

Volume 95 • Issue 1 • 2016

ISSN 0016-9900 (Print)
ISSN 2412-0650 (OnLine)

научно-практический
журнал

Гигиена и Санитария

Hygiene & Sanitation (Russian journal)



«ИЗДАТЕЛЬСТВО "МЕДИЦИНА"»

1

Том 95 • 2016

www.medlit.ru

- Гигиена окружающей среды и населенных мест
- Гигиена труда
- Гигиена детей и подростков
- Гигиена питания
- Методы гигиенических исследований
- Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование
- Методология и практика социально-гигиенического мониторинга

ISSN 0016-9900



9 770016 990008

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

*Тематический номер, посвященный 20-летию
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»*

*The thematic issue of the Journal is dedicated to the 20th anniversary
of the foundation of the Federal Budget Institution of Science
"Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk
Management Technologies"*

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

PROBLEM SOLVING ARTICLES

- Зайцева Н.В., Попова А.Ю., Онищенко Г.Г., Май И.В. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи..... 5

- Zaytseva N.V., Popova A.Yu., Onishchenko G.G., May I.V. Current problems of regulatory and scientific-medical support for the assurance of the sanitary and epidemiological welfare of population in the Russian Federation as the strategic government task

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

HYGIENE OF THE ENVIRONMENT AND LOCALITIES

- Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб..... 10
- Сбоев А.С., Романенко К.В. Анализ влияния хлороорганических соединений, содержащихся в воде сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, на здоровье населения в городах Пермского края..... 14
- Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Сбоев А.С. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания.. 17
- Май И.В., Клейн С.В., Вековшинина С.А., Балашов С.Ю. Использование методологии оценки риска при разработке генерального плана городского поселения..... 22
- Никифорова Н.В., Кокорулина А.А., Загороднов С.Ю. Оценка загрязненности воздуха жилых помещений формальдегидом в условиях применения полимерсодержащих строительных и отделочных материалов..... 28

- Klein S.V., Vekovshinina S.A., Sboev A.S. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss

- Sboev A.S., Romanenko Ch.V. Analysis of the impact of organochlorine compounds contained in the water network of the domestic water supply on the health of population in cities of the Perm Krai

- Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu., Sboev A.S. Medical and preventive technologies for risk management of health problems associated with exposure to environmental factors

- May I.V., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Balashov S.Yu. The use of the methodology of risk assessment in the elaboration of the general layout of an urban settlement

- Nikiforova N.V., Kokoulina A.A., Zagorodnov S.Yu. Evaluation of indoor air pollution with formaldehyde in conditions of the use of constructional and finish materials with polymeric components

ГИГИЕНА ТРУДА

OCCUPATIONAL HYGIENE

- Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска Алексеев В.Б., Шляпников Д.М., Власова Е.М., Носов А.Е., Лебедева Т.М. Оценка риска и профилактика патологии органов дыхания у работников титаномагниевого производства.. 33
- Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б. Анализ вариабельности ритма сердца при нарушении сердечной деятельности у работников нефтедобывающего предприятия.... 37
- Долгих О.В., Старкова К.Г., Кривоцов А.В., Бубнова О.А. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды..... 41
- Барг А.О. Особенности поведенческих факторов риска здоровью у работников промышленных предприятий..... 45
- Дубель Е.В., Унгуряну Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала клинических и параклинических отделений стационара..... 48

- Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodological approaches to the integrated evaluation of the exposure and length of service in the occupational risk assessment

- Alekseev V.B., Shlyapnikov D.M., Vlasova E.M., Nosov A.E., Lebedeva T.M. Risk assessment and prevention of respiratory diseases in workers occupied in titanium and magnesium production

- Nosov A.E., Baydina A.S., Vlasova E.M., Alekseev V.B. Analysis of the heart rate variability in cardiac abnormalities in workers employed in oil production

- Dolgikh O.V., Starkova K.G., Kryvtsov A.V., Bubnova O.A. Variability of immunoregulatory and genetic markers in conditions of the combined effects of industrial environmental factors

- Barg A.O. Peculiarities of behavioral risk factors for health in workers of industrial enterprises

- Dubel E.V., Unguryanu T.N. Hygienic assessment of working conditions for medical personnel in clinical and paraclinical departments of the hospital

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

HYGIENE OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

- Устинова О.Ю., Валина С.Л., Кобякова О.А., Никифорова Н.В., Алексеева А.В. Обоснование оптимальной наполняемости групп дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности..... 57
- Старкова К.Г., Долгих О.В., Дианова Д.Г., Лебедева Т.М. Иммуномодулирующие эффекты у детей в условиях воздействия стронция при поступлении с питьевой водой..... 63
- Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества..... 66
- Маклакова О.А., Валина С.Л. Кардиореспираторные нарушения у детей дошкольного возраста, ассоциированные с аэрогенным воздействием бензола, фенола и формальдегида..... 70

- Ustinova O.Yu., Valina S.L., Kobyakova O.A., Nikiforova N.V., Alekseeva A.V. Rationale for the optimal group occupancy in preschool educational institutions of general enrichment orientation

- Starkova K.G., Dolgikh O.V., Dianova D.G., Lebedeva T.M. Immunomodulatory effects in children in conditions of the exposure to strontium due to intake with drinking water

- Luzhetsky K.P., Maklakova O.A., Palagina L.N. Disorders of lipid and carbohydrate metabolism in children consuming drinking water of a non-normative quality

- Maklakova O.A., Valina S.L. Cardiorespiratory disorders in preschool aged children associated with aerogenic impact of benzene, phenol and formaldehyde

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

FOOD HYGIENE

- Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попов Е.С., Калгина Ю.О., Натарева А.А. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства продуктов глубокой переработки зародышей пшеницы..... 74

- Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Popov E.S., Kalgina Yu.O., Natarova A.A. Hygiene aspects and prospects for the domestic production of products of deep processing of wheat germ

8. Назарова Е.В., Жукова Е.А., Кузмичев Ю.Г. Состояние и динамика здоровья детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2013; 1: 40–2.
9. Пивоваров Ю.П. *Гигиена*. В 2-х томах. Том 2. М.: Академия; 2013.
10. Рахманин Ю.А., Синицина О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 5: 4–11.
11. Степанова М.И. К вопросу о нормировании наполняемости дошкольных групп. *Санэпидемконтроль*. 2012; 4: 14–9.
- Comparative retrospective analysis of the physical and biological development of schoolchildren in Moscow. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 4: 47–51. (in Russian)
5. Luriya A.R., Zankov L.V. *Guidance Manual on Pre-school Children Psychognosis [Metodicheskoe posobie po psikhodiagnostike detey doshkol'nogo vozrasta]*. M.; 1996. (in Russian)
6. Marinina P.R. New sanitary and epidemiological requirements for pre-school establishments. *Sanepidemkontrol'*. 2013; 6: 12–5. (in Russian)
7. Methodological Guidelines of the State Committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance of the Russian Federation "Assessment of physical development and health of children and adolescents, the study of medical and social causes of health deviances." Moscow; 1996. (in Russian)
8. Nazarova E.V.; Zhukova E.A., Kuzmichev Yu.G. State and dynamics of the health of children, who attend pre-school establishments. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2013; 1: 40–2. (in Russian)
9. Pivovarov Yu.P. *Hygiene [Gigiena]*. In 2 vols. Vol. 2. Moscow: Akademiya; 2013. (in Russian)
10. Rakhmanin Yu.A., Sinitsina O.O. Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 5: 4–11. (in Russian)
11. Stepanova M.I. On the question of standardization of pre-school groups representation. *Sanepidemkontrol'*. 2012; 4: 14–9. (in Russian)

Поступила 17.06.15

References

1. To the Prosecutor General of the Russian Federation about SanPiNs changes concerning maximum representation of groups in kindergartens from social movement «Affordable preschool education for Russian children». Available at: <http://rddo.ru/novosti/473> (in Russian)
2. Kuchma V.R. *Health of Children and Adolescents [Zdorov'e detey i podrostkov]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. (in Russian)
3. Kuchma V.R. Health protection of children and adolescents in the National strategy of action for children for 2012-2017. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2013; 1: 4–9. (in Russian)
4. Kuchma V.R., Steblina N.A., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 613.31:546.42]-078.33-053.2

Старкова К.Г.¹, Долгих О.В.^{1,2}, Дианова Д.Г.¹, Лебедева Т.М.³

ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИЕ ЭФФЕКТЫ У ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОНЦИЯ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь; ²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь; ³ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России, 614000, Пермь

Исследование особенностей иммуномодулирующих эффектов у детей в условиях внешней среды выявило снижение показателей фагоцитоза, продукции сывороточных IgG и IgM, уровня экспрессии CD95⁺- T-клеточных рецепторов, а также повышение содержания специфических IgG к стронцию, цитокинового медиатора фактора некроза опухолей и изменение соотношения иммунных регуляторов остеометаболизма -RANKL и остеопротегерина.

Ключевые слова: стронций; иммунная регуляция; маркеры эффекта.

Для цитирования: Старкова К.Г., Долгих О.В., Дианова Д.Г., Лебедева Т.М. Иммуномодулирующие эффекты у детей в условиях воздействия стронция при поступлении с питьевой водой. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 63-65. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-63-65.

Starkova K.G.¹, Dolgikh O.V.^{1,2}, Dianova D.G.¹, Lebedeva T.M.³

IMMUNOMODULATORY EFFECTS IN CHILDREN IN CONDITIONS OF THE EXPOSURE TO STRONTIUM DUE TO INTAKE WITH DRINKING WATER

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies", Perm, Russian Federation, 614045; ²Perm State National Research University, Perm, Russian Federation, 614990; ³Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner, Perm, Russian Federation, 614000

The study of the immune regulation in children living under conditions of exogenous strontium exposure revealed a decrease in phagocytosis, production of serum IgG and IgM, the expression level of CD95⁺ T-cell receptors, as well as the elevation of specific IgG to strontium and cytokine tumor necrosis factor and the change in the balance of immune osteometabolism regulators RANKL and osteoprotegerin.

Key words: strontium, immune regulation, effect markers.

For citation: Starkova K. G., Dolgikh O.V., Dianova D. G., Lebedeva T. M. Disorders of lipid and carbohydrate metabolism in children consuming drinking water of a non-normative quality on the content of organochlorines. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2016; 95(1): 63-65. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-63-65.

For correspondence: Oleg V. Dolgikh, E-mail: oleg@fcrisk.ru

Received 19.06.15

Для корреспонденции: Долгих Олег Владимирович, д.м.н., профессор; зав. отделом иммунобиологических методов диагностики ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь, E-mail: oleg@fcrisk.ru.

Нарушения иммунного статуса, возникшие в результате химического загрязнения водной среды, имеют особое значение для детского населения, отличающегося повышенной чувствительностью к химическим токсикантам [1–3]. Длительное поступление повышенных количеств стронция в районах биогеохимических стронциевых провинций приводит к серьезным нарушениям минерального обмена [4]. В то же время низкодозированный стронций оказывает воздействие на формирование костной ткани, вызывая усиленную дифференциацию остеобластов [5, 6]. Полагают, что характер ремоделирования костной ткани определяется балансом между продукцией RANKL (рецептор-активатор ядерного фактора κB) и OPG (цитокин из семейства фактора некроза опухолей) [2, 7]. У детей с нарушениями показателей костного метаболизма и проявлениями аллергии наблюдается повышение концентрации ФНОα в сыворотке крови в 1,5 раза [8]. «Патологическая» активация Т-лимфоцитов в условиях дисбаланса «провоспалительных» и «противовоспалительных» цитокинов в состоянии индуцировать нарушение обмена костной ткани [9].

Актуальной задачей является формирование обоснованного перечня иммунологических маркеров эффекта, характеризующих повышенную специфическую чувствительность к стронцию в условиях его поступления с питьевой водой [1, 4–6, 10–12].

Цель работы – выявить особенности иммуномодулирующих эффектов у детского населения, проживающего в условиях поступления стабильного стронция с питьевой водой (на примере Пермского края).

Материалы и методы

В результате обследования детского населения школьного возраста была сформирована группа наблюдения, которую составили 37 детей в возрасте от 8 до 11 лет (17 мальчиков и 20 девочек, средний возраст $9,85 \pm 0,49$ года), постоянно проживающие в эндемичной зоне Пермского края, характеризующейся повышенным содержанием стронция в подземных водах. Группу контроля представила 51 ребенком (25 мальчиков и 26 девочек, средний возраст $9,52 \pm 0,25$ года), посещающим средние общеобразовательные учреждения Пермского края, расположенные вне зоны стронциевой геохимической эндемии. Группы были сопоставимы по соматической заболеваемости и этнической принадлежности.

Особенности иммунной регуляции у обследуемого контингента выявляли на основе идентификации следующих иммунологических параметров: фагоцитарная активность с использованием в качестве объектов фагоцитоза формализированных эритроцитов барана; содержание сывороточных иммуноглобулинов классов А, М, G методом радиальной иммунодиффузии по Манчини; уровни IgE общего; маркеры межклеточной иммунной регуляции интерлейкин-17 и фактор некроза опухоли, RANKL (лиганд рецептора активации ядерного фактора κB) и остеопротегерин – методом иммуноферментного анализа с помощью тест-систем на анализаторе El 808IU ("BioTek", США), гиперчувствительность по критерию IgG специфический к стронцию методом алергосорбентного тестирования. Содержание металлов в биосредах детей идентифицировали методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в соответствии с требованиями СТО М. 12–2013.

Фенотипирование лимфоцитов осуществляли на проточном цитометре FACSCalibur ("Becton Dickinson", США) с использованием универсальной программы CellQuest.Pro. Определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD16⁺56⁺, CD19⁺, CD3⁺, CD25⁺, CD95⁺) проводили методом мембранной иммунофлюоресценции с применением панели меченых моноклональных антител к мембранным CD-рецепторам, при этом регистрировали суммарно не менее 10 000 событий.

Статистический анализ полученных данных проводили в пакете прикладных программ Statistica 6.0 ("Statsoft", США). Результаты исследований обрабатывали методом вариационной статистики с расчетом средней арифметической и ее стандарт-

Изменение иммунных показателей у детского населения в условиях воздействия стронция

Показатель	Группа контроля (n = 51)	Группа наблюдения (n = 27)
CD19 ⁺ -лимфоциты, абс. 10 ⁹ /л	0,263 ± 0,075	0,386 ± 0,126
CD19 ⁺ -лимфоциты, отн. %	13,125 ± 2,069	13,714 ± 3,322
CD16 ⁺ 56 ⁺ -лимфоциты, абс. 10 ⁹ /л	0,217 ± 0,071	0,277 ± 0,112
CD16 ⁺ 56 ⁺ -лимфоциты, отн. %	11 ± 1,672	9,714 ± 3,365
CD3 ⁺ CD25 ⁺ -лимфоциты, абс. 10 ⁹ /л	0,119 ± 0,034	0,163 ± 0,046
CD3 ⁺ CD25 ⁺ -лимфоциты, отн. %	6 ± 0,999	5,857 ± 1,124
CD3 ⁺ CD95 ⁺ -лимфоциты, абс. 10 ⁹ /л	0,245 ± 0,085	0,357 ± 0,177**
CD3 ⁺ CD95 ⁺ -лимфоциты, отн. %	12,833 ± 6,206	12,286 ± 4,021**
Абсолютный фагоцитоз, 10 ⁹ /л	1,534 ± 0,248	1,2 ± 0,194*/**
Процент фагоцитоза, %	46,918 ± 3,653	39,889 ± 4,557*/**
Фагоцитарное число, у. е.	0,771 ± 0,087	0,67 ± 0,13**
Фагоцитарный индекс, у. е.	1,603 ± 0,066	1,547 ± 0,094
IgG, г/л	9,399 ± 0,407	9,058 ± 0,713**
IgM, г/л	1,023 ± 0,056	1,141 ± 0,084*/**
IgA, г/л	1,384 ± 0,087	1,407 ± 0,185
IgE общий, МЕ/л	185,696 ± 51,947	219,619 ± 124,276**
IgG специфич. к стронцию	0,127 ± 0,054	0,142 ± 0,08**
RANKL, пг/мл	6,212 ± 3,803	9,736 ± 5,467
Остеопротегерин, пг/мл	105,989 ± 19,804	93,44 ± 40,652
RANKL/остеопротегерин	0,06 ± 0,002	0,11 ± 0,004*
Интерлейкин-17, пг/мл	1,025 ± 0,152	0,976 ± 0,209
Фактор некроза опухоли, пг/мл	0,625 ± 0,196	2,643 ± 0,759*

Примечание. * – разница достоверна по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$); ** – разница достоверна относительно референтного уровня ($p < 0,05$).

ной ошибки. Достоверность различий оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента. Различия между группами считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Анализ качества воды хозяйственно-питьевого водоснабжения в пробах, отобранных в детских дошкольных учреждениях на территории наблюдения, показал присутствие стронция до 1,3 ПДК, при этом наблюдалось 9-кратное превышение концентрации стронция относительно территории контроля ($8,49 \pm 0,38$ и $0,91 \pm 0,15$ мг/л соответственно). Оценка всего спектра макро- и микроэлементного состава питьевой воды, потребляемой детьми исследованных групп, не выявила превышения ПДК ни по одному из анализируемых компонентов, а их концентрации были сопоставимы на сравниваемых территориях, за исключением содержания стронция.

На основании проведенной оценки риска на территории наблюдения для здоровья детского населения установлено, что при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой формируются неприемлемые уровни неканцерогенного риска для костной системы – $HI = 1,43$ и для иммунной системы – $HI = 1,06$ при допустимом значении индекса опасности 1. Основной вклад в показатель индекса опасности для нарушений со стороны костной системы вносит стронций (39,1%).

В крови детей, употребляющих воду с повышенным содержанием стронция, установлен достоверно повышенный уровень данного элемента относительно группы контроля в 3,9 раза ($0,125 \pm 0,021$ и $0,031 \pm 0,003$ мкг/мл соответственно, $p < 0,05$) и референтных значений (референтный интервал $0,01–0,077$ мкг/см³; $p < 0,05$).

Клинико-лабораторное обследование состояния здоровья детей показало изменение функциональной активности иммунной системы (табл. 1). Достоверные изменения в группе обследованных детей отмечены в виде супрессорных реакций со стороны

врожденного клеточного иммунитета и снижения активности фагоцитарного звена по критериям «фагоцитарное число», «процент фагоцитоза» и «абсолютный фагоцитоз» (у 74,4, 33,3 и 37% детей соответственно; $p < 0,05$). Кроме того, сравнительный анализ с аналогичными показателями группы контроля выявил пониженный в 1,2 раза ($p < 0,05$) уровень относительного и абсолютного количества фагоцитов у обследованных школьников.

Отмечены изменения показателей гуморального иммунитета, которые характеризовались преимущественным дефицитом содержания сывороточных иммуноглобулинов IgG (в 77,8% случаев) и IgM (в 81,5% случаев) относительно физиологической нормы ($p < 0,05$).

Определение уровней общей и специфической сенсибилизации детского организма выявило повышенный по сравнению с возрастной нормой уровень IgE общего у 51,9% обследованных, кратность превышения нормы составила 2,5 раза ($p < 0,05$). Однако достоверных различий с группой контроля выявить не удалось. Одновременно в 40,7% случаев установлен достоверно повышенный относительно референтного диапазона уровень специфической сенсибилизации к стронцию по критерию IgG к стронцию ($p < 0,05$).

Показатели CD-иммунограммы находились в пределах физиологического диапазона, за исключением достоверного снижения абсолютного и относительного содержания активационного маркера CD95⁺ у 71,4% обследованных детей ($p < 0,05$), что указывает на процессы перестройки рецепторов иммунокомпетентных клеток с признаками угнетения CD95⁺-Т-лимфоцитов, принимающих участие в активации апоптотического сигнала и запуске летальной программы жизненного цикла клетки.

Идентичность физико-химических характеристик ионов стронция и кальция формирует их конкурентные взаимоотношения в клетке, в частности, оказывает влияние на процессы ремоделирования костной ткани.

Установлено, что уровень иммунных регуляторов остеометаболизма в виде критерияльного соотношения RANKL/остеопротегерин у школьников группы наблюдения ($0,11 \pm 0,004$ у. е.) был достоверно выше данного показателя контрольной группы ($0,06 \pm 0,002$ у. е.; $p < 0,05$). Анализ причинно-следственных связей изменения показателей костного метаболизма при возрастании концентрации загрязнителей в биологических средах позволил установить достоверное ($p < 0,05$) повышение концентрации RANKL при увеличении концентрации стронция в крови ($R^2 = 0,80$ при $p < 0,05$). Выявлено изменение содержания провоспалительных цитокиновых медиаторов интерлейкина-17 и фактора некроза опухоли, принимающих участие в процессах костной резорбции, регулируя экспрессию RANKL. Достоверно в 3,2 раза увеличено содержание фактора некроза опухоли относительно контрольной группы ($p < 0,05$).

Заключение

Полученные результаты позволили выявить особенности иммуномодулирующих эффектов стабильного стронция у детского населения в условиях его поступления с питьевой водой, характеризующиеся: снижением фагоцитарной активности, дефицитом общего пула антител, недостаточностью проапоптотического сигналинга по критерию CD95⁺, повышением специфической чувствительности к стронцию и дисбалансом экспрессии маркеров иммунной регуляции остеометаболизма. В качестве маркеров эффекта воздействия стронция при поступлении с питьевой водой рекомендуется использовать следующие иммунологические показатели: IgG специфический к стронцию, CD95⁺, отношение уровней лиганда рецептора активации ядерного фактора каппа-В (RANKL) и цитокинового медиатора остеопротегерина, фактор некроза опухоли. Ведущим патогенетическим звеном стронцийопосредованных иммуномодулирующих эффектов является дисбаланс цитокиновых остеомедиаторов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература (п.п. 3, 5, 6, 8, 12 см. References)

1. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и норма-

тивно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 5: 4–10.

- Полякова Е.В. Кальций-стронциевое отношение в подземных водах как признак экологического неблагополучия. *Сергеевские чтения*. 2003; 5: 348–51.
- Судья Д.А., Ластков Д.О. Проблема токсического действия солей стабильного стронция на организм (обзор литературы). *Современные проблемы токсикологии*. 2013; 3: 55–60.
- Шварц Г.Я. Остеотропные цитокины семейства TNF и создание нового поколения лекарственных средств для лечения остеопороза. *Цитокины и воспаление*. 2004; 3 (3): 3–9.
- Хайтов Р.М., Ильина Н.И., ред. *Аллергология и иммунология. Национальное руководство: краткое издание*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2012.
- Долгих О.В., Зайцева Н.В., Лужецкий К.П., Андреева Е.Е. <http://fcrisk.ru/node/867> Особенности иммунной и генетической дезадаптации у детей в условиях избыточной гаптенной нагрузки. *Российский иммунологический журнал*. 2014; 8 (3): 299–302.
- Ланин Д.В., Зайцева Н.В., Землянова М.А., Долгих О.В., Дианова Д.Г. <http://fcrisk.ru/node/832> Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания. *Гигиена и санитария*. 2014; 2: 23–6.

References

- Rakhmanin Yu.A., Sinitsyna O.O. Status and update tasks for improving the scientific and methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 5: 4–10. (in Russian)
- Polyakova E.V. Calcium-strontium ratio in groundwater as a sign of ecological trouble. *Sergeevskie chteniya*. 2003; 5: 348–51. (in Russian)
- Duramad P., Holland N.T. Biomarkers of immunotoxicity for environmental and public health research. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2011; 8 (5): 1388–401.
- Cud'ya D.A., Lastkov D.O. The problem of toxic impact of stable strontium slats on human body (review of literature). *Sovremennye problemy toksikologii*. 2013; 3: 55–60. (in Russian)
- Choudhary S., Halbout P., Alander C., Raisz L., Pilbeam C. Strontium ranelate promotes osteoblastic differentiation and mineralization of murine bone marrow stromal cells: involvement of prostaglandins. *J. Bone Miner. Res*. 2007; 22 (7): 1002–10.
- Llinas P., Masella M., Stigbrand T., Ménez A., Stura E.A., Le Du M.H. Structural studies of human alkaline phosphatase in complex with strontium: implication for its secondary effect in bones. *Protein Sci*. 2006; 15 (7): 1691–700.
- Shvarts G.Ya. Osteotropic cytokines of TNF family and creation of new generation of drugs for the treatment of osteoporosis. *Tsitokiny i vospalenie*. 2004; 3 (3): 3–9. (in Russian)
- Banerjee B.D., Chakraborti A., Suke S.G., Ahmed R.S., Tripathi A.K. Xenobiotic-induced immune alterations: implication in health and diseases. *Indian J. Biochem. Biophys*. 2008; 45: 7–15.
- Khaitov R.M., Il'ina N.I., eds. *Allergology and Immunology. National Manual: short edition [Allergologiya i immunologiya. Natsional'noe rukovodstvo: kratkoe izdanie]*. Moscow: Geotar-Media; 2012. (in Russian)
- Dolgikh O.V., Zaytseva N.V., Luzhetskii K.P., Andreeva E.E. Peculiarities of immune and genetic disadaptation in children in the conditions of excessive haptenic load. *Rossiyskiy immunologicheskii zhurnal*. 2014; 8 (3): 299–302. (in Russian)
- Lanin D.V., Zaytseva N.V., Zemlyanova M.A., Dolgikh O.V., Dianova D.G. Characterization of regulatory system in children when exposed to the chemical living environment factors. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 2: 23–6. (in Russian)
- MacGillivray D.M., Kollmann T.R. The role of environmental factors in modulating immune responses in early life. *Front. Immunol*. 2014; 5: 434.