

Щербаков А.А.¹, Ивашова Ю.А.¹, Штина И.Е.¹, Устинова О.Ю.^{1,2}, Эйсфельд Д.А.¹

Распространённость остеопенического синдрома у учащихся общеобразовательных школ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614045, Пермь;

²ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Введение. Остеопенический синдром занимает одно из ведущих мест среди школьно-обусловленной патологии. Ультразвуковая остеоденситометрия является неинвазивным, малозатратным и не требующим специализированных условий методом ранней диагностики остеопенических состояний.

Материал и методы. С целью выявления распространённости остеопенического синдрома у детей школьного возраста проведена оценка минеральной плотности костной ткани (МПКТ) методом ультразвуковой остеоденситометрии. Исследование выполнено 84 мальчикам и 85 девочкам в возрасте от 7 до 17 лет. Учащиеся были разделены на 6 групп наблюдения по половому и возрастному признаку. Выполнен анализ результатов анкетирования обследованных детей и их родителей для уточнения социальных и экономических характеристик. С учётом наличия или отсутствия признаков остеопенического синдрома по данным остеоденситометрического исследования проведена сравнительная оценка структуры сопутствующей патологии.

Результаты. Распространённость остеопенического синдрома среди учащихся общеобразовательных школ составила от 28 до 65% в зависимости от возраста и пола учащихся. В начальных классах доля мальчиков с остеопенией оказалась в 2 раза меньше, чем доля девочек (31,8 и 60%; $p = 0,01$), в средних классах частота остеопении была сопоставима (65 и 53,3%; $p = 0,2$), а среди старшеклассников в 2 раза чаще встречалась у юношей (60 против 28%; $p = 0,02$). В структуре остеопенического синдрома преимущественно преобладала остеопения первой степени. У детей, имеющих ультразвуковые признаки остеопении, деформирующую дорсопатию диагностировали в 1,4 раза чаще (62 и 43,8%; $p = 0,04$), миопию – в 2 раза (26,2 и 13,5%; $p = 0,04$), функциональную диспепсию – в 1,6 раза (42,4 против 25,8%; $p = 0,02$). Выявлена тенденция к более частой распространённости низкорослости (8,8 против 2,2%; $p = 0,06$) и белково-энергетической недостаточности (13,7 против 5,6%; $p = 0,07$).

Заключение. Частота распространения остеопении среди школьников достигает 65%. Необходимо более широкое применение ультразвуковой остеоденситометрии с целью своевременного определения МПКТ у учащихся, учитывая неспецифичность проявления остеопенического синдрома.

Ключевые слова: школьники; минеральная плотность костной ткани; остеопенический синдром; остеоденситометрия

Для цитирования: Щербаков А.А., Ивашова Ю.А., Штина И.Е., Устинова О.Ю., Эйсфельд Д.А. Распространённость остеопенического синдрома у учащихся общеобразовательных школ. Гигиена и санитария. 2020; 99 (11): 1258-1262. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1258-1262>

Для корреспонденции: Штина Ирина Евгеньевна, канд. мед. наук, зав. лаб. комплексных проблем здоровья детей с клинической группой медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, 614045, Пермь. E-mail: shtina_irina@fcrisk.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Щербаков А.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Ивашова Ю.А. – статистическая обработка; Штина И.Е. – концепция и дизайн исследования, написание текста; Устинова О.Ю. – сбор и обработка материала, редактирование; Эйсфельд Д.А. – статистическая обработка. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 15.07.2020

Принята к печати 05.11.2020

Опубликована 22.12.2020

Aleksandr A. Sherbakov¹, Yuliya A. Ivashova¹, Irina E. Shtina¹, Olga Yu. Ustinova^{1,2}, Darya A. Einfeld¹

The prevalence of osteopenic syndrome in students of secondary schools

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Perm state national research University, Perm, 614990, Russian Federation

Introduction. Osteopenic syndrome occupies one of the leading places among school-related pathology. Ultrasonic osteodensitometry is a non-invasive, low-cost method of early diagnosis of osteopenic conditions without specialized requirements.

Material and methods. To identify the prevalence of osteopenic syndrome in schoolchildren, bone mineral density (BMD) was evaluated by ultrasound osteodensitometry. The study involved 84 boys and 85 girls aged from 7 to 17 years. Students were divided into six observation groups by gender and age. A survey of parents was carried out, and the social and economic characteristics of children's lives were clarified. Given the presence or absence of signs of osteopenic syndrome according to the osteodensitometric study, a comparative assessment of the structure of concomitant pathology was carried out.

Results. The prevalence of osteopenic syndrome among secondary schools students ranged from 28 to 65, depending on the students' age and gender. In the junior schoolchildren, the proportion of boys with osteopenia was 2 times less than the proportion of girls (31.8 and 60%, $p = 0.01$). In the middle-grade students the frequency of osteopenia was comparable (65 and 53.3%, $p = 0.2$). Among high school students it was 2 times more common in young men (60 versus 28%, $p = 0.02$).

In the structure of osteopenic syndrome, osteopenia of the first degree principally predominated. In children with ultrasonic signs of osteopenia, deforming dorsopathy was diagnosed 1.4 times more often (62 and 43.8%, $p = 0.04$), myopia - 2 times (26.2 and 13.5%, $p = 0.04$), functional dyspepsia - 1.6 times (42.4 against 25.8%, $p = 0.02$), a tendency to a more frequent prevalence of short stature (8.8 against 2.2%, $p = 0.06$) and protein-energy deficiency (13.7 versus 5.6%, $p = 0.07$).

Conclusion. *The incidence of osteopenia among schoolchildren reaches 65%. The wider use of ultrasound osteodensitometry is necessary to timely determine BMD in students, given the non-specific manifestation of osteopenic syndrome.*

Key words: schoolchildren; bone mineral density; osteopenic syndrome; osteodensitometry

For citation: Sherbakov A.A., Ivashova Yu.A., Shtina I.E., Ustinova O.Yu., Eisfeld D.A. The prevalence of osteopenic syndrome in students of secondary schools. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (11): 1258-1262. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1258-1262> (In Russ.)

For correspondence: Irina E. Shtina, MD, Ph.D., Head of the laboratory of complex problems of children's health with a clinical group of medical and preventive technologies of risk management, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: shtina_irina@mail.ru

Information about the authors:

Sherbakov A.A., <https://orcid.org/0000-0001-8351-6560>; Ivashova Yu.A., <https://orcid.org/0000-0002-5671-3953>
Ustinova O.Y., <https://orcid.org/0000-0002-9916-5491>; Shtina I.E., <https://orcid.org/0000-0002-5017-8232>
Eisfeld D.A., <https://orcid.org/0000-0002-0442-9010>;

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no funding.

Contribution: Sherbakov A.A. – concept and design of the study, collection, and processing of material, writing a text. Ivashova Yu.A. – statistical processing. Shtina I.E. – research concept and design, text writing. Ustinova O.Yu. – collection and processing of material, editing. Eisfeld D.A. – statistical processing. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: July 15, 2020

Accepted: November 05, 2020

Published: December 22, 2020

Введение

Образ жизни современных школьников характеризуется сочетанием недостаточной двигательной активности и высоких учебных нагрузок, что оказывает негативное влияние на состояние здоровья учащихся [1–3]. Одно из ведущих мест среди школьно-обусловленной патологии занимают болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, включая остеопенический синдром [4–6]. По статистике Минздрава России, в 2016–2017 гг. количество впервые выявленных случаев деформирующих дорсопатий в Российской Федерации составляет до 736,1 случая на 100 000 населения. В Пермском крае этот показатель составил 954,7 случая на 100 000 населения, что на 29,7% выше среднероссийского показателя [7]. Динамика показателей заболеваемости характеризуется недостаточной объективностью за счёт заниженных показателей, что с высокой долей вероятности связано с некорректным учётом статистической информации из-за слабого охвата пациентов обследованиями [8, 9]. В приказе Минздрава России, регулирующего проведение периодических медосмотров несовершеннолетних, выполнение денситометрии с целью определения минеральной плотности костной ткани (МПКТ) не входит¹. Ультразвуковая денситометрия является неинвазивным, малозатратным и не требующим специализированных условий методом ранней диагностики остеопении [10–13], не оказывающим в отличие от рентгеновских методов отрицательного воздействия на организм [14]. Недостаточная минерализация костной ткани может быть проявлением нарушений состояния пищеварительного тракта, эндокринной системы и др. [15–17]. Своевременное выявление недостаточной плотности костной ткани и её коррекция способствуют профилактике развития сколиоза, дорсопатий и плоскостопия [18–22].

Цель исследования – изучить распространённость и выраженность остеопенического синдрома у учащихся общеобразовательных школ по данным ультразвуковой остеоденситометрии.

Материал и методы

В ходе исследования ультразвуковая денситометрия выполнена у 84 мальчиков и 85 девочек в возрасте от 7 до 17 лет, обучающихся в общеобразовательных школах Пермского края. Учащиеся разделены на группы наблюдения в зависимости от гендерной принадлежности и уровня общего образования. 1-ю группу составили 44 мальчика начальной школы (средний возраст $8,5 \pm 1,4$ года), 2-ю – 20 мальчиков основной школы (средний возраст $12,4 \pm 1,6$ года), 3-ю – 20 юношей старших классов (средний возраст 16 ± 1 год). В 4-ю группу наблюдения включены 30 девочек в возрасте $8,5 \pm 1,6$ года; в 5-ю – 30 девочек в возрасте $12,6 \pm 1,4$ года; в 6-ю – 25 девушек в возрасте 16 ± 1 год. Все группы сопоставимы по социально-экономическому показателю ($p > 0,05$). Для анализа сопутствующей патологии у учащихся в зависимости от наличия или отсутствия недостаточной минеральной плотности костной ткани сформированы 7-я и 8-я группы наблюдения. В 7-ю группу включены 80 детей с Z-индексом ниже нормального значения (–1 и менее), в которой доля мальчиков составила 48,7%, девочек – 51,3% ($p = 0,7$). В 8-ю – 89 учащихся с нормальным значением Z-индекса (–0,99 и более), в том числе мальчиков 50,6%, девочек – 49,4% ($p = 0,9$). Критерием исключения из исследования являлось наличие острой либо хронической патологии костно-мышечной системы в стадии обострения. Оценку МПКТ проводили с помощью ультразвукового остеоденситометра Sunlight Omnisense 7000 (Sunlight Medical Ltd., Израиль) по стандартной методике (Z-индекс) на участке скелета distal radius².

Медико-биологические исследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (2013 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICHЕ6 GCP).

Математическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью непараметрических методов вариационной статистики. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерий Фишера (сравнение

¹ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 10 августа 2017 г. № 514н «О Порядке проведения профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних» (с изменениями и дополнениями).

² Sunlight Omnisense 7000 ультразвуковой остеоденситометр, руководство пользователя.

Таблица 1

Результаты остеоденситометрии обследованных детей, %

Заключение	Учащиеся			Достоверность различий		
	начальной школы	основной школы	старших классов	p^1	p^2	p^3
Доля детей с вариантом нормы	56,8	42,0	57,8	0,11	0,12	0,90
Доля детей с отклонением от нормы	43,2	58,0	42,2	0,11	0,12	0,90

Примечание. Достоверность различий: p^1 – между учащимися начальной школы и учащимися основной школы; p^2 – между учащимися основной школы и учащимися старших классов; p^3 – между учащимися начальной школы и учащимися старших классов.

относительных результатов статистических исследований). Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$ [23].

Результаты

Среди обследованных детей, независимо от пола и возраста, признаки остеопении, по данным ультразвуковой денситометрии, встречались от 42,2% среди учащихся старших классов до 58% среди учащихся основной школы (табл. 1).

У обследованных мальчиков снижение МПКТ обнаружено в 31,8–65% случаев. Распространённость остеопенического синдрома среди учащихся начальной школы составила 31,8%, что в 1,9–2 раза реже по отношению к учащимся основной школы (у 65%; $p = 0,01$) и старших классов (у 60%; $p = 0,02$). Необходимо отметить, что нарушения плотности костной ткани во всех группах наблюдения представлены преимущественно остеопенией I степени (Z-индекс от -1 до $-1,5$), выявленной во 2-й и 3-й группах в 2 раза чаще, чем в 1-й группе (35 и 30% против 15,9% соответственно; $p = 0,06–0,10$). Частота встречаемости остеопении II степени (Z-индекс от $-1,5$ до -2) сопоставима во всех группах наблюдения (11,4, 10 и 15% соответственно; $p = 0,3$). Ультразвуковые признаки остеопении III степени (Z-индекс от -2 до $-2,5$) регистрировали в 3,3 раза чаще у мальчиков 2-й группы (у 20%) и в 4,4 раза – 3-й группы (у 15%) в сравнении с 1-й (у 4,5%; $p = 0,06–0,1$) (табл. 2).

В ходе проведённого исследования у девочек установлено, что частота регистрации снижения МПКТ составила 28–60%. Среди учащихся начальной и основной школы признаки остеопении регистрировали с приблизительно равной частотой (60 и 53,3% соответственно; $p = 0,18$), и в 2 раза превышали частоту встречаемости у учащихся старших классов (28%; $p = 0,04–0,01$). Значения Z-индекса, соответствующие остеопении I степени, выявляли у учениц начальной и основной школы в 23,3% случаев, что в 3 раза чаще, чем среди старшекласниц (8%; $p = 0,1$). Остеопения II степени в 4-й и 5-й группах встречалась в 1,2–2,5 раза чаще, чем в 6-й (20; 16,7 и 8% соответственно; $p = 0,3$). Признаки остеопении III степени регистрировали с равной частотой среди учащихся девочек всех возрастов (16,7; 13,3 и 12% соответственно; $p = 0,3$) (табл. 3).

Анализ частоты регистрации ультразвуковых признаков остеопенического синдрома в начальных классах показал, что доля мальчиков в 2 раза меньше доли девочек (31,8% против 60% соответственно; $p = 0,01$). У учащихся средних классов сниженную МПКТ регистрировали приблизительно с равной частотой среди лиц обоих полов (65 и 53,3% соответственно; $p = 0,2$). У учащихся старших классов недостаточную плотность костной ткани встречали в 2,1 раза чаще у юношей относительно девушек (60 и 28% соответственно; $p = 0,02$) (см. табл. 1–3).

При анализе сопутствующей патологии обращает на себя внимание, что у детей со сниженной МПКТ относительно

Таблица 2

Результаты остеоденситометрии у мальчиков, %

Заклучение	Группа наблюдения			Достоверность различий между группами		
	1-я	2-я	3-я	p^{1-2*}	p^{2-3}	p^{1-3}
Доля детей с вариантом нормы	68,2	35	40	0,01	0,20	0,02
Доля детей с отклонением от нормы	31,8	65	60	0,01	0,20	0,02
Остеопения I степени	15,9	35	30	0,06	0,20	0,10
Остеопения II степени	11,4	10	15	0,30	0,30	0,90
Остеопения III степени	4,5	20	15	0,06	0,30	0,14

Примечание. * Здесь и в табл. 3, 4: цифрами обозначены соответствующие группы наблюдения.

Таблица 3

Результаты остеоденситометрии у девочек, %

Заклучение	Группа наблюдения			Достоверность различий между группами		
	4-я	5-я	6-я	p^{4-5}	p^{5-6}	p^{4-6}
Доля детей с вариантом нормы	40,0	46,7	72,0	0,18	0,04	0,01
Доля детей с отклонением от нормы	60,0	53,3	28,0	0,18	0,04	0,01
Остеопения I степени	23,3	23,3	8,0	0,20	0,10	0,10
Остеопения II степени	20,0	16,7	8,0	0,20	0,20	0,10
Остеопения III степени	16,7	13,3	12,0	0,30	0,30	0,30

Сопутствующая патология, %

Диагноз в анамнезе	Группа наблюдения		Достоверность различий между группами, p^{7-8}
	7-я	8-я	
Деформирующая дорсопатия неуточнённая	62,5	43,8	0,01
Низкорослость	8,8	2,2	0,06
Лёгкая белково-энергетическая недостаточность	13,7	5,6	0,07
Плоская стопа, приобретённая	28,7	25,8	0,7
Миопия	26,2	13,5	0,04
Функциональная диспепсия	42,4	25,8	0,02

детей, не имеющих признаков остеопении, в структуре сопутствующей патологии достоверно чаще диагностированы деформирующая дорсопатия (62,5 против 43,8% соответственно; $p = 0,01$), функциональная диспепсия (42,4 против 25,8%; $p = 0,02$) и миопия (26,2 против 13,5%; $p = 0,04$), а также выявлена тенденция к более частой регистрации низкорослости (8,8 против 2,2%; $p = 0,06$) и белково-энергетической недостаточности (13,7 против 5,6%; $p = 0,07$). Между частотой встречаемости плоской стопы достоверных различий не выявлено (28,7 и 25,8%; $p = 0,7$) (табл. 4).

Обсуждение

Распространённость остеопенического синдрома по результатам ультразвуковой денситометрии составила в среднем 50% (80 человек из 169 обследованных). Диапазон выявленных нарушений среди мальчиков варьировался от 31,8 до 60%, у девочек – от 28 до 60%, что согласуется с результатами других исследований, посвящённых распространённости остеопенического синдрома у детей [3, 6, 24]. При анализе полученных данных в возрастном и гендерном аспекте выявлено, что у девочек пик распространённости остеопении приходился на младший возраст, что соответствует разнице в периодах ростовых скачков и обусловлено тем, что у девочек пик накопления костной массы наступает на два года раньше, чем у мальчиков. Однако по результатам настоящего исследования установлено, что у учеников старших классов частота распространённости сниженной МПКТ сопоставима с частотой учащихся средних классов и требует дополнительного изучения [7, 8, 24, 25].

Полученные результаты подтверждают ранее полученные данные, свидетельствующие о том, что снижение МПКТ может выступать как проявлением болезней костно-мышечной системы, так и симптомом болезней эндокринной системы, органов пищеварения и другой патологии, что требует комплексного медицинского обследования [3, 15, 17, 21].

Выводы

1. Распространённость остеопенического синдрома среди учащихся средних общеобразовательных школ составила от 28 до 65% в зависимости от возраста и пола учащихся. В начальной школе доля девочек с недостаточной МПКТ в 2 раза превышала долю мальчиков (31,8 и 60%; $p = 0,01$), в основной школе недостаточная МПКТ встречалась с близкой частотой среди детей обоих полов (65 и 53,3%; $p = 0,2$), а среди старшеклассников – в 2 раза чаще преобладала у юношей относительно девушек (60 и 28%; $p = 0,02$). В структуре остеопенического синдрома преимущественно преобладала остеопения первой степени (до 35%).

2. У детей с признаками остеопении в структуре сопутствующей патологии увеличивалась частота регистрации деформирующей дорсопатии – в 1,4 раза ($p = 0,01$), миопии – в 1,9 раза ($p = 0,04$), функциональной диспепсии – в 1,6 раза ($p = 0,02$), белково-энергетической недостаточности – в 2,4 раза ($p = 0,07$), низкорослости – в 4 раза ($p = 0,06$).

3. Полученные данные свидетельствуют о необходимости более широкого применения ультразвуковой остеоденситометрии с целью своевременной диагностики и профилактики остеопенического синдрома и ассоциированных с ним нарушений состояний здоровья у детского населения.

Литература

(п.п. 12, 15–17, 25 см. References)

- ВОЗ. Подростки: риски для здоровья и их пути решения. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>
- Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Особенности развития донозологических изменений в психическом и физическом здоровье у учащихся поколения Z. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 158–64. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.17>
- Богданова А.В., Архипова Н.Н., Мальцев С.В. Оценка факторов риска снижения минеральной плотности кости у школьников г. Казани. *Практическая медицина*. 2009; (7): 111–3.
- ВОЗ. Состояние здоровья детей и подростков в Европе. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325071>
- Хотим О.А., Сычевский Л.З., Аносов В.С. Остеопения как фактор риска развития и прогрессирования сколиоза у детей. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2017; 15(2): 176–80.
- Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Снижение минеральной плотности кости у детей и подростков: причины, частота развития, лечение. *Вопросы современной педиатрии*. 2015; 14(5): 573–8. <https://doi.org/10.15690/vsp.v14i5.1442>
- Статистический сборник министерства здравоохранения 2017 г. Available at: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979-statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god>
- Марушко Ю.В., Волоха Т.И., Асонов А.О. Ультразвуковая денситометрия (аксиальное измерение) в диагностике остеопенического синдрома у детей с разной соматической патологией. *Современная педиатрия*. 2016; (1): 54–8.
- Васильев В.В., Перекусихин М.В. Гигиеническая оценка реализации мероприятий по снижению рисков, сохранению и укреплению здоровья детей в общеобразовательных организациях. *Анализ риска здоровью*. 2018; (3): 128–35. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.14>
- Крутикова Н.Ю., Виноградова А.Г., Юденкова О.А., Давыденкова А.С. История внедрения диагностических методов определения нарушения прочности кости. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2018; 17(4): 146–50.
- Храмцов П.И. Эффективность профилактики и коррекции нарушений функционального состояния костно-мышечной системы у младших школьников в процессе физического воспитания. *Здоровье населения и среда обитания*. 2017; (8): 44–5. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-293-8-44-45>
- Садовая Т.Н., Цыцорина И.А. Скрининг деформаций позвоночника у детей как компонент охраны здоровья населения. *Политравма*. 2011; (3): 23–8.

14. Мадиева М.Р., Раисов Д.Т., Куанышева А.Г., Рахимбеков А.В., Байзакова М.Н. История развития и актуальные вопросы компьютерной томографии. *Наука и здравоохранение*. 2019; 4: 100–5.
18. Купцова Т., Кислов А., Струков В., Елистратов Д., Балькова Л., Максимова М. и соавт. Остео-вит D3 в лечении детей с повторными переломами костей при остеопорозе. *Врач*. 2016; (1): 46–7.
19. Фаламеева О.В., Рзаев М.М., Храпова Ю.В., Куляев Е.А., Графов А.В. Изучение факторов риска остеопороза и формирование групп риска. *Медицина и образование в Сибири*. 2011; (6): 24.
20. Струков В.И., Елистратов Д.Г., Щербакова Ю.Г., Купцова А.Т., Галева Р.Т., Радченко Л.Г. и соавт. Профилактика повторных переломов у детей и подростков с низкой минеральной плотностью костей. *Лечащий врач*. 2015; (6): 77.
21. Ахметжанова Д.О., Иванова Р.Л., Лобанов Ю.Ф. Комплексная коррекция механизмов патогенеза недифференцированной дисплазии соединительной ткани и остеопенического синдрома у детей. *Медицина (Алматы)*. 2018; (3): 146–52.
22. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш., Колесниченко Т.В., Зотов Н.А. Минеральная плотность кости у детей в разные возрастные периоды. *Практическая медицина*. 2013; (6): 106–8.
23. Гланц С.А. *Медико-биологическая статистика*. Пер. с англ. М.: Практика; 1999.
24. Девяткова Г.И., Лебедев А.А., Щепеткова Е.Р. Распространенность остеопенического синдрома в Пермском крае. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; (6): 257.

References

1. WHO. Adolescents: health risks and solutions. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions>
2. Setko A.G., Bulycheva E.V., Setko N.P. Peculiarities of prenosological changes in mental and physical health of students from generation Z. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 158–64. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.17.eng>
3. Bogdanova A.V., Arkhipova N.N., Mal'tsev S.V. Estimation of risk factors of decrease in mineral density of the bone at schoolchild of Kazan. *Prakticheskaya meditsina*. 2009; (7): 111–3. (in Russian)
4. WHO. Child and adolescent health in Europe. 2018; 255.
5. Khotim O.A., Sychevskiy L.Z., Anosov V.S. Osteopenia as a risk factor of development and progression of scoliosis in children. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2017; 15(2): 176–80. (in Russian)
6. Mal'tsev S.V., Mansurova G.Sh. Reduced bone mineral density in children and adolescents: causes, incidence and treatment. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2015; 14(5): 573–8. <https://doi.org/10.15690/vsp.v14i5.1442> (in Russian)
7. Ministry of Health Statistical Digest, 2017. Available at: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskii-sbornik-2017-god> (in Russian)
8. Marushko Yu.V., Volokha T.I., Asonov A.O. Ultrasound densitometry (axial dimension) in the diagnosis of osteopenia syndrome in children with various somatic pathology. *Sovremennaya pediatriya*. 2016; (1): 54–8. (in Russian)
9. Vasil'ev V.V., Perekusikhin M.V. Hygienic assessment of measures aimed at risks reduction and health preservation for children in secondary schools. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; (3): 128–35. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.14.eng>
10. Krutikova N.Yu., Vinogradova A.G., Yudenkova O.A., Davydenkova A.S. History of diagnostics implementation for identification of impaired bone density. *estnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*. 2018; 17(4): 146–50. (in Russian)
11. Khramtsov P.I. The effectiveness of the prevention and correction of violations of the functional state of the musculoskeletal system from junior schoolchildren in physical education. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2017; (8): 44–5. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2017-293-8-44-45> (in Russian)
12. Rizzoli R., Bianchi M.L., Garabédian M., McKay H.A., Moreno L.A. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010; 46(2): 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005>
13. Sadovaya T.N., Tsytsorina I.A. Screening of spinal deformations in children as component of public health protection. *Politravma*. 2011; (3): 23–8. (in Russian)
14. Madiyeva M.R., Raisov D.T., Kuanysheva A.G., Rakhimbekov A.V., Bayzakova M.N. History of development and relevant issues of computer tomography. *Наука и здравоохранение*. 2019; 4: 100–5. (in Russian)
15. Świat A., Wasilewska A., Bachniak I., Fyderek K. Metabolic bone disease in children with chronic gastrointestinal tract condition. *Pol. Merkur. Lekarski*. 2016; 41(241): 43–6.
16. Chang C.Y., Rosenthal D.I., Mitchell D.M., Handa A., Kattapuram S.V., Huang A.J. Imaging findings of metabolic bone disease. *Radiographics*. 2016; 36(6): 1871–87. <https://doi.org/10.1148/rg.2016160004>
17. Saraff V., Högler W. ENDOCRINOLOGY AND ADOLESCENCE: Osteoporosis in children: diagnosis and management. *Eur. J. Endocrinol.* 2015; 173(6): 185–97. <https://doi.org/10.1530/eje-14-0865>
18. Kuptsova T., Kislov A., Strukov V., Elistratov D., Balykova L., Maksimova M., et al. Steo-vit d₃ in the treatment of children with recurrent bone fractures in osteoporosis. *Vrach*. 2016; (1): 46–7. (in Russian)
19. Falameeva O.V., Rzaev M.M., Khrapova Yu.V., Kulyaev E.A., Grafov A.V. Investigation of osteoporosis risk factors and formation of risk groups. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri*. 2011; (6): 24. (in Russian)
20. Strukov V.I., Elistratov D.G., Shcherbakova Yu.G., Kuptsova A.T., Galeeva R.T., Radchenko L.G., et al. Prevention of repeated fractures in children and teenagers with low bone mineral density. *Lechashchiy vrach*. 2015; (6): 77. (in Russian)
21. Akhmetzhanova D.O., Ivanova R.L., Lobanov Yu.F. Complex correction of pathogenesis mechanisms of undifferentiated connective tissue dysplasia and osteopenic syndrome in children. *Meditsina (Almaty)*. 2018; (3): 146–52. (in Russian)
22. Mal'tsev S.V., Mansurova G.Sh., Kolesnichenko T.V., Zotov N.A. Bone mineral density in children in different age periods. *Prakticheskaya meditsina*. 2013; (6): 106–8. (in Russian)
23. Glantz S.A. *Primer of Biostatistics*. New-York: McGraw-Hill; 1994.
24. Devyatkov G.I., Lebedev A.A., Shchepetkova E.R. Prevalence of the osteopenic syndrome in Perm region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015; (6): 257. (in Russian)
25. Bailey D.A., Martin A.D., McKay H.A., Whiting S., Mirwald R., et al. Calcium accretion in girls and boys during puberty: a longitudinal analysis. *J. Bone Miner. Res.* 2000; 15(11): 2245–50. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.11.2245>