

УДК 616.717.7/9-007.15+611.018.4+616-053.4/7+611.9+617.3+617.576

ДОБАВОЧНЫЕ ТОЧКИ ОКОСТЕНЕНИЯ (ПСЕВДОЭПИФИЗЫ) КОСТЕЙ КИСТИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ СКЕЛЕТНОЙ ЗРЕЛОСТИ

© Аида Равильевна Хисамутдинова, Наталья Рафаиловна Карелина, Линард Юрьевич Артюх, Марина Аркадьевна Зимина, Михаил Джузеппе Луиджиевич Оппедизано

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

Контактная информация: Аида Равильевна Хисамутдинова — к.м.н, доцент кафедры анатомии человека.

E-mail: aidaspb13@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0305-4078> SPIN: 8913-1108

Для цитирования: Хисамутдинова А.Р., Карелина Н.Р., Артюх Л.Ю., Зимина М.А., Оппедизано М.Д.Л. Добавочные точки окостенения (псевдоэпифизы) костей кисти у детей и подростков с разной степенью скелетной зрелости // Forcipe. 2023. Т. 6. № 3. С. 18–25.

Поступила: 28.07.2023

Одобрена: 14.08.2023

Принята к печати: 22.09.2023

РЕЗЮМЕ. Проведено изучение процессов остеогенеза костей кисти и дистального отдела предплечья у детей и подростков с разными росто-весовыми показателями. Определен уровень скелетной зрелости и его соответствие хронологическому возрасту у детей и подростков в возрасте от 1 года до 16 лет, с нормальным темпом развития и у детей и подростков с различными формами задержки роста. В ходе исследования выявлены и описаны добавочные точки окостенения (псевдоэпифизы) пястных костей и фаланг кисти у детей и подростков в зависимости от пола и возраста обследуемых. Полученные результаты позволяют предположить, что дополнительные точки окостенения коротких трубчатых костей кисти являются возможной фазой нормального остеогенеза и встречаются у детей и подростков в возрасте от 4 до 15–16 лет. Причем единичные, симметричные добавочные точки окостенения не являются обязательным признаком патологического процесса, так как не обнаруживают взаимозависимостей с нарушением гормонального статуса обследуемых детей и подростков. В случаях, когда выявляются множественные асимметричные псевдоэпифизы, особенно у детей и подростков с несоответствием уровня биологического развития хронологическому возрасту, вероятно, имеет место напряжение или даже нарушение нейроэндокринных механизмов регуляции процессов роста и развития ребенка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кости кисти; остеогенез; дети и подростки до 16 лет; задержка роста; добавочные точки окостенения; псевдоэпифизы; костный возраст.

ADDITIONAL POINTS OF OSSIFICATION (PSEUDOEPIPHYSES) OF HAND BONES IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH DIFFERENT DEGREES OF SKELETAL MATURITY

© Aida R. Hisamutdinova, Natalia R. Karelina, Linard Yu. Artyukh, Marina A. Zimina, Mikhail Giuseppe L. Oppeditano

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

Contact information: Aida R. Khisamutdinova — Candidate on Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Human Anatomy. E-mail: aidaspb13@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0305-4078> SPIN: 8913-1108

For citation: Hisamutdinova AR, Karelina NR, Artyukh LYu, Zimina MA, Oppeditano MGL. Additional points of ossification (pseudoepiphyses) of hand bones in children and adolescents with different degrees of skeletal maturity. Forcipe. 2023;6(3):18–25.

Received: 28.07.2023

Revised: 14.08.2023

Accepted: 22.09.2023

ABSTRACT. The processes of osteogenesis of the bones of the hand and distal forearm in children and adolescents with different height and weight indicators were studied. The level of skeletal maturity and its correspondence to chronological age was determined in children and adolescents aged 1 to 16 years, with a normal rate of development and in children and adolescents with various forms of growth retardation. In the course of the study, additional ossification points (pseudoepiphyses) of the metacarpal bones and phalanges of the hand in children and adolescents were identified and described, depending on the gender and age of the subjects. The obtained results suggest that additional ossification points of the short tubular bones of the hand are a possible phase of normal osteogenesis and occur in children and adolescents aged 4 to 15–16 years. Moreover, single, symmetrical additional ossification points are not an obligatory sign of a pathological process, since they do not reveal interdependencies with a violation of the hormonal status of the examined children and adolescents. In cases where multiple asymmetric pseudoepiphyses are detected, especially in children and adolescents with a discrepancy in the level of biological development to chronological age, there is probably a strain or even a violation of the neuroendocrine mechanisms regulating the processes of growth and development of the child.

KEY WORDS: hand bones; osteogenesis; children and adolescents under 16 years of age; growth retardation; additional points of ossification; pseudoepiphyses; bone age.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из актуальных вопросов развития детей и подростков является оценка и анализ процессов остеогенеза как достоверного маркера биологического возраста. Темп индивидуального развития является основной биологической характеристикой организма, и выявление заметных расхождений между календарным и биологическим возрастом позволяет предположить существование фактора риска в процессе онтогенеза [7–9, 18, 24]. В работе практикующего врача для достоверной оценки физического развития детей и подростков определение биологического возраста представляется весьма важным. В этом случае костный или скелетный возраст как показатель биологической зрелости организма является весьма надежным и объективным критерием оценки [4, 5, 16, 26, 28].

Интересным, но до сих пор не достаточно изученным явлением в процессе остеогенеза коротких трубчатых моноэпифизарных костей кисти являются псевдоэпифизы — добавочные точки окостенения. Некоторые авторы описывают псевдоэпифизы у детей и подростков с различными эндокринными нарушениями и относят их к убедительным признакам патологии эндокринной системы [1, 11, 12, 15, 19–21]. И в то же время во многих исследованиях псевдоэпифизы описываются только как дополнительные физиологические центры нормального окостенения [2, 10, 14, 23, 25], причем некоторые из сторонников данной

точки зрения считают, что псевдоэпифизы увеличивают скорость роста костей и способствуют усилению роста [22, 27, 29]. В ряде исследований авторы также считают наличие псевдоэпифизов признаком напряжения механизмов роста и формирования костей вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды [3, 6, 17].

Независимо от того, считают ли псевдоэпифизы маркерами эндокринной патологии или физиологическим этапом развития кости, авторами установлено, что псевдоэпифизы встречаются чаще всего в возрасте от 2 до 6 лет, когда костная система только развивается, а также в период от 10 до 16 лет, когда степени ее зрелости значительно выше [3, 13, 21, 29].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Немногочисленность и противоречивость представленных в литературе данных в отношении псевдоэпифизов определяет цель принятого исследования процессов остеогенеза у детей и подростков.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Произведена оценка 431 рентгенограммы костей кисти и дистального отдела предплечья детей и подростков в возрасте от 1 года до 18 лет (271 мальчик и 160 девочек), находившихся на обследовании и лечении в Детской городской больнице им. К.А. Раухфуса. Дети

и подростки были распределены по группам в соответствии с возрастом и полом. В каждой группе проведена оценка костного возраста и определение добавочных точек окостенения (псевдоэпифизов) в коротких трубчатых костях кисти.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Было проведено изучение анамнеза жизни, анамнеза болезни, анализ медицинской документации, а также оценка антропометрических показателей при рождении и в момент обследования в соответствии с нормативами для данного региона [8, 28]. Для оценки задержки роста у детей был использован метод сигмальных отклонений. Рост (X) с отклонением от средней величины (M) в пределах $\pm 1\delta$ учитывается как средний, от $+1,1\delta$ до $+2\delta$ или $-1,1\delta$ до -2δ , соответственно, как выше или ниже среднего, более $+2\delta$ или менее -2δ — как высокий или низкий. Индивидуальную оценку физического развития проводили путем сопоставления антропометрических показателей ребенка с нормативами и стандартами, разработанными специально для данного региона [2, 28].

Оценка уровня скелетной зрелости и процессов остеогенеза производилась посредством анализа рентгенограмм и визуального определения наличия или отсутствия точек окостенения и псевдоэпифизов в исследуемом отделе скелета. Наличие точки окостенения или псевдоэпифизов обозначалось знаком «+», отсутствие — знаком «-». Процессы синостозирования оценивались по основным фазам следующим образом: «+» — синостоз завершен, наличие синостоза «+-», «-» синостоз отсутствует [13, 21].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе анализа полученных данных установлено, что из общего числа детей и подростков костный возраст соответствует паспортному возрасту у большинства детей и подростков (55%), среди них было 156 мальчиков и 81 девочка. Костный возраст отстает от паспортного у 43%, из них 115 мальчиков и 70 девочек. Костный возраст опережает паспортный возраст только в 2% случаев (у 9 девочек).

По соматическому статусу всех испытуемых можно разделить на две группы: в первую группу определены 232 ребенка с ретардированным типом развития, которые обследо-

вывались на эндокринологическом отделении ДГБ им. К.А. Раухфуса с диагнозом «задержка роста».

Необходимо отметить, что у мальчиков (148 человек) задержка роста определяется в 3 раза чаще (73,7%), чем у девочек (84 человек — 26,3%). Из общего числа детей и подростков с задержкой роста (группа 1), костный возраст отстает от паспортного у 68% (158 человек), у 92 мальчиков и 66 девочек. Костный возраст соответствует паспортному у 29% детей, среди них было 56 мальчиков и 11 девочек (всего 67 человек). Костный возраст опережает паспортный в 3% случаев (7 девочек).

В ходе исследования установлено, что в основном псевдоэпифизы обнаруживаются у мальчиков в возрасте от 8 до 14 лет, у девочек — в возрасте от 10 до 13 лет. В группах 15–18-летних обследуемых они практически не выявляются.

Было также выяснено, что добавочные точки окостенения наблюдаются у детей и подростков с задержкой роста, чей костный возраст отстает от хронологического возраста у 32% обследуемых, среди них — у половины мальчиков — 47 детей и подростков, что составляет 51%, и только у 4 девочек (6%). Среди детей и подростков первой группы, костный возраст которых соответствует паспортному возрасту псевдоэпифизы встречаются в 37% случаев (25 человек): почти у трети мальчиков — 29% (16 обследуемых) и у большинства девочек — 9 человек (81%). Псевдоэпифизы обнаружены у двух девочек, чей костный возраст опережает хронологический, что составляет 28,5%.

Результаты исследования показали, что псевдоэпифизы встречаются при всех формах задержки роста: несколько чаще при задержке роста смешанного генеза (37,5%) и при сочетании задержки роста с задержкой полового развития (36,3%). Приблизительно с одинаковой частотой определяются добавочные точки окостенения коротких трубчатых костей кисти при задержке роста конституционального генеза (24%), задержке роста соматического генеза (22%) и при гипопитарном нанизме (20%). Добавочные точки окостенения или псевдоэпифизы наиболее часто определяют у детей и подростков первой группы с задержкой роста смешанного генеза и при сочетании задержки роста и полового развития. При этом именно при этих формах задержки роста псевдоэпифизы определяются в I, II, III, V пястных костях, а также в фалангах паль-

цев кисти, обычно — в проксимальных. При других же формах задержки роста у детей и подростков псевдоэпифизы чаще всего обнаружены в I и II пястных костях.



Рис. 1. Мальчик 13 лет, задержка роста и полового развития, костный возраст соответствует 11 годам. Определяются псевдоэпифизы в I, II и V пястных костях

Fig 1. A 13-year-old boy, stunted growth and sexual development, bone age corresponds to 11 years. Pseudoepiphyses are determined in the I, II and V metacarpal bones



Рис. 2. Мальчик, 16 лет. Костный возраст равен паспортному возрасту. Псевдоэпифизы во II пястных костях

Fig. 2. A boy, 16 years old. The bone age is equal to the passport age. Pseudoepiphyses in the II metacarpal bones

Вторая группа обследованных детей и подростков состояла из 199 человек, из них 123 мальчика и 76 девочек. Это дети, у которых не выявлена задержка роста и нет каких-либо нарушений гормонального статуса. Рентгенологическое исследование кисти выполнялось по назначению ортопеда-травматолога. Проводилась оценка рентгенограмм без признаков травматических повреждений костей запястья и пястных костей. Из исследования исключены рентгенограммы костей кисти детей с какой-либо наследственной патологией опорно-двигательного аппарата.

Среди обследуемых детей и подростков второй группы костный возраст соответствует паспортному у большинства (170 человек) детей и составляет 81,7% (100 мальчиков и 70 девочек). Костный возраст отстает от паспортного в 15,6% случаев, у 27 детей (23 мальчика и 4 девочки). Костный возраст опережает хронологический в 2,6% случаев (рис. 2), у 2 девушек (возраст 16–18 лет).

В результате анализа рентгенограмм обследуемых второй группы было установлено, что в основном псевдоэпифизы обнаруживаются у мальчиков в возрасте от 7,5 до 15 лет (рис. 1), у девочек — в возрасте от 10 до 14 лет. В группах 16–18-летних обследуемых были обнаружены псевдоэпифизы I пястных костей у двух мальчиков.

Добавочные точки окостенения наблюдаются у детей и подростков, чей костный возраст отстает от хронологического возраста у 31% обследуемых (8 человек), среди них — у 7 мальчиков, что составляет 30%, и одной девочки, что составляет 25%. Среди детей и подростков второй группы, костный возраст которых соответствует паспортному возрасту, псевдоэпифизы встречаются в 35% случаев (59 человек): у 25% мальчиков (25 обследуемых) и у 34 девочек (49%). Псевдоэпифизы не обнаружены у тех обследуемых, чей костный возраст опережает паспортный.

В подавляющем большинстве рентгенограмм у детей и подростков второй группы, независимо от возраста, определялись псевдоэпифизы только в I и II пястных костях, несколько реже — в проксимальных фалангах I и II пальцев кисти. Псевдоэпифизы III и V пястных костей определялись значительно реже и в более раннем возрасте — у детей 4–7 лет, преимущественно у мальчиков.

Сравнительный анализ полученных данных затруднен тем, что дети и подростки первой группы неоднородны по ряду показателей:

среди детей и подростков с задержкой роста заметно больше мальчиков, однако их уровень биологической зрелости у большинства обследуемых мальчиков отстает от хронологического возраста. Задержка роста у девочек встречается значительно реже, и их количество в данном исследовании недостаточно для получения статистически достоверных различий при сравнительном анализе рассматриваемых показателей. Из-за малого количества выборок при делении обследуемых на группы по полу и уровню биологической зрелости в ряде случаев мы можем говорить лишь о выявленных тенденциях. Для установления статистически достоверных закономерностей необходимо увеличивать количество анализируемых случаев. И, тем не менее, в ходе проведенного исследования выявлены определенные тенденции, которые подтверждаются наблюдениями ряда авторов.

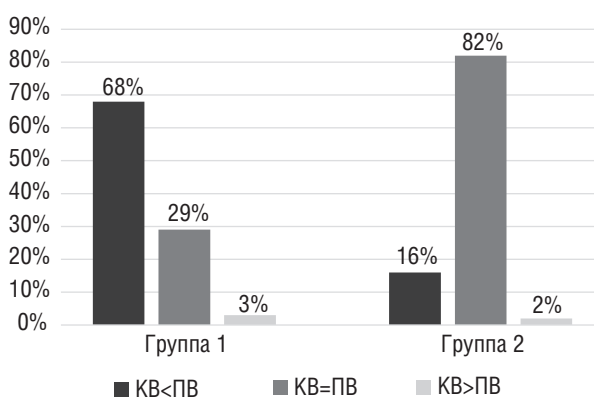


Рис. 3. Уровень биологической зрелости

Fig. 3. The level of biological maturity

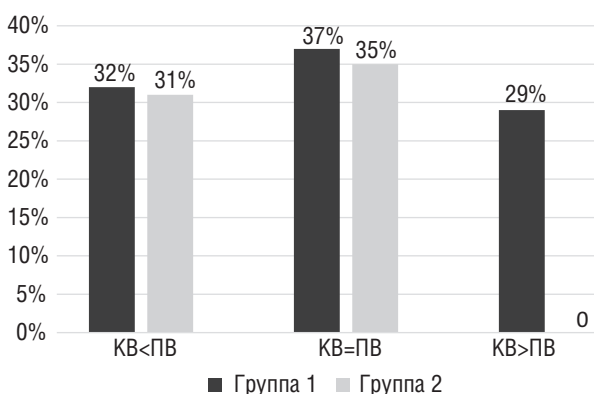


Рис. 4. Частота встречаемости псевдоэпифизов в костях кисти

Fig. 4. The frequency of occurrence of pseudoepiphyses in the bones of the hand

Необходимо отметить, что среди детей и подростков с ретардированным типом развития мальчики встречаются в 3 раза чаще, чем девочки. Только у трети обследованных детей с задержкой роста уровень биологической зрелости, определенный на основе анализа процессов остеогенеза костей кисти и дистального отдела предплечья соответствует хронологическому возрасту. Среди обследованных детей и подростков без признаков задержки роста у подавляющего большинства определяется соответствие биологического возраста паспортному. Отставание уровня биологического развития от хронологического возраста определяется только у 15% детей и подростков, но также среди них больше мальчиков. Вероятно, для мальчиков более характерна неравномерность темпов развития организма и более выраженная скачкообразность данного процесса независимо от общего темпа роста (рис. 3).

В ходе работы не выявлено явного преобладания добавочных точек окостенения у какой-либо из рассматриваемых групп: псевдоэпифизы определяются у трети детей и подростков независимо от наличия или отсутствия задержки роста. Не получено достоверных также различий по частоте распространённости псевдоэпифизов при какой-либо форме задержки роста или большей частоте встречаемости их в зависимости от пола у детей и подростков обеих групп. Однако обращает на себя внимание тот факт, что в подавляющем большинстве случаев добавочные точки окостенения определяются чаще всего в I и II пястных костях. У обследуемых обеих групп 4–9 лет наблюдались псевдоэпифизы III, V пястных костей, но достаточно редко ($p < 0,05$) — у детей без признаков ретардированного типа развития в возрасте 4–7 лет (рис. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно предполагать, что дополнительные точки окостенения коротких трубчатых костей кисти являются возможной фазой нормального остеогенеза. Данный вывод подтверждается исследованиями ряда авторов: М.А. Корнев (1986) описывал добавочные точки окостенения у детей и подростков, занимающихся различными видами спорта [13]. В своем исследовании Н.Н. Агафонова (1997) отмечала наличие единичных, симметричных псевдоэпифизов у младших подростков, независимо от темпа роста и развития.

Но в то же время в данной работе описано некоторое увеличение частоты встречаемости добавочных точек окостенения при ретардированном типе развития [3]. Настоящее исследование также подтверждает высказанное авторами мнение о том, что псевдоэпифизы встречаются у детей и подростков в возрасте от 4 до 15–16 лет.

Вероятнее всего, единичные, симметричные добавочные точки окостенения не являются обязательным признаком патологического процесса, так как не обнаруживают взаимозависимостей с нарушением гормонального статуса обследуемых детей и подростков. В случаях, когда выявляются множественные асимметричные псевдоэпифизы, особенно у детей и подростков с несоответствием уровня биологического развития хронологическому возрасту, вероятно, имеет место напряжение или даже нарушение нейроэндокринных механизмов регуляции процессов роста и развития ребенка.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the legal representatives

of patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аббакумова Л.Н., Арсентьев В.Г., Гнусаев С.Ф. и др. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики. Тактика ведения. Российские рекомендации. Педиатр. 2016; 7(2): 5–39. DOI: 10.17816/PED725-39.
2. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина; 1990.
3. Агафонова Н.Н. Морфогенез костей кисти и дистального отдела предплечья у подростков в зависимости от их росто-весовых показателей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 1997.
4. Алексина Л.А., Горшков А.Н., Ковалев А.В. Определение возраста и пола по рентгенограммам костей кисти. СПбГПМУ; 1998.
5. Алексина Л.А., Хайруллина Т.П. Динамика продольных размеров костей кисти в постнатальном остеогенезе. Сборник научн. тр. Закономерности морфогенеза опорных структур позвоночника и конечностей на различных этапах онтогенеза. Ярославль; 1999: 36–42.
6. Алешина Е.И. и др. Оценка основных антропометрических показателей и некоторых физиологических параметров у детей Северо-Запада. Под ред. В.В. Юрьева, А.С. Симаходского. СПб.; 2000.
7. Баранов А.А., Щеплягина Л.А., Баканов М.И. Возрастные особенности изменений биохимических маркеров костного ремоделирования у детей. Российский педиатрический журнал. 2002; 3: 7–12.
8. Воронцов И.М. с соавт. Современное состояние, тенденции и проблемы оценки физического развития детей из разных экологических и экономических районов России. Педиатрия. 1995; 4: 50–1.
9. Гайдук И.М., Баирова С.В., Полищук Т.В. и др. Организация медико-социальной помощи подросткам в современных условиях. Медицина и организация здравоохранения. 2021; 6(3): 84–95.
10. Гречкина А.Е., Трапезникова А.Ю. Особенности обмена цинка у новорожденных и детей раннего возраста. Children's medicine of the North-West. 2023; 11(1): 49–53. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2023.41.55.005>
11. Дедов И.И., Семечева Т.В., Петеркова В.А. Половое развитие детей. Норма и патология. М.; 2002.
12. Князев Ю.А., Беспалова В.А. Гормонально-метаболические диагностические параметры. М.; 2000.
13. Корнев М.А. Возрастные и половые особенности минерализации костей кисти человека и влияние на них усиленной мышечной деятельности. Дисс. ... д-ра мед. наук. Л.; 1984.

14. Котова С.М., Карлова Н.А., Максимцева И.М. и др. Формирование скелета у детей и подростков в норме и патологии. Пособие для врачей. СПб.: 2002.
15. Кроненберг Г.М. с соавт. Детская эндокринология. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020.
16. Крутикова Н.Ю., Щеплягина Л.А., Козлова Л.В. Особенности костного метаболизма новорожденных детей. Российский педиатрический журнал. 2006; 3: 16–21.
17. Леонтьев С.В. Особенности развития скелета костей кисти и дистального отдела предплечья у детей раннего детского возраста. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 1997.
18. Мартинчик А.Н., Батулин А.К. Рост и масса детей России по данным поперечного исследования. Гигиена и санитария. 2000; 1: 68–71.
19. Некачалов В.В. Патология костей и суставов. Руководство для врачей. СПб.; 2000.
20. Ревел П. Патология кости. М.: Медицина; 1993.
21. Рохлин Д.Г. Кости и суставы в рентгеновском изображении. Конечности. Л.: Медгиз; 1957.
22. Старкова Н.Т. Клиническая эндокринология. Руководство для врачей. СПб.; 2002.
23. Туркина З.В., Швырина И.А. К вопросу о некоторых показателях физического развития детей 7–10 лет. Сборник научн. тр.: Общая патология: на пороге третьего тысячелетия. Рязань; 2001: 74–5.
24. Фарбер Д.А. с соавт. Физиология роста и развития детей и подростков. М.; 2000.
25. Хисамутдинова А.Р., Карелина Н.Р. Особенности остеогенеза у здоровых мальчиков с разными соматометрическими характеристиками и у мальчиков с задержкой роста. В сборнике: Материалы научной конференции, посвященной 115-летию со дня рождения профессора М.Г. Привеса. Сборник научных трудов. 2019: 226–9.
26. Хисамутдинова А.Р., Карелина Н.Р. Остеогенез костей предплечья и кисти как надежный критерий определения биологического возраста. Российские биомедицинские исследования. 2017; 2(4): 42–7.
27. Хисамутдинова А.Р., Комиссарова Е.Н. Темпы остеогенеза у мальчиков подростков под влиянием эндокринных и экзогенных факторов. FORCIPE. 2020; 3(3): 36–40.
28. Юрьев В.К. и др. Рост и развитие ребенка. СПб.; 2003.
29. Canovas F., Banegas F., Cyteval C. et al. Carpal bone maturation assessment by image analysis from computed tomography scans. Horm. Res. 2000; 54(1): 6–13.
30. vedeniya. [Hereditary and multifactorial disorders of connective tissue in children. diagnostic algorithms. management tactics]. Rossijskie rekomendacii. Pediatr. 2016; 7(2): 5–39. DOI: 10.17816/PED725-39. (in Russian).
31. Avtandilov G.G. Meditsinskaya morfometriya. [Medical morphometry]. Moskva: Meditsina Publ.; 1990. (in Russian).
32. Agafonova N.N. Morfogenez kostey kisti i distalnogo otдела predplechya u podrostkov v zavisimosti ot ih rosto-vesovyih pokazateley. [Morphogenesis of the bones of the hand and distal forearm in adolescents depending on their height and weight parameters]. Avtoref. dis. ...kand. med. nauk. Sankt-Peterburg; 1997. (in Russian).
33. Aleksina L.A., Gorshkov A.N., Kovalev A.V. Opre-deleniye vozrasta i pola po rentgenogrammam kostey kisti. [Determination of age and sex using radiographs of the hand bones]. SPbGPMU Publ.; 1998. (in Russian).
34. Aleksina L.A., Hayrullina T.P. Dinamika prodolnyih razmerov kostey kisti v postnatalnom osteogeneze. [Dynamics of longitudinal dimensions of hand bones in postnatal osteogenesis]. Sbornik nauchn. tr. Zakonomernosti morfogeneza opornyih struktur pozvonoch-nika i konechnostey na razlichnyih etapah ontogeneza. Yaroslavl; 1999: 36–42. (in Russian).
35. Aleshina E.I. s soavt. Otsenka osnovnyih antropometricheskikh pokazateley i nekotorykh fiziologicheskikh parametrov u detey Severo-Zapada. [Assessment of basic anthropometric indicators and some physiological parameters in children of the North-West]. Pod. red. V.V. Yureva, A.S. Simahodskogo. Sankt-Peterburg; 2000. (in Russian).
36. Baranov A.A., Scheplyagina L.A., Bakanov M.I. Vozrastnyie osobennosti izmeneniy biohimicheskikh markerov kostnogo remodelirovaniya u detey. [Age-related features of changes in biochemical markers of bone remodeling in children]. Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. 2002; 3: 7–12. (in Russian).
37. Vorontsov I.M. i dr. Sovremennoe sostoyanie, tendentsii i problemyi otsenki fizicheskogo razvitiya detey iz raznykh ekologicheskikh i ekonomicheskikh rayonov Rossii. [Current state, trends and problems of assessing the physical development of children from different ecological and economic regions of Russia]. Pediatr-riya. 1995; 4: 50–1. (in Russian).
38. Gajduk I.M., Bairova S.V., Polishchuk T.V. i dr. Organizatsiya mediko-social'noj pomoshchi podrostkam v sovremennykh usloviyakh. [Organization of medical and social assistance to adolescents in modern conditions]. Medicina i organizatsiya zdравоохранeniya. 2021; 6(3): 84–95. (in Russian).
39. Grechkina A.E., Trapeznikova A.Yu. Osobennosti obmena tsinka u novorozhdennykh i detey rannego vozrasta. [Features of zinc metabolism in newborns and young

REFERENCES

- children]. Children's medicine of the North-West. 2023; 11(1): 49–53. DOI: <https://doi.org/10.56871/CmN-W.2023.41.55.005>. (in Russian).
11. Dedov I.I., Semecheva T.V., Peterkova V.A. Polovoe razvitie detey. Norma i patologiya. [Sexual development of children. Norm and pathology]. Moskva; 2002. (in Russian).
 12. Knyazev Yu.A., Bespalova V.A. Gormonalno-metabolicheskie diagnosticheskie parametryi. [Hormonal-metabolic diagnostic parameters]. Moskva; 2000. (in Russian).
 13. Kornev M.A. Vozrastnyye i polovyye osobennosti mineralizatsii kostey kisti cheloveka i vliyaniye na nikh usilennoy myshechnoy deyatel'nosti. [Age and gender characteristics of mineralization of human hand bones and the influence of increased muscle activity on them]. Diss. ... doktora med. nauk. Leningrad; 1984. (in Russian).
 14. Kotova S.M., Karlova H.A., Maksimtseva I.M. i dr. Formirovaniye skeleta u detey i podrostkov v norme i patologii. [Formation of the skeleton in children and adolescents in normal and pathological conditions]. Posobie dlya vrachey. Sankt-Peterburg; 2002. (in Russian).
 15. Kronenberg G.M. i dr. Detskaya endokrinologiya. [Pediatric endocrinology]. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2020. (in Russian).
 16. Krutikova N.Yu., Scheplyagina L.A., Kozlova L.V. Osobennosti kostnogo metabolizma novorozhdennykh detey. [Features of bone metabolism in newborns]. Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. 2006; 3: 16–21. (in Russian).
 17. Leont'yev S.V. Osobennosti razvitiya skeleta kostey kisti i distal'nogo otdela predplech'ya u detey rannego detskogo vozrasta. [Features of the development of the skeleton of the bones of the hand and distal forearm in early childhood children]. Avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Sankt-Peterburg; 1997. (in Russian).
 18. Martinchik A.N., Baturin A.K. Rost i massa detey Rossii po dannym poperechnogo issledovaniya. [Height and weight of Russian children according to a cross-sectional study]. Gigiena i sanitariya. 2000; 1: 68–71. (in Russian).
 19. Nekachalov V.V. Patologiya kostey i sustavov. [Pathology of bones and joints]. Rukovodstvo dlya vrachey. Sankt-Peterburg; 2000. (in Russian).
 20. Revel P. Patologiya kosti. [Bone pathology]. Moskva: Meditsina Publ.; 1993. (in Russian).
 21. Rohlin D.G. Kosti i sustavy v rentgenovskom izobrazhenii. Konechnosti. [Bones and joints in X-ray images. Limbs]. Leningrad: Medgiz Publ.; 1957. (in Russian).
 22. Starkova N.T. Klinicheskaya endokrinologiya. [Clinical endocrinology]. Rukovodstvo dlya vrachey. Sankt-Peterburg; 2002. (in Russian).
 23. Turkina Z.V., Shvyirina I.A. K voprosu o nekotorykh pokazatelyakh fizicheskogo razvitiya detey 7–10 let. [On the issue of some indicators of physical development of children 7–10 years old]. Sbornik nauchn. tr.: Obschaya patologiya: na poroge tretogo tysyacheletiya. Ryazan; 2001: 74–5. (in Russian).
 24. Farber D.A. i dr. Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov. [Physiology of growth and development of children and adolescents]. Moskva; 2000. (in Russian).
 25. Khisamutdinova A.R., Karelina N.R. Osobennosti osteogeneza u zdorovykh mal'chikov s raznymi somatometricheskimi kharakteristikami i u mal'chikov s zaderzhkoy rosta. [Features of osteogenesis in healthy boys with different somatometric characteristics and in boys with growth retardation]. V sbornike: Materialy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 115-letiyu so dnya rozhdeniya professora M.G. Privesa. Sbornik nauchnykh trudov. 2019: 226–9. (in Russian).
 26. Khisamutdinova A.R., Karelina N.R. Osteogenez kostey predplech'ya i kisti kak nadezhnyy kriteriy opredeleniya biologicheskogo vozrasta. [Osteogenesis of the bones of the forearm and hand as a reliable criterion for determining biological age]. Rossiyskiye biomeditsinskiye issledovaniya. 2017; 2(4): 42–7. (in Russian).
 27. Khisamutdinova A.R., Komissarova Ye.N. Tempy osteogeneza u mal'chikov podrostkov pod vliyaniem endogennykh i ekzogennykh faktorov. [Rates of osteogenesis in adolescent boys under the influence of endogenous and exogenous factors]. FORCIPE. 2020; 3(3): 36–40. (in Russian).
 28. Yurev V.K. s soavt. Rost i razvitie rebenka. [Child growth and development]. Sankt-Peterburg; 2003. (in Russian).
 29. Canovas F., Banegas F., Cyteval C. et al. Carpal bone maturation assessment by image analysis from computed tomography scans. Horm. Res. 2000; 54(1): 6–13.