

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Рахманин Ю.А.<sup>1</sup>, Киричук А.А.<sup>2</sup>, Скальный А.А.<sup>2</sup>, Тиньков А.А.<sup>2,3,4</sup>, Чижов А.Я.<sup>2</sup>, Скальный А.В.<sup>2,4</sup>

## Особенности содержания токсичных металлов в волосах студентов-иностранцев, обучающихся в Российском университете дружбы народов (РУДН)

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства России, 119121, Москва;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, Москва;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», 150003, Ярославль;

<sup>4</sup>ФГАОУ ВО «Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет)», 119991, Москва

**Введение.** Целью исследования явилось проведение сравнительного анализа содержания токсичных металлов в волосах студентов из различных регионов.

**Материал и методы.** Проведено обследование студентов, поступивших на первый курс РУДН, проживающих в России, а также прибывших из Азии, Ближнего Востока, Африки и Латинской Америки. Определение содержания алюминия (Al), мышьяка (As), кадмия (Cd), ртути (Hg), свинца (Pb) и олова (Sn) в волосах осуществляли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

**Результаты.** Установлено, что максимальное содержание алюминия, кадмия и свинца характерно для студентов из Африки и Латинской Америки. Наиболее выраженная кумуляция ртути отмечена в волосах первокурсников, прибывших из Латинской Америки. В то же время уровень мышьяка в волосах обследуемых из всех регионов превышал соответствующие значения у студентов из России более чем в 2 раза. При этом сколько-нибудь значимых групповых различий в содержании олова выявлено не было. В регрессионных моделях предиктором повышенного содержания ртути в волосах явилось проживание в Азии, Африке, а также Латинской Америке. Проживание в Африке также было достоверно связано с более высокими показателями содержания свинца. В случае кадмия прямая взаимосвязь между проживанием в Латинской Америке и уровнем металла в волосах приблизилась по значимости к достоверной.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о повышенной кумуляции токсичных металлов, особенно ртути, свинца, кадмия, в организме первокурсников, прибывших в первую очередь из стран Африки и Латинской Америки, что может оказывать негативное влияние на состояние здоровья и эффективность обучения студентов-иностранцев. В то же время необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку непосредственного вклада избытка токсичных металлов в организме на показатели здоровья студентов РУДН.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** студенты-иностранцы; ртуть; кадмий; свинец; токсичность.

**Для цитирования:** Рахманин Ю.А., Киричук А.А., Скальный А.А., Тиньков А.А., Чижов А.Я., Скальный А.В. Особенности содержания токсичных металлов в волосах студентов-иностранцев, обучающихся в Российском университете дружбы народов (РУДН). *Гигиена и санитария*. 2020; 99 (7): 733-737. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-733-737>

**Для корреспонденции:** Киричук Анатолий Александрович, канд. с.-х. наук; доцент ФГАОУ ВО РУДН, 117198, Москва. E-mail: kirichuk-aa@rudn.ru

**Финансирование.** Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100».

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Киричук А.А., Рахманин Ю.А., Скальный А.В., Чижов А.Я.; сбор и обработка материалов – Киричук А.А., Скальный А.А.; статистическая обработка – Тиньков А.А.; написание текста – Киричук А.А., Тиньков А.А.; редактирование – Рахманин Ю.А., Скальный А.В., Чижов А.Я.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 05.02.2020

Принята к печати 19.05.2020

Опубликована 28.08.2020

Yury A. Rakhmanin<sup>1</sup>, Anatoly A. Kirichuk<sup>2</sup>, Andrey A. Skalny<sup>2</sup>, Aleksey A. Tinkov<sup>2,3,4</sup>, Aleksey Ya. Chizhov<sup>2</sup>, Anatoly V. Skalny<sup>2,4</sup>

## Specific patterns of hair content of toxic metal in foreign students of the peoples' friendship university of Russia (RUDN university)

<sup>1</sup>Centre of Strategic planning of the Ministry of Health, Moscow, 119435, Russian Federation;

<sup>2</sup>Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, 117198, Russian Federation;

<sup>3</sup>P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, 150003, Russian Federation;

<sup>4</sup>Sechenov University, Moscow, 119435, Russian Federation

**The aim of the study** was to perform a comparative analysis of hair content of toxic metal in foreign students originating from different regions.

**Material and methods.** An examination of first-year students of the RUDN University originating from Russia, Asia, the Middle East, Africa, and Latin America was performed in the study. Assessment of hair aluminum (Al), arsenic (As), cadmium (Cd), mercury (Hg), lead (Pb)

and tin (Sn) content was undertaken using inductively-coupled plasma mass spectrometry. **Results.** The obtained data demonstrate that the highest levels of Al, Cd, and Pb were observed in students originating from Africa and Latin America. The most prominent mercury accumulation was detected in subjects from Latin America. In turn, hair As content in foreign students from all regions exceeded the respective Russian values by a factor of more than two. No significant group difference in hair tin content was observed. In regression models, prior habitation in Asia, Africa, and Latin America is considered as a significant predictor of elevated hair Hg content. African origin was also associated with higher Pb levels in hair. In the case of cadmium, a direct relationship between prior habitation in Latin America tended to be significant. **Conclusion.** The obtained data revealed increased accumulation of toxic metals, especially, Hg, Pb, and Cd in the hair of foreign first-year students originating from Africa and Latin America, that may have a significant adverse effect on health and educational performance. At the same time, further studies aimed at investigating the particular contribution of toxic metal overload to health effects in RUDN University students are required.

**К е y w o r d s :** foreign students; mercury; cadmium; lead; toxicity.

**For citation:** Rakhmanin Yu.A., Kirichuk A.A., Skalny A.A., Tinkov A.A., Chizhov A.Ya., Skalny A.V. Specific patterns of hair content of toxic metal in foreign students of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (7): 733-737. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-7-733-737> (In Russian)

**For correspondence:** Anatoly A. Kirichuk, MD, Ph.D., Assistant Professor, People's Friendship University of Russia, Moscow, 117198, Russian Federation. E-mail: kirichuk-aa@rudn.ru

#### Information about the authors:

Rakhmanin Yu.A., <https://orcid.org/0000-0003-2067-8014>; Kirichuk A.A., <https://orcid.org/0000-0001-5125-5116>; Skalny A.A., <https://orcid.org/0000-0002-0934-4315>; Tinkov A.A., <https://orcid.org/0000-0003-0348-6192>; Chizhov A.Ya., <https://orcid.org/0000-0003-0542-1552>; Skalny A.V., <https://orcid.org/0000-0001-7838-1366>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments.** The publication has been prepared with the support of the Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) "Program 5-100".

**Contribution:** research concept and design – Kirichuk A.A., Rakhmanin Yu.A., Skalny A.V., Kirichuk A.A.; collecting and processing materials – Kirichuk A.A., Skalny A.A.; statistical processing – Tinkov A.A.; writing a text – Kirichuk A.A., Tinkov A.A.; editing – Rakhmanin Yu.A., Chizhov A.Ya., Skalny A.V.; approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript – all co-authors.

Received: February 05, 2020

Accepted: May 19, 2020

Published: August 28, 2020

## Введение

Загрязнение окружающей среды токсичными металлами существенно увеличилось в течение последних ста лет вследствие активного развития горнодобывающей и тяжёлой промышленности, сжигания угля и других материалов, а также автомобильного транспорта [1]. Избыточное воздействие токсичных металлов сопряжено с существенными рисками для здоровья человека, включая развитие сердечно-сосудистых заболеваний, патологий почек, нейродегенерации, а также метаболических расстройств [2]. Помимо этого воздействие токсичных металлов сопровождается выраженными поведенческими нарушениями, снижением интеллекта, способности к обучению [3].

В связи с региональными особенностями выбросов токсичных металлов в атмосферу [1] жители различных стран мира отличаются специфическими паттернами воздействия токсичных металлов. В частности, в исследовании, проведённом в Канаде, установлено, что иммигранты из стран Южной и Восточной Азии характеризуются повышенной концентрацией ртути, свинца и кадмия в крови по сравнению с коренными жителями Ванкувера [4]. Аналогично, Nguba и соавт. (2012) выявили особенности кумуляции свинца, кадмия и ртути в организме жителей Центральной и Северной Европы, Китая, Марокко и Эквадора [5]. Таким образом, токсичные металлы могут в разной степени вносить вклад в развитие экологически обусловленной патологии в различных регионах.

Более того, экологический фон также имеет значительные долгосрочные эффекты в отношении здоровья человека. Гипотетически психоэмоциональный стресс и воздействие токсичных металлов могут взаимно потенцировать негативное влияние на здоровье посредством модуляции редокс-гомеостаза [6]. В частности, при обследовании студентов колледжа из Гуанчжоу (КНР) установлена достоверная взаимосвязь между концентрацией токсичных металлов в моче и интенсивностью окислительного стресса [7].

Российский университет дружбы народов (РУДН), отмечающий в 2020 г. шестидесятилетие (основан в 1960 г.), является крупнейшим университетом Российской Федерации по количеству иностранных студентов. В частности, в 2017 г.

РУДН закончили 5556 студентов-иностранцев преимущественно из Азии, Африки и Латинской Америки. Несмотря на то что сотрудниками университета обеспечиваются комфортные условия интеграции, проживания и обучения, студенты-иностранцы испытывают значительный психофизический стресс вследствие адаптации к непривычным культурным и экологическим условиям [8]. В частности, проведённое нами исследование показало, что студенты из Латинской Америки и Африки характеризуются более выраженными стрессовыми реакциями, в том числе в стадии декомпенсации, что может негативно сказываться на их здоровье в долгосрочной перспективе [9]. С учётом вышесказанного возникает вопрос, могут ли подобные различия, по крайней мере частично, быть обусловлены избыточной кумуляцией токсичных металлов в организме студентов-иностранцев.

В этой связи целью исследования явилось проведение сравнительного анализа содержания токсичных металлов в волосах студентов из различных регионов (Россия, Африка, Ближний и Средний Восток, Азия, Латинская Америка).

## Материал и методы

Настоящее исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (1964) и её последующими поправками. Все обследуемые принимали участие в исследовании на добровольной основе по принципу информированного согласия.

В исследовании участвовали 274 студента (40% – юноши, 60% – девушки; средний возраст  $22,7 \pm 7,1$  года), поступивших на первый курс РУДН, проживающих в России ( $n = 65$ ), а также прибывших из Азии ( $n = 57$ ), Ближнего и Среднего Востока ( $n = 84$ ), Африки ( $n = 40$ ) и Латинской Америки ( $n = 28$ ). Критериями исключения являлись наличие соматических заболеваний, а также специфические диеты (вегетарианство, сыроедение). У обследуемых производили забор образцов волос и мочи, являющихся информативными биомаркерами субстратами при оценке воздействия токсичных металлов.

Забор образцов волос с затылочной области осуществляли с использованием ножниц из нержавеющей стали,

Таблица 1

## Содержание алюминия, мышьяка и кадмия в волосах (мкг/г) студентов-первокурсников, прибывших из различных регионов

Регион	Al	As	Cd
Россия	5,59 (3,614 ÷ 8,443)	0,015 (0,009 ÷ 0,020)	0,014 (0,006 ÷ 0,022)
Азия	4,632 (3,544 ÷ 6,663)	0,037 (0,023 ÷ 0,052) <sup>1</sup>	0,006 (0,004 ÷ 0,012) <sup>1</sup>
Ближний Восток	5,297 (3,733 ÷ 7,265)	0,030 (0,019 ÷ 0,049) <sup>1</sup>	0,005 (0,003 ÷ 0,015) <sup>1</sup>
Африка	13,542 (8,145 ÷ 18,215) <sup>1,2,3</sup>	0,039 (0,033 ÷ 0,057) <sup>1</sup>	0,028 (0,006 ÷ 0,055) <sup>2,3</sup>
Латинская Америка	9,947 (5,755 ÷ 12,059) <sup>1,2,3</sup>	0,038 (0,026 ÷ 0,055) <sup>1</sup>	0,025 (0,004 ÷ 0,097) <sup>2,3</sup>

Примечание. Здесь и в табл. 2: данные представлены в виде медианы и 25–75-центильного интервала; <sup>1,2,3</sup> – достоверность отличий при  $p < 0,05$  относительно регионов: <sup>1</sup> – Россия, <sup>2</sup> – Азия, <sup>3</sup> – Ближний и Средний Восток.

предварительно обработанных этанолом. Для анализа использовали лишь проксимальные части волос длиной 1–2 см. В дальнейшем проксимальные части прядей волос отмывали ацетоном с последующим трёхкратным промыванием дистиллированной деионизированной водой и высушиванием на воздухе. Далее образцы измельчали в присутствии азотной кислоты и помещали в систему Berghof SpeedWave-4 DAP-40 (Berghof Products + Instruments GmbH, Германия) для микроволнового разложения.

Определение содержания алюминия (Al), мышьяка (As), кадмия (Cd), ртути (Hg), свинца (Pb) и олова (Sn) в волосах студентов-первокурсников осуществляли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой (Ar) плазмой на спектрометре NexION 300D (PerkinElmer Inc., США). Калибровку системы проводили с использованием стандартных растворов Universal Data Acquisition Standards Kit (PerkinElmer Inc., США). Растворы иттрия и родия использованы для проведения внутренней онлайн-стандартизации (Pure Single-Element Standard, PerkinElmer Inc., США). Контроль качества анализов осуществляли с использованием стандартных референтных образцов волос GBW09101 (Шанхайский институт ядерных исследований, Шанхай, КНР).

Обработку данных проводили с использованием программного пакета Statistica 10.0 (Statsoft, ОК, USA). В связи с отсутствием Гауссова распределения данных о содержании металлов в волосах в качестве описательных статистик использованы медиана и соответствующие границы 25–75-центильного интервала. Оценка достоверности групповых различий при  $p < 0,05$  проводили посредством применения непараметрического *U*-критерия Манна–Уитни. Для сравнительного анализа влияния регионов проживания (независимые предикторы) с уровнем токсичных металлов в волосах (зависимая переменная) проведён множественный регрессионный анализ с поправкой на вариабельность пола и возраста обследуемых.

## Результаты

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о существенных различиях в содержании токсичных металлов в образцах волос первокурсников из различных регионов. В частности, содержание алюминия (табл. 1) в

волосах студентов-африканцев достоверно превышало соответствующие показатели у первокурсников из России, Азии и Ближнего и Среднего Востока (БСВ) – более чем в 2,4; 2,9 и 2,5 раза. При этом превышение показателей данных групп у студентов из Латинской Америки составило 78; 114 и 88% соответственно. В то же время содержание алюминия в волосах обследованных из Африки и Латинской Америки достоверно не отличалось. Наименьшие значения уровня мышьяка в волосах были характерны для студентов из России, характеризуясь 2-х и более кратным различием. Интересно, что содержание кадмия в волосах первокурсников являлось наименьшим среди обследуемых из Азии и БСВ, будучи в 2 раза более низкими по сравнению с контрольными значениями. В то же время уровень кадмия в волосах студентов из Африки, а также Латинской Америки превышал таковой у студентов из Азии и БСВ более чем в 4,6 и 5,6, а также 4,1 и 5 раз соответственно. Несмотря на двукратные различия, уровень кадмия в волосах российских студентов достоверно не отличался от показателей обучающихся из Африки и Латинской Америки. Содержание ртути в волосах первокурсников, прибывших из стран Латинской Америки, превышало таковое у студентов из России, Азии и БСВ на 118; 75 и 136% соответственно (табл. 2). В случае свинца максимальное содержание зарегистрировано в волосах студентов-африканцев, превышая соответствующие показатели в группах обследуемых из России, Азии и БСВ более чем в 2,7; 4,5 и 3,8 раза. В отличие от остальных металлов содержание олова в волосах обследуемых не характеризовалось достоверными различиями, хотя и имела место выраженная тенденция к повышению уровня данного металла в волосах первокурсников из Африки и Латинской Америки.

Для дальнейшего анализа взаимосвязи между регионом проживания первокурсников и уровнем металлов в волосах проведён множественный линейный регрессионный анализ (табл. 3). Установлено, что географические различия оказывали наиболее выраженное влияние на содержание ртути и свинца в волосах, что в целом согласуется с результатами группового сравнения. В частности, предикторами повышенного содержания ртути в волосах явилось проживание в Азии, Африке, а также Латинской Америке. Проживание в Африке также было достоверно связано с более высокими показателями содержания свинца. При этом мужской пол

Таблица 2

## Уровень ртути, свинца и олова в волосах (мкг/г) студентов-иностранцев и студентов из России

Регион	Hg	Pb	Sn
Россия	0,104 (0,064 ÷ 0,164)	0,290 (0,128 ÷ 0,532)	0,177 (0,06 ÷ 0,407)
Азия	0,130 (0,064 ÷ 0,172)	0,173 (0,122 ÷ 0,465)	0,069 (0,049 ÷ 0,2)
Ближний Восток	0,078 (0,043 ÷ 0,158)	0,207 (0,122 ÷ 0,38)	0,046 (0,025 ÷ 0,093)
Африка	0,096 (0,068 ÷ 0,143) <sup>3</sup>	0,794 (0,28 ÷ 1,826) <sup>1,2,3</sup>	0,433 (0,16 ÷ 0,704)
Латинская Америка	0,227 (0,135 ÷ 0,456) <sup>1,2,3</sup>	0,435 (0,113 ÷ 1,582)	0,443 (0,088 ÷ 0,898)

## Регрессионный анализ взаимосвязи между уровнем металлов в волосах студентов-первокурсников и регионом проживания

Предиктор	Al	As	Cd	Hg	Pb	Sn
Пол мужской	-0,072	0,118	-0,056	-0,224 ( $p = 0,001$ )	-0,138 ( $p = 0,042$ )	-0,039
Возраст, лет	-0,001	0,038	0,322 ( $p < 0,001$ )	-0,030	-0,027	-0,006
Россия	0,005	0,097	0,078	0,153	0,023	0,190
Азия	0,016	0,220	0,074	0,258 ( $p = 0,043$ )	0,085	0,053
Ближний Восток	0,118	0,207	-0,007	0,234	0,103	0,153
Африка	0,151	0,182	0,099	0,324 ( $p = 0,004$ )	0,295 ( $p = 0,011$ )	0,024
Латинская Америка	0,078	0,106	0,190 ( $p = 0,058$ )	0,373 ( $p < 0,001$ )	0,112	0,054

Примечание. Данные представлены в виде коэффициентов регрессии ( $\beta$ ), для достоверных взаимосвязей указаны соответствующие значения  $p$ .

являлся отрицательным предиктором уровня содержания металлов в волосах. В случае кадмия прямая взаимосвязь между проживанием в Латинской Америке и уровнем металла в волосах приближалась по значимости к достоверной. При этом достоверное влияние на содержание кадмия в волосах оказывал возраст. Сколько-нибудь значимых взаимосвязей между проживанием в различных регионах и содержанием алюминия, мышьяка и олова в волосах в регрессионных моделях выявлено не было.

## Обсуждение

Обследование первокурсников РУДН показало, что студенты-иностранцы характеризуются более высокими показателями кумуляции токсичных металлов в волосах. В частности, максимальные значения содержания ртути и свинца в волосах отмечались у обследуемых, прибывших из Латинской Америки и Африки соответственно. Различия в содержании мышьяка и кадмия в волосах были менее выражены. Различия в паттернах кумуляции металлов в организме обследуемых из различных регионов наиболее вероятно отражают особенности загрязнения окружающей среды металлами в данных странах [1].

Выявленные высокие значения содержания свинца в волосах студентов из Африки согласуются с повсеместной распространённостью источников свинца на территории Африки, тогда как выбросы ртути и мышьяка в большей степени локализованы [10]. Соответственно результаты международного сравнительного анализа показали, что уровень свинца в крови жителей Марокко вдвое превышает таковой для жителей европейских стран, Китая и Эквадора [5]. Также показано, что дети, проживающие близ Сахары, характеризуются достоверным превышением уровня свинца в крови по сравнению с США [11]. Источниками свинца в окружающей среде в первую очередь являются золотые [12] и свинец-цинковые [10] рудники. Непосредственные пути поступления свинца в организм могут быть связаны с загрязнением воды, почв, зерновых, а также пыли [13]. Загрязнение окружающей среды кадмием также является важной проблемой ряда африканских стран, в том числе Нигерии [14]. Хотя выбросы мышьяка не являются повсеместной проблемой на территории Африки, в отдельных случаях золотодобывающие работы связаны с выбросами мышьяка в окружающую среду и его последующим негативным влиянием на здоровье человека [15].

Несмотря на ведущую роль азиатских стран (в первую очередь КНР) в осуществлении выбросов ртути в атмосферу, максимальное содержание данного металла в волосах было характерно для студентов из Латинской Америки. Данное наблюдение согласуется с ранее установленными высокими концентрациями ртути и свинца у жителей Эквадора по сравнению с другими странами [5]. Ведущая роль ртути

в качестве неорганического поллютанта в регионе может быть обусловлена распространённостью кустарной добычи золота [16]. В частности, непосредственный вклад Латинской Америки в суммарный выброс ртути в атмосферу составляет 10% [17]. Наряду с ртутью загрязнение окружающей среды мышьяком также является актуальной медико-социальной проблемой региона ввиду высокой частоты патологии, обусловленной воздействием данного металлоида [18].

Проживание в Азии также является значимым предиктором кумуляции металлов в организме, связанным с концентрацией ртути и кадмия в моче. Данное наблюдение согласуется с результатами исследования, указывающего на более высокие концентрации ртути, свинца и кадмия в цельной крови у женщин, прибывших из Азии, по сравнению с канадской популяцией [4]. Обследование жителей Республики Бангладеш также выявило более высокие значения уровня ртути и мышьяка в волосах по сравнению с российскими показателями [19]. Более того, установленные значения концентрации токсичных металлов у первокурсников, прибывших из Азии, практически полностью согласуются с показателями студентов колледжа в Гуанчжоу [7]. Несмотря на значительные превентивные меры, загрязнение окружающей среды металлами остаётся значимой проблемой в Центральной и Юго-Восточной Азии [20].

Риск избыточного воздействия ртути сохраняется и для жителей Ближнего и Среднего Востока, что в целом соответствует наблюдаемому ежегодному увеличению выбросов данного металла в регионе в период с 2000 по 2015 г. [17]. Развитие металлообрабатывающей промышленности на Ближнем Востоке также вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды кадмием и свинцом [21].

Учитывая ранее выявленные стрессовые реакции у студентов-иностранцев, обучающихся на первом курсе РУДН [9], избыточная кумуляция металлов вследствие загрязнения окружающей среды регионов проживания может существенно снижать адаптивные реакции студентов посредством реализации широкого спектра механизмов токсичности [22], таким образом способствуя повышению заболеваемости и снижению эффективности обучения студентов-иностранцев.

## Заключение

Полученные данные свидетельствуют о повышенной кумуляции токсичных металлов, особенно ртути, свинца, кадмия, в организме первокурсников, прибывших в первую очередь из стран Африки и Латинской Америки, что может оказывать негативное влияние на состояние здоровья и эффективность обучения студентов-иностранцев. В то же время необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку непосредственного вклада избытка токсичных металлов в организме в показатели здоровья студентов РУДН.

## Литература

(п.п. 1, 2, 4–7, 10–18, 20–22 см. References)

3. Скальный А.В., Астраханцева Е.Ю., Скальная М.Г., Мазалецкая А.Л., Тиньков А.А. Социоэкономические эффекты влияния токсичных металлов на психо-интеллектуальное здоровье детей и подростков. *Микроэлементы в медицине*. 2017; 18(3): 3–12.
8. Троцук И.В., Витковская М.И. Адаптация иностранных студентов к условиям жизни и учебы в России (на примере РУДН). *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология*. 2004; 1(6): 169–81.
9. Киричук А.А., Радыш И.В., Чижов А.Я. Активность, дисбаланс и адаптационные реакции функциональных систем организма иностранных студентов российского университета дружбы народов в условиях мегаполиса. *Экология человека*. 2019; (1): 20–5.
19. Скальная О.А., Скальная А.А., Демидов В.А., Живаев Н.Г. Содержание химических элементов в волосах взрослых жителей округа Мименсингх, народная республика Бангладеш. Сообщение 1: токсичные микроэлементы (As, Be, Cd, Hg, Pb). *Микроэлементы в медицине*. 2015; 16(3): 45–9.

## References

1. Li Y., Zhou Q., Ren B., Luo J., Yuan J., Ding X. et al. Trends and health risks of dissolved heavy metal pollution in global river and lake water from 1970 to 2017. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2020; 251: 1–24. DOI: [http://doi.org/10.1007/398\\_2019\\_27](http://doi.org/10.1007/398_2019_27)
2. Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. *Heavy metal toxicity and the environment. In Molecular, clinical and environmental toxicology*. Basel: Springer; 2012: 133–64.
3. Skalny A.V., Astrakhanseva E.Yu., Skalnaya M.G., Mazaletskaia A.L., Tinkov A.A. Socioeconomic effects of toxic metal exposure on psycho-intellectual health of children and adolescents. *Mikroelementy v meditsine*. 2017; 18(3): 3–12. (in Russian)
4. Dix-Cooper L., Kosatsky T. Blood mercury, lead and cadmium levels and determinants of exposure among newcomer South and East Asian women of reproductive age living in Vancouver, Canada. *Sci Total Environ*. 2018; 619–20: 1409–19. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.126>
5. Hrubá F., Strömberg U., Černá M., Chen C., Harari F., Harari R. et al. Blood cadmium, mercury, and lead in children: an international comparison of cities in six European countries, and China, Ecuador, and Morocco. *Environ Int*. 2012; 41: 29–34. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envint.2011.12.001>
6. Münzel T., Daiber A. Environmental stressors and their impact on health and disease with focus on oxidative stress. *Antioxid Redox Signal*. 2018; 28(9): 735–40. DOI: <http://doi.org/10.1089/ars.2017.7488>
7. Lu S., Ren L., Fang J., Ji J., Liu G., Zhang J. et al. Trace elements are associated with urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine level: a case study of college students in Guangzhou, China. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2016; 23(9): 8484–91. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11356-016-6104-8>
8. Trotsuk I.V., Vitkovskaya M.I. Foreign students' adaptation to the Russian university reality (Peoples' Friendship University of Russia as an example). *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Sotsiologiya*. 2004; 1(6): 169–81. (in Russian)
9. Kirichuk A.A., Radysh I.V., Chizhov A.Ya. Activity, imbalance and adaptation responses of functional systems of organism of foreign students of Peoples' Friendship University of Russia in megapolis conditions. *Ekologiya cheloveka*. 2019; (1): 20–5. (in Russian)
10. Yabe J., Ishizuka M., Umemura T. Current levels of heavy metal pollution in Africa. *J Vet Med Sci*. 2010; 72(10): 1257–63. DOI: <http://doi.org/10.1292/jvms.10-0058>
11. Ngueta G., Ndjabou R. Blood lead concentrations in sub-Saharan African children below 6 years: systematic review. *Trop Med Int Health*. 2013; 18(10): 1283–91. DOI: <http://doi.org/10.1111/tmi.12179>
12. Dooyema C.A., Neri A., Lo Y.C., Durant J., Dargan P.I., Swarthout T. et al. Outbreak of fatal childhood lead poisoning related to artisanal gold mining in northwestern Nigeria, 2010. *Environ Health Perspect*. 2012; 120(4): 601–7. DOI: <http://doi.org/10.1289/ehp.1103965>
13. Bello O., Naidu R., Rahman M.M., Liu Y., Dong Z. Lead concentration in the blood of the general population living near a lead–zinc mine site, Nigeria: Exposure pathways. *Sci Total Environ*. 2016; 542(Pt. A): 908–14. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.143>
14. Orisakwe O.E. Lead and cadmium in public health in Nigeria: physicians neglect and pitfall in patient management. *N Am J Med Sci*. 2014; 6(2): 61–70. DOI: <http://doi.org/10.4103/1947-2714.127740>
15. Kamunda C., Mathuthu M., Madhuku M. Health risk assessment of heavy metals in soils from Witwatersrand gold mining basin, South Africa. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13(7): 663. DOI: <http://doi.org/10.3390/ijerph13070663>
16. Drewry J., Shandro J., Winkler M.S. The extractive industry in Latin America and the Caribbean: health impact assessment as an opportunity for the health authority. *Int J Public Health*. 2017; 62(2): 253–62. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00038-016-0860-6>
17. Streets D.G., Horowitz H.M., Lu Z., Levin L., Thackray C.P., Sunderland E.M. Global and regional trends in mercury emissions and concentrations, 2010–2015. *Atmospheric Environ*. 2019; 201: 417–27.
18. Khan K.M., Chakraborty R., Bundschuh J., Bhattacharya P., Parvez F. Health effects of arsenic exposure in Latin America: An overview of the past eight years of research. *Sci Total Environ*. 2020; 710: 136071. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136071>
19. Skalnaya O.A., Skalnaya A.A., Demidov V.A., Zhivaev N.G. Hair mineral element content in adult inhabitants of Mimensingh district, Bangladesh republic. Report 1: Toxic elements (As, Be, Cd, Hg, Pb). *Mikroelementy v meditsine*. 2015; 16(3): 45–9. (in Russian)
20. Barnett-Itzhaki Z., López M.E., Puttaswamy N., Berman T. A review of human biomonitoring in selected Southeast Asian countries. *Environ Int*. 2018; 116: 156–64. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.046>
21. Sistani N., Moeinaddini M., Khorasani N., Hamidian A.H., Ali-Taleshi M.S., Azimi Yancheshmeh R. Heavy metal pollution in soils nearby Kerman steel industry: metal richness and degree of contamination assessment. *IJHE*. 2017; 10(1): 75–86.
22. Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B.B., Beeregowda K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip Toxicol*. 2014; 7(2): 60–72. DOI: <http://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>