

Содержание калия в биосубстратах у юных спортсменов

Н.В. Рылова¹, А.С. Самойлов¹, А.В. Жолинский², И.В. Большаков¹¹ФГБУ «Государственный научный центр — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия;²Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, Москва, Россия

The content of potassium in biosubstrates in young athletes

N.V. Rylova¹, A.S. Samoilov¹, A.V. Zholinsky², I.V. Bolshakov¹¹Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, FMBA, Moscow, Russia;²Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation, FMBA, Moscow, Russia

Цель исследования. Изучение особенностей метаболизма калия у юных спортсменов на основании анализа его концентрации в биологических субстратах.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 123 школьника в возрасте от 12 до 17 лет. Были выделены группы: контрольная ($n=26$), юные спортсмены: пловцы ($n=33$), хоккеисты ($n=45$), фехтовальщики ($n=19$). Исследование проводили с помощью атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. В качестве субстрата для анализа использовали слюну и волосы.

Результаты. Установлено, что у детей и подростков контрольной группы содержание калия в слюне достоверно выше, чем у юных спортсменов всех групп ($p<0,001$). При этом показано, что содержание калия в волосах у атлетов статистически значимо выше, чем в контрольной группе ($p<0,01$). Применение корреляционного анализа позволило выявить отрицательную статистически значимую связь между концентрацией калия в слюне и в волосах ($R=-0,72$; $p<0,001$).

Выводы. Анализируя полученные результаты, можно предположить, что изменения содержания калия в слюне и волосах являются связанными процессами, вероятно, отражающими особенности метаболизма электролитов у юных спортсменов. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на установление закономерностей минерального обмена у юных спортсменов.

Ключевые слова: дети, юные спортсмены, калий, физическое развитие, дефицит биоэлементов.

Для цитирования: Рылова Н.В., Самойлов А.С., Жолинский А.В., Большаков И.В. Содержание калия в биосубстратах у юных спортсменов. Рос вестн перинатол и педиатр 2022; 67:(5): 184–187. DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-5-184-187

Purpose. To study the features of potassium metabolism in young athletes based on the analysis of its concentration in biological substrates.

Material and methods. The study involved 123 children aged 12 to 17 years. Four groups were formed: control ($n=26$), swimmers ($n=33$), hockey players ($n=45$), fencers ($n=19$). Samples were studied using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Saliva and hair were used as substrates for analysis.

Results. As a result of our study, it was found that in the control group, the content of potassium in saliva was significantly higher than in young athletes of all groups ($p<0.001$). At the same time, it was also shown that the content of potassium in the hair of people professionally involved in sports is significantly higher than that of the control group ($p<0.01$). The use of correlation analysis made it possible to identify a negative statistically significant relationship between the indicators of potassium concentrations in saliva and in hair ($R=-0.72$; $p<0.001$). **Conclusion.** The results obtained indicate the formation of potassium content in saliva and hair are probably related and may reflect the peculiarities of mineral metabolism processes in young athletes. Further research is needed to determine the mechanisms of mineral metabolism in young athletes.

Key words: children, young athletes, potassium, physical development, deficiency of bioelements.

For citation: Rylova N.V., Samoilov A.S., Zholinsky A.V., Bolshakov I.V. The content of potassium in biosubstrates in young athletes. Vestn Perinatol i Peditr 2022; 67:(5): 184–187 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-5-184-187

Калий играет ключевую роль в обеспечении нормальной жизнедеятельности всего организма [1]. Одна из основных функций калия — поддержание разности потенциалов клеточной мембраны, за счет

чего реализуются процессы возбуждения и передачи информации между клетками. Поддержание разности потенциалов особенно важно для адекватного функционирования нервной и мышечной тканей [2, 3].

© Коллектив авторов, 2022

Адрес для корреспонденции: Рылова Наталья Викторовна — д.м.н., проф., зав. лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации Государственного научного центра — Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна, ORCID: 0000-0002-9248-6292

e-mail: nrilova@fmbcfmba.ru

Самойлов Александр Сергеевич — д.м.н., ген. дир. Государственного научного центра — Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна, ORCID ID: 0000-0002-1227-2332

Большаков Иван Владимирович — ординатор кафедры восстановитель-

ной медицины, спортивной медицины, курортологии и физиотерапии с курсом сестринского дела Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования Государственного научного центра — Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна, ORCID ID: 0000-0002-6460-1337

123098 Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

Жолинский Андрей Владимирович — к.м.н., дир. Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации, ORCID ID: 0000-0002-0267-9761

121059 Москва, ул. Большая Дорогомиловская ул., д. 5

Кроме того, калий участвует в регуляции кислотно-щелочного баланса путем поддержания постоянной концентрации ионов водорода в интерстициальной жидкости и влияния на скорость выработки аммония в почках [4, 5].

Постоянство содержания данного элемента в организме обеспечивается балансом между его потреблением и выведением. Среднее потребление калия при стандартной западной диете не превышает 60–140 мэкв/сут. Почки выделяют почти 90% суточной нормы потребления калия, остальные 10% выводятся через желудочно-кишечный тракт (в том числе через слюну) [6]. Не менее важен и внутренний баланс калия (соотношение между внутриклеточным и внеклеточным содержанием элемента). Основными факторами, регулирующими постоянство концентрации данного катиона в жидких средах организма, являются секреция альдостерона, скорость кровотока в дистальных почечных канальцах и кислотно-щелочное состояние крови. Нарушение внутреннего и внешнего баланса калия негативно влияет на все органы и ткани организма человека. Гипокалиемия может вызвать развитие сердечных аритмий, а также приводит к слабости мышечной ткани, судорогам, метаболическому ацидозу, нарушению функционирования дыхательной и нервной систем [7].

Установлено, что испытывающий значительные физические и эмоциональные нагрузки организм ребенка высокочувствителен к дефициту макро- и микроэлементов [8]. Именно поэтому ранняя диагностика нарушений минерального обмена у детей имеет большое значение.

Цель исследования: изучение особенностей метаболизма калия у юных спортсменов на основании анализа его концентрации в биологических субстратах.

Характеристика детей и методы исследования

В исследовании приняли участие 123 ребенка в возрасте от 12 до 17 лет. Были выделены 4 группы. В 1-ю (контрольную) группу вошли 26 детей — 18 девочек и 8 мальчиков, средний возраст $14,46 \pm 0,34$ года, не занимающихся спортом. Уровень двигательной активности в данной группе в рамках занятий физической культурой был в школе и выполнения повседневных бытовых задач. Во 2-ю группу были включены 33 спортсмена-пловцов (24 мальчика и 9 девочек, средний возраст $15,06 \pm 0,2$ года). В 3-ю группу исследования включены 45 спортсменов, занимающихся хоккеем на траве (28 мальчиков и 17 девочек, средний возраст $15,42 \pm 0,2$ года). В 4-й группе было 19 юных спортсменов, занимающихся фехтованием (9 мальчиков и 10 девочек, средний возраст $14,74 \pm 0,39$ года).

В исследование включали детей без острых и хронических заболеваний. Критериями исключения служили жалобы на общее самочувствие, подтвержденный факт употребления лекарственных средств, биологически активных добавок, витаминно-

минеральных комплексов в течение 1 мес до исследования, недавно перенесенные острые вирусные инфекции и эпизоды повышенной температуры тела. Перед исследованием все участники были устно проинформированы о целях и методах обследования. Проводили опрос по анкете, включающей информацию о данных личного характера (ФИО) и уровне физической активности. Каждый испытуемый подписал информированное добровольное согласие.

Юные спортсмены различались по видам спорта, в то время как длительность занятий и спортивная квалификация были сопоставимы. Исследование проб проводили с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (аппарат Optima 2000 DV, PerkinElmer, США). В качестве субстрата для анализа использовали слюну и волосы. Для удаления поверхностного загрязнения и обезжиривания волосы обрабатывали ацетоном в течение 10–15 мин, после чего трехкратно промывали деионизированной водой. Затем волосы сушили при комнатной температуре в течение 10–15 мин.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программ Microsoft Office Excel 2013 и R-studio (версия 1.1.463) на языке R. Средние выборочные значения представлены в виде $\text{среднее} \pm \text{стандартная ошибка среднего} (M \pm SE)$. Проверку выборки на нормальность распределения проводили с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для проверки гипотезы о гомогенности дисперсий между группами использовали тест Бартлетта. Анализ данных был осуществлен методами параметрической статистики (однофакторный дисперсионный анализ и апостериорный критерий Тьюки для множественных сравнений). В случае нарушения предположения о нормальности распределения в группах сравнения и гомогенности дисперсии между выборками применяли методы непараметрического статистического анализа. При этом для выявления различий в значениях параметров между группами использовали ранговый однофакторный дисперсионный анализ (критерий Краскела–Уоллиса), а для парных сравнений применяли критерий Манна–Уитни с поправкой Бонферрони для множественных сравнений. Кроме того, использовали корреляционный анализ Пирсона. Различия при $p < 0,05$ считали статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

При исследовании проб слюны были получены следующие значения концентрации калия: 1-я группа (контроль) — $1499,23 \pm 75,66$ мкг/г, 2-я группа (плавание) — $756,12 \pm 28,97$ мкг/г, 3-я группа (хоккей на траве) — $761,76 \pm 24,80$ мкг/г, 4-я группа (фехтование) — $516,56 \pm 64,98$ мкг/г. Были также установлены значения концентрации калия в волосах: 1-я группа (контроль) — $30,93 \pm 6,17$ мкг/г, 3-я группа (хоккей на траве) — $95,88 \pm 12,14$ мкг/г, 4-я группа (фехтование) — $115,56 \pm 22,65$ мкг/г.

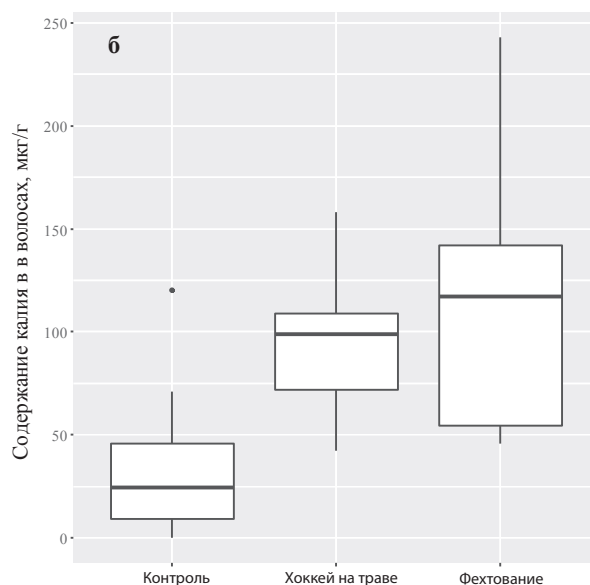
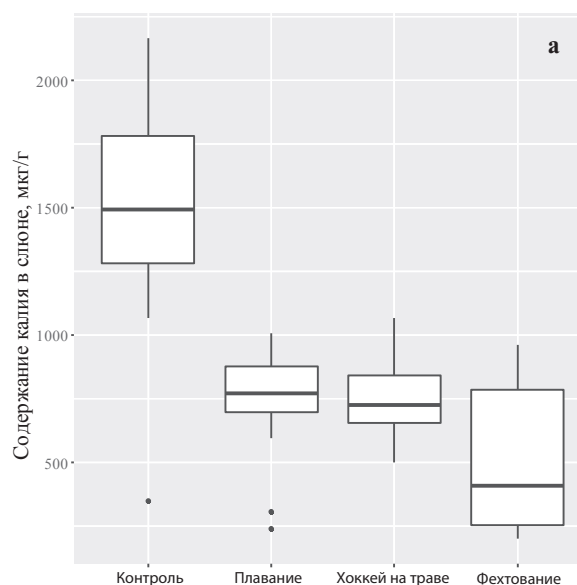


Рисунок. Сравнительная характеристика содержания калия в слюне обследуемых в зависимости от типа физической активности (а) и типа физической активности (б).

Figur. Comparative characteristics of the potassium content in saliva of the subjects, depending on the type of physical activity (a) and the type of physical activity (b).

В результате проведенного нами исследования установлено, что у лиц контрольной группы содержание калия в слюне достоверно выше, чем у юных спортсменов всех групп ($p < 0,001$). При этом также показано, что содержание калия в волосах у лиц, профессионально занимающихся спортом, статистически значимо выше, чем у лиц контрольной группы ($p < 0,01$). Применение корреляционного анализа позволило выявить отрицательную статистически значимую связь между концентрациями калия в слюне и в волосах ($R = -0,72$; $p < 0,001$). Отдельно стоит отметить, что сравнение концентраций калия в слюне и волосах у мальчиков и девочек не позволило установить статистически значимых различий ($p > 0,05$). Сравнительная характеристика содержания калия в биологических субстратах у представителей исследуемых групп представлена на рисунке.

Анализируя полученные результаты, можно предположить, что изменения содержания калия в слюне и в волосах — взаимосвязанные процессы, вероятно, отражающие нарушение метаболизма электролитов у юных спортсменов. Существуют данные, указывающие на то, что повышение концентрации в волосах элементов, необходимых для нормального функционирования организма, свидетельствует об усиленном их выведении и формировании преддефицита. Данное состояние, вероятно, может развиваться вследствие повышенных физических и психоэмоциональных нагрузок у профессиональных спортсменов [9]. К причинам снижения содержания калия в слюне можно отнести значительные потери электролитов с потом, мочой и другими жидкостями, снижение потребления калия с пищей, эндокринные нарушения, гипомagneмию, заболевания желудочно-

кишечного тракта и т.д. [10]. В данном случае сочетание снижения концентрации калия в слюне и повышения в волосах может быть также вызвано внутриклеточным сдвигом — трансцеллюлярным перемещением калия из интерстициального пространства в клетки. К основным причинам данного состояния относятся стимуляция или гиперактивность симпатической части вегетативной нервной системы, избыточная секреция катехоламинов мозговым веществом надпочечников и энтеральная гипералиментация, стимулирующая значительное высвобождение инсулина [11]. Конкретные механизмы возникновения описанных изменений метаболизма калия у юных спортсменов нуждаются в дальнейших исследованиях.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенного исследования выявлено статистически значимое снижение уровня калия в слюне у юных спортсменов по сравнению с контрольной группой. Кроме того, показано повышение концентрации калия в волосах у профессиональных спортсменов по сравнению с контролем. Анализ взятых проб позволил выявить отрицательную статистически значимую взаимосвязь между концентрацией калия в слюне и в волосах. Описанные изменения, вероятно, свидетельствуют о состоянии преддефицита калия у юных спортсменов. Возникновение данного состояния может быть обусловлено физическим и психоэмоциональным переутомлением, значительными потерями электролитов с потом, мочой и другими биологическими жидкостями. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на установление причин и точных механизмов возникновения преддефицита калия у юных спортсменов.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Elliott T.L., Braun M. Electrolytes: Potassium Disorders. FP Essentials 2017; 459: 21–28
2. Weir M.R., Rolfe M. Potassium homeostasis and renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors. Clin J Am Soc Nephrol 2010; 5(3): 531–548. DOI: 10.2215/CJN.07821109
3. Tinawi M. Hypokalemia: A Practical Approach to Diagnosis and Treatment. Arch Clin Biomed Res 2020; 4: 48–66
4. McDonough A.A., Youn J.H. Potassium Homeostasis: The Knowns, the Unknowns, and the Health Benefits. Physiology (Bethesda) 2017; 32(2): 100–111. DOI: 10.1152/physiol.00022.2016
5. Palmer B.F., Clegg D.J. Physiology and Pathophysiology of Potassium Homeostasis: Core Curriculum 2019. Am J Kidney Dis 2019; 74(5): 682–695. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.03.427
6. Kardalas E., Paschou S.A., Anagnostis P., Muscogiuri G., Siasos G., Vryonidou A. Hypokalemia: a clinical update. Endocr Connect 2018; 7(4): R135–R146. DOI: 10.1530/EC-18–0109
7. Zacchia M., Abategiovanni M.L., Stratigis S., Capasso G. Potassium: From Physiology to Clinical Implications. Kidney Dis (Basel) 2016; 2(2): 72–79. DOI: 10.1159/000446268
8. Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. М.: Советский спорт, 2007; 240. [Gol'berg N.D., Dondukovskaja R.R. Meals of young athletes. Moscow: Sovetskij sport, 2007; 240 (in Russ.)]
9. Скальный А.В. Питание в спорте: макро- и микроэлементы. М: Городец 2005; 144. [Skal'nyj A.V. Nutrition in Sport: macro- and micronutrients. Moscow: Gorodets, 2005; 144 (in Russ.)]
10. Clausen T. Hormonal and pharmacological modification of plasma potassium homeostasis. Fundam Clin Pharmacol 2010; 24(5): 595–605. DOI: 10.1111/j.1472–8206.2010.00859.x
11. Аверин Е.Е., Никитин А.Э., Поздняк А.О., Федорова Е.Л., Жук В.С., Давыдов С.И. и др. Резолюция экспертного совета. Практические аспекты диагностики и коррекции калий- и магнийдефицитных состояний. Кардиология 2020; 60(2): 155–164. [Averin E.E., Nikitin A.E., Pozdnyak A.O., Fedorova E.L., Zhuk V. S., Davydov S.I. et al. Expert Council Resolution. Practical Aspects of the Diagnosis and Correction of Potassium and Magnesium Deficiency States. Kardiologiya 2020; 60(2): 155–164. (in Russ.)]

Поступила: 14.06.22

Received on: 2022.06.14

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.