

**АНДРЕЙ ЛЬВОВИЧ ЖЕСТЯНИКОВ**кандидат медицинских наук, ассистент кафедры семейной медицины (общей врачебной практики) медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет  
*zhestyanikov@onego.ru***НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА ДОРШАКОВА**доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой семейной медицины (общей врачебной практики) медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет  
*dorshakova@psu.karelia.ru***ТАТЬЯНА АЛЕКСЕЕВНА КАРАПЕТИАН**доктор медицинских наук, доцент кафедры семейной медицины (общей врачебной практики) медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет  
*kara@karelia.ru*

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА У ПРОЖИВАЮЩИХ В КАРЕЛИИ ДОНОРОВ КРОВИ

Представлены результаты исследования массовых концентраций микроэлементов в цельной крови здоровых жителей Карелии молодого возраста с использованием метода атомно-абсорбционной спектрометрии. Показаны сезонные изменения микроэлементного статуса у лиц данной группы.

Ключевые слова: микроэлементный статус, сезонные изменения, доноры крови

### АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Неблагоприятные биогеохимические и климатические условия среды обитания играют серьезную роль в механизмах дезадаптации и формирования патологии [1], [2], [3], [5], [9], [10], [12], [13], [15]. Следует особо отметить значительный вклад дисбаланса химических элементов окружающей среды в эти процессы [2], [5], [12], [13]. Вместе с тем нарушения баланса микроэлементов (МЭ) в среде обитания представляют серьезную медико-социальную проблему для Карелии [5], [12], [13]. Указанные биогеохимические особенности предрасполагают к формированию дезадаптивной патологии, проявляющейся, в частности, в комплексе вегетативных и кардиоваскулярных расстройств [1], [12], [13], [14], [17]. Ряд исследователей обращают особое внимание на важность изучения микроэлементного статуса (МЭС) у жителей Севера с учетом сложных и изменчивых климатических условий [1], [9], [12], [13]. В этой связи особенно актуальным представляется исследование МЭС у жителей Карелии в разное время года. Целью данного исследования являлось изучение особенностей МЭС у здоровых жителей Карелии молодого возраста, являющихся регулярными донорами крови, в разное время года.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего обследованы 60 человек, 32 мужчины и 28 женщин, в возрасте от 18 до 35 лет, уроженцы Карелии, постоянно проживающие в Петрозаводске. Все указанные лица являлись регулярными донорами крови, в период проведения исследования не переносили острых заболеваний,

не страдали хронической патологией, не предъявили жалоб на самочувствие. Никто из обследуемых не принимал препаратов и биологически активных добавок, содержащих витамины, макро- и микроэлементы. Забор цельной крови из вены проводили по стандартной методике в полимерные пробирки с добавленным гепарином, затем герметично их закрывали. Накопление и хранение материала происходило в условиях холодильной камеры при -20 °C. Перед проведением анализа пробы размораживались до комнатной температуры в течение одного часа. Определение элементов проводилось по аттестованным методикам, рекомендованным для применения в медицинских исследованиях [11], [18].

Использовался атомно-абсорбционный спектрометр с электротермической атомизацией «МГА-915», разработанный научно-производственной фирмой аналитического приборостроения «ЛЮМЭКС» и зарегистрированный в Государственном реестре средств измерений РФ под № 17309-98. Основными достоинствами данного аналитического комплекса являются: низкие пределы обнаружения, высокая селективность и минимальная пробоподготовка. Статистическую обработку проводили с использованием лицензионных статистических программ R.1.9.1 и Statistica 6.0. Различия между группами оценивали по t-критерию Стьюдента. Достоверными считали различия при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Достоверные различия в зависимости от пола выявлены по содержанию Fe, Cu, Co (больше у мужчин) и Cd (больше у женщин) (табл. 1).

Таблица 1

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от пола

Элемент	Содержание у лиц мужского пола (мг/л) (n = 32)	Содержание у лиц женского пола (мг/л) (n = 28)
Mg	43,16 ± 5,19	44,47 ± 6,54
Fe	488,77 ± 69,05*	369,50 ± 33,01
Cu	0,73 ± 0,18*	0,55 ± 0,25
Co	0,015 ± 0,008*	0,009 ± 0,007
Mn	0,019 ± 0,009	0,016 ± 0,007
Cd	0,00010 ± 0,00005*	0,00020 ± 0,00003
Pb	0,006 ± 0,003	0,004 ± 0,003

Примечание. \* – различия между подгруппами достоверны ( $p < 0,05$ ).

Представлялось важным провести сравнение полученных данных с результатами других научных работ, в данном случае – с результатами исследования МК элементов в цельной крови у здоровых россиян центра страны (Московской и прилегающих к ней областей) [4] (табл. 2).

Таблица 2

Массовые концентрации элементов у здоровых жителей центральных районов России (Московской и прилегающих к ней областей) [4] и доноров крови молодого возраста, проживающих в Карелии

Элемент	Диапазон нормального содержания элементов (мг/л) [19], [20], [21], [22], [23]	Среднее содержание у здоровых россиян центра страны (Московской и прилегающих к ней областей) (мг/л)	Среднее содержание у доноров крови молодого возраста, проживающих в Карелии (мг/л)
Mg	37,8–50,0	22,0	43,77
Fe	309–521	287	433,11
Cu	0,75–1,3	0,62	0,65
Co	0,0002–0,04	0,007	0,0127
Mn	0,0016–0,075	0,009	0,018
Cd	0,00003–0,007	0,014	0,00014
Pb	0,008–0,269	0,054	0,00519

При проведении сравнительного анализа учтены данные о диапазонах нормального содержания МЭ в цельной крови [19], [20], [21], [22], [23]. МК Mg, Fe, Co, Mn у здоровых жителей Карелии укладывались в диапазон нормального содержания этих элементов, согласно данным указанных исследований, и были выше, чем у россиян из центральных районов страны. Показатели МК Cu у жителей Карелии и центральных районов страны свидетельствовали о дефиците данного элемента. МК Cd и Pb у жителей Карелии находились в диапазоне допустимого содержания этих элементов в цельной крови и отличались более низким уровнем, чем у жителей центральных районов страны, что может быть следствием более высокой антропотехногенной нагрузки. С преобладанием МК Cd и

Pb (проявляющих антагонистические свойства в отношении эссенциальных элементов) у жителей центральных районов страны могут быть связаны и более низкие МК Mg, Fe, Co, Mn по сравнению с жителями Карелии.

Исследование МК элементов у здоровых лиц в зависимости от времени года (были обследованы по 15 человек зимой, весной, летом и осенью) показало, что наибольшее содержание эссенциальных элементов (Mg, Fe, Cu, Co, Mn) характерно либо для зимнего, либо для весеннего периодов (табл. 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Таблица 3

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (зимний и весенний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных зимой (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных весной (мг/л) (n = 15)
Mg	40,77 ± 4,39*	45,89 ± 4,94
Fe	479,87 ± 81,78	504,63 ± 55,78
Cu	0,81 ± 0,18	0,66 ± 0,17
Co	0,015 ± 0,005	0,016 ± 0,011
Mn	0,019 ± 0,012*	0,021 ± 0,008
Cd	0,0001 ± 0,00005	0,0001 ± 0,00004
Pb	0,006 ± 0,002	0,006 ± 0,003

Примечание. \* – различия между подгруппами достоверны ( $p < 0,05$ ).

Таблица 4

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (зимний и летний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных зимой (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных летом (мг/л) (n = 15)
Mg	40,77 ± 4,39	44,12 ± 6,73
Fe	479,87 ± 81,78*	367,97 ± 39,05
Cu	0,81 ± 0,18*	0,51 ± 0,23
Co	0,015 ± 0,005	0,011 ± 0,009
Mn	0,019 ± 0,012	0,015 ± 0,008
Cd	0,0001 ± 0,00005	0,0001 ± 0,00003
Pb	0,006 ± 0,002	0,004 ± 0,003

Примечание. \* – различия достоверны между подгруппами ( $p < 0,05$ ).

Таблица 5

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (зимний и осенний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных зимой (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных осенью (мг/л) (n = 15)
Mg	40,77 ± 4,39	44,31 ± 6,33
Fe	479,87 ± 81,79*	379,97 ± 33,29
Cu	0,81 ± 0,18*	0,61 ± 0,25
Co	0,015 ± 0,005*	0,008 ± 0,006
Mn	0,019 ± 0,012	0,016 ± 0,006
Cd	0,0001 ± 0,00005*	0,0002 ± 0,00002
Pb	0,006 ± 0,002	0,005 ± 0,003

Примечание. \* – различия между подгруппами достоверны ( $p < 0,05$ ).

Таблица 6

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (весенний и летний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных весной (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных летом (мг/л) (n = 15)
Mg	45,89 ± 4,94	44,12 ± 6,73
Fe	504,63 ± 55,78*	367,97 ± 39,05
Cu	0,66 ± 0,17*	0,51 ± 0,23
Co	0,016 ± 0,011	0,011 ± 0,009
Mn	0,021 ± 0,008*	0,015 ± 0,008
Cd	0,0001 ± 0,00004	0,0001 ± 0,00003
Pb	0,006 ± 0,003	0,004 ± 0,003

Примечание. \* – различия достоверны между подгруппами ( $p < 0,05$ ).

Таблица 7

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (весенний и осенний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных весной (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных осенью (мг/л) (n = 15)
Mg	45,89 ± 4,94	44,32 ± 6,33
Fe	504,63 ± 55,78*	379,97 ± 33,29
Cu	0,66 ± 0,17*	0,61 ± 0,25
Co	0,016 ± 0,011*	0,008 ± 0,006
Mn	0,021 ± 0,008	0,016 ± 0,006
Cd	0,0001 ± 0,00004*	0,0002 ± 0,00002
Pb	0,006 ± 0,003	0,005 ± 0,003

Примечание. \* – различия достоверны между подгруппами ( $p < 0,05$ ).

Таблица 8

Массовые концентрации элементов у доноров крови в зависимости от времени года (летний и осенний периоды)

Элемент	Содержание у обследованных летом (мг/л) (n = 15)	Содержание у обследованных осенью (мг/л) (n = 15)
Mg	44,12 ± 6,73	44,32 ± 6,33
Fe	367,97 ± 39,05	379,97 ± 33,29
Cu	0,51 ± 0,23	0,61 ± 0,25
Co	0,011 ± 0,009	0,008 ± 0,006
Mn	0,015 ± 0,008	0,016 ± 0,006
Cd	0,0001 ± 0,00003*	0,0002 ± 0,00002
Pb	0,005 ± 0,003	0,005 ± 0,003

Примечание. \* – различия достоверны между подгруппами ( $p < 0,05$ ).

Затем после максимального содержания данных элементов в цельной крови зимой или весной происходило снижение их МК к летнему и

осеннему периодам. Содержание Mg, Fe, Co, Mn было максимальным в весенний период, Cu – в зимний (табл. 3, 4, 5, 6, 7, 8). МК Cd (мг/л) изменились по-другому: повышались от зимнего периода (минимальные значения) и достигали максимальных показателей в осенние месяцы (табл. 3, 4, 5, 6, 7, 8). МК Pb (мг/л) снижались от зимнего периода к летнему, достигая минимальных значений (табл. 3, 4, 5, 6, 7, 8).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные изменения МК эссенциальных элементов у здоровых лиц молодого возраста в зависимости от времени года носят, вероятно, компенсаторный характер: повышение их содержания зимой и весной позволяет активизировать механизмы антиоксидантной защиты и способствует более устойчивой адаптации ССС в экстремальных условиях Севера. Вышеуказанные изменения МК токсичных МЭ (Cd и Pb) могут быть связаны с меняющейся интенсивностью антропотехногенной нагрузки в разное время года, а также с особенностями взаимодействия токсичных элементов с эссенциальными. Выявленное в настоящем исследовании низкое содержание Cu в цельной крови жителей Карелии требует дальнейшего изучения и объяснения. Содержание указанного биоэлемента в окружающей среде Карелии различается по районам. Также существуют отличия по содержанию Cu в водоемах, мхах и лесных подстилках. Отмечена проблема повышенных концентраций Cu в воде ряда озер Республики Карелии [16]. Анализ воды Онежского озера разреза Большое Онего – Вытегорское побережье выявил высокое содержание вышеуказанного металла [6], [7], [8]. Кроме того, в период осенних дождей и в пик весеннего паводка возможно значительное поступление Cu в воду Петрозаводской губы за счет прямого смыва с городской территории [6], [7], [8]. Можно предположить, что низкие МК Cu в цельной крови связаны с особенностями усвоения данного атомовита в организме и его взаимодействием с другими МЭ. Следует отметить, что повышение содержания Cd в осенний период в значительной степени может быть связано с большей частотой образования смогов, содержащих воздушныезвеси данного металла в это время года. Высокая влажность воздуха и температурная инверсия, характерные для Карелии осенью, способствуют этим изменениям. Особенности изменений МК элементов в биосредах человеческого организма в зависимости от времени года, а также причины, их вызывающие, требуют дальнейшего изучения [3], [21], [23].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марачев А. Г. и др. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
2. Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.

3. Агаджанян Н. А., Марачев А. Г., Бобков Г. А. Экологическая физиология человека. М.: КРУК, 1998. 416 с.
4. Барашков Г. К. и др. Диапазон содержания тяжелых металлов (ТМ) в цельной крови взрослых россиян центра страны // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. Вып. 3. С. 1–5.
5. Вапиров В. В., Чаженгина Е. А., Вапирова Н. В. Селеновый статус Республики Карелия // Эко-аналитический контроль природных объектов Карелии. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2002. С. 79–84.
6. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2001 году / Управление Природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Республике Карелия. Петрозаводск: Издательский дом «Карелия», 2002. 240 с.
7. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2002 году / Управление Природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Республике Карелия. Петрозаводск: Издательский дом «Карелия», 2003. 256 с.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 2003 году / Управление Природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Республике Карелия. Петрозаводск: Издательский дом «Карелия», 2004. 312 с.
9. Доршакова Н. В. Качество окружающей среды и здоровье человека в условиях Карелии. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1997. 204 с.
10. Дробышева А. А. Профилактика и коррекция метеотропных реакций у детей 10–14 лет с нейроциркуляторной дистонией: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Иваново, 2003. 17 с.
11. Ермаченко Л. А., Ермаченко В. М. Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью: Методическое пособие для практического использования в санитарно-гигиенических исследованиях. М.: ПАИМС, 1999. 220 с.
12. Жестяников А. Л. Дисбаланс некоторых макро- и микроэлементов как фактор риска заболеваний сердечно-сосудистой системы на Севере // Экология человека. 2005. № 9. С. 19–25.
13. Жестяников А. Л., Доршакова Н. В., Карапетян Т. А. Нейроциркуляторная дистония: роль дисбаланса микроэлементов в патогенезе // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». 2008. № 4. С. 56–61.
14. Зайцева О. и др. Метаболическая адаптация у детей с дисфункцией вегетативной нервной системы // Врач. 1998. № 11. С. 23–24.
15. Карпин В. А. Современные медико-экологические аспекты внутренних болезней на урбанизированном Севере // Терапевтический архив. 2003. Т. 75. № 1. С. 30–34.
16. Мониторинг поверхностных вод во II квартале 2011 года // Государственное учреждение «Карельский республиканский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.kareliameteo.ru/monitoring/kachestvo.html>
17. Покалев Г. М., Варварина Г. Н., Виноградова Е. Г. Функциональные заболевания. Н. Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 2002. 287 с.
18. Рутковский Г. В., Глушков Р. К., Колбасов С. Е. и др. Лабораторная диагностика субхронических интоксикаций соединениями свинца, меди, цинка и марганца атомно-абсорбционным методом (пособие для врачей-лаборантов). СПб., 2001. 14 с.
19. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: ОНИКС-21 век: Мир, 2004. 216 с.
20. Скальный А. В., Быков А. Т., Лимин Б. В. Диагностика, профилактика и лечение отравлений свинцом. М.: ВЦМК «Задита», 2002. 52 с.
21. Скальный А. В., Быков А. Т., Яцык Г. В. Микроэлементы и здоровье детей. М.: Изд-во КМК, 2002. 133 с.
22. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М.: ОНИКС-21 век: Мир, 2004. 272 с.
23. Скальный А. В., Яцык Г. В., Одинаева Н. Д. Микроэлементозы у детей: распространенность и пути коррекции: Практическое пособие для врачей. М.: Изд-во КМК, 2002. 86 с.