

## ОСТЕОПЕНИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА: АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

Проф. Т. В. ФРОЛОВА, канд. мед. наук О. В. ОХАПКИНА,  
доц. Н. Ф. СТЕНКОВАЯ, доц. И. И. ТЕРЕЩЕНКОВА, доц. И. Р. СИНЯЕВА

### OSTEOPENIC DISORDERS IN SCHOOLCHILDREN: ALGORITHM OF DIAGNOSIS AND PROGNOSTIC CRITERIA

T. V. FROLOVA, O. V. OKHAPKINA, N. F. STENKOVAYA, I. I. TERESCHENKOVA, I. R. SINIAYEVA

*Харьковский национальный медицинский университет*

**Представлены результаты изучения распространенности остеопении у детей Харьковского региона по данным ультразвуковой денситометрии. Разработаны прогностический алгоритм влияния различных факторов на развитие остеопении у детей разного возраста, стандарты ее диагностики и профилактики.**

*Ключевые слова: дети, остеопения, прогнозирование, диагностика, профилактика.*

**The findings of investigation of osteopenia prevalence in children of Kharkiv region with the use of ultrasound densitometry are reported. Prognostic algorithm of influence of various factors on osteopenia development in children of different age, diagnostic standards and prevention were developed.**

*Key words: children, osteopenia, prognosis, diagnosis, prevention.*

Несмотря на успехи современной медицины в снижении уровня заболеваемости детей, он по-прежнему остается достаточно высоким [1, 2], особенно в промышленных районах Украины [3, 4]. Как известно, детский организм отличается высокой чувствительностью к влиянию неблагоприятных (экономических, социальных, экологических и др.) факторов окружающей среды, что объясняется незрелостью компенсаторно-приспособительных и защитных механизмов. При воздействии таких факторов часто возникают выраженные метаболические нарушения, в том числе и в костной ткани (КТ) [5, 6]. На сегодняшний день показатель распространенности заболеваний костно-мышечной системы (КМС) у детей Украины занимает третье место после заболеваний органов дыхания и желудочно-кишечного тракта. Многообразие патогенетических механизмов формирования и особенностей клинического течения метаболических нарушений структурно-функционального состояния (СФС) КТ у детей [7, 8] побуждает к поиску новых алгоритмов их диагностики и профилактики.

Целью настоящего исследования являлись обоснование и разработка системы клинического скрининга для обеспечения прогнозирования и ранней диагностики нарушений СФС КТ у детей.

Проведено комплексное обследование 1126 детей и подростков в возрасте от 9 до 16 лет в организованных коллективах г. Харькова (516) и Харьковской области (610). С учетом анатомо-

физиологических особенностей формирования и развития КТ обследуемые были распределены на две возрастные группы: младшую — 9–12 лет, и старшую — 13–16 лет. В исследование не включали детей с эндокринной патологией, заболеваниями почек, крови, нарушениями физического и полового развития. Обследование проводили по специально разработанной программе, которая включала кластеризацию районов Харьковской области с учетом влияния факторов окружающей среды с последующим распределением детского населения административных районов области в соответствии с уровнями экологического благополучия (табл. 1); стратификацию популяционных групп детей по возрасту, полу и экологическим кластерам региона (ЭКР) [9]; клинико-анамнестическое тестирование; антропометрию.

Состояние фактического питания изучали анкетно-весовым методом воспроизведения суточного рациона ребенка. Количество пищи оценивали муляжным методом с последующим расчетом пищевого состава среднесуточного рациона. Сбалансированность рациона оценивали с использованием принятых норм [10].

Исследование СФС КТ в популяционных группах детей и подростков проводилось с помощью ультразвуковой денситометрии на аппарате «Sonost 2000». Анализ показателей проводился согласно общепринятым параметрам ВОЗ: скорость распространения ультразвука, широкополосное ослабление ультразвука, расчет индекса

Таблица 1

## Распределение детей по возрасту, полу и экологическим кластерам региона

Распределение детского населения районов по ЭКР	Мальчики, лет		Девочки, лет		Всего детей в возрасте, лет	
	9–12	13–16	9–12	13–16	9–12	13–16
ЭКР-1	41	43	46	45	87	88
ЭКР-2	168	171	171	170	339	341
ЭКР-3	54	81	61	75	115	156
Общее число обследованных	263	295	278	290	541	585
	558		568		1126	

Примечание. ЭКР – выборочная совокупность детской популяции районов города и области.

плотности костной ткани; оценка результатов проводилась с учетом региональных особенностей денситометрических характеристик [11]. Методика проведения исследования соответствовала типовым положениям по вопросам этики МЗ Украины от 01.11.2000 р. № 281. Сравнительный анализ распределения отдельных факторов проводился с использованием современных методов клинико-статистического анализа и методов прогнозирования [12, 13].

В зависимости от экологического благополучия районов Харьковской области были выделены следующие кластерные группы: ЭКР-1 – с высоким уровнем экологического неблагополучия, которую составили 3 района с общей численностью 25 665 детей; ЭКР-2 – со средним уровнем экологического неблагополучия, в которую вошли 4 района (32 546 детей), и ЭКР-3 – с относительным экологическим благополучием – 20 районов (199 667 детей).

Результаты исследования показали, что распространенность остеопенических нарушений среди детей Харьковского региона составляла  $(20,5 \pm 1,1)$  % и колебалась в зависимости от возраста, пола и места проживания в пределах от  $(14,6 \pm 2,3)$  до  $(30,3 \pm 4,0)$  %, из них распространенность остеопении (ОП) I степени составила  $(9,3 \pm 1,1)$ , II степени –  $(7,1 \pm 0,8)$  %, III степени –  $(4,1 \pm 0,5)$  %. Таким образом, наиболее распространенным вариантом остеопенических нарушений являлась ОП I степени, которая составляла 43,3 %; выраженные остеопенические нарушения (III степени) были выявлены у 20,0 % обследованных. Частота ОП в младшей возрастной группе была несколько выше, нежели в старшей –  $(22,4 \pm 1,8)$  и  $(18,7 \pm 1,5)$  % соответственно ( $p < 0,05$ ). В тоже время среди детей 9–12 лет удельный вес ОП I и II степени составлял 51,1 %, в группе детей 13–16 лет – 58,8 %.

Поло-возрастные отличия распространенности ОП среди детей региона характеризовались ее увеличением среди девочек младшей группы по сравнению со старшей –  $(24,8 \pm 1,8)$  и  $(18,2 \pm 2,0)$  % соответственно ( $p < 0,05$ ), и преобладанием остеопенических нарушений III степени –  $(6,4 \pm 1,2)$  и  $(3,5 \pm 0,8)$  % соответственно ( $p < 0,05$ ).

Для определения наиболее уязвимых в отношении формирования ОП групп детского населения нами было проведено ранговое распределение показателей распространенности ОП в стратифицированных группах детей. По его обобщенному показателю было установлено, что риск формирования нарушений СФС КТ более высок у девочек 9–12 лет, проживающих в городе. Среди них частота ОП III степени составляла  $(30,3 \pm 4,0)$  %, что сформировало максимальную популяционную энтропию и наименьший профилактический потенциал среди этих детей (табл. 2).

Как показало проведенное исследование, существует определенная закономерность распространенности ОП в зависимости от местожительства детей, которая заключается в большей ( $p < 0,05$ ) частоте ОП I и II степени ( $20,9$  % в целом) у детей, проживающих в г. Харькове, по сравнению с детьми, постоянно живущими в сельской местности ( $11,9$  % в целом), тогда как распространенность ОП III степени практически одинакова: город –  $(3,8 \pm 0,7)$ , село –  $(4,2 \pm 0,7)$  %;  $p > 0,05$ . Обращает на себя внимание то, что ОП III степени в стратифицированных группах детей г. Харькова среди мальчиков в возрасте 9–12 лет составила  $(2,1 \pm 1,0)$  %, среди девочек того же возраста –  $(6,9 \pm 1,8)$  %. Следовательно, при значительно меньшей общей распространенности ОП в стратифицированной популяционной группе детей, которые живут в сельской местности, удельный вес тяжелых проявлений ОП больше ( $26,1$  %,  $p < 0,05$ ), нежели среди городских детей, где он составляет 15,1 % от общего количества случаев ОП.

Анализ влияния факторов окружающей среды на уровень распространенности ОП проводился путем разработки корреляционной матрицы между эколого-этиологическими факторами и распространенностью ОП. При этом было выявлено, что уровень распространенности ОП среди детей характеризуется прямой, средней и высокой силы взаимосвязью со всеми группами экологических факторов. Компонентное участие ( $\eta^2$ ) каждого из экологических факторов различен, что объясняется их общим неспецифическим влиянием и селективным преимуществом отдельных факторов или их комплексов в конкретных условиях окружающей

Распространенность ОП ( $P \pm m$ , %) среди детского населения региона

Стратифицированные популяционные группы (СПГ)		Степень тяжести ОП			Общая распространенность ОП
		I	II	III	
Дети г. Харькова	Дети 9–12 лет				
	мальчики	12,1±3,8	9,9±2,7	2,1±1,0	24,1±3,8
	девочки	12,0±3,8	11,5±2,9	6,9±1,8	30,3±4,0
	Всего	12,0±2,7	10,7±2,0	4,5±1,1	27,3±2,8
	Дети 13–16 лет				
	мальчики	9,1±3,4	11,4±2,9	4,1±1,4	24,7±3,7
	девочки	11,1±3,3	8,9±2,3	2,8±1,1	22,8±3,3
	Всего	10,1±2,4	10,0±1,8	3,4±0,9	23,5±2,4
	Дети 9–16 лет				
мальчики	10,5±2,6	10,7±2,0	3,1±0,9	24,3±2,7	
девочки	11,5±2,5	9,9±1,8	4,7±1,0	26,1±2,5	
Всего	11,0±1,8	9,9±2,7	3,8±0,7	25,1±1,8	
Дети районов области	Дети 9–12 лет				
	мальчики	8,3±3,1	5,3±1,9	2,8±1,1	16,5±3,0
	девочки	9,4±3,3	3,9±1,7	6,4±1,7	19,7±3,3
	Всего	8,8±2,3	4,6±1,3	4,6±1,0	18,0±2,2
	Дети 13–16 лет				
	мальчики	6,7±2,7	4,3±1,7	4,2±1,4	15,2±2,8
	девочки	6,7±2,3	3,8±1,4	4,0±1,1	14,6±2,3
	Всего	6,6±1,8	4,0±1,1	4,1±0,9	14,8±1,8
	Дети 9–16 лет				
мальчики	7,4±2,1	4,8±1,3	3,5±0,9	15,7±2,1	
девочки	7,8±2,0	3,9±1,1	5,0±1,0	16,7±1,9	
Всего	7,6±1,4	4,3±0,8	4,2±0,7	16,1±1,4	

среды. Среди факторов алиментарного обеспечения нутриентного гомеостаза и факторов окружающей среды большее диагностическое и прогностическое значение имели: уровень белкового дефицита рациона ( $\eta^2 = 29,0\%$ ), алиментарное обеспечение витамином D ( $\eta^2 = 16,0\%$ ) и кальцием ( $\eta^2 = 15,0\%$ ); фактор «уровня экологического благополучия региона» составил ( $\eta^2 = 48,0\%$ ).

Изучение генеалогических факторов и стигм дизэмбриогенеза позволило заключить, что риск развития остеопенических нарушений у детей определяется следующими показателями: возраст матери на момент рождения ребенка ( $\eta^2 = 37,0\%$ ); наличие у ребенка аномалий ушных раковин ( $\eta^2 = 22,0\%$ ), наличие гипер- или гипотелоризма ( $\eta^2 = 21,0\%$ ), высокого («готического») неба ( $\eta^2 = 20,0\%$ ); курение матери в первом триместре беременности ( $\eta^2 = 19,0\%$ ). Клинико-информационный анализ факторов показал, что наличие у матери хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта и «готического» неба у ребенка – прогностически достаточный комплекс для идентификации высокого (95,5%,  $p < 0,05$ ) риска развития ОП.

Анализ диагностической ценности и прогностического значения факторов антенатального периода и развития ребенка на первом году жизни в отношении риска формирования дисметаболических

нарушений КТ у детей выявил, что наиболее значимыми из этой группы факторов являются: осложненное течение беременности ( $\eta^2 = 4,0\%$ ) и угроза прерывания беременности у матери ( $\eta^2 = 2,0\%$ ), недоношенность ( $\eta^2 = 2,0\%$ ) и асфиксия ребенка в родах ( $\eta^2 = 1,0\%$ ), характер вскармливания ребенка ( $\eta^2 = 9,0\%$ ), частые ( $> 4$  раз) ОРВИ ( $\eta^2 = 6,0\%$ ), наличие у ребенка атопического дерматита ( $\eta^2 = 4,0\%$ ), рахит ( $\eta^2 = 2,0\%$ ). Диагностическая ценность этих факторов меньше, чем генеалогических, однако их необходимо учитывать при составлении диагностического алгоритма для скрининга и выявления детей с высоким риском развития ОП.

Алиментарное обеспечение оказывает непосредственное влияние на своевременность формирования пика костной массы у детей. Установлено, что в рационе детей с ОП, независимо от возраста, имел место белково-энергетический дефицит в среднем на (30÷35) %, более выраженный у девочек. Недостаточность энергообеспечения рациона компенсировалась повышенным употреблением жиров животного происхождения (дисбаланс жировой части – 20,0±3,7%) и углеводов (более 20,0%); при этом доля рафинированных сахаров на 40±6,2% превышала допустимые возрастные нормы.

Одной из предпосылок формирования нутриентнозависимых нарушений СФС КТ являлся

Таблица 3

**Конституциональные и генеалогические факторы риска развития ОП и их значимость**

Индикаторы оценки риска развития ОП	Патометрические коэффициенты	
Уровень белкового дефицита рациона, %	У 10,0	-10,1
	11-20	-2,8
	І 21,0	+5,9
Алиментарная обеспеченность витамином D	Удовлетворительная	-0,3
	Неудовлетворительная	+3,5
	Низкая	+12,1
Алиментарная обеспеченность Са <sup>++</sup>	Удовлетворительная	-4,9
	Неудовлетворительная	-3,0
	Низкая	+4,1
Уровень дисбаланса белковой части рациона	Низкий	-5,2
	Средний	0,5
	Высокий	+3,1
Уровень дисбаланса жировой части рациона	Низкий	-4,1
	Средний	-1,0
	Высокий	+3,5
Уровень алиментарного обеспечения минеральными веществами	Удовлетворительный	-4,8
	Средний	-0,3
	Низкий	+2,4
Уровень энергетического дефицита рациона	У 10,0	-2,9
	11-20	-1,2
	І 21,0	+2,2
Уровень дисбаланса углеводной части рациона	Низкий	-0,4
	Средний	-1,6
	Высокий	+4,0
Уровень экологического благополучия окружающей среды	ЭКР-1	-3,1
	ЭКР-2	0,0
	ЭКР-3	+2,6

дисбаланс минеральной составляющей рациона детей. Независимо от пола, у детей обоих полов 9-12 лет и у мальчиков 13-16 лет имел место дефицит кальция (18,0±4,7%), цинка (17,0±4,1%), йода (17,0±2,9%); у девочек 13-16 лет дефицит кальция составлял 23,0±5,5%, йода - 22,0±3,9%, цинка - 21,0±6,6% (табл. 3, 4).

При суммировании полученных в процессе опроса данных врач получает пороговую сумму (ПС), позволяющую оценить степень риска развития ОП у каждого ребенка (табл. 5).

Таблица 4

**Факторы риска развития ОП и их значимость (антенатальный период и первый год жизни)**

Индикаторы оценки риска развития ОП	Критерий	Патометрические коэффициенты
Осложненное течение беременности	Да	+1,7
	Нет	-2,5
Угроза прерывания беременности	Да	+1,4
	Нет	-1,3
Гестоз	Да	+2,2
	Нет	-1,0
Недоношенность	Да	+3,2
	Нет	-0,5
Асфиксия ребенка в родах	Да	+2,4
	Нет	-0,4
Характер вскармливания	Естественное	-4,3
	Искусственное	+2,3
Наличие у ребенка аномалий конституции	Да	+2,6
	Нет	-2,6
Аномалии развития костно-мышечной системы	Да	+1,9
	Нет	-1,2
Частота ОРВИ на первом году жизни ребенка	> 4 раз	+2,8
	< 4 раз	-2,9
Рахит	Да	+2,2
	Нет	-1,0

Таблица 5

**Шкалы оценки риска развития остеопенических нарушений**

Оценки по конституциональным и генеалогическим факторам		
Минимальный риск развития ОП, ПС <sub>min</sub> У -19,0	Неопределенный риск развития ОП	Высокий риск развития ОП, ПС <sub>max</sub> І +19,0
Оценки по факторам антенатального периода и первого года жизни		
Минимальный риск развития ОП, ПС <sub>min</sub> У -13,0	Неопределенный риск развития ОП	Высокий риск развития ОП, ПС <sub>max</sub> І +13,0

Таким образом, изучение частоты, выраженности, диагностической ценности и прогностического значения факторов, отображающих особенности течения антенатального периода и первого года жизни, особенности фенотипа ребенка, генеалогические особенности, состояние здоровья, физиологические полноценности питания и факторов окружающей среды позволило обосновать систему диагностических и прогностических алгоритмов

оценки риска формирования нарушений СФС КТ у детей школьного возраста.

Использование разработанных алгоритмов позволяет врачам практического здравоохранения без проведения ультразвуковой денситометрии и исследований маркеров ремоделирования костной ткани проводить раннюю диагностику и профилактику возможных нарушений СФСКТ у детей и подростков.

На основании полученных результатов и с учетом необходимости динамического наблюдения за детьми нами составлена фортограмма факторов риска и унифицированы схемы ранней диагностики и профилактики ОП. Разработанные схемы включают необходимые элементы унификации в последовательности проведения диагностического тестирования и профилактических мероприятий. В них предусмотрен дифференцированный подход к ребенку, наблюдение в соответствующей диспансерной группе (Д-I, Д-II, Д-III) с последующим выполнением комплекса организационных, клинико-инструментальных и лабораторных исследований в зависимости от степени риска развития ОП: своевременное выявление детей с высоким риском развития данной патологии, проведение необходимых клинико-диагностических мероприятий, адекватных риску развития ОП, динамическое наблюдение за детьми с высоким риском по приведенным стандартам диагности-

ческой (СДА) и профилактической активности (СПА), направленное на уменьшение риска развития ОП (рис. 1, 2); проведение целенаправленной санитарно-просветительной работы на популяционном, семейном и индивидуальном уровнях.

Формирование групп диагностической и профилактической активности основывается на оценке факторов риска в следующей последовательности.

*Первый этап:* обследование с помощью табличного алгоритма; составление перечня доступных для лечебно-профилактического учреждения диагностических мероприятий; определение количества детей с высоким риском развития ОП и необходимости проведения инструментально-лабораторных исследований; составление стандартов диагностической активности.

*Второй этап:* определение стандартов профилактической активности, выполнение которых обеспечивается соответствующим перечнем индивидуализированных мероприятий в зависимости от степени риска формирования ОП.

*Третий этап:* определение стандарта динамического наблюдения — составление индивидуального перечня диагностических тестов и профилактических мероприятий для каждого ребенка с учетом риска формирования ОП и диагностических возможностей лечебно-профилактического учреждения.

Стандарты динамического наблюдения отличаются объемом профилактических и диагности-



Рис. 1. Составляющие стандарта диагностической активности для раннего выявления структурно-функциональных нарушений костной ткани у детей



Рис. 2. Составляющие стандарта профилактической активности, направленной на предупреждение структурно-функциональных нарушений костной ткани у детей

ческих мероприятий в зависимости от группы динамического наблюдения. В зависимости от распределения обследованных детей по группам риска и возможностям лечебно-профилактических учреждений стандарты обеспечивают адекватные условия деятельности, объем диагностических и лечебно-профилактических мероприятий в зависимости от типа лечебно-профилактического учреждения, в котором наблюдается ребенок. Клиническая апробация данной системы ал-

горитмов показала их высокую чувствительность — на уровне (96,7+3,1) %, и специфичность — на уровне (95,4+2,1) %, что позволяет рекомендовать их для использования в клинической практике. Своевременная диагностика, патогенетическая коррекция и ранняя профилактика ОП позволит повысить уровень здоровья детского населения, а в последующем — уменьшить риск прогрессирования нарушений в костной ткани.

#### Литература

1. Лук'янова О. М. Проблеми здоров'я здорової дитини та наукові аспекти профілактики його порушень // Мистецтво лікування.— 2005.— № 2.— С. 6–15.
2. Пархоменко Л. К. Медико-соціальні проблеми сохранения здоровья подростков в Украине // Здоровье ребенка.— 2006.— № 1.— С. 15–17.
3. Антипкін Ю. Г. Стан здоров'я дітей в умовах дії різних екологічних чинників // Мистецтво лікування.— 2005.— № 2.— С. 16–23.
4. Кундіев Ю. И. Нагорная А. М., Кальниш В. В. Структурный анализ формирования здоровья населения Украины в экологически неблагоприятных условиях // Журн. АМН Украины.— 2003.— № 1.— С. 93–104.
5. Поворознюк В. В., Віленський Н. Б., Григор'єва Н. В. Остеопенічний синдром у дітей та підлітків: фактори ризику, діагностика, профілактика.— Київ, 2001.— 28 с.
6. Осадчук З. В. Стан здоров'я дітей, які проживають у різних за екологічною характеристикою регіонах України // Перинатол. та педіатр.— 2000.— № 2.— С. 25–27.
7. Остеопения у детей: диагностика, профилактика и коррекция: Пособие для врачей / Л. А. Щеплягина, Т. Ю. Моисеева, М. В. Коваленко и др.— М., 2005.— 40 с.
8. Минерализация костной ткани у детей / Л. А. Щеплягина, Т. Ю. Моисеева и др. // Рос. педиатр. журн.— 2003.— № 3.— С. 16–22.
9. Фролова Т. В., Шкляр С. П. Екологічна кластеризація регіону: обґрунтування репрезентативних груп та індикатори моніторингу здоров'я дітей та підлітків // Гігієна насел. місць.— 2005.— № 46.— С. 143–149.

10. Наказ МОЗ України від 06.09.1992 № 221 «Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових продуктах та енергії».
11. *Фролова Т. В., Корж М. О., Шкляр С. П.* Оцінка структурно-функціонального стану кісткової тканини дітей шкільного віку та підлітків за результатами ультразвукової денситометрії: Метод. рекомендації. МОЗ та АМН України.— Харків, 2006.— 16 с.
12. *Гублер Е. В.* Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов.— Л.: Медицина, 1979.— 291 с.
13. *Гублер Е. В.* Клиническая патоинформатика в педиатрии.— Л.: Медицина, 1992.— 211 с.

Поступила 22.09.2008

---

---