

ОСТЕОГЕНЕЗ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ И КИСТИ КАК НАДЕЖНЫЙ КРИТЕРИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

© Аида Равильевна Хисамутдинова, Наталья Рафаиловна Карелина

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

Контактная информация: Аида Равильевна Хисамутдинова – к.м.н, доцент. кафедры анатомии человека. E-mail: karelina_nr@gpma.ru

РЕЗЮМЕ: В статье приведены основные принципы оценки общей морфологической дифференцировки организма (биологического возраста). Подробно рассмотрены процессы остеогенеза костей предплечья и кисти, являющиеся критериями определения костного возраста детей и подростков. Описано влияние половых гормонов на рост и развитие костей на разных этапах полового созревания подростков. Особенности дифференцирования костной ткани, в частности порядок и сроки появления точек окостенения и синостозов в отдельных частях скелета, объективно отражающие процессы роста и развития организма ребенка, прижизненно определяются рентгенологически и являются одним из надёжных индикаторов биологического возраста. Скелетный возраст наиболее объективно отражает процессы роста и развития организма и позволяет оценить уровень полового развития подростков. Понимание процессов роста и развития костей обеспечивает возможность индивидуального подхода при обследовании, лечении и реабилитации детей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеогенез костей предплечья и кисти, костный возраст, биологический возраст, дети и подростки, этапы полового созревания, половое развитие.

OSTEOGENESIS OF FOREARM AND HAND — A VALID CRITERION FOR DETERMINING BIOLOGICAL AGE

© Aida R. Hisamutdinova, Natalia R. Karelina

Saint-Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya st., 2.

Contact Information: Aida R. Hisamutdinova – k. m. n., associate Professor. Department of human anatomy. E-mail: karelina_nr@gpma.ru

ABSTRACT. The paper deals with basic principles for assessment of general morphological differentiation of human organism (biological age). A detailed description is given of forearm and hand osteogenesis which can serve as criterions for determination of bone age for children and adolescents. The influence of sex hormones upon the growth and development of bones at various stages of sex maturation of adolescents is described. Bone tissue differentiation peculiarities, namely the order and terms for debut of ossification foci and synostoses in various parts of the skeleton objectively reflecting the processes of growth and development of children can be supravitally determined rentgenologically and are considered to be among the most reliable indicators for determining biological age. Skeletal age is the most objective reflection of growth and development processes, it gives opportunity to assess the adolescents sex development level. The understanding of bones' growth and development processes is a basis for individual approach during examination, treatment and rehabilitation of children patients.

KEY WORDS: osteogenesis of forearm and hand, bone age, biological age, children and adolescents, stages of sex maturation, sexual development

Возраст — продолжительность периода от момента рождения до настоящего или любого другого момента времени. Возраст хронологический (паспортный) — период времени от момента рождения до настоящего или любого другого момента исчисления (календарный возраст). Возраст анатомо-физиологический — это возраст, определяемый по совокупности

обменных, структурных, физиологических, регуляторных процессов. Этот возраст может не соответствовать календарному возрасту [5, 6].

Индивидуальные колебания процессов роста и развития послужили основанием для введения такого понятия, как биологический возраст. Биологический возраст — понятие собирательное, отражающее индивидуальный уровень морфофункциональной зрелости отдельных тканей, органов, систем и целостного организма, то есть онтогенетическую зрелость индивидуума. Основными критериями биологического возраста считаются: 1) зрелость, оцениваемая по степени развития вторичных половых признаков — в период полового созревания; 2) скелетная зрелость (порядок и сроки окостенения скелета) — объективно отражает уровень биологической зрелости во все возрастные периоды; 3) зубная зрелость (сроки прорезывания молочных и постоянных зубов); 4) показатели зрелости отдельных физиологических систем организма на основании возрастных изменений микроструктур различных органов; 5) морфологическая и психологическая зрелость [17].

Нередко физическое и умственное созревание, функциональная организация двигательного аппарата и внутренних органов, то есть все, что характеризует биологический возраст, не согласуются с календарным возрастом, опережая его, или, наоборот, отставая. Примерно 30% детей опережают, а около 15–20% отстают в своем развитии от сверстников [2].

Признаки, используемые для оценки биологического возраста, должны удовлетворять целому ряду требований. Прежде всего, они должны отражать четкие возрастные изменения, которые поддаются описанию или измерению.

Способ оценки этих изменений не должен наносить вред здоровью испытуемого и вызывать у него неприятные ощущения. И, наконец, он должен быть пригоден для скрининга большого количества индивидуумов.

Для правильной оценки биологического возраста желательно использовать несколько показателей в их сочетании. Однако на практике при массовых обследованиях о биологическом возрасте приходится судить по каким-то отдельным показателям, достаточно хорошо отражающим развитие ребенка.

Темпы индивидуального развития представляют собой основную биологическую характеристику организма человека, а ее выраженные изменения оцениваются как фактор риска в ходе нормального онтогенеза.

Возрастная эволюция скелета — это показатель физического развития человека. По срокам появления центров окостенения и наступления синостозов можно судить о состоянии общей морфологической дифференцировки организма [20].

Существует определенная последовательность появления точек окостенения по мере роста ребенка, которая к настоящему времени достаточно хорошо изучена и изложена в литературе:

Скелет новорожденного оксифицирован не полностью. Костными являются диафизы и частично метафизы трубчатых костей, часть тел и дуг позвонков, части лопатки, костей таза, а также таранной, пяточной и кубовидной костей стопы. Эпифизы и часть метафизов трубчатых костей, апофизы, кости запястья и переднего отдела предплюсны, краевые отделы лопатки, костей таза, тел позвонков имеют хрящевое строение. Исключение из этого перечня представляют только точки окостенения в области коленного сустава, в нижнем эпифизе бедра, которое к моменту рождения достигает размера 5–7 мм, затем — в верхнем эпифизе большеберцовой кости, далее — в пяточной, таранной, кубовидной костях. У 40% новорожденных определяется центр окостенения в головке плечевой кости. Наличие этих ядер окостенения является признаком доношенности плода. Диафизы всех трубчатых костей к моменту рождения уже окостеневают [11].

Постнатальный остеогенез может быть представлен несколькими этапами.

Первый этап. Ориентировочная его продолжительность — от момента рождения до начала оксификации эпифизов трубчатых костей — от 0 до 6–10 месяцев. Выделение этого этапа достаточно условно, так как степень оксифицированности костей остается такой же, какая была достигнута к концу внутриутробного развития. Основным проявлением костеобразовательного процесса является продольный и поперечный рост костей.

Второй этап. Продолжается от 6–10 месяцев до 3,5–4 лет. Может быть охарактеризован как начальный этап процесса окостенения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны. Подавляющее большинство эпифизов трубчатых костей появляется в возрастном периоде от 6 месяцев до 1 года. С интервалом приблизительно в 1–1,5 года начинается окостенение коротких трубчатых костей кисти и костей переднего отдела предплюсны. К 4-летнему возрасту ядра окостенения имеются практически во всех эпифизах трубчатых костей. Исключение составляет только блок дистального эпифиза плечевой кости и головка локтевой кости.

Наблюдаются также ядра окостенения и во всех костях переднего отдела предплюсны. Период оксификации костей запястья значительно более продолжительный, в связи с чем к 4-м годам точки окостенения имеются только в 4 из них. Параллельно указанным процессам происходит также полная оксификация метафизов трубчатых костей, исключая расположенные на них апофизы, полностью оксифицируются ветви лобковой и седалищной костей, значительно увеличивается объем костной ткани в плоских костях, телах и дужках позвонков, на значительном протяжении позвоночного столба синостозируют половинки дужек позвонков (кроме L4, L5, S1).

Третий этап. Продолжается от 4 до 8–9 лет. Это период полного окостенения хрящевых моделей эпифизов трубчатых костей, костей запястья и предплюсны. Наблюдается также оксификация краев суставной впадины лопатки и тел позвонков, происходит слияние ветвей лобковой и седалищной

костей, начинается окостенение вертлужной впадины. Происходит также начальное оформление архитектоники костной структуры — создаются системы так называемых силовых линий, то есть линий, формирующихся под действием статико-динамической нагрузки.

Четвертый этап. Возрастной срок — от 9 до 15 лет. Характеризуется окостенением апофизов, бугристостей длинных трубчатых костей, костей таза и стопы, тел и отростков позвонков. Возрастные сроки начала окостенения различны для различных апофизов разных костей. Еще более различны темпы их окостенения. Процесс полной оссификации одних апофизов занимает временной промежуток в 5–6 лет, полное окостенение других успевает произойти всего за несколько месяцев. Одновременно с окостенением апофизов и бугристостей окончательно оформляется архитектура костной структуры (создаются системы силовых линий в области прикрепления мышц), синостиозуют половинки дужек L5, S1 и крестцовые позвонки.

Пятый, этап завершающий. Ориентировочный возрастной срок 15–17–18 лет. Наблюдается синостиозирование метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон [1, 3].

Наиболее информативным для оценки биологического возраста является рентгенологическое исследование развития костей кисти и дистального отдела предплечья. Рассмотрим более подробно их остеогенез.

Лучевая кость (radius). В формировании этой кости участвуют 4 ядра окостенения, возникающие в хрящевой модели кости. Основное (диафизарное) ядро появляется в средней трети диафиза на 2-м месяце эмбрионального развития, из него формируется тело и шейка лучевой кости. Проксимальное эпифизарное ядро (в головке лучевой кости) появляется в возрасте 3–6 лет (в среднем, на 5-м году жизни), оно имеет форму диска. Дистальное эпифизарное ядро треугольной формы появляется на 1–3 году жизни. Из него формируется шиповидный отросток и запястная суставная поверхность лучевой кости, развитие которой продолжается до 10–12 лет. В возрасте 13–14 лет появляется последнее дополнительное ядро окостенения для бугристости лучевой кости. Синостиозирование лучевой кости на проксимальном ее конце происходит в 15–18 лет, а на дистальном — в 17–25 лет.

Локтевая кость (ulna). Развивается из хрящевого остова с помощью 3-х ядер. В начале 2-го месяца внутриутробной жизни появляется основное (диафизарное) ядро. Из него развиваются тело, венечный отросток, нижние две трети локтевого отростка и верхняя половина головки локтевой кости. Верхнее эпифизарное ядро появляется в возрасте 10–12 лет. Оно обычно бывает двойным: для верхней трети локтевого отростка и для вершины локтевого отростка. Нижнее эпифизарное ядро начинает определяться в среднем в 7–10 лет. Из него формируется нижняя половина головки и основание шиповидного отростка локтевой кости. В эти же сроки в вершине отростка появляется добавочный центр окостенения. Слияние проксимального эпифиза с диафизом локтевой кости происходит в 16–20 лет, а дистального — от 18 до 22 лет.

Кости запястья (ossa carpi). К моменту рождения остаются хрящевыми. В последовательности появления костей запястья могут наблюдаться вариации, но, в основном, она такова: на 1-м году жизни (от 1 до 6 месяцев) появляются ядра окостенения в головчатой (чаще в 2 месяца) и крючковидной костях (чаще в 3 месяца). При этом крючок крючковидной кости может иметь дополнительное ядро окостенения, и его развитие продолжается до 11-летнего возраста. На 2–4-м году жизни (обычно к 3-м годам) появляется ядро окостенения для трехгранной кости; от 3 до 6 лет — центры оссификации для полулунной кости (от 3 до 5 лет), для кости трапеции и трапецевидной (от 4,5 до 6 лет), для ладьевидной (в 5–6 лет), — для гороховидной кости (в 10–12 лет).

Пястные кости (ossa metacarpalia). Каждая пястная кость развивается из двух ядер окостенения — диафизарного и эпифизарного. Диафизарное ядро появляется на 3-м месяце внутриутробного развития и формирует тело и проксимальный эпифиз II–V пястных костей и дистальный эпифиз I пястной кости. Эпифизарные ядра появляются на 3–4-м году жизни и располагаются соответственно в основании I пястной кости и головках II–V пястных костей. Синостиозирование раньше всего происходит в I пястной кости (в 13–15 лет), синостиозы II–V пястных костей возникают в возрасте 18–20 лет.

Фаланги (phalanges digitorum manus). Окостенение происходит с помощью двух ядер: основного диафизарного, из которого развивается тело и головка фаланги (появляется на втором месяце внутриутробного развития в проксимальных и дистальных фалангах и на третьем месяце в средних фалангах II–V пальцев) и эпифизарного, появляющегося в основании фаланг в возрасте 1–3 лет (в 1–2,5 года в проксимальных фалангах и в 2,5–3 года в остальных фалангах). Синостиозы несколько раньше возникают в дистальных фалангах (в 15–16 лет), чуть позже в проксимальных и средних фалангах (в 16–18 лет).

Поскольку только один из эпифизов коротких трубчатых костей кисти имеет самостоятельное ядро окостенения, а второй развивается вместе с диафизом, эти кости называются моноэпифизарными [1].

В настоящее время большое внимание уделяется изучению гормонального статуса в различные периоды роста и развития детей и подростков. Данные об изменении общих размеров тела, темпов роста и сроков полового созревания подростков широко представлены в литературе. Наиболее интересны сведения о степени вовлечения в этот процесс костной системы и особенностях развития скелета на разных стадиях полового созревания.

Накопленные экспериментальные и клинические данные позволяют считать, что на обмен кальция влияют не только паратгормон, кальцитонин и производные витамина Д, но и половые стероиды. Половые стероиды оказывают прямое анаболическое действие на кость, стимулируют активность остеобластов, снижают экскрецию кальция с мочой и калом. Недостаток половых стероидов считается фактором риска развития остеопороза [16].

Половые гормоны оказывают выраженное ростовое воздействие, обеспечивая пубертатный скачок в росте; ведут к окончательной дифференцировке костной системы, способствуют закрытию зон роста. В литературе рассматриваются два противоположных механизма действия половых гормонов:

- 1) непосредственное воздействие на костные структуры через локализованные в костной ткани рецепторы;
- 2) опосредованное воздействие через ослабление или усиление действия других гормонов (кальцитонина, паратгормона, гормона роста).

Большинство авторов считает, что влияние половых гормонов осуществляется посредством одновременного действия двух этих механизмов [5, 16, 20]. Однако некоторые авторы полагают, что имеет место лишь механизм опосредованного действия, так как в костной ткани отсутствуют рецепторы к половым гормонам [14].

Андрогены и эстрогены взаимодействуют друг с другом, усиливая эпифизарный и аппозиционный рост кости. Под влиянием половых гормонов рост практически останавливается благодаря оссификации эпифизарных хрящей. Эстрогены и андрогены принимают участие как в механизмах бурного роста в пубертатном периоде, так и в закрытии эпифизарных щелей. В детстве и в период полового созревания эстрогены и андрогены обеспечивают преобладание процессов костеобразования над резорбцией [10].

Андрогены определяют формирование вторичных половых признаков, развитие скелета по мужскому типу, оказывают общий анаболический эффект в присутствии соматотропного гормона. Стимулирующее действие на рост продолжается до закрытия зон роста.

Тестостерон оказывает существенное влияние на рост мальчиков и девочек. Он определяет длительность пубертатного периода. Однако влияние андрогенов на рост в длину ограничивается их воздействием на эпифизарные хрящи. Андрогены как у мужчин, так и у женщин оказывают влияние на пубертатное ускорение роста [9].

Биологические эффекты андрогенов зависят от возраста. Во время пубертата андрогены стимулируют рост за счет усиления секреции гормона роста и усиления продукции инсулиноподобного ростового фактора I. Они оказывают генерализованное анаболическое действие на белковый обмен, стимулируют формирование кости, её плотность, обеспечивают созревание остеобластов и хондроцитов, что описано многими авторами. Андрогены, являясь анаболическими гормонами, стимулируют развитие костного матрикса. Андрогены в одинаковой степени влияют на костный возраст, длину тела и возраст менархе. Закрытие эпифизарных зон роста обусловлено действием тестостерона, и в то же время считается, что тестостерон снижает процессы созревания хрящевой ткани, а в этом случае должна наблюдаться задержка закрытия эпифизарных зон роста [14].

Наличие достаточного уровня эстрогенов снижает катаболическое действие паратгормона. Паратгормон осуществляет остеокластическую резорбцию в связи с активацией остео-

кластов и остеоцитарный остеолит в результате стимуляции остеоцитов. Также указанный гормон тормозит синтез коллагена в остеобластах и превращение преостеокластов в остеокласты с высвобождением кальция, фосфора и других солей.

Эстрогены оказывают тормозящее влияние на скорость роста, активизируя окостенение эпифизарных зон трубчатых костей. И в то же время по данным некоторых авторов в пубертатном периоде, даже при отсутствии влияния андрогенов, эстрогены могут вызвать ускорение роста. При отсутствии воздействия андрогенов, время наступления ростового скачка одинаково для девочек и мальчиков [4].

Эстрогены активируют остеобласты, дезактивируют остеокласты, стимулируют создание матрикса кости, за счет усиления синтеза коллагеновых волокон. Кроме того, эти гормоны, в отличие от андрогенов, задерживают рост мета-эпифизарных хрящей, угнетая биосинтез ДНК и гликозаминогликанов в хондроцитах. В раннем постнатальном периоде высокая концентрация эстрогенов способствуют старению хрящевой ткани и деструктивным изменениям в ней [8].

Влияние прогестерона на костную ткань изучено недостаточно. Существуют две точки зрения: 1) гормон не оказывает прямого действия на скелет; 2) гормон увеличивает прочность эпифизарного хряща, стимулирует его рост и задерживает дифференцировку [6, 16].

Таким образом, из приведенного выше видно, что изменение темпов и силы роста во многом связано со стадией полового созревания, на которой находится организм в определенный период времени. Описанные процессы определяют взаимосвязь между стадией полового развития организма и процессами остеогенеза костей кисти и дистального отдела предплечья:

Фарбер Д.А. (2000) отмечает, что на 1-й стадии полового созревания (соответствующей препубертатному периоду, приблизительно в возрасте 10 лет у девочек и 12 лет у мальчиков), наблюдается препубертатное ускорение роста [18]. Однако это ускорение в настоящее время считается необязательным [5]. На этой стадии появляются очаги окостенения в гороховидной (у мальчиков в период от 12–13 лет, у девочек в 10,5–11,5 лет) и сесамовидных костях кисти (у мальчиков в 13–14 лет, а у девочек в 12–13 лет).

На 2-й стадии полового созревания (12–13 лет у мальчиков, 10,5–13 лет у девочек) происходит усиленная пролиферация эпифизарных хрящей трубчатых костей, и таким образом, увеличение размеров тела в длину.

На 3-й стадии полового созревания (14 лет) на передний план выступают процессы роста, поскольку соотношение соматотропина и половых гормонов приобретает оптимальное значение. Именно на этой стадии скорость роста в длину становится максимальной (до 10–15 см в год). При этом под влиянием половых гормонов начинается активное формирование архитектоники тела по половым признакам. С 14 лет у девочек увеличивается скорость нарастания тазового диаметра. У мальчиков же с 15 лет увеличивается интенсивность скорости роста плечевого диаметра. Дефинитивная длина

тела, а также характер будущего соматотипа во многом зависят от сроков наступления этой стадии: чем позже наступит максимальная скорость роста, тем большей окажется длина тела и менее вирильным телосложение. У мальчиков прибавка роста происходит более резко, чем у девочек.

4 стадия (15–16 лет) — стадия максимального (отчасти избыточного по сравнению с дефинитивным) стероидогенеза, характеризуется интенсивным замещением хрящевой ткани костными структурами, что приводит к сужению эпифизарных щелей и резкому падению скорости роста [12].

Период полового созревания длится у мальчиков около 4,5 лет, а у девочек — почти 6 лет. В его начале наблюдается бурный рост организма, а значит отдельные органы, а также системы органов функционируют разлаженно, дисгармонично и развиваются неравномерно. Поэтому в это время организм подростка наиболее уязвим. По мере перехода от низкой к высокой стадии полового созревания увеличивается и массивность скелета. В разные возрастные периоды степень связи между признаками полового созревания и окостенения скелета различна: у мальчиков она максимальна в 14–15 лет, у девочек в 12–13 лет [1, 19].

Наиболее показательным для оценки степени полового созревания является уровень костной зрелости. Считают, что фаза окостенения скелета кисти, характеризующаяся лишь наличием сесамовидных костей в области 1 пястно-фалангового сустава свидетельствует о том, что половые железы ещё не активны [18].

Рохлин Д.Г. (1957) утверждал, что наступление синостоза в 1 пястной кости, является косвенным показателем включения половых желез в работу [15]. Это было неоднократно подтверждено позднее. Процесс синостозирования в первой пястной кости связан с отчетливо выраженным скачком кривой роста — девочки за 1 год вырастают в среднем на 7 см, мальчики — на 9 см. В период наступления синостозов в концевых и основных фалангах интенсивность роста ещё довольно велика: мальчики вырастают в течение года в среднем на 5 см, девочки — на 2 см. В период наступления синостозов, в средних фалангах и во 2–5 пястных костях, интенсивность роста слаба. В дальнейшем, ещё до наступления синостозов во всех трубчатых костях, рост в длину незначителен [2].

Различия в росте между мальчиками и девочками можно объяснить тем, что соответствующие фазы окостенения во время полового созревания более продолжительны у мальчиков, именно в те периоды, когда энергия роста велика. Так, по мнению большинства авторов [2, 13, 20], мальчики более длительно пребывают в фазе окостенения, характеризующейся наличием шиловидного отростка локтевой кости (2,3 года), чем девочки (1,3 года), при этом энергия роста составляет у мальчиков 5 см, у девочек 4,6 см в год; а также в фазе, характеризующейся наличием синостоза в I пястной кости — продолжительность 0,8 лет, энергия роста 9,0 см/год (у девочек 0,5 лет и 7,0 см/год). Однако, в исследованиях Агафоновой Н.Н. (1997) отмечено, что процесс синостозирования костей кисти и дистального отдела предплечья начинается у девочек

раньше, но имеет большую продолжительность, по сравнению с мальчиками того же типа соматического развития [1].

Таким образом, в период детства в костях наблюдается преобладание темпов костеобразования над резорбцией, результатом чего является рост скелета. В отдельные возрастные периоды процессы роста и развития протекают неравномерно. Развитие детского организма отличается тем, что процессы роста совершаются крайне интенсивно, причем степень интенсивности, наибольшая в течение первого года жизни ребенка, в последующие годы значительно понижается и колеблется в отдельные периоды детства. Но в любой период развития процессы роста подчиняются следующим законам:

1. Замедление скорости роста с возрастом.
2. Неравномерность изменений скорости роста.
3. Краниокаудальный градиент роста.
4. Чередование направлений роста.
5. Половая специфичность темпа роста [12].

Особенности дифференцирования костной ткани, в частности порядок и сроки появления точек окостенения и синостозов в отдельных частях скелета, объективно отражающие процессы роста и развития организма ребенка, прижизненно определяются рентгенологически и являются одним из надёжных индикаторов биологического возраста. Скелетный возраст наиболее объективно отражает процессы роста и развития организма и позволяет оценить уровень полового развития подростков. Понимание процессов роста и развития костей обеспечивает возможность индивидуального подхода при обследовании, лечении и реабилитации детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова Н.Н. Морфогенез костей кисти и дистального отдела предплечья у подростков в зависимости от их росто-весовых показателей. Автореферат дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 1997.
2. 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.
3. Алешина Е.И. с соавт. Оценка основных антропометрических показателей и некоторых физиологических параметров у детей Северо-Запада. Под. ред. В.В. Юрьева, А.С. Симаходского. СПб.; 2000.
4. 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.
5. Воронцов И.М. с соавт. Современное состояние, тенденции и проблемы оценки физического развития детей из разных экологических и экономических районов России. Педиатрия. 1995; № 4: 50–51.
6. Воронцов И.М. Закономерности физического развития детей и методы его оценки. Учебно-методическое пособие. СПб., 1986.



7. Дедов И. И., Семечева Т. В., Петеркова В. А. Половое развитие детей. Норма и патология. М.; 2002.
8. Князев Ю.А., Беспалова В.А. Гормонально-метаболические диагностические параметры. М.; 2000.
9. Корнилов Н. В., Михайлов С. А., Малинин В. И. Минеральная плотность костной ткани подростков и юношей в популяционной выборке Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Остеопороз и остеопатии. 2003; № 3: 6–9.
10. 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.
11. Крутикова Н. Ю., Щеплягина Л. А., Козлова Л. В. Особенности костного метаболизма новорожденных детей. Российский педиатрический журнал. 2006; № 3: 16–21.
12. Лавринова А.П. Показатели физического развития Севера в различных стадиях полового созревания. Сборник научн. ст.: Проблемы экологии человека. Архангельск; 2000: 116–118.
13. Мартинчик А.Н. Батурин А.К. Рост и масса детей России по данным поперечного исследования. Гигиена и санитария. 2000; № 1: 68–71.
14. Некачалов В. В. Патология костей и суставов: руководство для врачей. СПб.; 2000.
15. Рохлин Д.Г. Кости и суставы в рентгеновском изображении. Конецности. Л.: Медгиз; 1957.
16. Старкова Н. Т. Клиническая эндокринология: руководство для врачей. СПб.; 2002.
17. 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: 74–75.
18. Фарбер Д.А. с соавт. Физиология роста и развития детей и подростков. М.; 2000.
19. Щеплягина Л.А., Моисеева Т. Ю., Круглова И. В., Богатырева А. О. Проблемы подросткового возраста. М.; 2003.
20. Юрьев В.В., Симаходский А.С., Воронович Н.Н., Хомич М.М. Рост и развитие ребенка. Краткий справочник. СПб., 2003.
4. Baranov A.A., Scheplyagina L. A., Bakanov M. I. Vozrastnyie osobennosti izmeneniy biohimicheskikh markerov kostnogo remodelirovaniya u detey. Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. 2002; № 3: 7–12. (In Russian).
5. Vorontsov I.M. s soavt. Sovremennoe sostoyanie, tendentsii i problemy otsenki fizicheskogo razvitiya detey iz raznykh ekologicheskikh i ekonomicheskikh rayonov Rossii. Pediatriya. 1995; № 4: 50–51. (In Russian).
6. Vorontsov I.M. Zakonomernosti fizicheskogo razvitiya detey i metody ego otsenki. Uchebno-metodicheskoe posobie. [Laws of physical development of children and methods of its assessment. Educational-methodical manual]. SPb., 1986. (In Russian).
7. Dedov I. I., Semecheva T. V., Peterkova V. A. Polovoe razvitiye detey. Norma i patologiya. M.; 2002. (In Russian).
8. Knyazev Yu.A., Bepalova V.A. Gormonalno-metabolicheskie diagnosticheskie parametryi. M.; 2000. (In Russian).
9. Kornilov N. V., Mihaylov S. A., Malinin B. I. Mineralnaya plotnost kostnoy tkani podrostkov i yunoshey v populyatsionnoy vyiborke Sankt-Peterburga i Leningradskoy oblasti. Osteoporoz i osteopatii. 2003; № 3: 6–9. (In Russian).
10. Kotova S. M., Karlova H.A., Maksimtseva I. M. i dr. Formirovaniye skeleta u detey i podrostkov v norme i patologii: posobie dlya vrachey. SPb.; 2002. (In Russian).
11. Krutikova N. Yu., Scheplyagina L. A., Kozlova L. V. Osobennosti kostnogo metabolizma novorozhdennykh detey. Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal. 2006; № 3: 16–21. (In Russian).
12. Lavrinova A.P. Pokazateli fizicheskogo razvitiya Severa v razlichnykh stadiyakh polovogo sozrevaniya. Sbornik nauchn. st.: Problemy ekologii cheloveka. Arhangelsk; 2000: 116–118. (In Russian).
13. Martinchik A.N. Baturin A.K. Rost i massa detey Rossii po dannym poperechnogo issledovaniya. Gigiena i sanitariya. 2000; № 1: 68–71. (In Russian).
14. Nekachalov V. V. Patologiya kostey i sustavov: rukovodstvo dlya vrachey. SPb.; 2000. (In Russian).
15. Rohlin D.G. Kosti i sustavyi v rentgenovskom izobrazhenii. Konechnosti. L.: Medgiz; 1957. (In Russian).
16. Starkova N. T. Klinicheskaya endokrinologiya: rukovodstvo dlya vrachey. SPb.; 2002. (In Russian).
17. Turkina Z.V., Shvyirina I.A. K voprosu o nekotorykh pokazatelyakh fizicheskogo razvitiya detey 7–10 let. Sbornik nauchn. tr.: Obschaya patologiya: na poroge tretego tysyacheletiya. Ryazan; 2001: 74–75. (In Russian).
18. Farber. D.A. s soavt. Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov. M.; 2000. (In Russian).
19. Scheplyagina L.A., Moiseeva T. Yu., Kruglova I. V., Bogatyireva A. O. Problemyi podrostkovogo vozrasta. M.; 2003. (In Russian).
20. Yur'ev V.V., Simakhodskiy A.S., Voronovich N.N., Khomich M.M. Rost i razvitie rebenka. Kratkiy spravochnik. SPb., 2003. (In Russian).

REFERENCES

1. Agafonova N.N. Morfogenez kostey kisti i distalnogo otdela predplechya u podrostkov v zavisimosti ot ih rosto-vesovykh pokazateley. Avtoreferat dis. ... kand. med. nauk. SPb.; 1997. (In Russian).
2. Aleksina L.A., Hayrullina T.P. Dinamika prodolnykh razmerov kostey kisti v postnatalnom osteogeneze. Sbornik nauchn. tr. Zakonomernosti morfogeneza opornykh struktur pozvonochnika i konechnostey na razlichnykh etapakh ontogeneza. Yaroslavl; 1999: 36–42. (In Russian).
3. Aleshina E.I. s soavt. Otsenka osnovnykh antropometricheskikh pokazateley i nekotorykh fiziologicheskikh parametrov u detey Severo-Zapada. Pod. red. V.V. Yureva, A.S. Simahodskogo. SPb.; 2000. (In Russian).

