

Статья поступила в редакцию 12.08.2016 г.

Дубовая А.В.

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького,
г. Донецк, Украина

ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ АРИТМИИ У ДЕТЕЙ

В последнее десятилетие приобретает актуальность, но остается до конца не решенным вопрос возможного влияния токсичных и потенциально токсичных химических элементов (ХЭ) на возникновение и прогрессирование кардиоваскулярных заболеваний, ассоциированных с нарушениями ритма сердца (НРС).

Цель – определение уровня концентрации токсичных и потенциально токсичных ХЭ, определяющего риск возникновения НРС.

Материалы и методы. Обследованы 198 детей (107 мальчиков и 91 девочка) в возрасте от 6 до 17 лет с различными НРС (основная группа). Контрольную группу составили 57 здоровых сверстников (31 мальчик и 26 девочек), проживающих в тех же экологических условиях. Всем детям проведен спектральный многоэлементный анализ волос с оценкой содержания 14 ХЭ: 8 токсичных (свинец, барий, кадмий, висмут, алюминий, ртуть, бериллий, таллий) и 6 потенциально токсичных (стронций, никель, литий, сурьма, мышьяк, ванадий) методами атомно-эмиссионной спектроскопии в индуктивно-связанной плазме и атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Результаты. Обнаруженная концентрация свинца, бария, алюминия, стронция, никеля, мышьяка, оказалась ниже максимально допустимого уровня. По результатам проведенного ROC-анализа установлено, что при уровне свинца выше 0,272 мг/кг в 73 % случаев возникает НРС. В 78 % случаев уровень бария выше 0,571 мг/кг является фактором риска НРС. При уровне алюминия выше 19,442 мг/кг в 74 % случаев возникает НРС. Превышение концентрации стронция более 3,318 мг/кг и никеля более 0,462 мг/кг в 76 % случаев приводит к аритмии. При уровне мышьяка выше 0,184 мг/кг в 77 % случаев возникает аритмия.

Заключение. Средняя концентрация выявленных токсичных (свинец, барий, кадмий, висмут, алюминий, ртуть) и потенциально токсичных (стронций, никель, литий, сурьма, мышьяк) ХЭ у детей с НРС была выше (статистически значимо свинца, бария, кадмия, стронция и никеля), чем у здоровых сверстников. Установлен достоверный уровень концентрации в волосах свинца, бария, алюминия, стронция, никеля, мышьяка, определяющий риск возникновения НРС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дети; нарушения ритма сердца; токсичные и потенциально токсичные микроэлементы.

Dubovaya A.V.

M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk, Ukraine

EFFECTS OF TOXIC AND POTENTIALLY TOXIC CHEMICAL ELEMENTS AT RISK OF HEART ARRHYTHMIAS IN CHILDREN

In the last decade, it gains relevance, but still not fully resolved issue of the possible impact of toxic and potentially toxic chemical elements on the onset and progression of cardiovascular diseases associated with heart arrhythmias.

Objective – to determine the level of concentration of toxic and potentially toxic chemical elements, which determines the risk of the heart arrhythmias.

Materials and methods. The study involved 255 children, aged from 6 to 17 years residing in the Donbass region: 198 children (107 boys and 91 girls) with a variety heart arrhythmias and 57 healthy children (31 boys and 26 girls). All children carried spectral multivariate analysis hair assessing content of 14 chemical elements: 8 toxic (lead, barium, cadmium, bismuth, aluminum, mercury, beryllium, thallium) and 6 potentially toxic (strontium, nickel, lithium, antimony, arsenic, vanadium) by methods of atomic emission spectrometry in inductively coupled plasma and atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization.

Results. The observed concentration of lead, barium, aluminum, strontium, nickel, arsenic, was below the maximum allowable level. As a result of ROC-analysis found that levels of lead above 0,272 mg/kg in 73 % of cases occur heart arrhythmias. In 78 % of barium levels above 0,571 mg/kg is a risk factor of heart arrhythmia. When aluminum levels above 19,442 mg/kg in 74 % of cases occur heart arrhythmia. Excess strontium concentration higher than 3,318 mg/kg and nickel concentration higher than 0,462 mg/kg in 76 % of cases leads to heart arrhythmia. At the level of arsenic above 0,184 mg/kg in 77 % of cases there is an arrhythmia.

Conclusion. The average concentration of the identified toxic (lead, barium, cadmium, bismuth, aluminum, mercury) and potentially toxic (strontium, nickel, lithium, antimony, arsenic) chemical elements in children with heart arrhythmias was higher

(statistically significant for lead, barium, cadmium, strontium and nickel) than in healthy children. A significant level of concentration in the hair of lead, barium, aluminum, strontium, nickel, arsenic as a risk of the heart arrhythmias are determine.

KEY WORDS: children; heart arrhythmias; toxic and potentially toxic micronutrients.

В настоящее время регионы с интенсивным развитием различных отраслей промышленности испытывают значительные многофакторные антропогенные нагрузки, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды и здоровья проживающего населения [1, 2].

Донецкий регион, численность населения которого составляет 1/5 населения Украины, является крупным промышленным центром. Высокая концентрация промышленного и сельскохозяйственного производства, транспортной инфраструктуры в сочетании со значительной плотностью населения (189 человек на 1 км²) создали в Донбассе наибольшую в Украине и Европе нагрузку на биосферу [1]. Так, суммарная техногенная антропогенная нагрузка на единицу территории области в 4 раза выше средней по Украине. Среднегодовой валовый выброс вредных веществ от всех источников загрязнения в атмосферу составляет около 4 млн. тонн, т.е. более 500 кг на одного жителя области или 140 тонн на 1 км² [2].

Следствием сочетанного воздействия всех факторов окружающей среды промышленного региона является повышение уровня заболеваемости детей и подростков, прежде всего, патологий сердечно-сосудистой системы [3, 4]. Так, если по данным Федеральной службы государственной статистики за последнее десятилетие заболеваемость детского населения Российской Федерации от 0 до 14 лет кардиоваскулярной патологией уменьшилась в 1,2 раза (с 88,5 ‰ в 2005 г. до 73,8 ‰ в 2014 г.) [5], то за аналогичный период в Донецкой области в этой возрастной группе заболеваемость увеличилась в 1,5 раза (с 72,8 ‰ в 2005 г. до 104,9 ‰ в 2014 г.) [6]. У детей 15-17 лет, проживающих в Российской Федерации, заболеваемость сердечно-сосудистой патологией увеличилась в 1,2 раза: со 144,7 ‰ в 2005 г. до 171,1 ‰ в 2014 г. [5], в Донецкой области — в 1,6 раза: со 103,5 ‰ в 2005 г. до 164,4 ‰ в 2014 г. [6].

В последнее десятилетие приобретает актуальность, но остается до конца не решенным вопрос возможного влияния токсичных и потенциально токсичных химических элементов (ХЭ) на возникновение и прогрессирование кардиоваскулярных заболеваний, ассоциированных с нарушениями ритма сердца (НРС) [7-12]. В предыдущих наших исследованиях доказано, что у детей с аритмиями статистически чаще в сравнении со здоровыми сверстниками документируется превышение допустимой концентрации токсич-

ных химических элементов: свинца, бария, кадмия, висмута, алюминия, ртути; превышение допустимой концентрации потенциально токсичных химических микроэлементов: стронция, никеля, лития, сурьмы, мышьяка [13].

Цель — определение уровня концентрации токсичных и потенциально токсичных ХЭ, определяющего риск возникновения НРС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 198 детей (107 мальчиков и 91 девочка) в возрасте от 6 до 17 лет с различными НРС: нарушения ритма (наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, синдром слабости синусового узла, хроническая непароксизмальная тахикардия, пароксизмальная наджелудочковая тахикардия), нарушения проводимости (синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта, атриовентрикулярная блокада II-III степени). Органические изменения в сердце имели 149 пациентов (75,3 %): 97 детей (49,0 %) — врожденный порок сердца (ВПС) с возникновением аритмии у 24 больных (24,7 %) в различные сроки после оперативной коррекции ВПС, 28 детей (14,1 %) — врожденную аномалию проводящей системы сердца (синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта), 24 ребенка (12,1 %) — первичную дилатационную (8 пациентов) и гипертрофическую (16 больных) кардиомиопатию. У 49 детей (24,9 %) аритмии были проявлением вегетативной дисфункции. Пациенты находились на стационарном лечении в отделении детской кардиохирургии и реабилитации Института неотложной и восстановительной хирургии им. В.К. Гусака в период с 2006 по 2010 год, а затем наблюдались амбулаторно с контролем 1 раз в 6 месяцев на протяжении 5 лет. Все больные получали лечение согласно протоколам, утвержденным Министерством здравоохранения Украины.

Контрольную группу составили 57 здоровых сверстников (31 мальчик и 26 девочек), проживающих в тех же экологических условиях.

Наряду с общеклиническими, лабораторными и инструментальными методами обследования всем детям проведен спектральный многоэлементный анализ волос с оценкой содержания в организме 14 ХЭ: 8 токсичных (свинец, барий, кадмий, висмут, алюминий, ртуть, бериллий, таллий) и 6 потенциально токсичных (стронций, никель, литий, сурьма, мышьяк, ванадий). Использованы методы атомно-эмиссионной спектрометрии в индуктивно-связанной плазме и атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией. Предметом исследования стали волосы, поскольку элементный состав волос наиболее достоверно отражает содержание макро- и микроэлементов в организме. Так, доказано наличие прямой корреляционной зависимости между концентрацией бария, алюминия, лития, никеля, стронция,

Корреспонденцию адресовать:

ДУБОВАЯ Анна Валериевна,
83003, Украина, г. Донецк, пр. Ильича, д. 16,
ДонНМУ им. М. Горького.
Тел.: +38-099-790-33-56.
E-mail: dubovaya_anna@mail.ru

мышьяка в тканях сердца и волосах ($r = +0,75$) [14].

Обработку результатов исследования проводили методами вариационной и альтернативной статистики с использованием лицензионного программного пакета «MedStat». Для проверки распределения данных на нормальность использовали критерий χ^2 и тест Шапиро-Уилка. Учитывая, что анализируемые признаки подчинялись закону нормального распределения, использовали параметрические критерии: среднее арифметическое значение показателя (М), стандартная ошибка среднего (m), для сравнения количественных признаков использовали критерий Стьюдента, парного сравнения — критерий Шефе. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05. Связь между явлениями изучали с помощью ROC-анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного химического анализа установлено, что в организме каждого обследованного ребенка (как с НРС, так и здоровых сверстников) было выявлено превышение допустимого содержания хотя бы одного токсичного и/или потенциально токсичного ХЭ, что, вероятно, обусловлено проживанием детей в одном промышленном регионе. Сведения о полученных данных представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, у пациентов с НРС статистически значимо чаще документировано превышение допустимого содержания токсичных химических элементов в сравнении со здоровыми ($84,3 \pm 2,6\%$ и $29,8 \pm 6,1\%$; $p < 0,001$). Обращало внимание, что у больных с аритмиями статистически достоверно чаще в сравнении со здоровыми сверстниками документировано превышение допустимого содержания двух токсичных химических элементов ($42,9 \pm 3,5\%$ и $14,0 \pm 4,6\%$ соответственно; $p < 0,001$). Превышение допустимой концентрации трех и более токсичных химических элементов выявлено у 37 пациентов ($18,7 \pm 2,8\%$) с НРС.

Учитывая полученные результаты о достоверном различии содержания токсичных и потенциально токсичных химических элементов у пациентов с НРС и здоровых сверстников, определена средняя концентрация ХЭ у обследованных детей (табл. 2).

Таблица 1
Число детей, имевших превышение допустимого содержания токсичных и потенциально токсичных химических элементов (n = 255)

Химический элемент	Все обследованные дети (n = 255)		Основная группа - дети с НРС (n = 198)		Контрольная группа - здоровые дети (n = 57)	
	Абс.	%, М ± m	Абс.	%, М ± m	Абс.	%, М ± m
Токсичные:	184	72,2 ± 2,8	167	84,3 ± 2,6***	17	29,8 ± 6,1
- свинец	93	36,5 ± 3,0	81	40,9 ± 3,5**	12	21,1 ± 5,4
- барий	67	26,3 ± 2,8	59	29,8 ± 3,3*	8	14,0 ± 4,6
- кадмий	37	14,5 ± 2,2	31	15,7 ± 2,6	6	10,5 ± 4,1
- висмут	30	11,8 ± 2,0	26	13,1 ± 2,4	4	7,0 ± 3,4
- алюминий	15	5,9 ± 1,5	15	7,6 ± 1,9***	0	0,0 ± 0,0
- ртуть	12	4,7 ± 1,3	12	6,1 ± 1,7**	0	0,0 ± 0,0
Потенциально токсичные:	103	40,4 ± 3,1	91	46,0 ± 3,5**	12	21,1 ± 5,4
- стронций	94	36,9 ± 3,0	87	43,9 ± 3,5***	7	12,3 ± 4,3
- никель	65	25,5 ± 2,7	61	30,8 ± 3,3***	4	7,0 ± 3,4
- литий	36	14,1 ± 2,2	32	16,2 ± 2,6*	4	7,0 ± 3,4
- сурьма	18	7,1 ± 1,6	18	9,1 ± 2,0***	0	0,0 ± 0,0
- мышьяк	6	2,4 ± 0,9	6	3,0 ± 1,2*	0	0,0 ± 0,0

Примечание: * - различие достоверно ($p < 0,05$) в сравнении с контрольной группой; ** - различие достоверно ($p < 0,01$) в сравнении с контрольной группой; *** - различие достоверно ($p < 0,001$) в сравнении с контрольной группой.

Таблица 2
Средняя концентрация и уровень достоверности ее различия у детей с НРС и здоровых сверстников

№ п/п	Название ХЭ	Допустимая концентрация, мг/кг	Средняя концентрация (М ± m)		Уровень значимости различия, p
			Основная группа (n = 198)	Контрольная группа (n = 57)	
1.	Свинец	0,76-2,73	2,18 ± 0,43	0,72 ± 0,07	0,011
2.	Барий	1,0-2,1	1,93 ± 0,39	0,39 ± 0,04	0,042
3.	Кадмий	0,02-0,04	0,42 ± 0,15*	0,05 ± 0,02*	0,002
4.	Висмут	0,2-0,5	1,03 ± 0,36*	0,49 ± 0,04*	0,544
5.	Алюминий	9-23	19,8 ± 2,03	-	
6.	Ртуть	0,0-0,7	0,67 ± 0,05*	-	
7.	Стронций	0,5-5,0	3,64 ± 0,73	0,55 ± 0,12	0,014
8.	Никель	0,15-0,55	0,45 ± 0,17*	0,09 ± 0,04*	0,004
9.	Литий	0,01-0,04	0,05 ± 0,02*	-	
10.	Сурьма	0-1,0	1,03 ± 0,36*	-	
11.	Мышьяк	0,2-0,3	0,18 ± 0,06	-	

Примечание: * - превышение допустимой концентрации.

сичных химических элементов у пациентов с НРС и здоровых сверстников, определена средняя концентрация ХЭ у обследованных детей (табл. 2).

Сведения об авторах:

ДУБОВАЯ Анна Валериевна, канд. мед. наук, доцент, кафедра педиатрии и неонатологии факультета интернатуры и последипломного образования, ДонНМУ им. М. Горького, г. Донецк, Украина. Тел. +38-099-790-33-56. E-mail: dubovaya_anna@mail.ru

Information about authors:

DUBOVAYA Anna Valerievna, candidate of medical sciences, docent, department of pediatrics and neonatology faculty internships and post-graduate education, M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk, Ukraine. E-mail: dubovaya_anna@mail.ru

Как следует из таблицы 2, средняя концентрация каждого из выявленных токсичных и потенциально токсичных ХЭ у детей с НРС была выше (статистически значимо свинца, бария, кадмия, стронция и никеля), чем у здоровых сверстников.

Средний уровень свинца у детей обеих групп не превышал допустимого значения (2,73 мг/кг), но выявлено статистически значимое различие ($p = 0,011$) показателя усредненной концентрации этого металла у детей с НРС (2,18 мг/кг) в сравнении с контрольной группой (0,72 мг/кг).

Средний уровень бария у обследованных детей также не превышал допустимого значения (2,1 мг/кг), но обнаружено статистически значимое различие ($p = 0,042$) показателя усредненной концентрации этого металла у детей с НРС (1,93 мг/кг) в сравнении со здоровыми сверстниками (0,39 мг/кг).

У детей обеих групп констатируется превышение средней концентрации кадмия относительно допустимого уровня, но у детей с НРС превышение составило 14,3 раз, тогда как у здоровых сверстников – 1,8 раз. Средняя концентрация кадмия у пациентов с НРС составила 0,42 мг/кг, что было статистически значимо выше в сравнении со здоровыми детьми – 0,05 мг/кг ($p = 0,002$).

Средний уровень стронция у обследованных детей не превышал допустимого значения (5,0 мг/кг), но обнаружено статистически значимое различие ($p = 0,014$) показателя усредненной концентрации этого металла у детей с НРС (3,64 мг/кг) в сравнении со здоровыми сверстниками (0,55 мг/кг).

Средняя концентрация никеля у пациентов с НРС составила 0,45 мг/кг, что было статистически значимо выше в сравнении со здоровыми детьми – 0,09 мг/кг ($p = 0,004$).

Следует отметить, что у детей с НРС средняя концентрация ртути, лития и сурьмы превышала допустимую. У здоровых сверстников указанные ХЭ не определялись.

Учитывая полученные результаты о достоверном различии содержания токсичных и потенциально токсичных химических элементов у детей с НРС и здоровых сверстников, проведен ROC-анализ с определением уровня концентрации токсичных и потенциально токсичных ХЭ, который определяет риск возникновения НРС, результаты которого представлены в таблице 3 и на рис. 1-6.

Согласно данным таблицы 3 удалось установить достоверный уровень концентрации свинца, бария, алюминия, стронция, никеля, мышьяка в организме, который определяет риск возникновения НРС. Полученные результаты свидетельствуют о том, что об-

Таблица 3
Уровень концентрации токсичных и потенциально токсичных ХЭ, определяющий риск возникновения НРС

Название ХЭ	Уровень концентрации в волосах, мг/кг	Чувствительность, %	Специфичность, %	Достоверность, р
Свинец	0,272	73	70	0,027
Барий	0,571	78	79	0,007
Кадмий	0,374	72	52	0,543
Висмут	0,981	64	54	0,564
Алюминий	19,442	74	70	0,031
Ртуть	0,643	58	62	0,432
Стронций	3,318	76	72	0,019
Никель	0,462	76	75	0,034
Литий	0,086	70	73	0,143
Сурьма	0,981	72	76	0,114
Мышьяк	0,184	77	78	0,011

наруженная концентрация свинца (0,272 мг/кг), бария (0,571 мг/кг), алюминия (19,442 мг/кг), стронция (3,318 мг/кг), никеля (0,462 мг/кг), мышьяка (0,184 мг/кг) оказалась ниже максимально допустимого уровня (свинец – 2,73 мг/кг, барий – 2,10 мг/кг, алюминий – 23,0 мг/кг, стронций – 5,0 мг/кг, никель – 0,55 мг/кг, мышьяк – 0,3 мг/кг).

Таким образом, по результатам проведенного ROC-анализа установлено, что при уровне свинца выше 0,272 мг/кг в 73 % случаев возникает НРС. В 78 % случаев уровень бария выше 0,571 мг/кг является фактором риска НРС. При уровне алюминия выше 19,442 мг/кг в 74 % случаев возникает НРС. Превышение концентрации стронция более 3,318 мг/кг и никеля более 0,462 мг/кг в 76 % случаев приводит к аритмии. При уровне мышьяка выше 0,184 мг/кг в 77 % случаев возникает аритмия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Средняя концентрация выявленных токсичных (свинец, барий, кадмий, висмут, алюминий, ртуть) и потенциально токсичных (стронций, никель, литий, сурьма, мышьяк) ХЭ у детей с НРС была выше (статистически значимо свинца, бария, кадмия, стронция и никеля), чем у здоровых сверстников. Установлен достоверный уровень концентрации в волосах свинца (0,272 мг/кг), бария (0,571 мг/кг), алюминия (19,442 мг/кг), стронция (3,318 мг/кг), никеля (0,462 мг/кг), мышьяка (0,184 мг/кг), при превышении которого риск возникновения НРС составляет более 73 %.

Полученные данные позволяют предположить, что обнаруженные в организме ребенка токсичные и потенциально токсичные химические элементы могли принимать участие в генезе НРС, их сохранении и прогрессировании, несмотря на проводимую терапию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Современные закономерности формирования болезней системы кровообращения среди городского взрослого населения в условиях промышленного Донбасса с полиэкстремальной средой обитания /Агарков В.И., Грищенко С.В., Антропова О.С. и др. //Матер.

- I Междунар. науч. конф. «Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности», г. Донецк, 16-18 мая 2016 г. – 2016. – Т. 2. – С. 273-275.
2. Здоровье населения Украины в глобальном измерении /Гребняк Н.П., Агарков В.И., Грищенко С.В. и др. //Медицинские перспективы. – 2012. – Т. XVII, № 1. – С. 128-134.
 3. Школьников, М.А. Диагностика и лечение нарушений ритма и проводимости сердца у детей: учебное пособие /Школьников М.А., Егорова Д.Ф. – СПб.: Человек, 2012. – 432 с.
 4. Сухарева, Г.Э. Аритмии у новорожденных (часть 2) /Сухарева Г.Э. //Неонатология, хирургия и перинатальная медицина. – 2014. – Т. 4, № 1(11). – С. 94-97.
 5. Здравоохранение в России. 2015: Стат.сб. / Росстат. – М., 2015. – 174 с.
 6. Показатели здоровья населения и деятельности медицинских учреждений Донецкой области за 2005-2014 гг. (статистические материалы). – Д., 2015. – 259 с.
 7. Зербино, Д.Д. Свинец – этиологический фактор поражения сосудов: основные доказательства /Зербино Д.Д., Соломенчук Т.И., Поспишил Ю.А. //Искусство лечения. – 2009. – № 8(64). – С. 12-14.
 8. Значение кадмия, калия и кальция для функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов /Решетняк О.А., Евстафьева И.А., Евстафьева Е.В. и др. //Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, серия «Биология, химия». – 2010. – Том 23(62), № 3. – С. 129-135.
 9. Окунева, Г.Н. Химические элементы и структурно-молекулярные особенности кардиомиоцитов у пациентов раннего возраста с транспозицией магистральных артерий /Окунева Г.Н., Кливер Е.Э., Караськов А.М. //Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2012. – № 3. – С. 13-17.
 10. Ramon, R. Prenatal mercury exposure in a multicenter cohort study in Spain /Ramon R., Murcia M. //Environ Int. – 2011. – V. 37(3). – P. 597-604.
 11. Masironi, R. Trace Elements and Cardiovascular Diseases /Masironi R. //Occup. Environ. Med. – 2007. – V. 47, N 12. – P. 776-780.
 12. Storelli, Maria M. Occurrence of toxic metals (Hg, Cd and Pb) in fresh and canned tuna: public health implications /Storelli Maria M., Grazia Barone //Food and Chem. Toxicol. – 2010. – V. 48, N 11. – P. 3167-3170.
 13. Дубовая, А.В. Эндогенная интоксикация у детей с нарушениями ритма сердца, имеющих дисэлементоз /Дубовая А.В. //Таврический медико-биологический вестник. – 2013. – № 2. – С. 25-27.
 14. Муквич, Е.Н. Зависимость между содержанием токсичных металлов в тканях сердечно-сосудистой системы и других биосубстратах детей с кардиоваскулярными мальформациями /Муквич Е.Н., Коваль А.П., Дубовая А.В. //Перинатология и педиатрия. – 2015. – № 1(61). – С. 50-53.

