

УДК 616-053.2:504.05:613

О.А. Лихобабина, Р.Ф. Махмутов, А.И. Бобровицкая, Ю.В. Пошехонова, Л.А. Захарова

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк

МНОГООБРАЗИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

В настоящее время многообразие факторов, определяющих состояние здоровья детей как проблема, приобретает особую актуальность для практического здравоохранения. В формировании расстройств психического здоровья населения Донбасса принимают участие несколько групп экзогенных факторов риска: социально-бытовые, семейно-психологические, образа жизни, алиментарные, профессиональные, макро-экономические, общественно-психологические, экологические.

Недооценка биологической роли макро- и микроэлементов, особенно в организме детей, приводит к развитию «элементозов» как проявлению болезни. Наличие минеральных веществ в организме в строго определенных количествах – неперемное условие для сохранения здоровья. Особенности окружающей среды способствуют возникновению проблемы экологической патологии [8, 16, 18, 19, 52, 55, 56]. Из 92 встречающихся в природе химических элементов 81 присутствует в организме человека. Минеральные вещества входят в состав всех жидкостей и тканей, регулируя биохимические процессы [33, 40]. Они необходимы для нормального функционирования мышечной, сердечно-сосудистой, иммунной, нервной и других систем; принимают участие в синтезе жизненно важных соединений, обменных процессах, кроветворении, пищеварении, нейтрализации продуктов обмена; входят в состав ферментов, гормонов (йод – в состав тироксина, цинк – инсулина и половых гормонов), обуславливают их активность [2-4].

Минеральные вещества подразделяются на макро- и микроэлементы. Макроэлементы – вещества, содержание которых превышает 0,01% массы тела. Микроэлементы – вещества, концентрация которых в организме равна или менее 0,01% массы тела (от 0,01 до 0,000000000001%).

В организме имеются тканевые депо, обладающие мощными резервами макроэлементов, тканевые резервы микроэлементов незначительны. Этим объясняются низкие адаптационные возможности организма к дефициту ми-

кроэлементов в пище [11]. Наличие минеральных веществ в организме в строго определенных количествах – неперемное условие для сохранения здоровья детей – макро- и микроэлементы не синтезируются в организме, а поступают с пищевыми продуктами, водой, воздухом и усваиваются организмом в 15-20% [32, 53].

Количество поступающих минеральных веществ в организм человека зависит, с одной стороны, от их содержания в окружающей среде, с другой стороны, от состояния органов дыхания и пищеварения. Особенностью минерального обмена у детей является не уравновешенность процессов поступления в организм макро- и микроэлементов и их выведения. Органы и системы детей и подростков избирательно концентрируют определенные микроэлементы [32, 53, 54].

В периоде новорожденности увеличено содержание: меди, цинка, алюминия в сером и белом веществе головного мозга; в печени – меди в 16 раз, железа – в 2 раза, то есть возраст так называемого «микроэлементного благополучия» – концентрация многих микроэлементов во много раз выше по сравнению с другими периодами жизни ребенка [34, 40].

Суточная потребность детей в макро- и микроэлементах представлена в таблице 1.

На особую значимость микроэлементов в биологических процессах организма впервые обратил внимание академик В.И. Вернадский – некоторые химические элементы жизненно необходимы живому организму [7].

Поэтому макро- и микроэлементы делятся на: эссенциальные – жизненно необходимые, условно эссенциальные, токсичные и потенциально токсичные химические элементы [33, 39]. В мире не существует единого мнения о биологической роли химических элементов в зависимости от их физиологического или патологиче-

Таблица 1.

Суточная потребность детей в макро- и микроэлементах [33]

Макро- и микроэлементы	Возраст детей, лет						
	0-0,5	0,5-1	1-3	4-6	7-10	11-14 мальчики	11-14 девочки
Ca (мг)	400	600	800	800	800	1200	1200
P (мг)	300	500	800	800	800	1200	1200
Fe (мг)	5	10	10	10	10	12	15
Cu (мг)	0,4-0,6	0,6-0,7	0,8-0,9	0,9-1,0	1-2	1,5-2,5	1,5-2,5
B (мг)	0,3	0,4	0,7	0,9	1,0	1,3	1,1
Zn (мг)	5	5	10	10	20	15	12
Mn (мг)	0,3-0,6	0,6-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	2,0-5,0	2,0-5,0
I (мкг)	40	50	70	90	120	150	150
Mo (мкг)	15-30	20-40	30-75	50-150	50-150	75-250	75-250
Se (мкг)	10	15	20	20	30	40	45
Cu (мкг)	10-40	20-60	20-80	30-120	50-200	50-200	50-200

ского воздействия на организм особенно детский [39, 41, 54, 57].

Основные эффекты воздействия химических «потенциально токсичных» и токсичных элементов на организм детей и подростков представлены в таблице 3.

Согласно данным таблиц 2 и 3 установлено, что микроэлементы необходимы организму только в оптимальном количестве [37]. Наличие их патологической концентрации приводит к «функциональной поломке», то есть вызывает не биологический, а токсический эффект. Нарушения обмена веществ и проявления в виде болезни, по сути, являются причиной развития токсико-фармакологического воспалительного процесса. В тоже время, некоторые исследователи считают, что «эссенциальные» химические элементы при определенных условиях приобретают «токсичность», а «токсичные» химические элементы в малых концентрациях – «жизненно необходимую» для организма [33].

Химические элементы, которые необходимы человеку в определенном содержании и соотношении, входят в состав жидкостей и тканей, ферментов, витаминов и гормонов. Регулируют более 50 тысяч биохимических процессов, принимают участие в синтезе жизненно важных соединений, обменных процессах, кроветворении, пищеварении, нейтрализации продуктов обмена, важны для нормального функционирования мышечной, иммунной, нервной, сердечно-сосудистой системы [33, 39].

Поэтому дальнейшее изучение биологической роли химических элементов, загрязняющих

окружающую среду, является наиболее актуальным для современной гигиены и педиатрии, а новые научные исследования, уточняющие значимость макро- и микроэлементов в этиопатогенезе заболеваний инфекционной и соматической патологии, позволят повысить эффективность лечения, оптимизировать проведение реабилитационных и профилактических мероприятий.

Особую актуальность на современном этапе приобрел термин «тяжелые металлы» – это широкая группа химических элементов, загрязняющих окружающую среду [13, 35, 36, 47]. К тяжелым металлам относят свинец, кадмий, железо, ртуть, медь, кобальт, цинк [20, 47, 48].

Научные исследования по оценке влияния загрязнения окружающей среды на здоровье детского населения малочисленные. Известно, что попадание из воздуха, воды и пищи токсичных и/или потенциально токсичных веществ в организм способно вызывать острую и хроническую интоксикацию [24, 25, 31]. Установлено влияние на биоэлектрические процессы в миокарде, приводящие к возникновению учащения ритма сердца, токсичных (бария, свинца, кадмия), потенциально токсичных (никеля, стронция, мышьяка), эссенциальных (калия, магния, кальция, марганца, селена, железа, цинка, фосфора) химических элементов [4, 12, 26, 29, 30, 36, 37, 49, 50]. При этом данные клинических исследований немногочисленные особенно у детей.

Весомость вклада тяжелых металлов в заболеваемость и смертность взрослого и детского населения, проживающего в экокризисных

Таблица 2.
Значимость эссенциальных химических элементов для организма детей и подростков [41]

Химические элементы	Эссенциальные – жизненно необходимые
Zn (Цинк)	Иммунитет; функциональное состояние поджелудочной и предстательной желез; рост; половые гормоны.
Cu (Медь)	Эластичность сосудов; функциональное состояние нервной системы, щитовидной железы, суставов; ритм сердечной деятельности.
Mn (Марганец)	Функциональное состояние нервной системы, поджелудочной железы; состояние кожи, костной ткани; уровень сенсibilизации.
Mg (Магний)	Функциональное состояние сердца и сосудов; свертываемость крови; функционирование почек, желчевыводящих путей, нервной системы.
Cr (Хром)	Антистрессовая защита; регуляция содержания глюкозы в крови.

Таблица 3.
Основные эффекты химических потенциально токсичных и токсичных элементов на организм детей и подростков [32]

Химические элементы	Воздействия химических потенциально токсичных и токсичных элементов на организм
As (Мышьяк)	Хроническая анемия, аллергозы
Sr (Стронций)	Уровская болезнь, стронциевый рахит (хрупкость костей).
Sh (Сурьма)	Иммунодефицит.
Cd (Кадмий)	Прогрессирующее поражение почек – развитие почечной недостаточности.
Hg (Ртуть)	Тремор, гингивит, почечная недостаточность.
Pb (Свинец)	Астено-невротический синдром, анемия, артериальная гипертензия, заболевания желудочно-кишечного тракта, злокачественные опухоли.
Tl (Таллий)	Выпадение волос.

регионах Донбасса, возрастает, в виде нарушения репродуктивной функции у женщин [14, 15, 29, 30, 38, 43, 44], увеличения заболеваемости и смертности при патологии сердечно-сосудистой системы, расстройства психического здоровья [1, 9, 10, 17, 22, 23, 27, 28, 45].

Одним из наиболее изученных механизмов антиатерогенного действия витамина D является регулирование иммунной/воспалительной реакции в интиме сосудов [21]. Противовоспалительный эффект витамина D реализуется разными путями. Витамин D ингибирует пролиферацию гладкомышечных клеток сосудов, вследствие чего предупреждает их морфологические изменения и секрецию ими воспалительных молекул. Воздействие витамина D на иммунокомпетентные и гладкомышечные клетки сопровождается подавлением экспрессии ИЛ-6, ФНО- α и повышением синтеза противовоспалительного ИЛ-10 [5, 6, 21].

Williams D. M., et al. (2000 г.) изучив взаимосвязи дефицита витамина D и факторов сердечно-сосудистого риска установили, что предиктором сердечно-сосудистых рисков у детей и подростков является уровень кальция в крови, а не уровень витамина D [51].

Влияние тяжелых металлов на расстройства психики и поведения детского населения техногенного региона в условиях последствий стрессиндуцированных состояний выступает также как первостепенная гигиеническая проблема, без комплексного решения которой не могут эффективно проводиться как реабилитационные, так и профилактические мероприятия по охране психического здоровья особенно детей и подростков техногенного региона Донбасса [36, 42].

Среди детей отмечались более высокие уровни распространенности расстройства психики и поведения детей по сравнению с взрослыми и подростками: в военный стабильный период превысили таковые в довоенный и военный переходный период ($p < 0,01$). Аналогичные закономерности отмечаются и в отношении заболеваемости расстройствами психики и поведения детей, однако ввиду малой численности выборки по районам и вариабельности результатов по годам выявить значимые межгрупповые различия не удастся – речь идет о тенденциях.

Поэтому при оценке распространенности расстройства психики и поведения детей следует акцент делать на распространенность указанной патологии.

Таблица 4.

Распространенность расстройств психики и поведения среди детей и подростков г. Донецка, (M±m, ‰)

Группы		Период		
		I – довоенный (2010-2013)	II – военный переходный (2014-2016)	III – военный стабильный (2017-2020)
Дети				
Пострадавшие от боевых действий	мальчики	449,06±8,46	478,80±7,50*	517,06±16,46*
	девочки	340,86±19,53	255,30±15,00#	231,20 ±11,13#
	Всего	394,96±10,99	367,15±8,75*	374,13±3,79*
Пострадавшие от загрязнения тяжелыми металлами	мальчики	517,60±±16,46	470,96±7,50*	239,04±9,53*
	девочки	197,80±11,13	255,30±7,30*	449,00±11,73*
	всего	357,43±14,79	363,13±7,40#	344,02±20,69#
Не пострадавшие от боевых действий	мальчики	421,15±6,15	399,50±17,40#	402,25±32,86#
	девочки	285,4±11,85	268,20±20,75#	316,15±48,40#
	всего	353,27±9,00	333,85±19,07#	359,20±10,63#
Подростки				
Пострадавшие от боевых действий	мальчики	230,0±15,44	280,16±16,40*	356,10±20,04*
	девочки	59,93±9,46	94,30±18,530*	167,60±12,36*
	всего	115,73±3,11	169,80±18,73*	259,70±16,40*
Пострадавшие от загрязнения тяжелыми металлами	мальчики	327,46±4,96	351,40±15,63*	418,70±17,97*
	девочки	84,53± 9,30	120,43±19,40*	184,43±12,33*
	всего	178,90±9,46	220,10±12,13*	200,03±9,03*
Не пострадавшие от боевых действий	мальчики	176,65±7,2	198,05±14,00*	212,50±12,95*
	девочки	49,80±1,94	85,20±9,50*	116,25±20,15*
	всего	114,45±10,70	141,25±12,10*	186,85±14,35*

Примечание: * – различия между показателями достоверны при p<0,01 – p<0,05; # – различия между показателями не достоверны при p>0,05

Согласно данным таблицы 4, уровень распространенности расстройства психики и поведения детей, пострадавших от боевых действий, превышал в довоенном периоде на 7,0% и 5,2% по сравнению с военным переходным и военным стабильным периодом (p<0,05). Данный показатель наиболее высоким был у мальчиков: в военный переходной и военный стабильный период превышал на 19,8% и 28,5% уровень довоенного периода; девочки имели во все периоды одинаковый уровень распространенности расстройства психики и поведения (p>0,05).

Особенностями детей, пострадавших от загрязнения является то, что уровень распространенности расстройства психики и поведения в довоенном периоде был ниже на 19,8% (военный переходной) и 10,6% (военный стабильный) статистически не достоверно (p>0,05). У мальчи-

ков военного переходного и военного стабильного периода превышал на 7,3% и 27,8% данный показатель довоенного периода; у девочек – на 42,4% и 118,4% соответственно (p<0,05).

Уровень распространенности расстройства психики и поведения подростков, пострадавших от боевых действий, превышал в довоенном периоде данный показатель на 6,6% (мальчики) и на 19,4% (девочки); в военном переходном на 19,8% (мальчики) и снижен на 4,8% (девочки); в военном стабильном периоде превышал на 28,5% (мальчики) и был ниже на 26,8% по сравнению с данными показателями детей группы не пострадавших от боевых действий статистически достоверно (p<0,05)

Уровень распространенности расстройства психики и поведения у пострадавших от боевых действий детей превышал на 11,8% (довоенный

период), 9,9% (военный переходный), 4,2% (военный стабильный) по сравнению с не пострадавшими от боевых действия детей ($p < 0,05$).

Следовательно, дисбаланс в показателях распространенности расстройства психики и поведения детей и подростков определяется продолжительным психоэмоциональным напряжением, гормональной перестройкой, изменением характера питания. Все большее значение приобретают высокая ранняя интеллектуализация современного подростка, антропогенные влияния (экологическое неблагополучие), миграционные процессы в связи с локальными боевыми действиями.

Таким образом, загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами – марганцем, мышьяком, таллием – является важным индикатором

риска расстройств психики и поведения детского населения. Ведущим фактором выступают последствия стресс-индуцированных состояний у детей, усугубляющих действие экологических факторов. Для предупреждения неблагоприятного влияния тяжелых металлов на показатели психического здоровья детского населения наиболее перспективным путем представляется разработка программ оптимизации стратегических подходов к оценке состояния у детей с расстройствами адаптации. Наряду с этим необходимо оценить изменения показателей состояния здоровья в условиях последствий стресс-индуцированных состояний от продолжающихся боевых действий и пандемии COVID-19 инфекции.

О.А. Лихобабина, Р.Ф. Махмутов, А.И. Бобровицкая, Ю.В. Пошехонова, Л.А. Захарова

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» МЗ РФ, Донецк

МНОГООБРАЗИЕ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (марганцем, мышьяком, таллием) является важным индикатором риска расстройств психики и поведения детского населения. Ведущим фактором выступают последствия стресс-индуцированных состояний у детей, усугубляющих действие экологических факторов. Для предупреждения неблагоприятного влияния тяжелых металлов на показатели психического здоровья детского населения наиболее перспективным путем представляется разработка программ

оптимизации стратегических подходов к оценке состояния у детей с расстройствами адаптации. Наряду с этим необходимо оценить изменения показателей состояния здоровья в условиях последствий стресс-индуцированных состояний при продолжающихся боевых действиях и пандемии COVID-19 инфекции.

Ключевые слова: экология, тяжелые металлы, стресс-индуцированные состояния, COVID-19 инфекция, дети.

O.A. Likhobabina, R.F. Makhmutov, A.I. Bobrovitskaya, J.V. Poshehonova, L.A. Zakharova

FSBEI HE «M. Gorky Donetsk State Medical University» MOH Russia, Donetsk

VARIETY OF FACTORS DETERMINING THE STATE OF THE ORGANISM OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

Environmental pollution with heavy metals (manganese, arsenic, thallium) is an important indicator of the risk of mental disorders and behavior of the child population. The leading factor is the consequences of stress-induced conditions in children, which exacerbate the effect of environmental factors. To prevent the adverse effect of heavy metals on the indicators of the mental health of the child population, the most promising way

is to develop programs to optimize strategic approaches to assessing the state of children with adjustment disorders. Along with this, it is necessary to assess changes in health indicators in the context of the consequences of stress-induced conditions during ongoing hostilities and the COVID-19 pandemic.

Key words: ecology, heavy metals, stress-induced conditions, COVID-19 infection, children.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхов И.П., Галактионова М.Ю. Клинико-социальные аспекты нарушений ритма и проводимости сердца у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2010; 2: 20-24.
2. Батаева Е.В., Батаев В.А., Морозова Н.И. Краткий курс неорганической химии: учебное пособие. 3-е изд. испр., доп. М.: МАКС Пресс; 2008. 68.
3. Башкірова Л. Біологічна роль деяких есенційних макро- та мікроелементів (огляд). *Ліки України*. 2004; 10:59-65.
4. Бокерия О.Л., Ахобеков А.А. Ионные каналы и их роль в развитии нарушений ритма сердца. *Анналы аритмологии*. 2014; 11, 3: 176-184.
5. Бут Г. Микроэлементы и их роль в обеспечении иммунного ответа. *Новости медицины и фармации*. 2008; 4 (235): 13.
6. Игнатенко Г.А., Ластков Д.О., Дубовая А.В., Ежелева М.И., Науменко Ю.В. Медико-экологические аспекты здоровья. *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*. 2021; 2 (22): 18-38.
7. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука; 1987. 339.
8. Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В., Турчанинова М.С. Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики. *Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского*. 2011; 90, 1: 96-101.
9. Владимиров Ю.А., Проскурнина Е.В., Алексеев А.В. Молекулярные механизмы апоптоза. Структура комплекса цитохрома С с кардиолипином. *Биохимия*. 2013; 10: 1391-1404.
10. Владимиров Ю.А., Проскурнина Е.В. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция. *Успехи биологической химии*. 2009; 49: 341-388.
11. Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Наука; 1965. 544.
12. Глебов А.Н., Висмонт Ф.И. Патолофизиология нарушений ритма сердца: учеб.-метод. Пособие. Минск: БГМУ; 2014. 39.
13. Глушкова Е.М., Матвиенко А.Г. Определение некоторых тяжелых металлов в волосах жителей Донецкого региона методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Достижения в области аналитической, судебно-медицинской, клинической токсикологии и наркологии: сборник научных статей Всеукраинской научно-практ. конф. с международным участием. Запорожье: ЗГМУ; 2007. Вып. XX: 268-271.
14. Горгошидзе Б.Е. Вопросы медицинской элементологии и значение определения микроэлементов в биосубстратах для диагностики и профилактики заболеваний репродуктивной системы. *Экспериментальная и клиническая медицина*. 2006; 6 (31): 60-63.
15. Игнатенко Г.А., Дубовая А.В., Дегтяренко Е.В., Казарян К.Т. Эпидемиологические аспекты атопического хейлита на фоне дисэлементоза у детей г. Донецка. *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2022; Т. 31, 1: 14-18.
16. Грес Н.А., Скальный А.В. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты. Минск: Харвест; 2011. 352.
17. Демикова Н.С., Кобринский Б.А. Эпидемиологический мониторинг врожденных пороков развития в Российской Федерации. М.: ООО «Пресс-Арт»; 2011. 236.
18. Копачевский В.Д., Кривошеева М.А., Боброва Л.А., Бойков В.Н., Астровская Г.И. Диагностика состояния человеческого организма по результатам анализа волос на лазерном анализаторе элементного состава LEA-S500. *Поликлиника*. 2015; 6 (1): 91-92.
19. Зайнуллин В.Г., Боднар И.С. Экологически обусловленная заболеваемость детского населения Республики Коми. *Теоретическая и прикладная экология*. 2012; 2: 128-134.
20. Зенин В.В. Тяжелый металл: возможен ли всеобщий отказ от свинца? *Экология и жизнь*. 2009; 7/8: 109-113.
21. Поворознюк В.В., Снежицкий В.А., Янковская Л.В.,

REFERENCES

1. Artyukhov I.P., Galaktionova M.Yu. Kliniko-sotsial'nye aspekty narushenii ritma i provodimosti serdtsa u detei. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal*. 2010; 2: 20-24 (in Russian).
2. Bataeva E.V., Bataev V.A., Morozova N.I. Kratkii kurs neorganicheskoi khimii: uchebnoe posobie. 3-e izd. ispr., dop. M.: MAKS Press; 2008. 68 (in Russian).
3. Bashkirova L. Biologichna rol' deyakikh esentsiinikh makro- ta mikroelementiv (oglyad). *Liki Ukraïni*. 2004; 10:59-65 (in Russian).
4. Bokeriya O.L., Akhobekov A.A. Ionnye kanaly i ikh rol' v razvitii narushenii ritma serdtsa. *Annaly aritmologii*. 2014; 11, 3: 176-184 (in Russian).
5. But G. Mikroelementy i ikh rol' v obespechenii immunnogo otveta. *Novosti meditsiny i farmatsii*. 2008; 4 (235): 13 (in Russian).
6. Ignatenko G.A., Lastkov D.O., Dubovaya A.V., Ezheleva M.I., Naumenko Yu.V. Mediko-ekologicheskie aspekty zdorov'ya. *Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoi kul'tury i sporta*. 2021; 2 (22): 18-38 (in Russian).
7. Vernadskii V. I. Khimicheskoe stroenie biosfery Zemli i ee okruzheniya. M.: Nauka; 1987. 339 (in Russian).
8. Vil'ms E.A., Turchaninov D.V., Turchaninova M.S. Mikroelementozy u detskogo naseleniya megapolisa: epidemiologicheskaya kharakteristika i vozmozhnosti profilaktiki. *Pediatrics. Zhurnal im. G. N. Speranskogo*. 2011; 90, 1: 96-101 (in Russian).
9. Vladimirov Yu.A., Proskurnina E.V., Alekseev A.V. Molekulyarnye mekhanizmy apoptoza. *Struktura kompleksa tsi-tokhroma S s kardioliipinom*. *Biokhimiya*. 2013; 10: 1391-1404 (in Russian).
10. Vladimirov Yu.A., Proskurnina E.V. Svobodnye radikal'y i kletochnaya khemilyuminestsentsiya. *Uspekhi biologicheskoi khimii*. 2009; 49: 341-388 (in Russian).
11. Voinar A.O. Biologicheskaya rol' mikroelementov v organizme zhivotnykh i cheloveka. M.: Nauka; 1965. 544 (in Russian).
12. Glebov A.N., Vismont F.I. Patofiziologiya narushenii ritma serdtsa: ucheb.-metod. Posobie. Minsk: BGMU; 2014. 39 (in Russian).
13. Glushkova E.M., Matvienko A.G. Opredelenie nekotorykh tyazhelykh metallov v volosakh zhitelei Donetskogo regiona metodom atomno-absorbtsionnoi spektrometrii. *Dostizheniya v oblasti analiticheskoi, sudebno-meditsinskoi, klinicheskoi toksikologii i narkologii: sbornik nauchnykh statei Vseukrainskoi nauchno-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem*. Zaporozh'e: ZGMU; 2007. Vyp. XX: 268-271 (in Russian).
14. Gorgoshidze B.E. Voprosy meditsinskoi elementologii i znachenie opredeleniya mikroelementov v biosubstratakh dlya diagnostiki i profilaktiki zaboлевanii reproduktivnoi sistemy. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya meditsina*. 2006; 6 (31): 60-63 (in Russian).
15. Ignatenko G.A., Dubovaya A.V., Degtyarenko E.V., Kazaryan K.T. Epidemiologicheskie aspekty atopicheskogo kheilita na fone diselementoza u detei g. Donetska. *Arkhiv klinicheskoi i ekspierimental'noi meditsiny*. 2022; T. 31, 1: 14-18 (in Russian).
16. Gres' N.A., Skal'nyi A.V. Bioelementnyi status naseleniya Belarusi: ekologicheskie, fiziologicheskie i patologicheskie aspekty. Minsk: Kharvest; 2011. 352 (in Russian).
17. Demikova N.S., Kobrinskii B.A. Epidemiologicheskii monitoring vrozhdennykh porokov razvitiya v Rossiiskoi Federatsii. M.: ООО «Press-Art»; 2011. 236 (in Russian).
18. Kopachevskii V.D., Krivosheeva M.A., Bobrova L.A., Boikov V.N., Astrovskaya G.I. Diagnostika sostoyaniya che-lovecheskogo organizma po rezul'tatam analiza volos na lazernom analizatore elementnogo sostava LEA-S500. *Poliklinika*. 2015; 6 (1): 91-92 (in Russian).
19. Zainullin V.G., Bodnar' I.S. Ekologicheski obuslovlennaya zabolevaemost' detskogo naseleniya Respubliki Komi. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*. 2012; 2: 128-134 (in Russian).
20. Zenin V.V. Tyazhelyi metall: vozmozhen li vseobshchii otkaz ot svintsya? *Ekologiya i zhizn'*. 2009; 7/8: 109-113 (in Russian).

- Майлян Э.А., Резниченко Н.А., Майлян Д.Э. Значение витамина D в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2015; 2: 6-14.
22. Решетняк О.А., Евстафьева И.А., Евстафьева Е.В., Гружевская В.Ф. Значения кадмия, калия и кальция для функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов. Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского, серия «Биология, химия». 2010; 23, 3: 129-135.
23. Иванова И. Л., Лучанинова В. Н., Гнеденкова Л. Г. Исследования биологических жидкостей у детей с заболеваниями респираторной системы. Клиническая лабораторная диагностика. 2012; 7-8: 45-47.
24. Иванова Н.В., Аксенова В.М. Оценка состояния эндотенной интоксикации у детей, проживающих в регионах экологического неблагополучия. Материалы научной сессии Пермского гос. медицинской академии. Пермь; 2000: 173-174.
25. Игнатенко Г.А., Ластков Д.О., Дубовая А.В., Евтущенко Е.И. и др. Влияние загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения: взаимосвязь дисэлементоза с различной патологией сердечно-сосудистой системы. Чита; 2021. 231.
26. Шубина О.С., Бардин В.С., Мельникова Н.А., Киреева Ю.В. Изменения морфологического состояния сердца крыс в условиях хронической интоксикации ацетатом свинца. Фундаментальные исследования. 2011; 7: 230-232.
27. Каладзе Н.Н., Сизова М.А., Семеренко Л.А. Особенности физического развития детей с экстрасистолической аритмией. Современная педиатрия. 2012; 4: 78-81.
28. Никитина И.Л., Тодиева А.М., Каронова Т.Л., Гринева Е.Н. К вопросу о метаболических нарушениях у детей со сниженным уровнем витамина D и ожирением. Лечащий врач. 2014; 3: 10-17.
29. Коваль О.П. Вроджені вади серця та магістральних судин у дітей: вміст токсичних металів та металоїдів в тканинах кардіоваскулярної системи: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Київ; 2015. 19.
30. Ковтун О.П., Плотникова И.А., Анохина Л.А. Клинико-гематологические отклонения в состоянии здоровья детей, обусловленные воздействием свинца. Медицина труда и промышленная экология. 2010; 2: 29-35.
31. Лужников Е.А., Кабанова С.А., Гольдфар Ю.С., Богопольский П.М., Остапенко Ю.Н. и др. К периодизации истории клинической токсикологии в России. Токсикологический вестник. 2015; 5: 2-9.
32. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина; 1991. 496.
33. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. Санкт-Петербург; 2008. 544.
34. Чайка В.К., Батман Ю.А., Козинский А.В. Обмен макро- и микроэлементов у новорожденных детей в Донецком регионе. Медико-социальные проблемы семьи. 2006; 11, 3: 68-77.
35. Джaparидзе Дж.И., Шавгулидзе Н.В., Хавтаси Н.С., Енукидзе Л.Г., Харисчаршвили И.З. Определение тяжелых металлов в волосах человека методами дифференциальной импульсной полярографии и рентгеновской флуоресцентной спектроскопии. Укр. журнал з проблем медицини і праці. 2008; 2: 58-63.
36. Ластков Д.О., Бессмертный А.Н., Павлович Л.В., Оборнев Л.Е. Профилактика влияния загрязнений тяжелыми металлами почвы и поверхностных водоисточников на здоровье населения. Вестник гигиены и эпидемиологии. 2017; 21, 2: 175-176.
37. Радыш И.В., Скальный А.В. Введение в медицинскую элементологию: учебное пособие. М.: Издательство Российского Университета дружбы народов; 2015. 200.
38. Силаев А.А. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у потомства крыс, подвергавшихся воздействию бария. Гигиена и санитария. 1974; 8: 62-64.
21. Povoroznyuk V.V., Snezhitskii V.A., Yankovskaya L.V., Mailyan E.A., Reznichenko N.A., Mailyan D.E. Znachenie vitamina D v patogeneze serdechno-sosudistykh zabol-evanii. Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo med-itsinskogo universiteta. 2015; 2: 6-14 (in Russian).
22. Reshetnyak O.A., Evstaf'eva I.A., Evstaf'eva E.V., Gru-zhevskaya V.F. Znacheniya kadmiya, kaliya i kal'tsiya dlya funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudis-toy sistemy sportsmenov. Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo, seriya «Biologiya, khimiya». 2010; 23, 3: 129-135 (in Russian).
23. Ivanova I. L., Luchaninova V. N., Gnedenkova L. G. Issle-dovaniya biologicheskikh zhidkostei u detei s zabol-evaniyami respiratornoi sistemy. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2012; 7-8: 45-47 (in Russian).
24. Ivanova N.V., Aksenova V.M. Otsenka sostoyaniya endo-gennoi intoksikatsii u detei, prozhivayushchikh v region-akh ekologicheskogo neblagopoluchiya. Materialy nauch-noi sessii Permskogo gos. meditsinskoi akademii. Perm'; 2000: 173-174 (in Russian).
25. Ignatenko G.A., Lastkov D.O., Dubovaya A.V., Evtushen-ko E.I. i dr. Vliyanie zagryazneniya okruzhayushchei sredy na sostoyanie zdorov'ya naseleniya: vzaimosvyaz' dis-elementoza s razlichnoi patologiei serdechno-sosudisto-y sistemy. Chita; 2021. 231 (in Russian).
26. Shubina O.S., Bardin V.S., Mel'nikova N.A., Kireeva Yu.V. Izmeneniya morfologicheskogo sostoyaniya serdtsa krysv v usloviyakh khronicheskoi intoksikatsii atsetatom svintsya. Fundamental'nye issledovaniya. 2011; 7: 230-232 (in Russian).
27. Kaladze N.N., Sizova M.A., Semerenko L.A. Osobennosti fizicheskogo razvitiya detei s ekstrasistolicheskoi aritmiei. Sovremennaya pediatriya. 2012; 4: 78-81 (in Russian).
28. Nikitina I.L., Todieva A.M., Karonova T.L., Grineva E.N. K voprosu o metabolicheskikh narusheniyakh u detei so snizhennym urovnem vitamina D i ozhireniem. Lechashchii vrach. 2014; 3: 10-17 (in Russian).
29. Koval' O.P. Vrodzheni vadi sertsya ta magistral'nikh sudin u ditei: vmist toksichnikh metaliv ta metaloidiv v tkani-nakh kardiovaskulyarnoї sistemi: avtoref. dis. ... kand. med. nauk. Kiiv; 2015. 19 (in Ukrainian).
30. Kovtun O.P., Plotnikova I.A., Anokhina L.A. Kliniko-ge-matologicheskie otkloneniya v sostoyanii zdorov'ya de-tei, obuslovlennye vozdeistviem svintsya. Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 2010; 2: 29-35 (in Russian).
31. Luzhnikov E.A., Kabanova S.A., Gol'dfar Yu.S., Bogopol'skii P.M., Ostapenko Yu.N. i dr. K periodizatsii is-torii klinicheskoi toksikologii v Rossii. Toksikologicheskii vestnik. 2015; 5: 2-9 (in Russian).
32. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Storchkova L.S. Mikroelementozy cheloveka: etiologiya, klassifikatsi-ya, organopatologiya. M.: Meditsina; 1991. 496 (in Rus-sian).
33. Oberlis D., Kharland B., Skal'nyi A. Biologicheskaya rol' makro- i mikroelementov u cheloveka i zhivotnykh. Sankt-Peterburg; 2008. 544 (in Russian).
34. Chaika V.K., Batman Yu.A., Kozinskii A.V. Obmen makro- i mikroelementov u novorozhdennykh detei v Donetsk-om regione. Mediko-sotsial'nye problemy sem'i. 2006; 11, 3: 68-77 (in Russian).
35. Dzhaparidze Dzh.I., Shavgulidze N.V., Khavtasi N.S., Enukidze L.G., Kharischarishvili I.Z. Opredelenie tyazhelykh metallov v volosakh cheloveka metodami differentsial'noi impul'snoi polyarografii i rentgenovskoi fluo-ressentnoi spektroskopii. Ukr. zhurnal z problem meditsini i pratsi. 2008; 2: 58-63 (in Russian).
36. Lastkov D.O., Bessmertnyi A.N., Pavlovich L.V., Obor-nev L.E. Profilaktika vliyaniya zagryaznenii tyazhelymi metallami pochvy i poverkhnostnykh vodoistochnikov na zdorov'e naseleniya. Vestnik gigieny i epidemiologii. 2017; 21, 2: 175-176 (in Russian).
37. Radyshev I.V., Skal'nyi A.V. Vvedenie v meditsinskuyu ele-mentologiyu: uchebnoe posobie. M.: Izdatel'stvo Rossiisko-go Universiteta druzhby narodov; 2015. 200 (in Russian).
38. Silaev A.A. Funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosud-istoi sistemy u potomstva krysv, podvergvavshikh-sya vozdeistviyu bariya. Gigiena i sanitariya. 1974; 8: 62-64 (in Rus-

39. Скальный А.В., Рудаков И.О. Биоэлементы в медицине. М.; 2004. 271.
40. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины). Микроэлементы в медицине. 2003; 4: 55-56.
41. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.; 2004. 215.
42. Агарков В.И., Евтушенко Е.И., Мустафина А.А., Кудымов П.В. Современные закономерности возникновения и распространения болезней среди подростков в условиях Донбасса. Украина. Здоровье нации. 2009; 1-2 (9-10): 112-119.
43. Агарков В.И., Грищенко С.В., Антропова О.С., Лихобабина О.А., Коктышев И.В. Современные закономерности формирования болезней системы кровообращения среди городского взрослого населения в условиях промышленного Донбасса с полиэкстремальной средой обитания. Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. Материалы I Международной научной конференции. Донецк; 2016; 1: 12-14.
44. Залата О.А., Евстафьева Е.В., Слюсаренко А.Е., Слюсаренко А.В., Козлов К. Содержание химических элементов (кальций, стронций, свинец) в волосах детей 12-13 лет из разных регионов Украины. Здоровье ребенка. 2010; 4 (25): 58-62.
45. Сухарева Г. Э. Аритмии у новорожденных (часть 2). Неонатология, хирургия и перинатальная медицина. 2014; 4, 1 (11): 94-97.
46. Тымченко С.Л., Негериш А.В. Вариабельность сердечного ритма 15-16 летних школьников в связи с содержанием тяжелых металлов в организме. Перспективы медицины та біології. 2011; III, 1 (додаток): 116-120.
47. Пуркан М. А. Гигиеническое значение тяжелых металлов и их определение в биосубстратах детей. Гигиена и санитария. 2000; 4: 3-6.
48. Эллиенхорн Метью Дж. Медицинская токсикология: диагностика и лечение отравлений у человека. М.: Медицина; 2003; 2: 1029.
49. Shubina O.S., Melnikova N.A., Liferenko O.V., Bardin V.S. Effect of chronic lead intoxication on formed elements morphology and some biochemical parameters of blood plasma of white rats. 3rd International Conference on Science and Technology. London: SCIEURO; 2013: 323-333.
50. Alissa E.M., ferns G.A. Heavy metal poisoning and cardiovascular disease. J. Toxicol.; 2011. 21.
51. Donkin S.G., Ohlson D.L., Teaf C.M. Properties and effects of metals. Williams Phillip L., Robert C. James, Stephen H. Roberts. Principles of toxicology. Toronto (Canada); 2000: 325-344.
52. Chowdhury R., Ramond A., O'Keeffe L.M., Shahzad S., Kunutsor S.K., et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2018; 362: 3310.
53. Panhwar A.H., Kazi T.G., Afridi H.I., Shaikh H.R., Arain S.A., et al. Evaluation of calcium and magnesium in scalp hair samples of population consuming different drinking water: risk of kidney stone. Biol. Trace Elem. Res. 2013; 156, 1-3: 67-73.
54. Ugarte A., Abrego Z., Unceta N., Goicolea M.A. Evaluation of the bioaccumulation of trace elements in tuna species by correlation analysis between their concentrations in muscle and first dorsal spine using microwave-assisted digestion and ICP-MS. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2011; 92, 15: 1761-1775.
55. Dzubow R.C., Sonawane B., Bullock M.B., Landrigan P.J. Issues and challenges for determining environmental risk factors and causes of disease among children. Encyclopedia of Environmental Health. Edit. Waltham, MA. Five-Volume Set. N.Y.: Elsevier; 2011: 304-307.
56. Akesson A., Barregard L., Bergdahl I.A., Nordberg G.F., Nordberg M., et. al. Non-renal effects and the risk assessment of environmental cadmium exposure. Environ. Health Perspect. 2014; 122: 431-438.
57. Trace elements in human nutrition and health / Full report WHO. Geneva; 1996. 361.
39. Skal'nyi A.V., Rudakov I.O. Bioelementy v meditsine. M.; 2004. 271 (in Russian).
40. Skal'nyi A.V. Referentnye znacheniya kontsentratsii khimicheskikh elementov v volosakh, poluchennyye metodom ISP-AES (ANO Tsentr bioticheskoi meditsiny). Mikroelementy v meditsine. 2003; 4: 55-56 (in Russian).
41. Skal'nyi A.V. Khimicheskie elementy v fiziologii i ekologii cheloveka. M.; 2004. 215 (in Russian).
42. Agarkov V.I., Evtushenko E.I., Mustafina A.A., Kudymov P.V. Sovremennyye zakonovernosti vozniknoveniya i rasprostraneniya boleznei sredi podrostkov v usloviyakh Donbassa. Ukraina. Zdorov'e natsii. 2009; 1-2 (9-10): 112-119 (in Russian).
43. Agarkov V.I., Grishchenko S.V., Antropova O.S., Likhobabina O.A., Koktyshchik I.V. Sovremennyye zakonovernosti formirovaniya boleznei sistemy krovoobrashcheniya sredi gorodskogo vzroslogo naseleniya v usloviyakh promyshlennogo Donbassa s poliektremal'noi sredoi obitaniya. Donetskie chteniya 2016. Obrazovanie, nauka i vyzovy sovremennosti. Materialy I Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Donetsk; 2016; 1: 12-14 (in Russian).
44. Zalata O.A., Evstaf'eva E.V., Slyusarenko A.E., Slyusarenko A.V., Kozlov K. Soderzhanie khimicheskikh elementov (kal'tsii, strontsii, svinets) v volosakh detei 12-13 let iz raznykh regionov Ukrainy. Zdorov'e rebenka. 2010; 4 (25): 58-62 (in Russian).
45. Sukhareva G. E. Aritmii u novorozhdennykh (chast' 2). Neonatologiya, khirurgiya i perinatal'naya meditsina. 2014; 4, 1 (11): 94-97 (in Russian).
46. Tymchenko S.L., Negerish A.V. Variabel'nost' serdechnogo ritma 15-16 letnikh shkol'nikov v svyazi s soderzhaniiem tyazhelykh metallov v organizme. Perspektivi meditsini ta biologii. 2011; III, 1 (dodatok): 116-120 (in Russian).
47. Tsurkan M. A. Gigienicheskoe znachenie tyazhelykh metallov i ikh opredelenie v biosubstratakh detei. Gigiena i sanitariya. 2000; 4: 3-6 (in Russian).
48. Ellenkhorn Met'yu Dzh. Meditsinskaya toksikologiya: diagnostika i lechenie otravlenii u cheloveka. M.: Meditsina; 2003; 2: 1029 (in Russian).
49. Shubina O.S., Melnikova N.A., Liferenko O.V., Bardin V.S. Effect of chronic lead intoxication on formed elements morphology and some biochemical parameters of blood plasma of white rats. 3rd International Conference on Science and Technology. London: SCIEURO; 2013: 323-333.
50. Alissa E.M., ferns G.A. Heavy metal poisoning and cardiovascular disease. J. Toxicol.; 2011. 21.
51. Donkin S.G., Ohlson D.L., Teaf C.M. Properties and effects of metals. Williams Phillip L., Robert C. James, Stephen H. Roberts. Principles of toxicology. Toronto (Canada); 2000: 325-344.
52. Chowdhury R., Ramond A., O'Keeffe L.M., Shahzad S., Kunutsor S.K., et al. Environmental toxic metal contaminants and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2018; 362: 3310.
53. Panhwar A.H., Kazi T.G., Afridi H.I., Shaikh H.R., Arain S.A., et al. Evaluation of calcium and magnesium in scalp hair samples of population consuming different drinking water: risk of kidney stone. Biol. Trace Elem. Res. 2013; 156, 1-3: 67-73.
54. Ugarte A., Abrego Z., Unceta N., Goicolea M.A. Evaluation of the bioaccumulation of trace elements in tuna species by correlation analysis between their concentrations in muscle and first dorsal spine using microwave-assisted digestion and ICP-MS. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2011; 92, 15: 1761-1775.
55. Dzubow R.C., Sonawane B., Bullock M.B., Landrigan P.J. Issues and challenges for determining environmental risk factors and causes of disease among children. Encyclopedia of Environmental Health. Edit. Waltham, MA. Five-Volume Set. N.Y.: Elsevier; 2011: 304-307.
56. Akesson A., Barregard L., Bergdahl I.A., Nordberg G.F., Nordberg M., et. al. Non-renal effects and the risk assessment of environmental cadmium exposure. Environ. Health Perspect. 2014; 122: 431-438.
57. Trace elements in human nutrition and health / Full report WHO. Geneva; 1996. 361.