

УДК 616 – 053.2 – 616 – 072.7.005.584.1

Ю.Г. Попович

КГП на ПХВ «Центр матери и ребенка» Восточно-Казахстанское Управление Здравоохранения, г. Усть-Каменогорск

## МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ДИСБАЛАНСОМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

### Аннотация

Проведен мониторинг состояния миокардиально-гемодинамического гомеостаза и фенотипических признаков дисплазии соединительной ткани (ДСТ) у детей с дисбалансом тяжелых металлов в биопробах. Выявлены достоверно более выраженные изменения параметров сердечно-сосудистой системы и ДСТ у детей с избытком свинца в биопробах по сравнению с детьми, имеющими дефицит цинка.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, дети, дисплазия соединительной ткани, тяжелые металлы.

### Актуальность

Загрязнение окружающей среды пагубно влияет на здоровье населения, особенно детей, находящихся в процессе роста и развития [1]. В условиях постоянного поступления в среду обитания токсических веществ происходит процесс адаптации организма к меняющимся условиям существования путем изменения функционирования органов и систем. Однако эти изменения могут иметь не только приспособительный, но и патологический характер, способствуя развитию различных заболеваний [2]. В качестве индикаторов функционального состояния организма наиболее часто используются параметры состояния сердечно-сосудистой системы [3,4]. О морфологическом предрасположении к различным патологическим состояниям можно судить по степени дисплазии соединительной ткани (ДСТ), одной из причин развития которой могут быть неблагоприятные факторы внешней среды [5,6].

**Целью исследования** явился мониторинг миокардиально-гемодинамического гомеостаза и клинических проявлений ДСТ у детей с дисбалансом тяжелых металлов в биопробах.

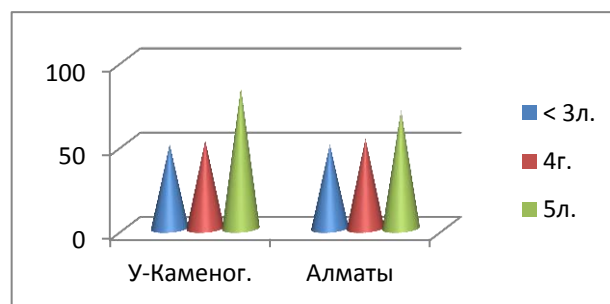
**Материалы и методы.** Было проведено обследование по 1000 детей в г. Усть-Каменогорске и г. Алматы. В г. Усть-Каменогорске (УК) были обследованы дети, проживающие вблизи крупнейшего в республике свинцово-цинкового комбината, а в г. Алматы – дети, проживающие в экологически благополучном районе («Орбита»). Из общего числа детей была сформирована I группа, в которую вошло 209 детей, отобранных методом одномоментной 10% репрезентативной выборки. Из общего числа детей было 103ребенка г. Усть-Каменогорска и 106 детей г. Алматы. Процентное соотношение мальчиков и девочек из обоих городов было практически одинаковым. Возраст детей составил от 2-5 лет. Обследование включало: определение свинца и цинка в биопробах, осмотр, антропометрию, ЭКГ, кардиоинтервалографию (КИГ), определение признаков дисплазии соединительной ткани по Фоминой [6,7]. Определение свинца и цинка в биопробах детей выполнялось в Научно-исследовательском сельскохозяйственном институте Национального центра по биотехнологиям Республики Казахстан под руководством Савинкова А.Ф. колориметрированием дитизоновым методом [8]. Средние концентрации свинца в пробах волос и мочи были в 2 раза выше у детей г. Усть-Каменогорска по сравнению с детьми г. Алматы ( $6,2 \pm 0,8 \text{ мкг/г}$  и  $3,4 \pm 0,2 \text{ мкг/г}$ ;  $22,6 \pm 2,3 \text{ мкг/г}$  и  $11,5 \pm 0,9 \text{ мкг/г}$  соответственно  $p < 0,01$ ) и превышали средние нормальные показатели.

Через 5 лет после первого обследования из общего числа детей г. Усть-Каменогорска была сформирована II группа из 65 детей. В нее вошли 35 детей, с наиболее высокой концентрацией свинца в пробах волос ( $M \pm m = 20,1 \pm 2,8 \text{ мкг/г}$ ) и практически нормальным уровнем цинка ( $108,1 \pm 20,4 \text{ мкг/г}$ ) и 30 детей с низкой концентрацией цинка в пробах волос ( $13,9 \pm 4,1 \text{ мкг/г}$ ) и нормальным содержанием свинца ( $0,4 \pm 0,1 \text{ мкг/г}$ ). Из 35 детей с избытком свинца было 16 мальчиков и 19 девочек, а из 30 детей с дефицитом цинка – 17 мальчиков и 13 девочек. Возраст детей составил от 5 до 11 лет. Этой группе детей проводились осмотр, антропометрия, определение признаков ДСТ, определение исходного вегетативного тонуса (ИВТ) [9], сердечного индекса с определением типа кровообращения, коэффициента резерва (КР) [10], коэффициента ударного объема кровообращения (КУО), индекса функционального состояния (ИФС) [11].

Статистическая обработка полученных данных включала проведение определения критерия Фишера, разности средних величин двух совокупностей. Различия результатов считались достоверными при  $p < 0,05$  [12].

### Результаты исследования.

В I группе фенотипические признаки ДСТ 2 степени по Л. Фоминой были выявлены у 69% детей г. Усть-Каменогорска и г. Алматы. Детей, с тяжелой степенью ДСТ, в обоих городах не было. На рис.1 показана частота выявления признаков ДСТ у детей I группы в зависимости от возраста.



**Рисунок 1.**

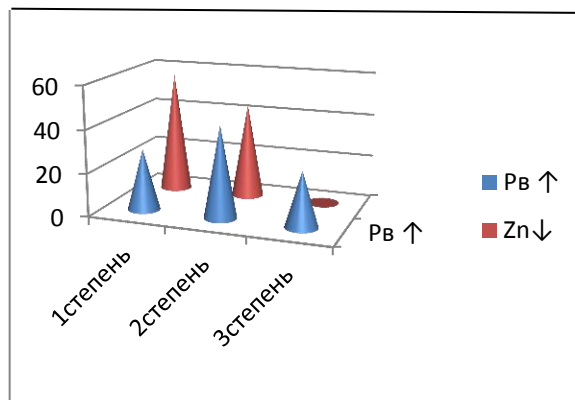
**Частота выявления фенотипических признаков ДСТ у детей I группы в возрастном аспекте (%).**

С увеличением возраста детей отмечалось увеличение частоты фенотипических признаков ДСТ как у детей г. Усть-Каменогорска, так и г. Алматы. В возрасте

3 и 4 лет различия в частоте встречаемости признаков ДСТ у детей г. Усть-Каменогорска и г. Алматы не было, в то время как в 5 лет фенотипические признаки ДСТ чаще выявлялись у детей г. Усть-Каменогорска (83,8% и 70,6% соответственно,  $p < 0,05$ ). Высокая стигматизация отмечалась у 42% мальчиков и у 40,6% девочек без достоверной разницы в группах. Наиболее часто отмечались приросшие мочки ушей (34,6%), высокое небо (26,9%), «ямка» на груди (42,3%). Гипермобильность суставов с оценкой 3-5 баллов и 6-9 баллов чаще диагностировалась у девочек, по сравнению с мальчиками (29,2% и 18,2% соответственно  $p < 0,05$ ; 39,6% и 25,5% соответственно  $p < 0,05$ ).

Как показано на рис. 2, у детей II группы 1 степень ДСТ, практически соответствующая норме, чаще определялась у детей с дефицитом цинка по сравнению с детьми, имеющими избыток свинца (57,6% и 28,6% соответственно,  $p < 0,01$ ).

Причем, 1 степень ДСТ чаще определялась как у девочек, так и мальчиков с дефицитом цинка по сравнению с девочками и мальчиками с избытком свинца (61,5% и 23,5% соответственно,  $p < 0,01$ ; 53,3% и 33,3% соответственно  $p < 0,05$ ). Различий в частоте встречаемости 2 степени ДСТ у детей с дефицитом цинка и избытком свинца не было (42,9% и 44,3% соответственно).



**Рисунок 2.**  
Распределение детей II группы по степеням дисплазии соединительной ткани.

Фенотипических признаков ДСТ 3 степени у детей с дефицитом цинка не встречалось, в то время как эти признаки имелись у 25,7% детей с избытком свинца. К клиническим признакам ДСТ сердца (ДСТС) относятся микроаномалии сердца. В таблице 1 показано распределение детей I группы по частоте микроаномалий сердца по данным Эхо-КГ.

Таблица 1.

**Частота выявленных признаков ДСТС у детей I группы по данным Эхо-КГ.**

ЭхоКГ-микроаномалии сердца	Усть-Каменогорск (n=103)		Алматы (n=106)	
	абс	%	абс	%
АРХ ЛЖ	57	55,3	55	51,8
ПМК		3,9	3	2,8
ООО	3	2,9	2	1,9
Всего	64	62,1	54	50,9

Признаки поражения сердца чаще выявлялись у детей г. Усть-Каменогорска по сравнению с детьми г. Алматы ( $p < 0,05$ ). Надо отметить, что с увеличением возраста у детей с избытком свинца чаще определялись «большие» врожденные пороки развития (ВПР) (дисплазия тазобедренного сустава, сколиоз, свищ прямой кишки, микроцефалия, ВПС) по сравнению с детьми,

имеющими дефицит цинка (28,65 и 6,7% соответственно  $p < 0,01$ ).

Причем, у 1/3 детей с ВПР были диагностированы ВПР костной ткани, являющейся одним из видов соединительной ткани [6].

В таблице 2 приведены основные ЭКГ-признаки, выявленные у детей I группы.

Таблица 2.

**Распределение детей I группы по результатам ЭКГ.**

ЭКГ-признаки	Усть-Каменогорск (n=100)	Алматы (n=100)
Отклонение ЭОС вправо	5	8
Отклонение ЭОС влево	4	2
Обменные нарушения	10	27
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	17	2
Синусовое укорочения PQ	2	3
Синусовые тахикардии, тахиаритмии	21	29
Синусовые брадикардии, брадиаритмии	18	18
Электрическая активность левого желудочка	10	3
Удлинение электрической системы левого желудочка	16	8
Снижение вольтажа QRS	4	2

Неполная блокада правой ножки пучка Гиса (17,0% и 2,0% соответственно  $p < 0,05$ ), удлинение электрической систолы левого желудочка (16,0% и 8,0% соответственно  $p < 0,05$ ) чаще выявлялись у детей г. Усть-Каменогорска по сравнению с детьми г. Алматы. В то время как в г. Алматы чаще, чем в г. Усть-Каменогорске определялись обменные нарушения в миокарде (27,0% и 10,0% соответственно  $p < 0,01$ ).

Обобщенными показателями эффективности функционирования миокардиально-гемодинамического го-

меостаза являются минутный (МОК) и ударный объемы кровообращения (УО) [13].

С целью нивелирования влияния индивидуальных антропометрических различий на величину МОК, использовали вычисление сердечного индекса (СИ), представляющего собой отношение МОК к площади тела. Савицкий Н.Н., взяв за основу величину СИ, выделил три типа кровообращения: гиперкинетический, гипокинетический и эукинетический. Как видно из таблицы 4, эукинетический тип кровообращения чаще

встречался у детей II группы по сравнению с детьми I группы ( $p < 0,01$ ).

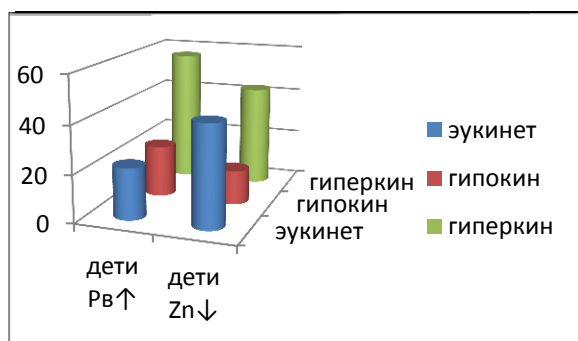


Рис.3 Распределение детей II группы по типам кровообращения.

Количество детей с гипокинетическим типом кровообращения у детей обеих групп не различалось. В то время как количество детей с гиперкинетическим типом кровообращения было больше в группе детей с избытком свинца по сравнению с группой детей, имеющих дефицит цинка ( $p < 0,05$ ).

Для оценки МОК относительно возрастной нормы вычислялся коэффициент резерва (КР), представляющий собой соотношение фактического МОК ребенка к МОК, соответствующему нормальному возрастному показателю.

Как представлено в таблице 3, количество детей с избытком свинца и дефицитом цинка, имеющих уровень КР  $< 1,0$  и от  $1,0$  до  $1,5$ , не различалось. В то время как КР более  $1,5$  достоверно чаще определялся у детей с избытком свинца по сравнению с детьми с дефицитом цинка ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3.

Распределение детей II группы в зависимости от уровня КР.

II группа	уровни КР					
	$< 1,0$		$> 1,0 - 1,5$		$> 1,5$	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
дети Pв ↑	7	21,9	13	40,6	12	37,5
дети Zn ↓	6	21,4	16	57,2	6	21,4

Для объективной оценки УОК, вычислялся коэффициент ударного объема кровообращения (КУО), кото-

рый определялся как отношение фактического УОК ребенка к возрастной норме.

Таблица 4.

Распределение детей II группы по уровню КУО.

II группа	уровни КУО					
	$< 1,0$		$> 1,0 - 1,5$		$> 1,5$	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
дети Pв ↑	7	21,8	16	50,0	9	28,1
дети Zn ↓	9	32,2	16	50,0	3	10,7

Как показано в таблице 4, количество детей с избытком свинца и дефицитом цинка, имеющих уровень КУО  $< 1,0$  и от  $1,0$  до  $1,5$ , не различалось. В то время как число детей с уровнем КУО более  $1,5$  было больше в группе детей с избытком свинца по сравнению с детьми, имеющими дефицит цинка.

Состояние надсегментарного отдела вегетативной нервной системы оценивалось по данным исход-

ного вегетативного тонуса (ИВТ). Преобладание симпатической направленности в деятельности вегетативной нервной системы отражает высокую степень мобилизации системы кровообращения у детей дошкольного возраста. Как представлено на рис.4, у  $86,0\%$  детей г. Алматы и у  $80,0\%$  детей г. Усть-Каменогорска определялось увеличение симпатических влияний.

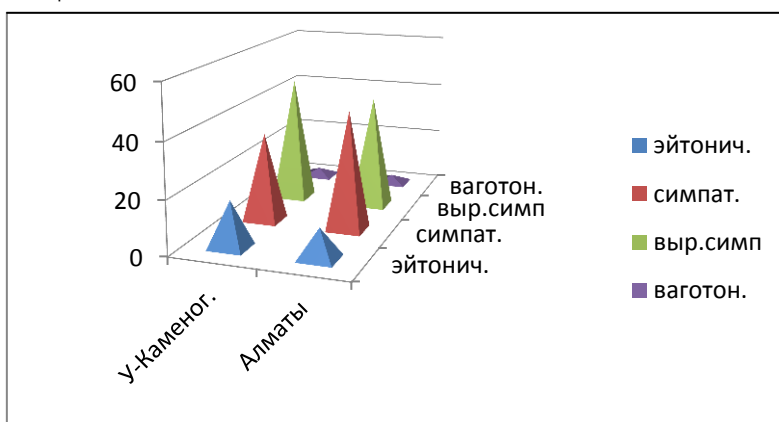


Рисунок 4.

Распределение детей г. Усть-Каменогорска и г. Алматы по типам ИВТ (%).

Как представлено в таблице 5, у детей I группы отмечалось преобладание симпатических влияний в работе нервной системы, что выразилось в повышении средних величин индекса напряжения (ИН) центрального контура регуляции ритма сердца

( $147,9 \pm 19,3$  усл.ед. при умеренной симпатикотонии,  $632,0 \pm 12,6$  усл.ед. при выраженной симпатикотонии) и достоверном снижении моды (Mo), отражающей гуморальный канал регуляции и уровень функционирования системы.

Таблица 5.

## Исходные данные КИГ у детей I группы.

показатели	Алматы (n=100)				Усть-Каменогорск (n=100)
	эйтония	симпатикот	выр. симп.	ваготония	
Мо1,сек	0,74±0,02	0,61±0,004	0,57±0,02	0,76±0,01	0,59±0,01
АМо1,%	35,0±2,19	46,0±4,39	96,0±0,69	30,0±0,39	58,6±1,6
Δх1,сек	0,33±0,07	0,26±0,08	0,10±0,02	0,38±0,20	0,16±0,01
ИН1,усл ед	72,7±5,70	147,9±19,3	632,0±12,6	46,1±1,30	450,0±1,7

При анализе параметров КИГ у детей г. Усть-Каменогорска и г. Алматы достоверной разницы в типах ИВТ выявлено не было. В обоих городах регистрировался преимущественно симпатикотонический тип направленности регуляции надсегментарного отдела вегетативной нервной системы (ВНС). Достоверная

разница определялась в более высоких цифрах показателей, характеризующих высокий адренергический тонус ВНС у детей г. Усть-Каменогорска по сравнению с детьми г. Алматы.

На рис.5 показано распределение детей II группы по типам ИВТ.

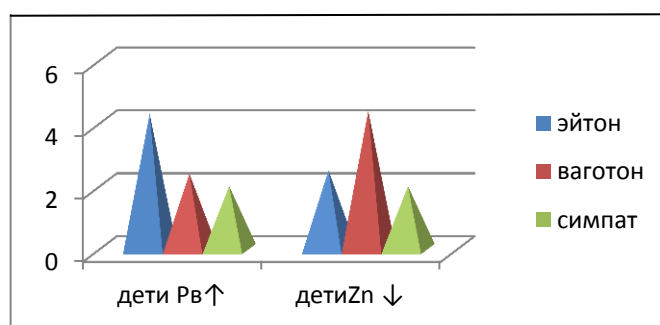


Рисунок 5. Распределение детей II группы по типам ИВТ.

Различия по частоте выявления эйтонического вегетативного тонуса у детей с избытком свинца и дефицитом цинка не было. У детей с дефицитом цинка чаще определялся исходный ваготонический тонус по сравнению с детьми, имеющими избыток свинца ( $p < 0,01$ ).

В то время как симпатический тип ИВТ чаще выявлялся у детей с избытком свинца ( $p < 0,01$ ).

Индекс функционального состояния (ИФС) рассматривается как интегральный показатель функционального состояния организма, при расчете которого используются показатели деятельности сердечно-сосудистой системы и антропометрические данные. Как представлено в таблице 6, высокий и средний уровень ИФС одинаково часто встречался у детей с избытком свинца и дефицитом цинка.

Таблица 6.

## Распределение детей II группы по уровню ИФС.

II группа	Уровень ИФС					
	высокий		средний		низкий	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
дети Рв ↑	5	15,6	14	43,8	13	40,6
дети Zn ↓	5	17,8	15	53,6	8	28,6

В то время как низкий уровень ИФС чаще встречался у детей с избытком свинца по сравнению с детьми, имеющими дефицит цинка, что свидетельствовало о низком адаптационно-функциональном состоянии этих детей.

**Заклучение**

Таким образом, у детей г. Усть-Каменогорска, имеющих более высокий уровень свинца в пробах волос по сравнению с детьми г. Алматы с 5 летнего возраста чаще выявлялись клинические признаки ДСТ, а также признаки ДСТС. С увеличением возраста у детей с избытком свинца определялись клинические признаки ДСТ III степени в отличие от детей с дефицитом цинка. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей г. Усть-Каменогорска в возрасте 2-5 лет характеризовалось выраженными электрокардиографическими изменениями и более высоким адренергическим тонусом ВНС по сравнению с детьми г. Алматы. С увеличением возраста у детей с избытком свинца достоверно чаще определялись вы-

сокие уровни КР, КУО, гиперкинетический тип кровообращения, симпатический тип ИВТ, низкий уровень ИФС в отличие от детей с дефицитом цинка. Все эти изменения могли обуславливать истощение компенсаторно-приспособительных механизмов сердечно-сосудистой системы [14,15].

Таким образом, у детей с избытком свинца с увеличением возраста наблюдались учащение и утяжеление клинических признаков ДСТ, по сравнению с детьми, имеющими дефицит цинка. Эти изменения могли служить морфологической основой функционального напряжения и снижения адаптационных возможностей организма с изменением показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза и последующим формированием различных патологических состояний.

**Литература:**

1. Царегородцев А.Д., Викторов А.А., Османова И.М. Экологическая педиатрия / под.ред. А.Д. Царегородце-

ва, А.А.Викторова, И.М. Османовой. М.: Триада - X, - 2011. – 328 с.

2. Парахонский А.П. Взаимодействие иммунной и нейроэндокринной систем в раннем онтогенезе // Современные наукоемкие технологии. - 2009. - № 10 - С. 67. Режим доступа: URL: [http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=5585](http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=5585)

3. Ожева Р.Ш. Роль механизмов адаптации в сохранении здоровья населения // Современные наукоемкие технологии. - 2010. - №9. – С. 128-129.

4. Ошевенский Л.В., Крылова Е.В., Уланова Е.А. Изучение состояния здоровья человека по функциональным показателям организма: методические указания. - Нижний Новгород: ННГУ им. Лобачевского, - 2007. - 67с.

5. Николаев К.Ю., Отева Э.А., Николаева А.А. и др. Дисплазия соединительной ткани и полиорганная патология у детей школьного возраста // Педиатрия. - 2006. - №2. - С. 89-91

6. Творогова Т.М., Воробьева А.С. Недифференцированная дисплазия соединительной ткани с позиции дизэлементоза у детей и подростков // Рос. мед. журн.- 2012. - №24. – Режим доступа: URL: [www.rmj.ru/articles\\_8403.htm](http://www.rmj.ru/articles_8403.htm).

7. Фомина Л.Н. Клинические формы соединительно-тканной дисплазии у детей. Учебное пособие. - Петрозаводск: Петр. ГУ, - 2001. - 60 с.

8. Моррисон Д.Х. Физические основы анализа следов элементов / под ред. Д.Х. Моррисона. М.: Мир, - 1967 – 626 с.

9. Царегородцева Л.В., Мурашко Е.В., Ключников С.О. Синдром вегетативной дистонии у детей. Режим доступа: URL: <http://www.medvuz.com/med1808/t4/10.php>

10. Ванюшкин М.Ю. Влияние нагрузки повышающей мощности на кардиореспираторную систему с различными типами кровообращения // Фундаментальные исследования. - 2012. - №3 (часть2). - С. 241-244.

11. Шестаков В.Б., Ерегина С.В. 51 теория и методика детско-юношеского дзюдо: методическое пособие.- 2011. Режим доступа: URL: <http://www.redocs.exdat.com/docs/index-2556/html/?page=11>

12. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика: учебное пособие. СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», - 2003. - 432с.

13. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.: Медицина, 1979.- 298с.

14. Широкова В.И., Голоденко В.И., Демин В.Ф., Ключников С.О. Экологически детерминированные заболевания сердечно-сосудистой системы у детей. Режим доступа: URL: <http://medvuz.com/med1808/t4/17.php>

15. Кирсанкина Е.В. Состояние сердечно-сосудистой системы, перокисное окисление липидов у рабочих в условиях адаптации к промышленному воздействию свинца: дис....канд. мед. наук: - Тюмень. - 2003. - 24с.

### Тұжырым

#### АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ ТЕҢГЕРІМСІЗДІГІ БАР БАЛАЛАРДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ЖАҒДАЙЫНЫҢ МОНИТОРИНГІСІ

Ю.Г. Попович

ШҚО ДСБ «Ана мен бала орталығы» ШЖҚ КМК, Өскемен қ.

Биологиялық сынамалардағы ауыр металдар теңгерімсіздігі бар балалардың дәнекерлік тін дисплазиясының (ДТД) фенотиптілік белгілері мен миокардиальдық-гемодинамикалық гомеостаз жағдайының мониторингісі өткізілді. Балалардың жүрек-қан тамырлары жүйесінің айқын көрсеткіштері анықталды және мырышқа тапшылығы бар балалармен салыстырғанда биологиялық сынамалардағы қорғасынның артықшылығымен дәнекерлік тін дисплазиясы анықталды.

**Негізгі сөздер:** жүрек-қан тамырлары жүйесі, балалар, дәнекерлік тін дисплазиясы, ауыр металдар.

### Summary

#### MONITORING OF A FUNCTIONAL CONDITION OF CHILDREN WITH AN IMBALANCE OF HEAVY METALS

Y.G. Popovich

“Mother and child centre” East Kazakhstan region health care department, Ust-Kamenogorsk

Monitoring of the myocardial and hemodynamic homeostasis condition and phenotypic signs of the connective tissue displasia in children presented with heavy metals imbalance in biological tests was carried out. Authentically more expressed changes in parameters of cardiovascular system and connective tissue displasia in children with lead excess in biological tests in comparing with children having zinc deficiency.

**Key words:** cardiovascular system, children, connective tissue dysplasia, heavy metal.