

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 577.17-049:618.29-612.799.1-0789.31

doi: 10.17021/1992-6499-2024-1-34-40

3.1.21. Педиатрия

(медицинские науки)

**ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА СИСТЕМЫ
«МАТЬ – ПЛАЦЕНТА – ПУПОВИННАЯ КРОВЬ – НОВОРОЖДЕННЫЙ»
В УСЛОВИЯХ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ**

***Марина Валерьевна Васендина**

Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск, Россия

Аннотация. Оценка элементного статуса новорожденных является основой определения влияния на здоровье ребенка дефицита, избытка или нарушения тканевого распределения макро- и микроэлементов. Особый интерес представляет участие плода в микроэлементном обмене в процессе гестации в системе «мать – плацента – плод». **Целью** исследования явилось установление особенностей элементного статуса системы «мать – плацента – пуповинная кровь – новорожденный» в условиях боевых действий. **Материалы и методы.** Были обследованы 126 доношенных новорожденных детей, которые разделены на две группы: в основную группу вошли 72 (57,14 %) новорожденных, пренатальное развитие которых проходило в условиях активных боевых действий, в контрольную – 53 (42,40 %) новорожденных, пренатальное развитие – на отдаленных от боевых действий территориях. Проведено исследование содержания эссенциальных микроэлементов в волосах и пуповинной крови новорожденных детей, а также их матерей. **Результаты.** Установлено, что у новорожденных детей основной группы уровень железа, меди, селена, магния и калия снижены ($p < 0,05$), а содержание токсичных элементов, таких как кадмий, хром и свинец напротив, повышено ($p < 0,05$). Таким образом, целесообразно введение мероприятий для оценки элементного обмена в различных группах детского населения и своевременное использование макро- и микроэлементных препаратов для коррекции дисбаланса.

Ключевые слова: микроэлементы, скрининг, новорожденный, нарушение баланса, дефицит

Для цитирования: Васендина М. В. Особенности элементного статуса системы «мать – плацента – пуповинная кровь – новорожденный» в условиях боевых действий // Астраханский медицинский журнал. 2024. Т. 19, № 1. С. 34–40. doi: 10.17021/1992-6499-2024-1-34-40.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

**FEATURES OF THE ELEMENTAL STATUS OF THE SYSTEM
“MOTHER – PLACENTA – UMBILICAL BLOOD – NEWBORN”
IN COMBAT CONDITIONS**

Marina V. Vasendina

Lugansk State Medical University named after St. Luke's, Lugansk, Russia

Abstract. The assessment of the microelement status of newborns is the basis for determining the effect on the child's health of deficiency, excess or violation of the tissue distribution of macro- and microelements. Of particular interest is the participation of the fetus in trace element metabolism during gestation in the “mother – placenta – fetus” system. The **purpose of our study** was to establish the features of the elemental status of the “mother – placenta – umbilical cord blood – newborn” system in the conditions of military operations. All the subjects were divided into two groups: the main group included newborns

* © Васендина М. В., 2024.

whose prenatal development took place in conditions of active hostilities, the second group included newborns whose prenatal development took place in the absence of hostilities. **Materials and methods.** 126 full-term newborn babies were examined. All the surveyed were divided into two groups. The main group included 72 (57.14 %) newborns whose prenatal development took place in the conditions of active hostilities, the second 53 (42.40 %) newborns whose prenatal development took place in the absence of hostilities. The study of the content of essential trace elements in the hair and umbilical cord blood of newborn children, as well as their mothers. **Results and their discussions.** The study revealed that the levels of micro- and macronutrients in newborns from the two groups are significantly different. Based on the analysis of the content of essential trace elements in the hair of newborns and their mothers, whose pregnancy took place in conditions of active hostilities, it was **concluded** that the levels of iron, copper, selenium, magnesium and potassium in children of the main group are reduced, and the content of toxic elements such as cadmium, chromium and lead, on the contrary, is increased. Thus, it is advisable to introduce measures to assess elemental metabolism in various groups of the child population and timely use of macro- and microelement preparations to correct the imbalance.

Keywords: trace elements, screening, newborn, imbalance, deficiency

For citation: Vasendina M. V. Features of the elemental status of the system «mother – placenta – umbilical blood – newborn» in combat conditions. Astrakhan Medical Journal. 2024; 19 (1): 34–40. doi: 10.17021/1992-6499-2024-1-34-40. (In Russ.).

Введение. Несмотря на большое количество публикаций в отношении многогранного влияния боевых действий на организм человека, совершенно мало изученной является проблема особенностей развития ребенка (на всех этапах его становления) в условиях экстремальной ситуации боевых конфликтов [1], начиная с пренатального развития, для полноценности которого важно достаточное поступление всех необходимых ингредиентов (строительного материала для растущего плода) и которое напрямую зависит от питания матери. Нарушение баланса микроэлементов на разных сроках гестации, во время родов и лактации является триггерным фактором целого ряда патологических состояний, в том числе задержки физического и психического развития ребенка [2, 3]. Организм здорового новорожденного безусловно обладает способностью к поддержанию гомеостаза. Однако баланс элементного состава является одной из существенных составляющих для его поддержания.

Существует и обратная сторона «медали». Избыточное количество токсических элементов в окружающей среде (обусловленное проведением боевых действий), таких как кадмий, свинец, хром, мышьяк, способных проникать через плацентарный барьер, накапливаются в органах и тканях [4, 5]. При этом они оказывают повреждающее действие на эпителий плаценты, что, несомненно, приводит к срыву компенсаторно-приспособительных реакций, вызывая морфофункциональные изменения системы «мать – плацента – плод». Накопление в плаценте токсических элементов также приводит к нарушению белково-минерального обмена, нарушению тиреоидной функции, задержке внутриутробного развития плода, возрастает уровень неспецифической и специфической заболеваемости [6].

Большое значение для решения целого ряда вопросов, касающихся данной проблемы, имеет поиск и использование неинвазивных способов определения элементного баланса организма как во время внутриутробного развития, как во время рождения, так и уже родившегося новорожденного ребенка. Использование с этой целью для исследования волос новорожденного ребенка, пуповинной крови во время его рождения и самой плаценты, на наш взгляд, являются перспективными методами обследования.

В связи с изложенным, **целью** нашего исследования явилось установление особенностей элементного статуса системы «мать – плацента – пуповинная кровь – новорожденный» в условиях боевых действий.

Материалы и методы исследования. Данное исследование проводилось на базе ГУ «Луганский перинатальный центр» ЛНР. Для решения поставленной задачи были обследованы 126 доношенных новорожденных детей без признаков асфиксии и внутриутробных инфекций. Все обследованные были разделены на две группы. В основную группу вошли 72 (57,14 %) новорожденных, пренатальное развитие которых проходило в условиях боевых действий, в контрольную – 53 (42,40 %) новорожденных, пренатальное развитие которых проходило на мирных территориях. На момент родов все женщины находились в г. Луганске, вне активных боевых действий.

Дети, вошедшие в исследование, были сопоставимы по характеристикам, отражены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика сравниваемых групп
Table 1. Characteristics of the compared groups

Характеристики	Основная группа (n = 72) M ± SD	Контрольная группа (n = 53) M ± SD
Средний вес новорожденных (г)	2275 ± 154,29	3114 ± 132,74
Мальчики	41 (56,94 %)	29 (54,72 %)
Девочки	31 (43,06 %)	24 (45,28 %)
Средний возраст матерей (лет)	32,84 ± 7,43	33,41 ± 5,17
Средний возраст отцов (лет)	39,25 ± 5,06	37,76 ± 4,98

В ходе исследования были изучены следующие документы: обменная карта беременной, история развития новорожденного, включающая клинические и анамнестические данные.

В волосах новорожденных было проведено определение содержания следующих эссенциальных элементов: железо, медь, цинк, марганец, свинец, кадмий, калий, магний, кальций, селен, хром и натрий.

Качественный анализ микро- и макроэлементного состава волос выполнялся с помощью масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ICP-MSELANDRCP производства “PerkinElmer” (США) в Луганской диагностической лаборатории. Пробы волос подвергались подготовке согласно требованиям МАГАТЭ [7] и методическим указаниям [8]. Для получения полной информации о минеральном составе организма волосы состригались с одного или нескольких участков головы (затылка и темени) максимально близко к коже. Длина исследуемого образца варьировала от 20 до 40 мм, а ширина пучка равна 10 мм. Полученные пряди дополнительно обрабатывались и очищались, затем помещались в специальный контейнер со средой ОСО 10-103-2000 (отраслевой стандартный образец, использовался моноэлементный раствор). Далее проводился анализ образцов с помощью спектрометра. Полученные данные обрабатывались персональным компьютером, анализировались с помощью прикладной программы «Статистика», далее на основе показателей составлялась спектрограмма.

Исследование элементного состава плаценты включало в себя забор материала, определение содержания элементов в пяти локализациях в плаценте, после чего проводилась статистическая обработка полученных результатов. Забор материала проводился на базе Луганской республиканской клинической больницы «Перинатальный центр». Качественный анализ уровня эссенциальных и токсических элементов в биоптатах плаценты проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа СЭМ “EVOLS10” (“Zeiss”, Германия) с ЭДС “Oxford-X-MAX-50” (“Oxford”, Великобритания) в режиме низкого вакуума (70 Па) при ускоряющем напряжении 20 кВ и токе на образце 470 пА. Из предварительно замороженного при температуре минус 70 °С биоптата выкраивались уплощенные квадратные блоки размерами 3,0 × 0,7 мм. После визуализации распределения химических элементов данные условно нормировались и приводились к 100%-му весу по каждому из пяти образцов, что позволило сравнивать данные на качественном уровне.

Для выявления динамического гомеостаза организма определен уровень химических элементов в пуповинной крови. Пуповинную кровь для исследования элементного состава получали при физиологических и оперативных родах новорожденных детей, родившихся в ГБУЗ «Луганский перинатальный центр» ЛНР. Исследовали кровь из материнской части пуповины. После пережатия и пересечения пуповины проводили пункцию сосудов пуповины системой для забора пуповинной крови, содержащей антикоагулянт CPDA (Южная Корея). Забор крови осуществлялся в течение первых 5–10 мин после родов. Уровень элементов определяли с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) («Serba International Laboratories», Испания).

Результаты обрабатывались с помощью прикладных программ “Statistica 6.0”, оценка достоверности различий в альтернативных выборках в связи с распределением показателей, отличным от нормального, проводилась с применением U-критерий Манна – Уитни. Количественные признаки характеризовали с помощью среднего арифметического значения и стандартной ошибки (M ± σ), среднего арифметического значения и стандартной ошибки (M ± SD). За достоверность различий изучаемых параметров принимали p < 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ микроэлементного состава волос исследуемых групп детей, показал следующее. В волосах новорожденных и их матерей основной группы наблюдалось снижение большинства эссенциальных элементов: меди, цинка, марганца, селена, магния и калия. Из представленного перечня элементов наибольший уровень снижения наблюдался в содержании меди, как у матерей, так и новорожденных (p < 0,05) (табл. 2). Данный микроэлемент, входя в состав многих ферментов и всех оксидаз-ферментов является необходим для процессов

клеточного дыхания, защиты от действия свободных радикалов, детоксикации [9, 10]. Нужно отметить, что в большей мере показатели дефицита Cu отмечены в волосах у новорожденных (в 1,9 раз) по сравнению с матерями (в 1,5 раза), что на наш взгляд отражает потерю/задержку микроэлемента на пути к плоду в период гестации.

Таблица 2. Содержание микроэлементов в волосах новорожденных детей и их матерей (мкг/г),
Table 2. The content of trace elements in the hair of newborn children and their mothers (mcg/g)

Химический элемент	Основная группа (n = 72) M±SD		Контрольная группа (n = 53) M±SD	
	матери	дети	матери	дети
Fe	38,91 ± 3,25	50,33 ± 3,86	42,80 ± 6,12	59,81 ± 7,32
Cu	15,25 ± 0,87*	9,11 ± 0,61**	22,62 ± 1,30	17,42 ± 0,31
Zn	175,21 ± 8,72**	202,44 ± 16,12*	245,22 ± 9,83	276,32 ± 13,92
Se	0,118 ± 0,012 **	0,552 ± 0,08**	0,142 ± 0,063	0,861 ± 0,011
Mn	2,14 ± 0,49*	1,46 ± 0,26**	2,59 ± 0,38	1,89 ± 0,29
Pb	7,11 ± 0,13*	3,31 ± 1,16*	2,81 ± 0,03	2,45 ± 0,58
Cd	0,94 ± 0,07**	0,126 ± 0,16**	0,28 ± 0,17	0,06 ± 0,002
Cr	5,72 ± 1,71*	4,24 ± 0,98*	2,98 ± 1,56	2,81 ± 1,82
Mg	22,21 ± 1,43**	17,29 ± 1,43**	28,91 ± 1,12	25,25 ± 1,31
Na	3555,3 ± 51,01	3448,3 ± 49,02	3615,1 ± 21,8	3595,7 ± 31,00
Ca	424,8 ± 3,24	446,9 ± 3,00	438,34 ± 0,29	451,6 ± 0,98
K	133,17 ± 31,2*	133,6 ± 40,3*	157,4 ± 11,7	171,5 ± 31,4

Примечание: * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ – достоверность при сравнении основной и контрольной групп
Note: * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ – reliability when comparing the main and control groups

Второе место по снижению содержания у новорожденных, вошедших в основную группу, разделили микроэлемент селен и макроэлемент – магний, уровни которых в их волосах были ниже в сравнении с контрольной группой в 1,6 и в 1,5 раз соответственно. Так, селен участвует в работе иммунной (дифференциации макрофагов и пролиферации лимфоцитов), антиоксидантной и детоксикационной систем организма, ингибирует образование перекисей, нейтрализует свободные радикалы, участвует в восстановлении аскорбиновой кислоты из окисленных метаболитов, в процессах синтеза ДНК, метаболизме гормонов щитовидной железы, способствуют формированию и регенерации мышечной ткани [4]. Снижение уровня селена на 35,89 % замедляет синтез селенопротеинов и функциональную активность ферментов, обеспечивающих вышеперечисленные процессы [4]. Аналогичная динамика содержания данного микроэлемента наблюдалась и у матерей (уменьшение на 16,9 %). Столь выраженное снижение, на наш взгляд связано с его антагонизмом по отношению к хрому, кадмию, свинцу, повышенное количество которых мы зарегистрировали в волосах матерей и новорожденных, пребывавших на территории проведения боевых действий. Аналогичный антагонизм проявляет магний к кадмию, как и к некоторым другим токсическим элементам [11]. Избыточное содержание последних мы объясняем нахождением женщин в условиях чрезмерного поступления в организм токсических химических соединений, обусловленных загрязнением окружающей среды выбросами боевых сильнодействующих веществ, попадающих в окружающую среду (воздух, почва, грунтовые воды) от разрыва боеприпасов, взрывчатки в процессе боевых действий (исследования в этом направлении в настоящее время ведутся в нашем регионе). Результаты полученных нами данных показывают, что содержание свинца, кадмия и хрома в волосах новорожденных было в 1,35, в 2,1 и в 1,51 раз больше, нежели у детей, проживающих на мирных территориях. В волосах же матерей их уровень был еще более значительный и превышал показатели контрольных групп: в 2,53, в 2,69 и в 1,92 соответственно.

Развившийся дисмикрозелементоз усугублялся также антагонизмом цинка со свинцом и кадмием, что негативно сказалось на его уровне в организме [11]. Содержание цинка было снижено в равном объеме как в волосах у новорожденных, так и их матерей (в среднем на 26,74–28,55%). В то время как его роль в метаболизме белков и углеводов, дифференцировки клеток, формировании Т-клеточного иммунитета чрезвычайно важна. В качестве коферментов он участвует в регенеративных процессах, способствует улучшению умственного и физического развития [4]. Способствует биосинтезу инсулина, поддерживает баланс магния, селена, меди и марганца [4]. Соответственно марганец в результате нарушенного баланса также подвергся дестабилизации своего уровня. Снижение уровня данного микроэлемента подобно цинку наблюдалось параллельно у матерей

и их новорожденных в среднем на 17,37 – 22,75 % в сопоставлении с контрольными группами. Значимость негативных последствий этого снижения обусловлена его участием в синтезе нейромедиаторов, обеспечивающим функционирование ЦНС, участием в обмене гормонов щитовидной железы, витаминов В₁ и Е, формировании костной ткани и многих других функциях [4].

В наших исследованиях также выявлено снижение калия в волосах новорожденных в 1,28 раз на фоне его снижения у матерей в 1,18 раз, что, безусловно, нашло отражение в объективном статусе. У 52 (72,22 %) детей мы регистрировали мышечную слабость и у 56 (77,78 %) матерей – повышенную утомляемость, у 49 (68,06 %) новорожденных наблюдали спазм мышц и снижение сухожильных рефлексов и у 61 (84,72 %) матери – развитие тревожно-депрессивного синдрома, который конечно имел двоякий генез, связанный также с психотравмирующей обстановкой вызванной самими боевыми действиями. Однако учитывая участие калия в синаптической передаче сигналов, снабжении кислородом головного мозга, транспортировке серотонина [1] и связи с катехоламинами, на наш взгляд создается «порочный круг». А именно: гиперстрессогенные боевые условия пребывания беременных женщин сопровождались пролонгированным выделением катехоламинов вызывающих активацию β -адренергических рецепторов, с одной стороны, и ускоренное внутриклеточное перемещение калия – с другой, что провоцировало обеднение депо внеклеточного калия. Последнее сопровождается замедлением функции Na^+/K^+ -АТФ-азы (аденозинтрифосфатазы) – мембранного фермента, катализирующего гидролиз АТФ, что отражается как на обеспечении головного мозга, так и его работе в целом.

Исследование элементного наполнения систем, обеспечивающих ребенка в пренатальном и натальном развитии, а именно «плацента – пуповинная кровь», показало следующее.

Если при анализе результатов микроэлементного баланса волос у новорожденных содержание железа не отличалось от показателей контрольных групп, то исследование пуповинной крови позволило установить его дефицит на 20,71 % (табл. 3).

Таблица 3. Содержание эссенциальных микроэлементов в плаценте и в пуповинной крови у детей групп сравнения

Table 3. The content of essential trace elements in the placenta and in umbilical cord blood in children of the comparison groups

Элемент	Плацента, мкг/г		Пуповинная кровь, мкг/мл	
	Основная группа (n = 72) M ± SD	Контрольная группа (n = 53) M ± SD	Основная группа (n = 72) M ± SD	Контрольная группа (n = 53) M ± SD
Fe	156,26 ± 21,17	144,83 ± 12,93	483,33 ± 81,93*	609,60 ± 43,00
Cu	1,52 ± 0,17**	2,01 ± 0,24	0,41 ± 0,05**	0,61 ± 0,07
Zn	9,51 ± 1,10	10,94 ± 1,82	8,27 ± 0,97*	10,35 ± 2,08
Se	0,71 ± 0,09*	0,86 ± 0,10	0,69 ± 0,08*	0,90 ± 0,10
Mn	1,23 ± 0,26	1,42 ± 0,23	0,35 ± 0,06*	0,42 ± 0,08
Pb	0,75 ± 0,09*	0,52 ± 0,08	0,43 ± 0,07**	0,33 ± 0,06
Cd	0,081 ± 0,018**	0,040 ± 0,012	0,073 ± 0,019**	0,041 ± 0,018
Cr	4,10 ± 0,98*	2,81 ± 1,82	2,85 ± 0,641	2,11 ± 0,89
Mg	21,75 ± 3,43*	25,25 ± 4,31	21,57 ± 3,98*	28,21 ± 2,73
Na	3448,3 ± 49,02	3595,7 ± 31,00	3421,9 ± 38,71	3499,2 ± 28,7
Ca	446,9 ± 3,00	451,6 ± 0,98	429,85 ± 4,1	448,53 ± 2,81
K	163,6 ± 30,3*	171,5 ± 21,4	156,8 ± 19,6	169,1 ± 22,8

Примечание: * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ – достоверность при сравнении основной и контрольной групп.

Note: * $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ – reliability when comparing the main and control groups.

Изучение показателей меди выявило, что уровень данного микроэлемента имел наиболее низкий уровень. В пуповинной крови его содержание было в 1,49 раз меньше, в плаценте – в 1,32 раза меньше, чем в волосах новорожденных детей основной группы ($p < 0,05$).

Показатели селена и магния в равном объеме также были снижены в обоих биосубстратах, но не столь выражено по сравнению со значениями данных элементов в пробах волос. Так, уровень селена в пуповинной крови был ниже на 23,33 %, в плаценте – на 17,44 %, магния – 23,54 и 16,83 %, соответственно.

Исследование уровней цинка и марганца показало их дефицитарность в пуповинной крови аналогичное уровню снижения в волосах новорожденных в 1,25 и 1,19 раз, соответственно. В плаценте же статистически значимой разницы их значений в сопоставлении с группами контроля не было.

В отличие от показателей волос, не было также изменений в уровнях калия как в пуповинной крови, так и в плаценте.

Содержание же токсичных элементов: свинца, кадмия, хрома – было увеличено как в пуповинной крови, так и в плаценте, при этом уровень повышения в плаценте был выше по сравнению с пуповинной кровью (в 1,44; 2,0 и 1,46 раза – в плаценте и в 1,3; 1,75 и 1,35 раза – в пуповинной крови).

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. У новорожденных, пренатальное развитие которых прошло в условиях активных боевых действий, наблюдается снижение ряда эссенциальных элементов, таких как Cu, Zn, Mn, Se, Mg и K.

2. Пребывание в пренатальном развитии на территории активных боевых действий сопровождается накоплением токсических микроэлементов – Pb, Cd, Cr.

3. Динамика содержания макро- и микроэлементов в плаценте, пуповинной крови и волосах имеет однонаправленность, что позволяет судить об их уровне при исследовании любого из перечисленных субстратов.

4. Выявление дисбаланса элементного гомеостаза у новорожденных, чье пренатальное развитие проходило на территориях активных боевых действий дает возможность целенаправленной коррекции нарушений для предупреждения патологических состояний элементной этиологии.

Раскрытие информации. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The author declares that they have no competing interests.

Вклад автора. Автор декларирует соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria.

Источник финансирования. Автор декларирует отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The author declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Ершова И. Б., Ширина Т. В., Гончарова Т. А. Формирование показателей сенсорной функции детей в условиях военных действий в зависимости от вида вскармливания // Медико-социальные проблемы семьи. 2017. Т. 22, № 1. С. 71–77.

2. Литвинцев Б. С., Иванов М. Б., Литвиненко И. В., Рейнюк В. Л., Фомичев А. В. Дисэлементозы и нейродегенерация // Известия российской военно-медицинской академии. 2019. Т. 43, № 38. С. 96–97. doi: 10.17816/tmmar26145.

3. Болотова Н. В., Скальный А. А., Филина Н. Ю., Чередникова К. А., Курдиян М. С., Логачева О. А., Бочкарев И. А., Сухушина Е. Е. Проявление микроэлементозов у детей с различным нутритивным статусом // Микроэлементы в медицине. 2022. Т. 4, № 23. С. 62–69. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-62-69.

4. Чайка В. К., Батман Ю. А., Пиклун В. Л. Роль микроэлементов в становлении иммунокомпетентности новорожденных // Здоровье ребенка. 2007. Т. 1, № 4. С. 38–42.

5. Софронов В. В., Волошин А. В., Скворцова Г. Ш. Элементный состав плазмы и эритроцитов крови как маркер перинатальной патологии // Микроэлементы в медицине. 2022. Т. 4, № 23. С. 53–61. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-53-61.

6. Гребенникова В. В., Бакшеева С. С. Особенности микроэлементного состава волос у детей, проживающих в экологически неравнозначных районах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2019. Т. 2, № 1. С. 65–69.

7. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1980. Vol. 197. P. 351–367. (App. II. Technical reports series).

8. Иванов С. И. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 56 с.

9. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, № 1. С. 55–56.

10. Сорокман Т. В., Пепелюк А. В., Ушаков Е. Ю. Прогностические критерии развития метаболического синдрома у детей // Здоровье ребенка. 2016. Т. 2, № 70. С. 29–32.

11. Ших Е. В. Взаимодействия компонентов витаминно-минеральных комплексов и рациональная витаминотерапия // Русский медицинский журнал. 2004. № 17. С. 10–11.

References

1. Ershova I. B., Shirina T. V., Goncharova T. A. Formation of indicators of sensory function of children in conditions of military operations depending on the type of feeding. *Mediko-socialni problemi semi = Medical and social problems of the family*. 2017; 22(1): 71–77. (In Russ.).
2. Litvintsev B. S., Ivanov M. B., Litvinenko I. V., Reinyuk V. L., Fomichev A. V. Deselementoses and neurodegeneration. *Izvestiyarossiiskoivoenno-medicinskoi akademii = News of the Russian Military Medical Academy*. 2019; 43(38): 96–97. doi: 10.17816/rmmar26145. (In Russ.).
3. Bolotova N. V., Skalny A. A., Filina N. Yu., Cherednikova K. A., Kurdiyan M. S., Logacheva O. A., Bochkarev I. A., Sukhushina E. E. Manifestation of microelementoses in children with different nutritional status. *Mikroelementi v medicine = Trace elements in medicine*. 2022; 4(23): 62–69. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-62-69. (In Russ.).
4. Chaika V. K., Batman Yu. A., Piklun V. L. The role of trace elements in the formation of immunocompetence of newborns. *Zdoroverebenka = Child's health*. 2007; 1(4): 38–42. (In Russ.).
5. Sofronov V. V., Voloshin A. V., Skvortsova G. Sh. Elemental composition of plasma and red blood cells as a marker of perinatal pathology. *Mikroelementi v medicine = Trace elements in medicine*. 2022; 4(23): 53–61. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-53-61. (In Russ.).
6. Grebennikova V. V., Baksheeva S. S. Features of the microelement composition of hair in children living in ecologically unequal areas. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya "Ekologiya i bezopasnost zhiznedeyatelnosti" = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series "Ecology and life safety"*. 2019; 2(1): 65–69. (In Russ.).
7. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Vienna: International Atomic Energy Agency; 1980; 197: 351–367.
8. Ivanov S. I. *Opreделение khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoy spektrometrii s induktivno svyazannoy plazmoy i mass-spektrometriey = Determination of chemical elements in biological media and preparations by atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma and mass spectrometry: guidelines*. Moscow: Federal Center of State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Ministry of Health of Russia; 2003: 56 p. (In Russ.).
9. Skalny A. V. Reference values of the concentration of chemical elements in hair obtained by the ICP-NPP method. *Mikroelementi v meditsine = Trace elements in medicine*. 2003; 4(1): 55–56. (In Russ.).
10. Sorokman T. V., Pepelyuk A. V., Ushakov E. Yu. Prognostic criteria for the development of metabolic syndrome in children. *Zdorove rebenka = Child's health*. 2016; 2(70): 29–32. (In Russ.).
11. Shikh E. V. Interactions of components of vitamin and mineral complexes and rational vitamin therapy = *RMJ*. 2004; 17: 10–11. (In Russ.).

Информация об авторе

М. В. Васендина, ассистент кафедры педиатрии и детских инфекций, Луганский государственный медицинский университет им. Святого Луки, г. Луганск, Россия, e-mail: marina.vasendina@mail.ru.

Information about the author

M. V. Vasendina, Assistant, Lugansk State Medical University named after St. Luke, Lugansk, Russia, e-mail: marina.vasendina@mail.ru.*

* Статья поступила в редакцию 16.02.2023; одобрена после рецензирования 11.02.2024; принята к публикации 29.02.2024.

The article was submitted 16.02.2023; approved after reviewing 11.02.2024; accepted for publication 29.02.2024.