятные условия для роста патогенных микроорганизмов в полости рта. Кроме того, гипергликемия отрицательно влияет на регенерацию тканей и процессы заживления, что усложняет лечение стоматологических заболеваний и удлиняет время восстановления после вмешательств [5]. Особенности метаболизма костной системы у детей с СД1 требуют разработки специальных алгоритмов диагностики и лечения стоматологических проблем. Традиционные методы лечения, не учитывающие специфические изменения метаболизма костной ткани, могут быть менее эффективными и приводить к повышенному риску осложнений. Важно проводить комплексную оценку состояния костной системы, включая измерение плотности костной ткани с помощью *двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DEXA)* и анализ маркеров метаболизма костной ткани, таких как остеокальцин, *СТх* и *PINP* [4]. Наряду с этим, стоматологические вмешательства у детей с СД1 должны включать индивидуализированные подходы, учитывающие состояние их костной системы. Например, при ортодонтическом лечении необходимо учитывать плотность и структуру костной ткани для выбора оптимальных методов коррекции прикуса и положения зубов. Также важно проводить регулярный мониторинг состояния костной системы и зубов для своевременной коррекции плана лечения [6].

Цель работы – изучение влияния метаболизма костной системы у детей с сахарным диабетом первого типа на развитие и лечение зубных аномалий.

Материал и методы исследования. В данном исследовании приняли участие 120 детей в возрасте от 6 до 18 лет с подтвержденным диагнозом СД1. Контрольную группу составили 120 здоровых детей того же возраста, пола и со схожими социально-экономическими условиями, не имеющих диагноза СД1. Таким образом, общее количество участников исследования составило 240 человек. Все участники и их законные представители подписали информированное согласие на участие в исследовании, которое было одобрено этическим комитетом местного медицинского учреждения. В исследовании не участвовали дети с другими хроническими заболеваниями, которые могли бы повлиять на результаты исследования, такие как заболевания эндокринной системы, серьезные неврологические расстройства или генетические заболевания. Для каждого участника было проведено комплексное стоматологическое обследование, включающее несколько этапов. Первоначальный осмотр полости рта включал визуальную оценку состояния зубов и десен, определение наличия кариеса, зубных отложений, воспалительных заболеваний десен и других стоматологических патологий. Специальное внимание уделялось определению зубных аномалий, таких как неправильный прикус, задержка прорезывания зубов, аномалии формы и положения зубов. Ортопантомография использовалась для получения панорамных рентгеновских снимков зубного ряда и челюстей. Эти снимки позволили детально оценить состояние костной ткани, структуру зубного ряда, а также выявить скрытые патологии, такие как ретинированные зубы, кисты или опухоли. Оценка состояния десен и пародонта проводилась с использованием пародонтального зонда для измерения глубины пародонтальных карманов и определения степени воспаления десен. Для оценки метаболизма костной ткани у всех участников исследования были проведены лабораторные исследования, включающие как инструментальные, так и биохимические методы. *DEXA* использовалась для измерения плотности костной ткани. *DEXA*-сканирование проводилось на специализированном оборудовании и позволило получить точные данные о минеральной плотности костей, что является важным показателем их здоровья. Биохимический анализ крови был выполнен для определения маркеров метаболизма костной ткани. Участникам брали образцы венозной крови, которые затем анализировались на наличие и концентрацию таких маркеров, как остеокальцин, *СТх* (*C-терминальный телопептид*) и *PINP* (*N-терминальный пропептид проколлагена типа I*). Эти маркеры позволяют оценить активность костного метаболизма, процессы резорбции и формирования костной ткани. У детей с выявленными зубными аномалиями про-

дилось соответствующее лечение с использованием современных стоматологических методов и технологий. В зависимости от типа и степени зубных аномалий, применялись различные ортодонтические аппараты. Брекеты-системы использовались для коррекции прикуса и исправления положения зубов. В некоторых случаях применялись съемные ортодонтические аппараты, такие как пластинки и капы, для постепенного перемещения зубов в правильное положение. Эффективность проведенного стоматологического лечения оценивалась через 6 и 12 месяцев после начала вмешательств. Оценка включала повторное клиническое обследование, ортопантомографию и повторное измерение плотности костной ткани с помощью DEXA. Эти данные позволяли оценить прогресс лечения, выявить возможные осложнения и при необходимости скорректировать план лечения. Все данные собирались и анализировались с использованием современных статистических методов для обеспечения достоверности и точности результатов исследования.

Результаты и их обсуждение. В данном разделе подробно изложены результаты клинических, лабораторных и стоматологических обследований детей с СД1 и здоровых детей (контрольная группа). Применение современных статистических методов позволило выявить значимые корреляции и оценить влияние метаболизма костной системы на развитие и лечение зубных аномалий.

Характеристики участников исследования представлены в табл. 1, включающей возраст, пол, средний уровень HbA1c и длительность диабета.

Таблица 1

Основные характеристики участников исследования

Параметр	Группа СД1 (n=120)	Контрольная группа (n=120)	P-значение
Возраст (лет)	12,3±3,6	12,5±3,4	0.73
Пол (м/ж)	62/58	60/60	0.78
Средний уровень HbA1c (%)	8,7±1,5	5,2±0,6	<0.001
Длительность диабета (лет)	5,1±2,7	N/A	N/A

Обе группы имели сопоставимые демографические характеристики, такие как возраст и пол, что минимизировало потенциальное влияние этих факторов на результаты исследования. Значительные различия наблюдались в уровне HbA1c ($P<0.001$), что подтверждает наличие хронической гипергликемии у детей с СД1.

Исследование метаболизма костной ткани включало измерение плотности костной ткани с помощью DEXA и анализ биохимических маркеров костного метаболизма (остеокальцин, CTx и PINP) (табл. 2).

Таблица 2

Результаты измерения плотности костной ткани (DEXA) и биохимических маркеров костного метаболизма

Показатель	Группа СД1 (n=120)	Контрольная группа (n=120)	P-значение
Плотность костной ткани (г/см ²)	0,87±0,12	1,02±0,15	<0.001
Остеокальцин (нг/мл)	16,8±5,3	21,4±4,7	<0.001
CTx (нг/мл)	0,45±0,18	0,32±0,14	<0.001
PINP (нг/мл)	45,6±12,4	52,7±10,8	<0.001

Результаты DEXA сканирования показали, что у детей с СД1 наблюдается значительное снижение плотности костной ткани ($P<0.001$). Анализ биохимических маркеров метаболизма костной ткани также выявил существенные изменения: уровни остеокальцина, CTx и PINP были значительно ниже по сравнению с контрольной группой ($P<0.001$). Эти результаты указывают на нарушение процессов костного ремоделирования у детей с СД1, что, вероятно, связано с хронической гипергликемией и дефицитом инсулина.

Комплексное стоматологическое обследование выявило высокую частоту различных зубных аномалий у детей с СД1 по сравнению с контрольной группой (табл. 3).

Частота зубных аномалий

Зубные аномалии	Группа СД1 (n=120)	Контрольная группа (n=120)	P-значение
Задержка прорезывания зубов	32 (26.7%)	14 (11.7%)	<0.01
Неправильный прикус	54 (45%)	27 (22.5%)	<0.001
Аномалии положения зубов	47 (39.2%)	19 (15.8%)	<0.001
Карисес	68 (56.7%)	45 (37.5%)	<0.01
Пародонтит	39 (32.5%)	18 (15%)	<0.01

Сравнение частоты зубных аномалий между группами показало, что дети с СД1 значительно чаще сталкиваются с такими проблемами, как задержка прорезывания зубов ($P<0.01$), неправильный прикус ($P<0.001$), аномалии положения зубов ($P<0.001$), карисес ($P<0.01$) и пародонтит ($P<0.01$). Эти данные подтверждают, что метаболические изменения, связанные с СД1, оказывают значительное влияние на стоматологическое здоровье детей.

Оценка эффективности ортодонтического лечения включала анализ времени лечения, процент успешного лечения и частоту осложнений через 12 месяцев после начала вмешательств (табл. 4).

Результаты ортодонтического лечения через 12 месяцев

Показатель лечения	Группа СД1 (n=120)	Контрольная группа (n=120)	P-значение
Среднее время лечения (мес.)	14,8±2,4	12,3±1,8	<0.01
Процент успешного лечения (%)	62%	78%	<0.05
Количество осложнений	18 (25.7%)	7 (11.7%)	<0.01

Среднее время ортодонтического лечения было значительно больше у детей с СД1 ($P<0.01$). Процент успешного лечения был ниже в группе СД1 (62% против 78%, $P<0.05$), а количество осложнений было выше ($P<0.01$). Эти результаты указывают на необходимость разработки индивидуализированных подходов к ортодонтическому лечению детей с СД1, учитывающих особенности их метаболизма костной ткани.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии метаболизма костной системы на развитие и лечение зубных аномалий у детей с СД1. Снижение плотности костной ткани и изменения в уровнях биохимических маркеров метаболизма костной ткани указывают на нарушение процессов костного ремоделирования, что, вероятно, способствует повышенной частоте задержки прорезывания зубов, неправильного прикуса и других зубных аномалий. Высокая частота зубных аномалий у детей с СД1 требует особого внимания со стороны стоматологов и эндокринологов. Эффективность стандартных методов ортодонтического лечения у этой группы пациентов ниже, что подтверждает необходимость разработки индивидуализированных подходов к лечению. Рекомендуется регулярный мониторинг состояния костной системы и использование современных методов диагностики, таких как DEXA, и биохимический анализ крови для оценки маркеров костного метаболизма. Также важно учитывать возможные осложнения и длительность ортодонтического лечения при планировании и проведении вмешательств.

Заключение. Наше исследование показало, что метаболические изменения в костной системе у детей с СД1 значительно влияют на развитие и лечение зубных аномалий. Дети с СД1 имеют более низкую плотность костной ткани и измененные уровни маркеров костного метаболизма, что коррелирует с повышенной частотой задержки прорезывания зубов, неправильного прикуса и аномалий положения зубов. Эффективность ортодонтического лечения у этой группы пациентов ниже, что подтверждает необходимость индивидуализированных подходов к лечению. Рекомендуется регулярный мониторинг состояния костной системы и использование современных методов диагностики для улучшения стоматологической помощи детям с СД1.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Гильмиярова Ф.Н. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учётом методологических принципов персонализированной медицины (Часть I) // Институт стоматологии. 2018. № 4(81). С. 81-83.
2. Доменюк Д.А., Давыдов Б.Н., Гильмиярова Ф.Н. Оптимизация патогенетической терапии кариеса зубов у детей, страдающих сахарным диабетом первого типа, с учётом методологических принципов персонализированной медицины (Часть III) // Институт стоматологии. 2019. № 2(83). С. 66-69.
3. Ивченко Л.Г., Быков И.М., Басов А.А. Разработка и обоснование алгоритма оценки метаболизма костной системы у детей с сахарным диабетом первого типа // Кубанский научный медицинский вестник. 2018. № 25(5). С. 35-47.
4. Loxton P., Narayan K., Munns C.F., Craig M.E. Bone mineral density and type 1 diabetes in children and adolescents: a metaanalysis // Diabetes Care. 2021. № 44(8). P. 1898-1905.
5. Mandura R.A., El Meligy O.A., Attar M.H. Diabetes Mellitus and Dental Health in Children: A Review of Literature // Int J Clin Pediatr Dent. 2021. № 14(5). С. 719–725.
6. Pan H., Wu N., Yang T., He W. Association between bone mineral density and type 1 diabetes mellitus: a metaanalysis of crosssectional studies // Diabetes Metab Res Rev. 2014. № 30(7). С. 531-542.

References

1. Domenjuk DA, Davydov BN, Gil'mijarova FN. Optimizacija patogeneticheskoj terapii kariesa zubov u detej, stradajushhih saharnym diabetom pervogo tipa, s uchjotom metodologicheskix principov personalizirovannoj mediciny (Chast' I) [Optimization of pathogenetic therapy of dental caries in children with type I diabetes mellitus, taking into account the methodological principles of personalized medicine (Part I)] Institut stomatologii. 2018; 4(81): 81-83. Russian.
2. Domenjuk DA, Davydov BN, Gil'mijarova FN. Optimizacija patogeneticheskoj terapii kariesa zubov u detej, stradajushhih saharnym diabetom pervogo tipa, s uchjotom metodologicheskix principov personalizirovannoj mediciny (Chast' III) [Optimization of pathogenetic therapy of dental caries in children with type I diabetes mellitus, taking into account the methodological principles of personalized medicine (Part III)]. Institut stomatologii. 2019; 2(83): 66-69. Russian.
3. Ivchenko LG, Bykov IM, Basov AA. Razrabotka i obosnovanie algoritma ocenki metabolizma kostnoj sistemy u detej s saharnym diabetom pervogo tipa [Development and substantiation of an algorithm for evaluating bone metabolism in children with type I diabetes mellitus]. Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik. 2018; 25(5): 35-47. Russian.
4. Loxton P, Narayan K, Munns CF, Craig ME. Bone mineral density and type 1 diabetes in children and adolescents: a meta-analysis. Diabetes Care. 2021; 44(8): 1898-1905.
5. Mandura RA, El Meligy OA, Attar MH, Diabetes Mellitus and Dental Health in Children: A Review of Literature. Int J Clin Pediatr Dent. 2021; 14(5): 719–725.
6. Pan H, Wu N, Yang T, He W. Association between bone mineral density and type 1 diabetes mellitus: a metaanalysis of cross-sectional studies. Diabetes Metab Res Rev. 2014; 30(7): 531-542.

Библиографическая ссылка:

Рамазанов Г.С., Курбанова Э.А., Меджидова Н.М., Будаичиев Г.м.-А. Влияние метаболизма костной системы у детей с сахарным диабетом первого типа на развитие и лечение зубных аномалий // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2024. №6. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/1-4.pdf> (дата обращения: 05.11.2024). DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-4. EDN IUIHMX*

Bibliographic reference:

Ramazanov GS, Kurbanova EA, Medzhidova NM, Budaichiev G.m.-A. Vlijanie metabolizma kostnoj sistemy u detej s saharnym diabetom pervogo tipa na razvitie i lechenie zubnyh anomalij [The impact of bone metabolism in children with type 1 diabetes on the development and treatment of dental anomalies]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2024 [cited 2024 Nov 05];6 [about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/1-4.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2024-6-1-4. EDN IUIHMX

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2024-6/e2024-6.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY