

УДК 613.31-053.6:546.72

ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПОДРОСТКОВЫМ НАСЕЛЕНИЕМ В РЕГИОНЕ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖЕЛЕЗА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

© 2015 г. В. К. Ковальчук

Тихоокеанский государственный медицинский университет, г. Владивосток

Приведены результаты гигиенической оценки фактической средней суточной дозы (ФССД) железа, потребляемого подростковым населением с источниками его перорального поступления в организм в условиях избытка железа (0,8 мг/л) в водопроводной воде. Обследованы 156 школьников 14–17 лет города Владивостока Приморского края. Суточное потребление водопроводной и бутилированной вод, 21 продукта питания и блюд изучено методом анкетирования, содержание железа в продуктах и питьевых водах учтено по справочным таблицам и лабораторным данным. Выявлены безвредные для здоровья подростков величины ФССД железа (около 17 мг/сут). Частота встречаемости дефицита потребления железа составила 28,08 (юноши) и 58,54 (девушки) случая на 100 человек. Установлено, что на фоне избыточного по органолептическому лимитирующему признаку вредности содержания железа в водопроводной воде (до 2,7 ПДК) дефицит его потребления формируется недостатком источников высоко биодоступного железа: яиц и рыбы (девушки), яиц, колбасных изделий и мяса животных (юноши).

Ключевые слова: железо, водопроводная вода, рацион питания, биодоступность, подростковое население

ESTIMATION OF ACTUAL IRON CONSUMPTION BY ADOLESCENT POPULATION IN REGION WITH HIGH CONTENT OF IRON IN DRINKING WATER

V. K. Kovalchuk

Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

A hygienic estimation of the actual average daily dose (AADD) of iron, consumed by the adolescent population with the sources of its per oral administration in human bodies in the conditions of iron excess (0.8 mg/l) in tap water has been performed. An object of the study was a random sample of 156 schoolchildren aged 14-17 years from Vladivostok. Methods: all adolescents were interviewed with use of a questionnaire that included questions about daily consumption of tap water, bottled water, 21 food products and dishes. Iron concentration in food and drinking water was determined according to the reference tables and laboratory findings. Results: the harmless levels of AADD of iron for adolescent health (about 17 mg/day) were stated. An occurrence frequency of iron consumption deficiency was equal to 28.08 (boys) and 58.54 (girls) cases per 100 adolescents. Conclusions: against iron excess in tap water according to the organoleptic limiting sign of iron content harmfulness (up to 2.7 MPC), iron consumption deficiency is formed by lower intake of high bioavailable iron sources: eggs, fishes (girls), eggs, sausage products and animal meat (boys).

Keywords: iron, tap water, diet, bioavailability, adolescent population

Библиографическая ссылка:

Ковальчук В. К. Оценка фактического потребления железа подростковым населением в регионе с повышенным содержанием железа в питьевой воде // Экология человека. 2015. № 5. С. 8–13.

Kovalchuk V. K. Estimation of Actual Iron Consumption by Adolescent Population in Region with High Content of Iron in Drinking Water. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 5, pp. 8-13.

Хотя железо является жизненно важным химическим элементом [1, 11, 16], его избыток в организме не желателен и может быть причиной развития заболеваний у человека [21]. Одним из источников избыточного поступления железа в организм принято считать водопроводную питьевую воду. Постоянное потребление загрязненной железом питьевой воды может вызвать у человека развитие патологических изменений кожи, слизистых, крови и иммунной системы, сидероза, ухудшение самочувствия у больных гемохроматозом [2, 12]. К регионам страны, где вода систем питьевого водоснабжения содержит много железа, следует отнести Приморский край. Избыток железа в воде водопроводов края (до 4,1 ПДК) формируется высокой коррозионной активностью мягкой маломинерализованной воды и геохимическими особенностями подземных источников [4, 13]. Загрязнение питьевой воды железом является

основной причиной многочисленных жалоб и судебных исков населения края к владельцам систем питьевого водоснабжения. На этом фоне следует признать парадоксальным факт наличия хронического дефицита железа в организме детей, выявленный при обследовании организованных детских коллективов Приморья [15]. Причины этого явления не изучены.

В статье изложены результаты исследования, выполненного с целью гигиенической оценки фактической средней суточной дозы (ФССД) железа, потребляемого подростковым населением с традиционными источниками его перорального поступления в организм в условиях избыточного содержания железа в питьевой воде.

Методы

Исследование проведено в городе Владивостоке в феврале 2013 года. В этом городе загрязнение

железом водопроводной питьевой воды, поступающей из трех поверхностных источников, до 2,7 раза превышает ПДК, а население отличается максимальным уровнем подушевого месячного дохода в регионе [3, 13], то есть имеет наиболее высокие уровни потребления пищевых продуктов, в том числе богатых железом. Объектом наблюдения являлось подростковое население 14–17 лет. На этот возраст у детей приходится второй пик роста потребления железа, связанный с физиологической перестройкой и развитием организма [16]. Одномоментным (поперечным) выборочным исследованием охвачено 156 учеников, обучающихся в 16 общеобразовательных школах города. Случайный характер выборки обеспечен отбором необходимого для исследования количества лиц с помощью генератора случайных чисел из составленного ранее сквозного списка учащихся 9–11 классов в этих школах с присвоенными им условными номерами. Минимальный объем выборки вычислен общепринятым методом при доверительной вероятности $p = 0,95$ и доверительном коэффициенте $t = 1,96$.

Содержание железа в среднесуточном пищевом рационе изучали методом 24-часового воспроизведения продуктов питания [7]. Анкета для опроса школьников, помимо вопросов о потреблении 21 наименования продуктов и блюд, содержала пункты о потреблении водопроводной воды, бутилированной столовой (42 наименования) и лечебно-столовой (43 наименования) воды. Для выявления необъективно заполненных анкет использовали показатель энергетической ценности суточного рациона. Критериями выбраковки анкет служили значения калорийности рациона ниже величины основного обмена (юноши – 1 330 ккал, девушки – 1 322 ккал) и выше 130 % от величины рекомендуемого потребления (юноши – 3 770 ккал, девушки – 3 250 ккал).

Калорийность рациона и среднесуточную дозу (ССД) потребления железа с отдельными продуктами и бутилированными водами рассчитывали по таблицам химического состава [8, 14], водопроводной воды – по данным наших исследований [4]. При этом ССД железа для конкретного вида воды вычисляли по стандартной формуле [12], модифицированной нами для работы с биогенными элементами и месячным периодом наблюдения:

$$ССД = C_w \times V \times EF / 31,$$

где C_w – концентрация вещества в воде, мг/л; V – средний объем потребления воды, л/сут; EF – частота потребления воды, дней/месяц.

Величину ФССД потребления железа рассчитывали путем суммирования ССД потребления с отдельными продуктами питания и питьевыми водами.

Для статистического исследования полученных данных применяли пакеты прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 6,0 for Windows и авторскую программу расчета веса ранжированных

факторов в изменчивости признака [5]. Результаты анализа для нормального распределения представляли в виде арифметического среднего (M) и 95 % доверительного интервала (95 % ДИ), для асимметричного распределения – медианы (Me) и интерквартильного размаха ($Q_{25} - Q_{75}$). Значимость различия среднестатистических величин при нормальном распределении оценивали по критерию t Стьюдента для независимых выборок, при асимметричном распределении – по критерию λ Колмогорова – Смирнова. Для расчета степени влияния каждого продукта питания на изменчивость ФССД потребления железа использовали множественный линейный регрессионный анализ ранжированных величин [5]. При этом в качестве зависимой переменной принималась величина ФССД, в качестве независимых переменных – значения ССД с отдельными источниками потребления железа. В регрессионном анализе реализован прямой алгоритм включения независимых переменных. В расчетах доверительного интервала для коэффициентов регрессии применяли алгоритм для уравнений линейного вида [10].

Результаты

Величины ФССД потребления железа подростковым населением приведены в табл. 1. В целом суточное потребление железа подростками г. Владивостока практически соответствует среднероссийскому уровню – 17,0 мг/сут [9]. Установлено, что юноши получают достаточную дозу железа (17,69 мг/сут, рекомендуемое значение 15,0 мг/сут), а девушки, несмотря на большую физиологическую потребность в железе, испытывают дефицит его потребления (16,55 мг/сут, рекомендуемое значение 18,0 мг/сут). Статистическая достоверность различия величин ФССД юношей и девушек отсутствует. При этом следует подчеркнуть целесообразность применения выбраковки результатов анкетирования, так как в этом возрасте девушки склонны занижать, а юноши завышать уровни потребления пищевых продуктов.

Таблица 1

Результаты исследования потребления железа с продуктами питания и питьевыми водами подростковым населением

Группа населения	Всего обследовано человек	Выбраковка		Взято в анализ	ФССД железа, мг/сут	
		Больше верхнего предела отбора	Меньше нижнего предела отбора		M	95% ДИ _{ср}
Юноши	76	24	13	39	17,69	15,79–19,60
Девушки	80	12	27	41	16,55	14,73–18,38

Примечание. M – среднее арифметическое; ДИ_{ср} – доверительный интервал среднего арифметического при $p < 0,05$.

Для анализа распределения среди подросткового населения города различных величин ФССД потребления железа с продуктами и питьевыми водами

Таблица 2

Распределение величин ФССД потребления железа с продуктами питания и питьевыми водами среди подросткового населения (число случаев на 100 человек)

Величина ФССД	Юноши (n=39)		Девушки (n=41)		P ₁ -P ₂
	Абс. число	P ₁ (95% ДИ)	Абс. число	P ₂ (95% ДИ)	
Меньше рекомендуемого потребления:					
всего	13	33,33 (18,53; 48,13)	27	65,85 (51,05; 80,37)	p=0,003
из них менее 90% рекомендуемой величины	9	28,08 (14,85; 41,31)	24	58,54 (43,47; 73,61)	p<0,001
Больше рекомендуемого потребления	26	66,67 (51,87; 81,47)	14	34,15 (19,63; 48,67)	p=0,003

использовали уровни рекомендуемого потребления для данной возрастной категории [9] и 90 % значение от этих уровней, что более адекватно для оценки индивидуального потребления при использовании норм, носящих групповой характер [7, 9]. Выявлено, что дефицит потребления железа почти в 2 раза чаще (p = 0,0009; 0,0029; 0,0030) отмечается среди девушек, чем среди юношей (табл. 2). При этом частота встречаемости дефицита железа среди юношей (28,08 на 100 человек) практически соответствует среднему по стране уровню распространенности этого дефицита среди школьников (30,0 на 100 человек) [16], а среди девушек она намного выше (58,54 на 100 человек). Иными словами, уровень загрязнения железом водопроводной воды в городе не снижает распространенности дефицита потребления этого элемента среди населения, так как критерий оценки загрязнения питьевой воды (ПДК) для железа обоснован по органолептическому лимитирующему признаку вредности.

Известно, что на уровень содержания железа в организме оказывает влияние не только величина ФССД его потребления, но и степень биодоступности этого элемента в продуктах питания и питьевых водах [16, 21]. В нашем исследовании учет фактора биодоступности выполнен по материалам научной литературы. Опубликованные данные, распределенные по двум группам — «низкая усвояемость» и «высокая усвояемость», сведены в табл. 3. В первую группу включены источники, в которых, несмотря на высокое содержание общего железа, преобладают трудноусвояемые хелатные комплексы трехвалентного железа (растительные продукты) либо его гуматы, сульфаты, гидроокиси и другое (водопроводная вода). Вторая группа источников представлена главным образом легкоусвояемыми соединениями трехвалентного гемового железа (мясные и рыбные продукты) и двухвалентного железа (минеральные воды) [6, 17–20, 22, 23]. Однако в отличие от пищевых продуктов соединения двухвалентного железа в подземных водах являются нестойкими и в присутствии кислорода воздуха быстро переходят в низкоусвояемые формы окисного железа.

Исследование структуры ФССД потребления железа с учетом его биодоступности не выявило существенных различий между полами подростков. С учетом асимметричного распределения значений ССД потребления с отдельными продуктами питания для анализа использован непараметрический критерий

рий λ . Все различия между юношами и девушками по величине λ не достигали статистической значимости. Основным признаком структуры потребления железа является преобладание трудноусвояемых соединений растительного (52,75 %), водного (9,97 %) и животного (2,75 %) происхождения. На долю источников легкоусвояемого железа приходится только 34,53 %. С учетом небольших величин ФССД общего железа (см. табл. 1) низкий удельный вес потребления легкоусвояемого железа, несмотря на избыточное по органолептическому признаку вредности содержание железа в водопроводной питьевой воде, может быть причиной развития у детского населения региона латентного дефицита железа.

Популяционный уровень исследования дает возможность измерить степень влияния вариабельности потребления отдельного источника железа среди населения на изменчивость его среднестатистической ФССД. В анализе не учитывали потребления железистых углекислых лечебно-столовых вод — источников высокодоступного двухвалентного железа. Их удельный вес в структуре ФССД составил менее 0,3 %. Результаты анализа представлены в табл. 4. Указанные в таблице значения нескорректированных и скорректированных коэффициентов регрессии под-

Таблица 3

Основные железосодержащие соединения в традиционных источниках поступления железа в организм [6, 16–20, 22, 23]

Источники поступления	Низкая усвояемость (1–12%)	Высокая усвояемость (20–33%)
Мясо животных, птиц, колбасные изделия, яйцо (желток)	—	Гем
Рыба	—	Ферритин, гемосидерин, гем
Хлеб, макароны, каши крупяные	Фосфаты железа, моножелезистый фитат	—
Картофель, капуста, салаты овощные, фрукты	Хелаты железа с пищевыми волокнами, фитатами и танинами	—
Кондитерские изделия	Хелаты железа с фитатами и танинами	—
Питьевая вода из подземных источников (минеральная, водопроводная, колодезная)	FeHCO ₃ , FeCl ₂ , Fe ₂ (SO ₄) ₃	FeO, FeSO ₄
Питьевая вода из поверхностных источников (водопроводная)	Гуминовокислое железо, Fe(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ , FeS, Fe ₂ (SO ₄) ₃ , Fe ₂ O ₃ ·xH ₂ O	—

Таблица 4

Результаты анализа степени влияния продуктов питания в группе источников высоко биодоступного железа на величину ФССД потребления общего железа подростковым населением

Продукт питания	Юноши ($R^2 = 0,44$)			Девушки ($R^2 = 0,24$)		
	А (95%ДИ)	В (95%ДИ)	Р	А (95%ДИ)	В (95%ДИ)	Р
Мясо животных	2,77 (1,83; 3,71)	0,97 (0,67; 1,27)	18,9%	0,57 (0,17; 0,85)	0,41 (0,14; 0,68)	9,1%
Колбасные изделия	5,67 (3,75; 7,59)	1,39 (0,96; 1,82)	24,4%	0,26 (0,08; 0,44)	-0,27 (-0,45; -0,09)	6,3%
Рыба	-1879,70 (-2515,93; -1243,47)	-0,37 (-0,48; -0,26)	1,2%	90185,50 (30165,81; 150205,20)	0,85 (0,29; 1,35)	15,0%
Мясо птиц	0,95 (0,63; 1,27)	0,50 (0,34; 0,66)	2,0%	2,87 (0,96; 4,87)	0,81 (0,28; 1,34)	10,3%
Яйца	-0,26 (-0,35; -0,17)	1,61 (1,11; 2,11)	53,5%	1,07 (0,36; 1,78)	2,38 (0,80; 3,96)	59,3%
Всего:			100%			100%

Примечание. Р – степень влияния; А – нескорректированный коэффициент регрессии; В – скорректированный коэффициент регрессии; ДИ – доверительный интервал коэффициента регрессии при $p < 0,05$; R^2 – теоретический индекс детерминации.

тверждают целесообразность использования ранжированных (скорректированных) величин переменных во множественном регрессионном анализе, что позволило снизить искажение результатов при работе с асимметричными распределениями.

Установлено, что у юношей на величину ФССД общего железа наибольшее влияние среди источников легкоусвояемого железа оказывает потребление яиц (53,5 %), колбасных изделий (24,4 %) и мяса животных (18,9 %). У девушек также максимальное влияние оказывает потребление яиц (59,3 %), но на втором месте находится потребление рыбы (15,0 %).

Обсуждение результатов

Обзор результатов выполненного исследования позволяет констатировать, что постоянное потребление загрязненной железом водопроводной питьевой воды из поверхностных источников не формирует у подросткового населения избыточного поступления в организм общего железа. Это подтверждается среднестатистическими значениями ФССД (юноши – 17,69 мг/сут) и (девушки – 16,55 мг/сут). В исследованном городе на фоне использования водопроводной воды с содержанием железа до 0,8 мг/л (2,7 ПДК) и максимального уровня потребления пищевых продуктов в регионе [3] они почти равны среднероссийскому уровню потребления железа – 17,0 мг/сут [9].

Выявленные величины ФССД перорального потребления железа также нельзя признать вредными для здоровья подростков, так как они составляют только 118 % (юноши) и 92 % (девушки) от рекомендуемого потребления [9] и не превышают принятого Всемирной организацией здравоохранения значения верхнего уровня допустимого потребления железа (tolerable upper intake level) при пероральном поступлении для подросткового возраста – 45 мг/сут [21]. Однако результаты нашего исследования не исключают вредного влияния загрязненной железом водопроводной воды на подростков при контакте с кожными покровами.

Высокая распространенность подростков с дефицитом потребления железа (см. табл. 2) подтверждает данные о наличии в регионе латентного дефицита железа у детей [15]. Этот дефицит формируется фактором питания, прежде всего недостатком или отсутствием в суточном рационе таких источников легкодоступного для организма железа, как яйца, рыба, колбасные изделия, мясо, на ведущую роль которых указывают результаты регрессионного анализа (см. табл. 4). Потребляемое в районе наблюдения железо с питьевой водой из поверхностных водоемов не может влиять на этот процесс, так как оно полностью представлено трудноусвояемыми соединениями окисного железа (см. табл. 3). Эти данные следует учитывать при разработке региональной программы профилактики среди населения железодефицитных состояний.

Выявленное преобладание дефицита потребления железа среди девушек нельзя признать региональной особенностью, оно отображает общую закономерность в большинстве стран мира [16–20, 22]. Подростки-девушки являются группой повышенного риска задержки развития, возникновения гипохромной анемии, повышенной утомляемости, атрофического гастрита, миокардиопатии [9].

Выводы:

1. Проживание подросткового населения в регионе с избыточным по органолептическому лимитирующему признаку вредности содержанием железа в питьевой воде (до 2,7 ПДК) не формирует вредных для здоровья величин ФССД перорального потребления железа.

2. На фоне потребления загрязненной железом водопроводной питьевой воды среди подросткового населения отмечается высокая частота случаев недостаточного потребления железа, особенно среди девушек (58,54 на 100 человек), организм которых наиболее чувствителен к дефициту железа.

3. Наиболее результативным в регионе для профилактики железодефицитных состояний у девушек является увеличение потребления яиц и рыбы, у юношей – яиц, колбасных изделий и мяса животных.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Вельданова М. В., Скальный А. В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. М., 2001. 236 с.
2. Зарубин Г. П., Лысогоорова И. К. Изучение влияния железа на организм и хозяйственно-бытовые условия жизни человека // Гигиена и санитария. 1975. № 2. С. 20–23.
3. Ковальчук В. К., Иванова И. Л., Колдаев В. М. Роль окружающей среды в возникновении неинфекционных заболеваний пищеварительной системы в Приморском крае // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 10–15.
4. Ковальчук В. К., Маслов Д. В. Гигиенические проблемы химического состава питьевой воды систем водоснабжения Приморского края // Тихоокеанский медицинский журнал. 2006. № 3. С. 60–63.
5. Колдаев В. М., Ковальчук В. К., Иванова И. Л. Вес ранжированных признаков в изменчивости признака // Программы для ЭВМ RU ОБПБТ. 2010. Т. 72, № 3. С. 298.
6. Мазаев В. Т., Ильницкий А. П., Шлепнина Т. Г. Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения. М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. 320 с.
7. Мартинчик А. Н., Маев И. В., Янушевич О. О. Общая нутрициология. М. : МЕДпресс-информ, 2005. 392 с.
8. Минеральные воды Дальнего Востока : справочник / сост. Б. И. Челнокова. Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета, 2006. 107 с.
9. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 41 с.
10. Мятлев В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю., Терехин А. Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. М. : Изд. центр «Академия», 2009. 320 с.
11. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей – жителей г. Мончегорска // Экология человека. 2004. № 2. С. 30–32.
12. Онищенко Г. Г., Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Авалиани С. Л., Буштуева К. А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М. : НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. 408 с.
13. Проблемы обеспечения населения Приморского края питьевой водой и пути их решения: Региональная целевая программа «Обеспечение населения Приморского края питьевой водой». Владивосток : Дальнаука, 2000. 389 с.
14. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. М. : ДеЛи принт, 2007. 275 с.
15. Транковская Л. В., Лучанинова В. Н. Распространенность, факторы риска и прогнозирование минерального дисбаланса у детей // Тихоокеанский медицинский журнал. 2006. № 2. С. 22–25.
16. Уварова Е. В., Григоренко Ю. П., Сергеева Н. В. Распространенность и возможности устранения железодефицитной анемии у девочек с различной гинекологической патологией // Репродуктивное здоровье детей и подростков. 2008. № 5. С. 43–52.
17. Chiploncar S. A., Tarwadi K. V., Kavedia R. B., Mengale S. S., Paknikar K. M., Agte V. V. Fortification of vegetarian diets for increasing bioavailability iron density using green leafy vegetables // Food Research International. 1999. N 3. P. 169–174.
18. House W. A. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc // Field Crops Research. 1999. N 1–2. P. 115–141.
19. Kumari M., Gupta S., Lakshmi A. J., Prakash J. Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils // Food Chemistry. 2004. N 2. P. 217–222.
20. Khouzam R. B., Pohl P., Lobinski R. Bioaccessibility of essential elements from white cheese, bread, fruit and vegetables // Talanta. 2011. N 86. P. 425–428.
21. Olivares M., Uauy R. Essential nutrients in drinking water // Nutrients in drinking water. Geneva : WHO, 2005. P. 41–60.
22. Bonsmann S. S. G., Walczyk T., Renggli S., Hurrell R. F. Oxalic acid does not influence nonheme iron absorption in humans: a comparison of kale and spinach meals // European Journal Of Clinical Nutrition. 2008. N 3. P. 336–341.
23. Raghuvanshi R. S., Singh R., Singh R. Nutritional composition of uncommon foods and their role in meeting micronutrient needs // International Journal Of Food Science And Nutrition. 2001. N 4. P. 331–335.

References

1. Agadzhanyan N. A., Veldanova M. V., Skal'nyi A. V. *Ekologicheskiy portret cheloveka i rol' mikroelementov* [Environmental portrait of a man and the role of trace elements]. Moscow, 2001, 236 p.
2. Zarubin G. P., Lysogorova I. K. Study of influence of iron on an organism and service-utility terms of life of man. *Gigiena i sanitariia*. 1975, 2, pp. 20-23 [in Russian].
3. Kovalchuk V. K., Ivanova I. L., Koldaev V. M. Role of environment in the origin of uninfected diseases of the digestive system in Primorye territory. *Gigiena i sanitariia*. 2011, 3, pp. 10-15 [in Russian].
4. Kovalchuk V. K., Maslov D. V. Hygienical problems of chemical composition of drinking water in the water supply systems of Primorye territory. *Tihookeanskiy medicinskiy zhurnal* [Pacific Medical Journal]. 2006, 3, pp. 60-63 [in Russian].
5. Koldaev V. M., Kovalchuk V. K., Ivanova I. L. Libra of the ranged signs in changeability of the program sign. In: *Programmy dlya EVM RU OBPT* [Programs for computer RU OBPT]. 2010, vol. 72 (3), p. 298.
6. Mazaev V. T., Il'nickiy A. P., Shlepnina T. G. *Rukovodstvo po gigiene pitevoy vody i pitevogo vodosnabzheniya* [Guidance on the hygiene of drinking water and drinkable water supply]. Moscow, 2008, 320 p.
7. Martinchik A. N., Maev I. V., Yanushevich O. O. *Obschaya nutriciologiya* [General nutriciology]. Moscow, MEDpress-inform, 2005, 392 p.
8. *Mineralnye vody Dalnego Vostoka: Spravochnik* [Mineral waters of Far East: Reference book]. Ed. B. I. Chelnokova. Vladivostok, Dalnevostochnogo universiteta Publ., 2006, 107 p.
9. *MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebностей v energii i pischevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federacii* [MP 2.3.1.2432-08 Norms of physiological requirements in energy and food substances for the different groups of population of Russian Federation]. Moscow, Federalnyy centr gigieny i epidemiologii Rospotrebнадзора, 2008, 41 p.
10. Myatlev V. D., Panchenko L. A., Riznichenko G. Yu., Terehin A. T. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika. Matematicheskie modeli*. [Probability theory and mathematical statistics. Mathematical models]. Moscow, Akademiya Publ., 2009, 320 p.

11. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Effect of seaweed and drink "Algapekt" on the mineral composition of the blood in children - Monchergorsk residents. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30-32 [in Russian].
12. Onischenko G. G., Novikov S. M., Rahmanin U. A., Avaliani S. L., Bushtueva K. A. *Osnovy ocenki riska dlya zdorovya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyauschih okruzhauschuu sredu* [Bases of risk assessment for the health of population at influence of chemicals contaminating the environment]. Moscow, 2002, 408 p.
13. *Problemy obespecheniya naseleniya Primorskogo kraya pitevoy vodoy i puti ih resheniya: Regionalnaya celevaya programma «Obespechenie naseleniya Primorskogo kraya pitevoy vodoy»* [Problems of drinking water providing of population of Primorye territory and paths of their decision: The Regional having a special purpose program "Drinking water providing of population of Primorye territory"]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2000, 389 p.
14. Skurihin I. M., Tutelyan V. A. *Tablicy himicheskogo sostava i kaloriynosti rossiyskikh produktov pitaniya: Spravochnik* [Tables of chemical composition and calorie content of the Russian foodstuffs: Reference book]. Moscow, 2007, 275 p.
15. Trankovskaya L. V., Luchaninova V. N. Prevalence, risk factors and prognostication of mineral disbalance for children. *Tihookeanskiy medicinskiy zhurnal* [Pacific Medical Journal]. 2006, 2, pp. 22-25 [in Russian].
16. Uvarova E. V., Grigorenko U. P., Sergeeva N. V. Prevalence and possibilities of removal of iron-deficient anaemia for girls with different gynaecological pathology. *Reproduktivnoe zdorove detey i podrostkov* [Reproductive Health of Children and Adolescents]. 2008, 5, pp. 43-52 [in Russian].
17. Chiploncar S. A., Tarwadi K. V., Kavedia R. B., Mengale S. S., Paknikar K. M., Agte V. V. Fortification of vegetarian diets for increasing bioavailability iron density using green leafy vegetables. *Food Research International*. 1999, 3, pp. 169-174.
18. House W. A. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Research*. 1999, 1-2, pp. 115-141.
19. Kumari M., Gupta S., Lakshmi A. J., Prakash J. Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils. *Food Chemistry*. 2004, 2, pp. 217-222.
20. Khouzam R. B., Pohl P., Lobinski R. Bioaccessibility of essential elements from white cheese, bread, fruit and vegetables. *Talanta*. 2011, 86, pp. 425-428.
21. Olivares M., Uauy R. Essential nutrients in drinking water. *Nutrients in drinking water*. Geneva, WHO, 2005.
22. Bonsmann S. S. G., Walczyk T., Renggli S., Hurrell R. F. Oxalic acid does not influence nonohaem iron absorbtion in humans: a comparison of kale and spinach meals. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008, 3, pp. 336-341.
23. Raghuvanshi R. S., Singh R., Singh R. Nutritional composition of uncommon foods and their role in meeting micronutrient needs. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2001, 4, pp. 331-335.

Контактная информация:

Ковальчук Виктор Калинович — доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены ГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 690910, г. Владивосток, пос. Трудовое, ул. Гайдара, д. 17
E-mail: comhyg@mail.ru.