

ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА У ПОДРОСТКОВ С ОСТЕОПЕНИЕЙ CHARACTERISTICS MICROELEMENT HOMEOSTASIS IN TEENAGERS WITH OSTEOPENIA

И.Н. Захарова, Т.М. Творогова, А.С. Воробьева, О.А. Кузнецова*
I.N. Zakharova, T.M. Tvorogova, A.S. Vorbieva, O.A. Kuznetsova*

ГОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования, Москва
State Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: остеопения, микроэлементоз, Кальцецин

KEY WORDS: osteopenia, microelementosis, Kaltsemin

РЕЗЮМЕ: Проведено изучение микроэлементного статуса у 100 подростков, из них у 46 выявлена остеопения. При обследовании выявлены сдвиги в содержании бора, меди, марганца и цинка – микроэлементов, принимающих непосредственное участие в процессах остеогенеза. Выявлены взаимосвязи между микроэлементами и минеральной плотностью костной ткани, проанализирована возможность воспроизведения состояния минеральной плотности через комплекс исследуемых микроэлементов. Проанализирована эффективность комбинированного препарата Кальцемина для коррекции микроэлементоза и кальциевого обмена. Полученные результаты могут использоваться в практической работе врача-педиатра.

ABSTRACT: The study of trace element status in 100 adolescents, of whom 46 revealed osteopenia. The examination revealed changes in the content of boron, copper, manganese and zinc trace elements directly involved in the processes of bone formation. Revealed the relationship between micronutrients and bone mineral density analyzed the ability to play the state mineral density in the studied range of trace elements. The efficiency of a combined preparation for the correction Kaltsemin microelementosis and calcium metabolism. The results obtained can be used in practice pediatrician.

*Адрес для переписки: Творогова Татьяна Михайловна; Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28, Тушинская детская городская больница, кафедра педиатрии РМАПО; E-mail: tvort@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы стала весьма актуальной проблема макро- и микроэлементозов при различных патологических состояниях. Это обусловлено тем, что большинство макро- и микроэлементозов входит в состав биологически активных веществ либо оказывает на них влияние, тем самым участвуя в большинстве метаболических и иммунных процессов и определяя функциональное состояние различных органов и систем. Значение отдельных микроэлементов для организма приведено в таблице 1.

Среди факторов, влияющих на остеогенез и формирование максимальной пиковой массы, ведущая роль принадлежит обеспечению растущего организма макро- и микроэлементами, витаминами и белком.

Известно, что истоки остеопороза лежат в детском и подростковом возрасте, когда выявляется умеренное снижение массы костной ткани, т.е. остеопения. Последняя без адекватных терапевтических мероприятий прогрессирует, при этом значительно нарушается ремоделирование костной ткани, приводящее к количественным и качественным изменениям кости, т.е. к развитию остеопороза.

Роль кальция, фосфора, магния, витамина Д в формировании минеральной плотности костной ткани широко освещена в литературе (Ребров, Громова, 2003; Скальный, Рудаков, 2004; Коровина и др., 2005; Особенности изменения..., 2006). Вместе с тем в последние годы обращено внимание на значимость микроэлементов в формировании, нормальном развитии скелета и поддержании его структуры (Ребров, Громова, 2003; Скальный,

Таблица 1. Роль отдельных микроэлементов в организме (Оберлис и др., 2008)

Микроэлемент	Влияние на функции органов и систем
Цинк	На иммунную систему, линейные рост и остеогенез, на функции поджелудочной и половых желез
Медь	На центральную нервную систему, иммунную систему, опорно-двигательный аппарат, активность щитовидной железы, на сердечно-сосудистую систему
Марганец	На центральную нервную систему, костную ткань, на линейный рост, рост волос, на антиоксидантную защиту
Бор	На процессы всасывания в кишечнике, на активность паращитовидных желез, синтез Д3-гормона

Рудаков, 2004; Оберлис и др., 2008; Остеопороз, 2009).

Это касается, прежде всего, таких эссенциальных микроэлементов как медь, цинк, марганец и условно эссенциального бора. Медь, марганец, цинк, являясь кофакторами ферментов, ответственных за синтез коллагена и гликозаминогликанов, непосредственно участвуют в выполнении костеобразующими клетками-остеобластами их основной функции – синтеза костного матрикса (Persicov, Brodsky, 2002).

Более того, цинк в комплексе с аминокислотой – цистеином, принципиально важен для экспрессии генов, поскольку так называемые «цинковые пальцы» являются центральной структурой ДНК – связывающих доменов рецепторов гормональной формы витамина Д, эстрогенов, прогестерона (Спиричев, 2003).

Роль бора в процессах остеогенеза определяется непосредственным влиянием на метаболизм витамина Д, а также регуляцией активности паратиреоидного гормона, который, как известно, ответствен за обмен кальция, фосфора, магния. Это позволяет полагать, что влияние бора на метаболизм костной ткани сопоставимо с витами-

ном Д (Nielsen, 1986). Функциональную роль микроэлементов в процессах остеогенеза иллюстрирует рисунок 1.

В клиническом аспекте литературные данные, касающиеся исследования микроэлементов у детей и подростков, немногочисленны и в основном посвящены изучению микроэлементоза при патологии мочевой системы, хронических заболеваниях гастродуоденальной зоны, atopическом дерматите, органической патологии центральной нервной системы, при воздействии различных факторов окружающей среды (Соколова и др., 2008; Наджимитдинова и др., 2007; Кузнецова, Шиляев, 2007; Дубовая и др., 2008). При литературном поиске сведений об исследовании микроэлементов у детей и подростков с остеопенией нам встретиться не удалось.

Целью настоящей работы явилось исследование отдельных микроэлементов, принимающих участие в остеогенезе (бора, меди, марганца, цинка), выявление из взаимосвязи с минеральной плотностью костной ткани (МПКТ), а также изучение влияния корректирующей терапии на дисбаланс микроэлементов у подростков.

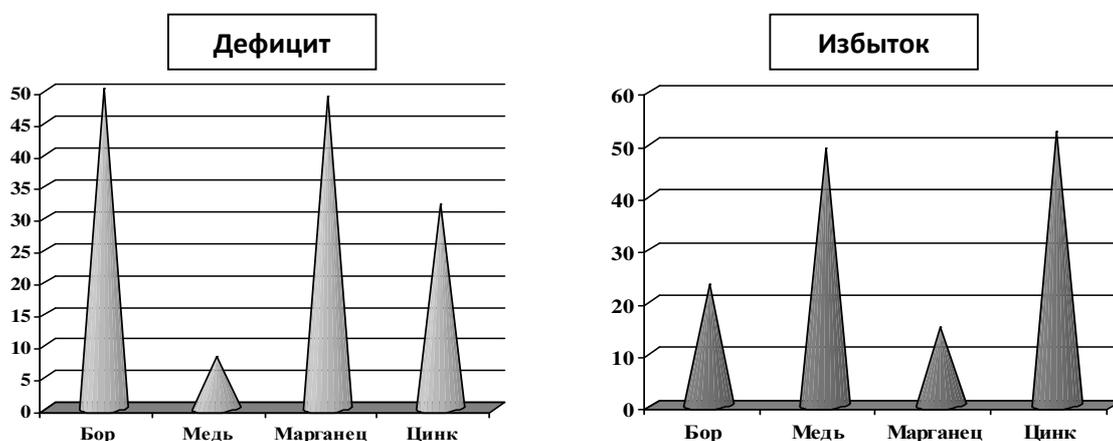


Рис. 1. Характер и частота сдвигов содержания микроэлементов в волосах у подростков (%)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методом случайной выборки проведено открытое исследование 100 подростков в возрасте 11–15 лет, госпитализированных в соматическое отделение Тушинской детской городской больницы г. Москвы по поводу вегетативной дистонии. При этом у 60 пациентов имелась сопутствующая патология: у 30 человек – хронический гастродуоденит (вне обострения); у 30 человек – синдром соединительнотканной дисплазии. У 40 человек в процессе обследования выявлена артериальная гипертензия: лабильная – у 21 человека и I степени – у 19 человек. Среди обследованных подростков преобладали лица мужского пола (4,5:1).

В обследование включено:

1. Выявление факторов риска остеопенического синдрома, клинических признаков дефицита кальция и микроэлементов.

2. Оценка суточного потребления кальция (расчет по таблицам на основании вопросника по оценке количества и частоты потребления продуктов в домашних условиях в течение 3–4 дней); исследование экскреции кальция с мочой.

3. Денситометрия методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии поясничного отдела позвоночника – L2-L4 (денситометр фирмы «HOLOGIC®», модель QDR 4500C) с оценкой Z-критерия по величине отклонения от стандартных величин (SD), BMC (абсолютного содержания минерала в костной ткани), BMD (минеральной плотности костной ткани в г/см²). Индивидуальная интерпретация результатов BMD осуществлялась путем стандартизации в зависимости от пола, роста и возраста (Щеплягина и др., 2006).

4. Динамическое исследование микроэлементов в волосах: бора, меди, марганца – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой; цинка – методом атомно-эмиссионной спектрометрии (Оберлис и др., 2008).

Определение микроэлементов проводилось в

Центре биотической медицины (г. Москва). В работе использовались нормативы микроэлементов в волосах, разработанные там же (Скальный, 2002).

Обследуемые подростки были разделены на две группы в зависимости от наличия ($SD \leq 1$) или отсутствия ($SD \geq 1$) остеопении. Первую (основную) группу составили 46 подростков с остеопенией, вторую (группу сравнения) – 54 человека с нормальными показателями МПКТ.

Для восполнения дефицита кальция и коррекции микроэлементоза пациентам назначался комбинированный препарат – Кальцемин, в состав которого кроме двух солей кальция (цитрата, карбоната) и витамина Д, входят микроэлементы – бор, медь, марганец, цинк. Кальцемин имеет две лекарственные формы – Кальцемин и Кальцемин Адванс, состав которых приведен в таблице 2.

Подростками 1-й группы назначался Кальцемин Адванс по 1 таблетке 2 раза в день, 2-й группе – Кальцемин или Кальцемин Адванс в зависимости от суточного потребления кальция с продуктами питания и возрастной суточной потребности, а так же от наличия факторов риска остеопении и выраженности микроэлементоза, подтвержденного лабораторно. Продолжительность приема препарата составляла не менее 8–12 месяцев. Исследование микроэлементов проводилось до назначения препарата и после окончания приема.

При статистическом анализе полученных данных использовались пакеты прикладных программ MS Excel, «STATISTICA» и Биостат. При расчете достоверности различий результатов применялся t-критерий Стьюдента. Определение корреляционных взаимосвязей между микроэлементами осуществлялось путем исследования частного коэффициента корреляции (Доугерт, 1997). Точность аппроксимации (воспроизведения) ВМД через микроэлементы исследовалась методом линейной регрессии с вычислением R-квадрата (Чернова, 1999).

Таблица 2. Состав комбинированных препаратов Кальцемин и Кальцемин Адванс

Состав	Кальцемин	Кальцемин Адванс
Кальций (в форме цитрата и карбоната)	250 мг	500 мг
Витамин Д3	50 мг	200 мг
Медь (в форме оксида)	500 мкг	1 мг
Цинк (в форме оксида)	2 мг	7,5 мг
Марганец (в форме сульфита)	500 мкг	1,8 мг
Бор (в форме бората натрия)	50 мкг	250 мкг
Магний (в форме оксида)	–	40 мг

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе обследования у всех подростков 1-й и 2-й групп выявлено наличие 2 и более факторов риска остеопении. Среди них избыточная масса тела наблюдалась у 45% обследуемых; низкая физическая активность у 65%; «скачок роста» за год у 40%; избыточная физическая активность у 12%; костные переломы у родственников первой линии родства у 21%.

Обнаружено низкое потребление кальцийсодержащих продуктов у всех обследуемых подростков. При этом суточное потребление кальция в среднем составляло 440 ± 80 мг/сут при нормах суточной потребности в возрасте 12–18 лет – 1200 мг (Нормы, 1991). Кроме того, пищевой рацион не был сбалансированным по белку, витамину D у 56%.

Отмечены клинические признаки дефицита микроэлементов и кальция в виде частых интеркуррентных заболеваний у 28% подростков; гипермобильности суставов, нарушения осанки, плоскостопия – у 45%; изменений в психоэмоциональной сфере – у 52%; нарушений когнитивных функций – у 35%; слоистости ногтей, выпадения и слабого роста волос – у 22%, множественного кариеса – у 32%.

При исследовании суточной экскреции кальция с мочой выявлено ее снижение от 0,9 до 1,4 ммоль/сут ($1,21 \pm 0,2$) при норме 1,5–4 ммоль/сут ($2,5 \pm 0,7$). Результаты подтверждают положение о том, что адаптация к дефициту кальция с пищей осуществляется путем увеличения его всасывания в кишечнике и уменьшения почечной экскреции (Оберлис и др., 2008).

Отмечено, что у подростков 1-й и 2-й групп определялись количественные изменения микроэлементов, при этом в 1-й группе сдвиги касались 3–4 микроэлементов, в отличие от 2-й группы (соответственно 57% и 29%), где в основном наблюдались изменения содержания 1–2 микроэлементов (у 69%).

Среднее содержание микроэлементов в волосах у подростков 1-й и 2-й групп приведено в таблице 3.

Из данных, приведенных в таблице, следует,

что у пациентов 1-й группы наблюдались достоверные выраженные изменения исследуемых микроэлементов ($p < 0,005$). При этом отмечено значимое снижение содержания бора и марганца в волосах, сочетающееся с повышением уровня меди и цинка.

Во 2-й группе изменения микроэлементов были идентичными, однако менее рельефными и отражали лишь тенденцию к сдвигам в концентрациях бора, меди, марганца ($p > 0,05$). Уровень цинка находился в пределах нормальных значений.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при остеопении в организме подростков наблюдается микроэлементоз за счет сдвигов в содержании бора, меди, марганца и цинка. У подростков без остеопении, но имеющих факторы риска ее развития, отмечается лишь тенденция к сдвигам исследуемых микроэлементов.

Детальный анализ полученных результатов позволил установить, что выявленная направленность изменений микроэлементов по средним данным наблюдалась не у всех обследуемых. При этом среди пациентов обеих групп отмечен как избыток, так и дефицит изучаемых микроэлементов, т.е. изменения носили разнонаправленный характер (рис. 2).

Рисунок иллюстрирует, что наиболее часто наблюдался дефицит бора, в то время как дефицит меди и цинка составил всего лишь 9% и 28% соответственно.

Дефицит микроэлементов, очевидно, можно объяснить не только их низкой потребляемостью с продуктами питания, но и зависимостью от темпов потребления кальция (Yamada, Inaba, 2004). У подростков в условиях наращивания костной массы темпы потребления кальция в организме значительно опережают темпы потребления бора, меди, марганца, цинка, что приводит к относительному дефициту последних и усугубляет нарушения метаболизма костной ткани.

Среди повышенных концентраций микроэлементов в волосах наиболее частым был избыток меди (у 49%) и цинка (у 40%). Повышенный уровень цинка и меди, вероятно, обусловлен образованием комплексов микроэлементов с белком ме-

Таблица 3. Содержание микроэлементов в волосах у подростков (в мкг/г) в зависимости от состояния минеральной плотности костной ткани

Микро-элемент	Норма (1)	1-я группа (2), n = 46	2-я группа (3), n = 54	$P_{1,2}$	$P_{1,3}$
Бор	$1,7 \pm 0,02$	$1,18 \pm 0,11$	$1,47 \pm 0,12$	$< 0,05$	$> 0,05$
Медь	$10,0 \pm 0,1$	$12,2 \pm 0,5$	$11,5 \pm 1,3$	$< 0,05$	$> 0,05$
Марганец	$0,625 \pm 0,08$	$0,41 \pm 0,05$	$0,53 \pm 0,05$	$< 0,05$	$> 0,05$
Цинк	$200,0 \pm 0,18$	$226,6 \pm 12,7$	$206,6 \pm 8,63$	$= 0,05$	$> 0,05$



Рис 2. Основные механизмы влияния микроэлементов на формирование костной ткани

таллопротеином и их накоплением в различных тканях, в том числе и в волосах.

По данным I. Bremner (1980) комплексы белка с микроэлементом не влияют на ткани, но значительно снижают скорость оборота микроэлемента и делают его мало доступным для быстрого встраивания в микроэлементзависимые функции организма.

Сравнительный анализ результатов по группам показал идентичность сдвигов, однако в 1-й группе частота дефицита бора, избытка цинка и марганца была выше, чем во 2-й группе (соответственно в 1,5; 1,45; 2 раза).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при остеопении дисбаланс микроэлементов наблюдается гораздо чаще, что подтверждает значимость микроэлементов в процессах остеогенеза. При отсутствии остеопении в условиях интенсивного развития и роста подростков наличие микроэлементоза является неблагоприятным прогностическим фактором, во многом определяющим прочность и качество костной ткани.

Поскольку микроэлементы обладают широким спектром синергических и антагонистических взаимоотношений в организме, нами проведен анализ корреляционных связей между исследуемыми элементами в зависимости от наличия остеопении (табл. 4).

В первой группе пациентов между микроэлементами выявлены достоверные корреляционные связи средней силы: прямая – между медью, цинком, марганцем и обратная – между бором и указанными выше элементами.

Во второй группе пациентов корреляционные взаимосвязи между исследуемыми микроэлементами имели аналогичную направленность, однако были менее выражены.

Исходя из полученных результатов, следует, что при остеопении происходит усиление взаимосвязей между микроэлементами. Отмеченная отрицательная взаимосвязь между бором и медью, цинком, марганцем указывает на значимость бора в регуляции микроэлементного звена гомеостаза, ответственного за архитектуру костной ткани. В тоже время наиболее часто наблюдаемый дефицит бора при наличии остеопении развивается в результате избытка меди, цинка и марганца. Сказанное подтверждает факт наличия взаимосвязи между микроэлементами, когда дисбаланс даже одного из них создает цепную реакцию для развития нарушений микроэлементного состава в целом. Кроме того, нельзя исключить и физиологические конкурентные отношения между микроэлементами в организме.

Изучение соотношений между результатами денситометрических исследований и концентра-

Таблица 4. Корреляция между микроэлементами: бором (1), медью (2), цинком (3), марганцем (4) в зависимости от наличия остеопении

МПКТ	r 1-2	r 1-3	r 1-4	r 2-3	r 2-4	r 3-4	p
Остеопения (1 группа)	-0,48	-0,53	-0,42	0,52	0,5	0,56	< 0,001
Остеопения отсутствует (2 группа)	-0,34	-0,26	-0,15	0,29	0,27	0,26	< 0,001

цией исследуемых микроэлементов в волосах выявило наличие взаимосвязей у пациентов первой группы. При этом между BMD и уровнем микроэлементов определялись достоверные корреляционные связи: прямая средней силы между бором и BMD ($r = 0,45$; $p < 0,001$), обратные между марганцем, цинком и BMD (соответственно $r = -0,4$; $-0,37$; $p < 0,001$). Связь между медью и BMD оказалась также обратной, но слабой ($r = -0,15$; $p < 0,001$).

Определение частного коэффициента корреляции позволило выявить влияние на силу конкретной корреляционной связи «BMD-микроэлемент» корреляций BMD с другими исследуемыми микроэлементами. Установлено, что взаимосвязь BMD с медью значительно ослабляют корреляционные связи BMD с марганцем, в меньшей степени – с бором и с цинком. При этом частный коэффициент корреляции составлял соответственно $-0,58$; $-0,31$; $-0,2$. Связь BMD с цинком ослабляют корреляции BMD с марганцем ($r = -0,66$), медью ($r = -0,45$), бором ($r = -0,44$). Ослабления корреляционных связей между BMD и бором, а так же марганцем за счет связей BMD с другими микроэлементами не выявлено.

Результаты проведенных исследований позволяют полагать, что снижение МПКТ и сдвиги в содержании бора, меди, марганца, цинка представляют взаимосвязанный процесс. Это дает возможность по степени выраженности изменения концентраций микроэлементов судить о состоянии костного матрикса и, соответственно, качестве костной ткани, а также прогнозировать развитие микроэлементоза при денситометрической установленной остеопении.

Возможность оценки состояния МПКТ по содержанию микроэлементов подтверждена методом исследования линейной регрессии с вычислением R-квадрата, отражающего точность воспроизведения факта через другие показатели. Высокая точность воспроизведения (аппроксимации) характеризуется значениями R-квадрата, приближающимися к единице. В качестве модели для воспроизведения МПКТ (BMD) взят комплекс исследуемых микроэлементов и экскреция кальция.

Результаты исследований показали, что у пациентов с остеопенией (1-я группа) модель показала высокую точность аппроксимации (R-квадрат

$= 0,89$). При удалении из модели даже одного из элементов точность воспроизведения BMD значительно снижалась (табл. 5).

Отмечено, что при отсутствии меди, кальция R-квадрат снижался в 2 раза, при удалении бора, цинка – в 1,5 раза, что делало точность воспроизведения BMD недостаточной. Из сказанного следует, что при остеопении только комплекс микроэлементов в составе бора, меди, цинка, марганца и экскреция кальция могут отражать состояние МПКТ. При этом достоверные сдвиги в содержании микроэлементов могут выражаться как избытком, так и дефицитом.

Во 2-й группе пациентов точность воспроизведения BMD через концентрацию микроэлементов и экскрецию кальция была недостаточной (R-квадрат $= 0,62$) и практически не реагировала на изменения элементного состава. Это обусловлено тем, что несмотря на вариабельность сдвигов микроэлементов, последние не обнаруживали достоверности, а МПКТ была сохранной.

С целью коррекции выявленных нарушений, касающихся низкой потребляемости кальцийсодержащих продуктов, снижения минерализации костной ткани (у пациентов 1-й группы), сдвигов в содержании микроэлементов в волосах, 61 подростку был применен комбинированный препарат – Кальцемин. При назначении Кальцемина выделены пациенты с исходно повышенным уровнем микроэлементов. Назначая препарат этим пациентам, исходили из наличия остеопении (у 13 чел.), из необходимости дотации кальция при его низкой потребляемости и сниженной экскреции кальция с мочой.

Динамика содержания микроэлементов в волосах до и после 6–8 месяцев приема Кальцемина приведена в таблице 6.

Из данных, приведенных в таблице 5, следует, что на фоне приема Кальцемина исходно сниженное содержание меди, марганца и цинка достоверно повышалось, приближаясь к нормальным значениям, уровень бора нормализовался.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности назначения препаратов, содержащих комплекс указанных микроэлементов, кальция, витамин Д, для восполнения их дефицита и активации процессов метаболизма в костной ткани.

Назначая Кальцемин пациентам с исходно по-

Таблица 5. Значения R-квадрата в зависимости от состава комплекса элементов у пациентов обеих групп

Группы	R-квадрат исходный	При удалении				
		Бора	Меди	Цинка	Марганца	Кальция
1-я группа	0,89	0,56	0,42	0,6	0,68	0,44
2-я группа	0,62	0,64	0,59	0,6	0,64	0,61

Таблица 6. Динамика содержания микроэлементов до и после приема Кальцемина у подростков

Микро-элементы (мкг/г)	Исходно снижен			Исходно повышен		
	До приема (1)	После приема (2)	p (1,2)	До приема (3)	После приема (4)	p (3,4)
Бор N = 1,7 ± 0,02	0,61 ± 0,05 n = 45	2,17 ± 0,15	p < 0,05	3,17 ± 0,8 n = 16	1,94 ± 0,15	p < 0,05
Медь N = 10,0 ± 0,1	6,63 ± 0,53 n = 9	8,87 ± 0,65	p < 0,05	17,69 ± 0,34 n = 49	17,1 ± 0,4	p > 0,05
Марганец N = 0,625 ± 0,08	0,23 ± 0,007 n = 47	0,52 ± 0,009	p < 0,05	2,018 ± 0,02 n = 14	1,2 ± 0,03	p < 0,05
Цинк N = 200 ± 0,18	135,5 ± 1,5 n = 28	196 ± 1,7	p < 0,05	332,9 ± 8,1 n = 33	205,4 ± 6,34	p < 0,05

вышенным уровнем микроэлементов и ожидая дальнейшего их нарастания, динамика уровня микроэлементов отслеживалась каждые 3 месяца с тем, чтобы при выраженном повышении показателей отменить препарат и проводить коррекцию кальциевого дефицита солью кальция и витамином Д3. Однако при динамическом исследовании был получен неожиданный результат – исследуемые микроэлементы обнаруживали тенденцию к снижению, которая через 6–8 месяцев реализовалась в достоверное снижение уровня микроэлементов. При этом значения бора и цинка приближались к норме, содержание марганца снизилось в 2 раза, только концентрация меди имела незначительную тенденцию к снижению (табл. 5).

Выявленный факт очевидно обусловлен тем, что дополнительное количество микроэлементов, явилось толчком для увеличения эффективности гомеостаза и повышения скорости оборота микроэлементов, столь необходимых для формирования костного матрикса и его минерализации в условиях растущего организма. Сказанное согласуется с существующей точкой зрения, свидетельствующей о том, что уровень микроэлементов в биологических субстратах не всегда может отражать потребности в них организма (Обрелис и др., 2008).

Наблюдаемая незначительная тенденция к снижению меди, возможно, обусловлена тем, что образующиеся в организме комплексы меди с белком, обладая наибольшей стабильностью по сравнению с другими комплексами микроэлементов с белком (металлопротеином), не способны активно встраиваться в метаболические процессы, в том числе и в остеогенез. Кроме того известно, что коррекция сдвигов в содержании меди в организме – процесс очень длительный и может составлять 18 месяцев и более (Обрелис и др., 2008).

Исходя из изложенного следует, что назначение комбинированного препарата Кальцемина, содержащего не только соли кальция, витамина Д3, но и микроэлементы, восстанавливает нару-

шенный гомеостаз микро- и макроэлементов у подростков с остеопенией, а также у угрожаемых по ее развитию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность рассмотренных данных свидетельствует о том, что микроэлементы являются одним из патогенетических факторов развития остеопении у подростков.

Выраженные сдвиги в содержании основных микроэлементов, принимающих непосредственное участие в остеогенезе – бора, меди, марганца, цинка, отражают снижение МПКТ и позволяют выявлять остеопению либо высокий риск ее формирования у подростков.

Для коррекции остеопении и для профилактики ее развития целесообразно назначение комбинированных препаратов, содержащих не только кальций и витамин Д3, но и микроэлементы. Применение Кальцемина отчетливо регулирует микроэлементный гомеостаз и, тем самым, улучшает качество костной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

Доугерти К. Введение в эконометрию: пер. с англ. М.: ИНФРА-М, 1997. ХНУ. С.52–134.

Дубовая А.В., Коваль А.П., Гончаренко И.П. Результаты исследования элементного гомеостаза детей с atopическим дерматитом // Материалы 71-й Международной научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные проблемы клинической, экспериментальной, профилактической медицины, стоматологии и фармации». Донецк, 2008.

Коровина Н.А., Творогова Т.М., Гаврюшова Л.П., Захарова И.Н. Остеопороз у детей. Учебное пособие. М., 2005. 50 с.

Кузнецова Е.Г., Шилев Р.Р. Биологическая роль эссенциальных макро- и микроэлементов и нарушения их

гомеостаза при пиелонефрите у детей // Педиатрическая фармакология. 2007. Т.4, №2. С.53–57.

Наджимитдинова М.А., Агзамова Н.В., Бугланов А.А. Эффективность устранения нутриентных микроэлементов у детей пубертатного возраста на фоне лечения первичных гастроуденитов // Материалы XIV Конгресса детских гастроэнтерологов России. 2007. С.76–77. <http://www.gastroportal.ru/>

Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения СССР. МЗ СССР. М. 1991.

Оберлис Д., Храланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. С-Пб.: Наука, 2008: С.145–418.

Особенности изменения маркеров костного ремоделирования у детей в возрастном аспекте. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. С.290–321.

Остеопороз. Клинические рекомендации. Под ред. Беневоленской Л.И. Лесняк О.М. М.: «Гэотар-Медиа», 2009. 170 с.

Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины и микроэлементы. М.: АЛЕВ–В, 2003. С.340–426.

Скальный А.В. Установление границ допустимого содержания химических элементов в волосах детей с применением центильных шкал // Вестник С.-Петербургской ГМА им. И.М. Мечникова. 2002. Т.1–2, №3. С.62–65.

Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Мир, 2004. С.50–345.

Соколова Н.А., М.И. Савина, Р.Т. Тогузов, Г.Л. Карян, Ю.Г. Мухина Изменение концентрации условно-эссенциальных микроэлементов в плазме крови у детей с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта и различной массой тела // Вестник РГМУ. 2008. Т.1, №60. С.15–20.

Спиричев В.Б. Роль витаминов и минеральных веществ в остеогенезе и профилактике остеопатий у детей // Вопросы детской диетологии. 2003. Т.1, №1. С.40–49.

Чернова Т.В. Экономическая статистика. Учебное пособие. Таганрог: изд-во ТРТУ, 1999. С.102–125.

Щеплягина Л.А., Моисеева Т.Ю., Круглова И.В. Клиническая оценка костной массы у детей // Научно-практическая ревматология. 2006. Вып.1. С.79–84.

Bremner I. Absorption, transport, and distribution of copper // Biological Roles of Copper, Ciba Foundation Symposium 79. Amsterdam: Excerpta Medica. 1980:23–48.

Nielsen F.N. Other elements: Boron (B). In: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 5th Ed. New York: Academic Press, 1986, 2:420–427.

Persicov A.V., Brodsky B. Unstable molecules form stable tissues // Proc Natl Acad Sci. 2002, 99(3):1101–1103.

Yamada S., Inaba M. Osteoporosis and mineral intake Calcium // J Am Coll Nutr. 2004, 14(12):96–99.