

# Остеопороз в детском возрасте: особенности минерализации скелета у детей, профилактика и лечение

**Т.Е. Таранушенко** ✉, ORCID: 0000-0003-2500-8001, e-mail: tetar@rambler.ru

**Н.Г. Киселева**, e-mail: kinatta@rambler.ru

Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого; 660022, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1

## Резюме

Вопросы профилактики и лечения остеопороза у детей являются актуальной проблемой педиатрии и детской эндокринологии, что обусловлено необходимостью превентивных мероприятий для формирования адекватной костной массы и прочности кости, длительностью реабилитации при развитии заболевания и возникновении переломов, а также требованиями к оптимизации терапии данной патологии в детском возрасте.

Костная ткань является динамической и постоянно обновляющейся системой. К основным регуляторам остеогенеза относят микроэлементы (кальций, фосфор, цинк, фтор и др.), витамин D, гормоны (паратгормон, кальцитонин, гормон роста, кортикостероиды и др.), ростовые факторы (ИРФ-1, ИРФ-2, ЭРФ, ФРФ и др.), местные костнорезорбирующие факторы (ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО, ПГЕ и др.) и механическую нагрузку. Процессы ремоделирования продолжаются на протяжении всей жизни, но наиболее интенсивно выражены до 18 лет. Наиболее важными факторами риска развития остеопороза являются недоношенность и/или ЗВУР в анамнезе, перенесенный рахит, низкое потребление белка, кальция и витамина D, дефицит веса, периоды активного роста, низкая физическая активность, эндокринные заболевания (сахарный диабет, соматотропная недостаточность, гипогонадизм и др.), соматическая патология (хронические болезни почек, печени, нарушения всасывания), прием некоторых медикаментов (ГКС, противосудорожные препараты, цитостатики и др.). Клинические проявления остеопороза у детей включают признаки тканевого дефицита кальция (трофические изменения ногтей, волос и эмали зубов, парестезии, боли в икроножных мышцах) и снижение минерализации кости (нарушения осанки, замедление темпов роста, боли в позвоночнике и крупных суставах, патологические низкоэнергетические переломы).

Мероприятия по профилактике остеопороза в детском возрасте предполагают регулярную физическую активность, рациональное питание, достаточную инсоляцию, выявление и лечение соматической патологии. Дополнительная фармакологическая коррекция проводится в группах риска: рекомендовано курсовое применение препаратов, содержащих витамин D, кальций и другие остеотропные минералы.

Вопросы лечения остеопороза у детей и подростков активно дискутируются. Обязательным компонентом терапии являются соли кальция в комбинации с витамином D. Рассматривается возможность использования бисфосфонатов, исследуется влияние на метаболизм костной ткани моноклональных антител (деносумаб), соматропина и анаболических стероидов. Дополнительно назначают немедикаментозные методы – ортопедическую коррекцию при переломах, ЛФК, гимнастику, лечебное плавание и массаж.

**Ключевые слова:** остеопороз, дети, подростки, минерализация костной ткани, критические периоды развития остеопороза, факторы риска остеопороза, профилактика и лечение остеопороза

**Для цитирования:** Таранушенко Т.Е., Киселева Н.Г. Остеопороз в детском возрасте: особенности минерализации скелета у детей, профилактика и лечение. *Медицинский совет*. 2020;(10):164–171. doi: 10.21518/2079-701X-2020-10-164-171.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Paediatric osteoporosis: features of skeletal mineralization in children, prevention, and treatment

**Tatiana E. Taranushenko** ✉, ORCID: 0000-0003-2500-8001, e-mail: tetar@rambler.ru

**Natalya G. Kiseleva**, e-mail: kinatta@rambler.ru

Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky; 1, Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russia

## Abstract

The prevention and treatment of osteoporosis in children is an urgent problem of pediatrics and pediatric endocrinology. This is due to the need for preventive measures for the formation of adequate bone mass and bone strength, the duration of rehabilitation during the development of the disease and the occurrence of fractures, as well as the requirements for optimizing the treatment of this pathology in childhood.

Bone tissue is a dynamic and constantly updated system. The main regulators of osteogenesis include trace elements (calcium, phosphorus, zinc, fluorine, etc.), vitamin D, hormones (parathyroid hormone, calcitonin, growth hormone, corticosteroids, etc.), growth factors (IRF-1, IRF-2, ERF, FRF, etc.), local bone-resorbing factors (IL-1, IL-6, TNF, PGE, etc.) and mechanical stress. Remodeling processes continue throughout life, but are most intense until 18 years of age.

The most important risk factors for developing osteoporosis are a history of prematurity and / or IUGR, rickets, low intake of protein, calcium and vitamin D, weight deficiency, periods of active growth, low physical activity, endocrine diseases (diabetes mellitus, growth hormone deficiency, hypogonadism, etc.), somatic pathology (chronic diseases of the kidneys, liver, malabsorption), taking

certain medications (GCS, anticonvulsants, cytostatics, etc.). Clinical manifestations of osteoporosis in children include signs of tissue calcium deficiency (trophic changes in the nails, hair and tooth enamel, paresthesia, pain in the calf muscles) and a decrease in bone mineralization (impaired posture, slowed growth, pain in the spine and large joints, pathological low-energy fractures). Measures to prevent osteoporosis in childhood include regular physical activity, a balanced diet, adequate insolation, and the identification and treatment of somatic pathology. Additional pharmacological correction is carried out in risk groups – the recommended course use of preparations containing vitamin D, calcium and other osteotropic minerals.

The treatment of osteoporosis in children and adolescents is actively debated. A mandatory component of therapy are calcium salts in combination with vitamin D. The possibility of using bisphosphonates is being examined, the effect of monoclonal antibodies (denosumab), somatotropin and anabolic steroids on bone metabolism is being studied. In addition, non-pharmacological methods are prescribed - orthopedic correction for fractures, exercise therapy, gymnastics, therapeutic swimming and massage.

**Keywords:** osteoporosis, children, adolescents, bone mineralization, critical periods of osteoporosis, risk factors of osteoporosis, prevention and treatment of osteoporosis

**For citation:** Taranushenko T.E., Kiseleva N.G. Paediatric osteoporosis: features of skeletal mineralization in children, prevention and treatment. *Meditsinskiy sovet = Medical Council.* 2020;(10):164–171. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2020-10-164-171.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Остеопороз (ОП) является актуальной проблемой педиатрии и детской эндокринологии. Это обусловлено распространенностью данной патологии, а также необходимостью длительной реабилитации при возникновении переломов. Вместе с тем раннее выявление факторов риска, своевременная профилактика и лечение позволяют сформировать адекватную минеральную плотность кости (МПК) и обеспечить полноценное качество жизни у пациентов данной группы [1–7]. По данным разных авторов, сниженные показатели МПК имеют 38–43% российских детей в возрасте 5–18 лет без сопутствующей соматической патологии (мальабсорбция, гепатит, тиреотоксикоз, сахарный диабет (СД) и др.), а остеопороз выявлен у 10–11% подростков 14–15 лет и у 5–6% подростков 17–18 лет. Во всех возрастных группах выявлена корреляция изменения МПК с патологией опорно-двигательного аппарата. Так, у детей и подростков с переломами трубчатых костей снижение МПК диагностировано в 41–45% случаев, остеопороз – в 6–7%, при сколиозе снижение МПК отмечается в 11,9% случаев, а при грубой деформации позвоночника – у 70% пациентов [1–4]. Основными факторами, способствующими развитию ОП у детей, являются быстрые темпы роста в сочетании с дефицитом основных компонентов, необходимых для адекватной минерализации кости. Современное качество питания не обеспечивает достаточного поступления кальция и витамина D. По данным литературы, 75% детей России испытывают дефицит кальция, у 30–40% выявлена недостаточность витамина D [1, 3, 8, 9]. Известно, что для адекватного обеспечения кальцием ребенок должен потреблять ежедневно 3–4 разных молочных продукта (напиток, творог, молочная каша) и 2–3 раза в неделю рыбу. По литературным данным, только 50% российских детей ежедневно получают молочные продукты, 35% – несколько раз в неделю, при этом среднесуточное потребление кальция составляет всего 400–800 мг при норме 1200–1500 мг. Рыба присутствует в рационе менее 2 раз в неделю у 64% детей и подростков [4, 5, 8–10]. Указанные обстоятельства определяют актуальность проблемы остеопороза в дет-

ском возрасте, обосновывают необходимость комплексного изучения факторов риска данной патологии, а также современных методов профилактики и лечения при нарушениях фосфорно-кальциевого обмена.

Костная ткань – это соединительная ткань с высокой степенью минерализации межклеточного вещества, является самой прочной в организме и совместно с хрящевой тканью составляет скелетную систему человека. Основным микроэлементом, обеспечивающим минерализацию кости, является кальций. Вместе с тем в формировании минеральной плотности кости и поддержании структуры скелета участвуют и другие микроэлементы – фосфор, цинк, медь, магний, марганец, бор [8, 11]. По литературным данным, у детей установлена корреляция снижения МПК с изменением содержания указанных микроэлементов в волосах [8]. Основное депо кальция в организме – кости (98,9%), остальные запасы кальция распределены в зубах (0,51%), мягких тканях (0,51%), внеклеточной жидкости и плазме (0,08%).

Физиологическая потребность в микроэлементах зависит от возраста и не имеет гендерных различий (табл. 1).

- **Таблица 1.** Нормы физиологической потребности в минеральных веществах для детей и подростков России [10]
- **Table 1.** Standards for the mineral physiological requirements for children and adolescents in Russia [10]

Возраст	Кальций (мг в сутки)	Фосфор (мг в сутки)	Магний (мг в сутки)	Цинк (мг в сутки)	Медь (мг в сутки)
0–3 месяца	400	300	55	3	0,3
4–6 месяцев	500	400	60	3	0,3
7–12 месяцев	600	500	70	4	0,5
1–3 года	800	700	80	5	0,5
3–7 лет	900	800	200	8	0,6
7–11 лет	1100	1100	250	10	0,7
11–14 лет	1200	1200	300	12	0,8
14–18 лет	1200	1200	400	12	1,0

## РЕГУЛЯЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА

Минеральный обмен и метаболизм в костной ткани являются сложным процессом, который контролируется целым рядом факторов (табл. 2) [1, 3–6, 12, 13].

Костная ткань является динамической и постоянно обновляющейся системой [1, 3–6, 12, 13].

**Ремоделирование костной ткани** – процесс разрушения (резорбции) и образования новой кости (остеосинтеза), осуществляется остеокластами и остеобластами и обеспечивается рядом факторов (табл. 3) [4–6, 12, 13].

● **Таблица 2.** Основные регуляторы минерального обмена и метаболизма в костной ткани

● **Table 2.** Major regulators of mineral metabolism and bone metabolism

Регулятор	Биологические эффекты
Витамин D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стимуляция кишечной абсорбции кальция</li> <li>• усиление кишечной абсорбции фосфора</li> <li>• стимуляция костного ремоделирования и синтеза костного матрикса</li> </ul>
Паратгормон	<ul style="list-style-type: none"> <li>• всасывание кальция в ЖКТ</li> <li>• активация синтеза витамина D</li> <li>• снижение экскреции кальция с мочой</li> <li>• активация остеокластов</li> <li>• стимуляция костной резорбции</li> </ul>
Кальцитонин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• поступление кальция в кость</li> <li>• угнетение активности остеокластов</li> <li>• торможение костной резорбции</li> <li>• подавление распада коллагена</li> </ul>
Тиреоидные гормоны	<ul style="list-style-type: none"> <li>• активация внутрикостного метаболизма</li> <li>• стимуляция остеобластов и остеокластов</li> <li>• стимуляция костной резорбции</li> <li>• активация синтеза ИФР-1</li> </ul>
Половые гормоны	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стимуляция остеогенеза и созревания скелета</li> <li>• угнетение активности остеокластов</li> <li>• подавление продукции ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО</li> <li>• усиление секреции СТГ, ИФР-1</li> </ul>
Инсулин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• стимуляция синтеза костного матрикса и образование хряща</li> <li>• усиление продукции ИФР-1</li> <li>• увеличение количества коллаген-продуцирующих клеток, активация остеобластов</li> </ul>
Гормон роста	<ul style="list-style-type: none"> <li>• продукция ИФР-1</li> <li>• стимуляция пролиферации хондроцитов</li> <li>• усиление активности остеобластов</li> <li>• активация образования кальцитриола</li> <li>• увеличение абсорбции кальция и фосфора в кишечнике и реабсорбции фосфора в почках</li> </ul>
Глюкокортикостероиды	<ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение всасывания кальция в кишечнике</li> <li>• торможение синтеза витамина D</li> <li>• повышение выведения кальция с мочой</li> <li>• угнетение активности остеобластов</li> </ul>
Ростовые факторы (ИРФ-1, ИРФ-2, ЭРФ, ФРФ и др.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дифференцировка остеобластов</li> <li>• синтез органического матрикса</li> <li>• торможение резорбции кости</li> </ul>
Местные костнорезорбирующие факторы (ИЛ-1, ИЛ-6, ФНО, ПГЕ и др.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• замедление синтеза коллагена</li> <li>• активация остеокластогенеза</li> <li>• усиление резорбции кости</li> </ul>

● **Таблица 3.** Факторы, обеспечивающие остеогенез

● **Table 3.** Factors that can modulate osteogenesis

Обеспечение	Регуляция
<b>1 стадия – построение белкового матрикса</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• белок</li> <li>• фосфор, медь, фтор, цинк</li> <li>• железо, марганец, селен</li> <li>• витамины А, D, К, С, группы В</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• гормон роста, инсулин</li> <li>• тироксин</li> <li>• андрогены, эстрогены</li> <li>• факторы тимуса</li> <li>• механическая нагрузка</li> </ul>
<b>2 стадия – оссификация коллагена</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• кальций, фосфор, магний</li> <li>• лактоза</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кальцитонин, паратгормон</li> <li>• рН крови</li> <li>• механическая нагрузка</li> </ul>
<b>3 стадия – ремоделирование (самообновление кости)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• витамин D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кальцитонин, паратгормон</li> <li>• рН крови</li> <li>• механическая нагрузка</li> </ul>

Цикл костного моделирования осуществляется в определенной последовательности и представляет сбалансированный процесс, результатом которого является формирование новой полноценной костной структуры (масса резорбированной и вновь образованной кости одинаковы).

Обновление костной ткани происходит регулярно и продолжается на протяжении всей жизни. Вместе с тем наиболее интенсивному ремоделированию кость подвергается в детском и подростковом возрасте, что обуславливает повышенную потребность в кальции и других минералах, формирующих МПК [4–6, 11–13]. У взрослого человека темпы остеосинтеза постепенно замедляются. По мнению ряда исследователей, снижение интенсивности ремоделирования и физиологическая атрофия костной ткани начинается ориентировочно с 30–35 лет, со скоростью уменьшения МПК у женщин на 1% за год, а у мужчин – на 1–2% за 5–10 лет [5, 6]. Поэтому накопление адекватной костной массы в периоде детства является важным условием прочности кости в последующие годы [5, 6, 12, 14].

## ОСОБЕННОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ДЕТЕЙ

Физиологические особенности костной системы у детей определяют повышенную потребность в минеральных компонентах и витамине D.

Особенности костной ткани в детском возрасте [1–6, 11]:

1. Активное накопление кальция в костях и интенсивное формирование пиковой костной массы (ПКМ) (86% накапливается у детей до 14 лет, в том числе в период полового созревания – 30–40%).
2. Линейное вытяжение (рост) и гистологическое созревание кости.
3. Преобладание процессов остеосинтеза над костной резорбцией.
4. Высокая скорость обновления костной ткани (до 100% в год).

5. Периоды повышенного костного метаболизма (интенсивный рост, ускоренное remodelирование скелета, активная минерализация кости): 0–3 года, 5–7 лет, препубертат и период полового созревания.

6. Транзиторное снижение МПК на фоне ростового скачка в пубертатном периоде (примерно у 1/2 детей).

Костная система наиболее активно меняется в детском и подростковом возрасте. Сформированная в этот период ПКМ определяет прочность скелета на протяжении всей последующей жизни.

**Остеопороз** – это системное метаболическое заболевание скелета, характеризующееся снижением костной массы и микроструктурной перестройкой костной ткани, приводящих к повышенной хрупкости и ломкости костей [4–7, 11–14].

**Факторы риска остеопороза у детей и подростков** [1, 2, 4–7, 11–14]:

#### 1. Генетические и антропометрические факторы:

- периоды активного роста
- низкая костная масса при рождении (ЗВУР, недоношенность, преэклампсия во время беременности, низкая дотация кальция и витамина D во время беременности)
- генетическая (семейная) предрасположенность (остеопороз, тубулопатии, несовершенный остеогенез у родственников)
- женский пол
- этническая принадлежность (европейцы, азиаты)
- дефицит массы тела

#### 2. Гормональные факторы:

- заболевания эндокринной системы (соматотропная недостаточность, болезнь/синдром Иценко – Кушинга, СД, гиперпаратиреоз, гипогонадизм, заболевания ЩЖ)
- позднее начало менструаций, аменорея, нарушения менструального цикла у девочек
- дефицит витамина D

#### 3. Факторы внешней среды:

- вредные привычки (курение, алкоголь, избыток кофеина)
- питание с низким поступлением кальция, витамина D, белка, лактозы, других микроэлементов (отсутствие в рационе или недостаточное употребление молочных продуктов, мяса, рыбы, яиц и др.)
- малоподвижный образ жизни (гиподинамия, иммобилизация)
- интенсивные физические нагрузки (спорт)

#### 4. Хронические соматические заболевания:

- заболевания ЖКТ (синдром мальабсорбции, нарушение функции печени)
- хроническая патология почек, хроническая почечная недостаточность
- ревматические заболевания
- хронические болезни легких
- лейкозы, лимфомы, нейробластома, миеломная болезнь

#### 5. Ятрогенные факторы (при терапии более 3 месяцев):

- глюкокортикостероиды
- антиконвульсанты
- цитостатики
- антациды с алюминием

- ингибиторы протонной помпы
- фуросемид
- гепарин
- тироксин

#### 6. Перенесенный в раннем детском возрасте витамин-D-дефицитный (младенческий, классический) рахит.

Критические периоды развития остеопороза у детей без сопутствующей соматической патологии: возраст 5–6 лет для детей обоего пола, 11–12 лет – для девочек, 13–15 лет – для мальчиков.

#### 7. В эти возрастные периоды отмечается максимальное число переломов.

Физиологические особенности костной системы у детей определяют повышенную потребность в минеральных компонентах и витамине D.

#### Клинические проявления остеопороза у детей:

##### 1. Внекостные проявления остеопороза:

- изменения ногтей (ломкость, слоистость)
- ломкость, повышенное выпадение волос
- множественный кариес, изменения эмали зубов
- повышенная утомляемость мышц спины в положении стоя или сидя
- парестезии, боли в икроножных мышцах и/или подергивания мышц голени и стоп

##### 2. Костные проявления остеопороза:

- нарушения осанки, искривления позвоночника, сутулость, кифоз, кифосколиоз, сглаженность лордоза в поясничном отделе
- замедление темпов роста и/или уменьшение показателя роста стоя (снижение высоты тел позвонков)
- ноющие преходящие боли в спине и/или ногах после физической нагрузки, реже – в руках
- боли в позвоночнике; болезненность при пальпации и перкуссии позвонков («корешковый» синдром)
- боли в крупных суставах (коленных, голеностопных, тазобедренных) и костях таза при нагрузках и в покое, без признаков воспаления и гуморальной активности
- отставание костного возраста от паспортного
- патологические низкоэнергетические переломы костей (при незначительной или минимальной травме или при физической нагрузке)

Наиболее типичные переломы при остеопорозе: тело позвонков (компрессионные переломы), шейка бедра, область вертелов бедренной кости, дистального отдела лучевой кости, проксимального отдела плечевой кости.

#### ПРОФИЛАКТИКА ОСТЕОПОРОЗА

Профилактика ОП, особенно у детей из групп риска, является важной задачей современной медицины.

##### 1. Нефармакологическая профилактика остеопороза:

- 1.1. Активный образ жизни, регулярная физическая активность (ежедневно не менее 1 часа ходьба, гимнастика, плавание, танцы и др.).
- 1.2. Достаточная инсоляция.
- 1.3. Рациональное питание (адекватное поступление кальция, витамина D, белка).

● **Таблица 4.** Содержание кальция в некоторых продуктах питания [1, 4, 5, 9, 10]

● **Table 4.** Calcium content of some foods [1, 4, 5, 9, 10]

Продукт	Содержание кальция, мг/на 100 г
<b>МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ</b>	
сыр Пармезан	1300
твердые сыры	1000
молочное мороженое	140
молоко коровье (2,5–3,5%)	120
<b>МОРЕПРОДУКТЫ</b>	
сардины атлантические (консервы)	380
крабы	100
креветки	90
<b>ОРЕХИ</b>	
кунжут	1150
фундук	290
миндаль	254
орехи грецкие	83
фисташки	130
<b>СЕМЕНА</b>	
семена подсолнечника	100
семена тыквы	60
<b>СУХОФРУКТЫ</b>	
курага	170
изюм	56
<b>ПРЯНЫЕ ТРАВЫ</b>	
базилик	370
петрушка	245
сельдерей	240
кресс-салат	180
шнитт-лук	130
укроп	126
<b>БОБОВЫЕ</b>	
соевые бобы	240
фасоль	194
арахис	70
<b>ДРУГИЕ ПРОДУКТЫ</b>	
шоколад молочный	240
шоколад темный	60

*Пищевые продукты, содержащие кальций (табл. 4):*

- Молоко и молочные продукты
- Орехи
- Морепродукты
- Пряные травы
- Бобовые
- Сухофрукты
- Семена
- Минеральная вода
- Шоколад

*Пищевые продукты, содержащие витамин D:*

- Печень трески
- Жирные сорта рыбы (лосось, тунец, макрель, сельдь, скумбрия, палтус, форель, угорь, морской окунь)
- Печень животных
- Яичный желток
- Сливочное масло
- Жирные молочные продукты (сливки, сметана, творог)

Устранение факторов риска: ограничение в рационе продуктов, снижающих всасывание кальция (жиры, пепси-кола, какао, кофеин), отказ от вредных привычек (курение, употребление пива), уменьшение тяжелых физических нагрузок (табл. 5).

● **Таблица 5.** Факторы, влияющие на всасывание кальция в кишечнике

● **Table 5.** Factors affecting intestinal calcium absorption

Снижают всасывание кальция	Усиливают всасывание кальция:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фитин (зерновые продукты)</li> <li>• Щавелевая кислота (какао, щавель, шпинат, ревень и др.)</li> <li>• Железо</li> <li>• Избыток жиров, фосфатов (колбасные изделия, ортофосфорная кислота в составе колы, разрыхлители и др.), клетчатки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Витамин D</li> <li>• Лактоза</li> <li>• Лимонная кислота</li> <li>• Физическая активность</li> <li>• Белок</li> <li>• Низкий уровень pH в кишечнике</li> </ul>

Выявление и лечение соматической патологии (патология печени, почек, кишечника и др.).

## 2. Фармакологическая профилактика остеопороза

### 2.1. Профилактика дефицита кальция.

К основным механизмам действия солей кальция на костную ткань относят снижение скорости резорбции кости, усиление пролиферации и дифференцировки остеобластов, а также активацию ростовых факторов и кальцитриола.

**Показания к назначению препаратов кальция с профилактической целью** [1–4, 11, 15]:

- недоношенность и/или ЗВУР в анамнезе
- низкое потребление белка, кальция, витамина D
- рахит (в анамнезе) и его последствия
- периоды активного роста
- идиопатическая задержка роста
- дефицит массы тела, нервная анорексия
- низкая физическая активность
- эндокринные заболевания (ЗГР, СШТ, сахарный диабет, СТГ-дефицит)

- синдром мальабсорбции, лактазная недостаточность, НБКМ
- хронические заболевания почек (ренальная остеодистрофия)
- прием ГКС, противосудорожных препаратов, цитостатиков
- переломы в анамнезе (при незначительной травме и/или повторные)

**Рекомендации по приему препаратов кальция с профилактической целью:**

1) Использовать органические соли кальция

По данным литературы, наиболее эффективной и безопасной формой из органических солей является цитрат кальция. К преимуществам цитратной формы следует отнести высокую биодоступность (всасывание независимо от приема пищи и кислотности желудочного сока), быстрая нормализация уровня ПТГ, эффективное восполнение дефицита кальция при низком диетарном потреблении, активное депонирование в костях и зубах, низкий риск развития кальциноза (цитрат хорошо растворяется в воде), отсутствие влияния на кальцификацию зон роста, хорошую переносимость (отсутствие симптомов диспепсии) [4].

2) Принимать препараты кальция совместно с витамином D (всасывание кальция в кишечнике и транспорт его в костную ткань осуществляются в присутствии витамина D) [12, 14, 21].

3) Суточную дозу препарата распределить на 2–3 приема, разовая доза – не более 500–600 мг элементарного кальция (для максимальной абсорбции, так как всасывание кальция происходит преимущественно в верхних отделах тонкого кишечника).

4) Принимать препараты кальция во второй половине дня (процессы роста и остеомоделирования происходят в ночные часы).

5) Принимать препараты кальция во время или после еды, с достаточным количеством жидкости (для профилактики побочных эффектов) [14].

6) Курсы профилактического применения – по 1–3 месяца 2–3 раза в год.

7) Доза препарата кальция рассчитывается индивидуально в зависимости от возраста, физиологической потребности (табл. 1) и степени потребления кальций-содержащих продуктов.

Для нормального развития скелета и формирования МПК необходимы различные микроэлементы (цинк, медь, магний, бор и др.), поэтому для профилактики ОП у детей оптимально использовать препараты, в состав которых, помимо витамина D и кальция, входят и другие остеотропные минералы [4, 8, 11].

**Противопоказания к применению препаратов кальция:**

- 1) Гиперпаратиреоз (первичный и вторичный).
- 2) Декальцинирующие опухоли (миелома, костные метастазы).
- 3) Мочекаменная болезнь.
- 4) Почечная недостаточность.
- 5) Тяжелая гиперкальциурия.
- 6) Остеопороз, обусловленный иммобилизацией.

● **Рисунок.** Алгоритм назначения профилактических доз холекальциферола

● **Figure.** Algorithm for administration of prophylactic doses of cholecalciferol

### Профилактика дефицита витамина D

**Ребенок:**

- ✓ не входящий в группу риска
- ✓ не имеющий анализа крови на 25 (ОН)D
- ✓ ребенок «на участке» у педиатра

профилактические дозы  
водного раствора холекальциферола

Возраст (мес.)	Доза витамина D (МЕ/сут)
1–6	1000*
6–12	1000*
12–36	1500
старше 36	1000

\*Вне зависимости от вида вскармливания (не требуется пересчета дозы для детей на смешанном или искусственном вскармливании).

### 2.2. Профилактика дефицита витамина D.

Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции», 2018) (рис.).

### ЛЕЧЕНИЕ ОСТЕОПОРОЗА

В последние годы активно дискутируются вопросы лечения ОП у детей. Рассматривается возможность использования бисфосфонатов, обсуждаются вопросы рационального подбора доз препаратов кальция и витамина D, исследуется влияние соматропина и анаболических стероидов на метаболизм костной ткани [1, 2, 22]. Предметом научного поиска является изучение применения моноклональных антител (деносумаб) при ОП у детей<sup>1</sup> [23].

В настоящее время для терапии ОП у детей используют препараты, замедляющие резорбцию кости и активирующие остеосинтез [1–4, 6, 12, 15, 21] (табл. 6). Лечение продолжается от 2 до 4 лет, определяется причиной, а также клиническими особенностями течения заболевания.

Препараты кальция являются обязательным компонентом терапии ОП (кроме гиперпаратиреоза) для замедления потери костной массы и адекватного восполнения МПК. Эти эффекты достигаются за счет подавления кальцием секреции ПТГ и замедления резорбции кости. По мнению ряда исследователей, монотерапия солями кальция или витамином D у детей не оправдана, максимальный положительный эффект достигается только при их сочетанном применении [1, 2, 4, 14, 15, 21].

<sup>1</sup>Denosumab for Glucocorticoid-treated Children With Rheumatic Disorders: a Pilot Study. Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02418273>.

- **Таблица 6.** Препараты для лечения остеопороза у детей
- **Table 6.** Drugs for the treatment of osteoporosis in children

Препараты	Особенности терапии
<b>Препараты, замедляющие процессы разрушения кости</b>	
Соли кальция	500–1000 мг в сутки
Бисфосфонаты* (этидроновая кислота)	Для детей старше 10 лет, 10 мг/кг в сутки Ксидифон – по показаниям возможно применение с раннего детского возраста
<b>Препараты, усиливающие синтез костной ткани</b>	
Анаболические стероиды	По индивидуальным показаниям, в метаболических дозах
Соматотропный гормон	
<b>Препараты, одновременно замедляющие процессы разрушения и усиливающие синтез костной ткани</b>	
Витамин D <sub>3</sub> (холекальциферол)	500–1000 МЕ/сут
Гидроксидированный витамин D (альфакальцидол, кальцитриол)	Подбор дозы производится индивидуально (0,25–2 мг)

\* Назначаются при отсутствии эффекта от других лекарственных средств.

Дополнительно при ОП у детей назначают немедикаментозные методы лечения – ортопедическую коррекцию при переломах (ортезы, корсеты, шинирование, гипсовые лонгеты и повязки), ЛФК, гимнастику, лечебное плавание (формирование мышечного корсета и правильной осанки) и массаж (через 1–2 месяца от начала медикаментозной терапии).

## ДИСПАНСЕРИЗАЦИЯ ДЕТЕЙ С ОСТЕОПОРОЗОМ

Профилактика и своевременное лечение детей с остеопеническими состояниями определяют предупреждение необратимых изменений костной системы у детей и подростков, а также инвалидизацию взрослого населения. Для выявления отклонений на

- **Таблица 7.** Диспансеризация детей с остеопорозом (научно-практическая программа «Дефицит кальция и остеопенические состояния у детей», 2006)
- **Table 7.** Osteoporosis children check-up (research and practical program: Calcium deficiency and osteopenia in children, 2006)

Показатель	Периодичность оценки
Уровень кальция, фосфора, щелочной фосфатазы, креатинина в крови	Каждые 6–12 месяцев
Экскреция кальция и фосфора с мочой	Каждые 3–6 месяцев
Остеоденситометрия тел позвонков или всего скелета (МПК)	1 раз в год («положительная» динамика костного метаболизма – прирост МПК за 1–2 года)
Биохимические маркеры остеомоделирования в крови и/или моче (с-концевой телопептид, костная ЩФ, остеокальцин, паратгормон, пиридинолин, оксипролин)	1 раз в 3 месяца (показатель неэффективности лечения – отсутствие нормализации биохимических маркеров за 3 месяца терапии)

ранней стадии необходимо проведение диспансеризации (табл. 7).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, быстрые темпы роста в сочетании с дефицитом основных компонентов, необходимых для метаболизма кости, способствуют развитию остеопороза у детей. Своевременная профилактика в группах риска позволяет сформировать адекватную минеральную плотность костной ткани. Вопросы терапии остеопороза в детском возрасте остаются предметом научного поиска и требуют дальнейшего изучения.

Поступила / Received 25.05.2020  
Поступила после рецензирования / Revised 10.06.2020  
Принята в печать / Accepted 11.06.2020

## Список литературы

1. Ключников С.О., Кравчук Д.А., Оганян М.Г. Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2017;6(2):112–120. doi: 10.21508/1027-4065-2016-61-3-112-120.
2. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Снижение минеральной плотности кости у детей и подростков: причины, частота развития, лечение. *Вопросы современной педиатрии*. 2015;14(5):573–578. doi: 10.15690/vsp.v14i5.1442.
3. Тыртова Д.А., Эрман М.В., Тыртова Л.В., Ивашкина Т.М. Остеопороз в детском и подростковом возрасте: состояние проблемы. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2009;(2):164–173. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12792336>.
4. Громова О.А., Торшин И.Ю., Гусев Е.И., Захарова И.Н. (ред.). *Витамин D – смена парадигмы*. М.: ТОРУС ПРЕСС; 2015. 464 с. Режим доступа: [https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o\\_1955521#421](https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1955521#421).
5. Баранов А.А., Щеплягина Л.А. (ред.). *Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы)*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
6. Рожинская Л.Я. *Системный остеопороз: практическое руководство*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Мокеев; 2000. 195 с.
7. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Гребенникова Т.А. и др. *Остеопороз: клинические рекомендации МЗ РФ*. М.; 2016. 104 с. Режим доступа: [https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/rec\\_osteopor\\_12.12.16.pdf](https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/rec_osteopor_12.12.16.pdf).
8. Захарова И.Н., Творогова Т.М., Воробьева А.С., Кузнецова О.А. Микроэлементоз как фактор формирования остеопении у подростков. *Педиатрия*. 2012;91(1):67–75. Режим доступа: <https://pediatrjournal.ru/archive?show=319&section=3283>.
9. Щеплягина Л.А., Самохина Е.О., Сотникова Е.Н., Круглова И.В. Эффективность пищевой профилактики нарушений роста в дошкольном возрасте. *Педиатрия*. 2008;87(3):68–72. Режим доступа: <https://pediatrjournal.ru/archive?show=290&section=2122>.
10. Коденцова В.М., Намазова-Баранова Л.С., Макарова С.Г. Национальная программа по оптимизации обеспеченности витаминами и минеральными веществами детей России. Краткий обзор документа. *Педиатрическая фармакология*. 2017;14(6):478–493. doi: 10.15690/pf.v14i6.1831.
11. Дедов И.И., Петеркова В.А. (ред.). *Руководство по детской эндокринологии*. М.: Универсум Паблишинг; 2006. 595 с.
12. Брук Ч.Г.Д., Браун Р.С. (ред.). *Руководство по детской эндокринологии*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 352 с.
13. Дедов И.И., Мельниченко Г.А. (ред.). *Эндокринология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013. 832 с. Режим доступа: <https://www.gosmedlib.ru/book/ISBN9785970444962.html>.
14. Петеркова В.А., Коровина Н.А., Балева Л.С., Болотова Н.В., Бутко Т.С., Доскина Е.В. и др. *Дефицит кальция и остеопенические состояния у детей, диагностика, лечение, профилактика: научно-практическая программа Союза педиатров России*. М.; 2006. 48 с. Режим доступа: <https://www.grweb.se/portfolio/mali/pdf/Ca.pdf>.
15. Дыдыкина И.С., Дыдыкина П.С., Алексеева О.Г. Вклад микроэлементов (меди, марганца, цинка, бора) в здоровье кости: вопросы профилактики и

- лечения остеопении и остеопороза. *Эффективная фармакотерапия*. 2013;(38):42–49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22485862>.
16. Платицына Н., Болотнова Т. Остеопороз и хроническая обструктивная болезнь легких: факторы риска, особенности сочетанного течения. *Врач*. 2014;(11):48–50. Режим доступа: <http://pulmo.rusvrach.ru/archive/vrach-2014-11-15.pdf>.
  17. Шапорова Н.Л., Трофимов В.Н. Вторичный остеопороз у пациентов с хронической обструктивной патологией легких. *Медицинский совет*. 2013;(11):54–57. doi: 10.21518/2079-701X-2013-11-54-57.
  18. Белова Н.А., Костик М.М., Буклаев Д.С., Попков Д.А., Попков А.В., Губин А.В. и др. *Федеральные клинические рекомендации (протокол) по оказанию помощи пациентам с несовершенным остеогенезом*. М.; 2016.
  19. Кисельникова Л.П., Алексеева И.А., Щеплягина Л.А. Оценка обеспеченности кальцием детей дошкольного возраста с высокой активностью кариеса. *Российская стоматология*. 2013;(2):31–34. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2013/2/032072-6406201326>.
  20. Баранов А.А., Тутельян В.А., Мошетова Л.К. (ред.) *Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции»*. М.: ПедиатрЪ; 2018. 96 с. Режим доступа: <https://mamazanuda.ru/wp-content/uploads/2019/04/vitamin-D-2018-full.pdf>.
  21. Щеплягина Л.А., Чибрина Е.В., Римарчук Г.В., Самохина Е.О., Круглова И.В. Эффективность комбинированного препарата кальция и D3 у детей со снижением костной прочности. *Вопросы практической педиатрии*. 2009;4(4):20–23. Режим доступа: [https://atesmedica.ru/upload/articles/omniarticles/effektivnost\\_calciy\\_d3.pdf](https://atesmedica.ru/upload/articles/omniarticles/effektivnost_calciy_d3.pdf).
  22. Trejo P, Rauch F. Osteogenesis imperfecta in children and adolescents – new developments in diagnosis and treatment. *Osteoporos Int*. 2016;27(12):3427–3437. doi: 10.1007/s00198-016-3723-3.
  23. Hoyer-Kuhn H., Netzer C., Koerber F., Schoenau E., Semler O. Two years' experience with denosumab for children with osteogenesis imperfecta type VI. *Orphanet J Rare Dis*. 2014;9:145. doi: 10.1186/s13023-014-0145-1.

## References

1. Klijuchnikov S.O., Kravchuk D.A., Ogannisyann M.G. Osteoporosis in children and its relevance for pediatric sports medicine. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Peditrii = Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2017;62(3):112–120. (In Russ.) doi: 10.21508/1027-4065-2016-61-3-112-120.
2. Maltsev S.V., Mansurova G.S. Reduced Bone Mineral Density in Children and Adolescents: Causes, Incidence and Treatment. *Voprosy sovremennoj peditrii = Current Pediatrics*. 2015;14(5):573–578. (In Russ.) doi: 10.15690/vsp.v14i5.1442.
3. Tyrtova D.A., Erman M.V., Tyrtova L.V., Ivashikina T.M. Osteoporosis in childhood and adolescence – the state of problem. Report 1. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Meditsina = Vestnik of St Petersburg University. Medicine*. 2009;(2):164–173. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12792336>.
4. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Gusev E.I., Zakharova I.N. (ed.). *Vitamin D: a paradigm shift*. Moscow: TORUS PRESS; 2015. 464 p. (In Russ.) Available at: [https://www.rubr.ru/rffi/ru/books/o\\_1955521#421](https://www.rubr.ru/rffi/ru/books/o_1955521#421).
5. Baranov A.A., Shcheplyagina L.A. (ed.). *Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues)*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (In Russ.)
6. Rozhinskaya L.Ya. *Systemic osteoporosis: practical guide*. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow: Mokeev Publisher; 2000. 195 p. (In Russ.)
7. Dedov I.I., Melnichenko G.A., Belaya Zh.E., Rozhinskaya L.Ya., Grebennikova T.A. et al. *Osteoporosis: clinical guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation*. Moscow; 2016. 104 p. (In Russ.) Available at: [https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/rec\\_osteopor\\_12.12.16.pdf](https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/rec_osteopor_12.12.16.pdf).
8. Zakharova I.N., Tvorogova T.M., Vorob'yova A.S., Kuznetsova O.A. Microelementosis as a factor for development of osteopenia in adolescents. *Peditriya = Pediatrics*. 2012;91(1):67–75. (In Russ.) Available at: <https://peditriajournal.ru/archive?show=319&section=3283>.
9. Scheplyagina L.A., Samohina E.O., Sotnikova E.N., Kруглова I.V. Effectiveness of food prevention of growth disorders at preschool age. *Peditriya = Pediatrics*. 2008;87(3):68–72. (In Russ.) Available at: <https://peditriajournal.ru/archive?show=290&section=2122>.
10. Kodentsova V.M., Namazova-Baranova L.S., Makarova S.G. The National Program for Optimization of Provision with Vitamins and Minerals of Children in Russia. Summary Review of the Document. *Peditricheskaya farmakologiya = Pediatric pharmacology*. 2017;14(6):478–493. (In Russ.) doi: 10.15690/pf.v14i6.1831.
11. Dedov I.I., Peterkova V.A. (ed.). *Guide on pediatric endocrinology*. Moscow: Universum Publishing; 2006. 595 p. (In Russ.)
12. Brook Ch.G.D., Brown R.S. (eds.). *Handbook of Clinical Pediatric Endocrinology*. 2008. doi: 10.1002/9780470696286.
13. Dedov I.I., Melnichenko G.A. (ed.). *Endocrinology: national guidance*. Moscow: GEHOTAR-Media; 2013. 832 p. (In Russ.) Available at: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970444962.html>.
14. Peterkova V.A., Korovina N.A., Baleva L.S., Bolotova N.V., Butko T.S., Doskina E.V. et al. *Calcium deficiency and osteopenic conditions in children, diagnosis, treatment, prevention: scientific and practical program of the Union of Paediatricians of Russia*. Moscow; 2006. 48 p. (In Russ.) Available at: <http://www.grweb.se/portfolio/mali/pdf/Ca.pdf>.
15. Dydykina I.S., Dydykina P.S., Alekseeva O.G. Trace elements (copper, manganese, zinc, boron) and healthy bone: prevention and treatment of osteopenia and osteoporosis. *Effektivnaya farmakoterapiya = Effective Pharmacotherapy*. 2013;(38):42–49. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22485862>.
16. Platitsyna N., Bolotnova T. Osteoporosis and chronic obstructive pulmonary disease: risk factors, specific features of its combined course. *Vrach = The Doctor*. 2014;(11):48–50. (In Russ.) Available at: <http://pulmo.rusvrach.ru/archive/vrach-2014-11-15.pdf>.
17. Shapорова N.L., Trofimov V.I. Secondary osteoporosis in patients with chronic obstructive lung disease. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2013;(11):54–57. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X-2013-11-54-57.
18. Belova N.A., Kostik M.M., Buklaev D.S., Popkov D.A., Popkov A.V., Gubin A.V. et al. *Federal clinical guidelines (protocol) for care management of patients with osteogenesis imperfections*. Moscow; 2016. (In Russ.)
19. Kiselnikova L.P., Alekseeva I.A., Shcheplyagina L.A. The estimation of calcium availability for the adolescent children with high caries activity/ *Russian Stomatology = Rossiiskaya stomatologiya*. 2013;(2):31–34. (In Russ.) Available at: <https://www.mediasphera.ru/issues/rossijskaya-stomatologiya/2013/2/032072-6406201326>.
20. Baranov A.A., Tutel'yan V.A., Moshetova L.K. (eds). *The national program: vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to management*. Moscow: Peditr; 2018. 96 p. (In Russ.) Available at: <https://mamazanuda.ru/wp-content/uploads/2019/04/vitamin-D-2018-full.pdf>.
21. Shcheplyagina L.A., Chibrina E.V., Rimarchuk G.V., Samokhina E.O., Kруглова I.V. The efficacy of a combined calcium-D3 preparation in children with decreased bone strength. *Voprosy prakticheskoy peditrii = Clinical Practice in Pediatrics*. 2009;4(4):20–23. (In Russ.) Available at: [https://atesmedica.ru/upload/articles/omniarticles/effektivnost\\_calciy\\_d3.pdf](https://atesmedica.ru/upload/articles/omniarticles/effektivnost_calciy_d3.pdf).
22. Trejo P, Rauch F. Osteogenesis imperfecta in children and adolescents – new developments in diagnosis and treatment. *Osteoporos Int*. 2016;27(12):3427–3437. doi: 10.1007/s00198-016-3723-3.
23. Hoyer-Kuhn H., Netzer C., Koerber F., Schoenau E., Semler O. Two years' experience with denosumab for children with osteogenesis imperfecta type VI. *Orphanet J Rare Dis*. 2014;9:145. doi: 10.1186/s13023-014-0145-1.

## Информация об авторах:

**Таранушенко Татьяна Евгеньевна**, д.м.н., заведующая кафедрой педиатрии Института профессионального образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: [tetar@rambler.ru](mailto:tetar@rambler.ru)

**Киселева Наталья Геннадьевна**, к.м.н., доцент кафедры педиатрии Института профессионального образования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 660022, Россия, Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1; e-mail: [kinatta@rambler.ru](mailto:kinatta@rambler.ru)

## Information about the authors:

**Tatiana E. Taranushenko**, Dr. of Sci. (Med), Head of Chair for Paediatrics, Institute of Professional Education, Federal State Budgetary Educational Institution "Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky" of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1, Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russia; e-mail: [tetar@rambler.ru](mailto:tetar@rambler.ru)

**Natalya G. Kiseleva**, Cand. of Sci. (Med), Associate Professor, Chair for Paediatrics, Institute of Professional Education, Federal State Budgetary Educational Institution "Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky" of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1, Partizana Zheleznyaka St., Krasnoyarsk, 660022, Russia; e-mail: [kinatta@rambler.ru](mailto:kinatta@rambler.ru)