



<https://doi.org/10.34883/PI.2023.26.6.008>
УДК 612.015.6:612.392.62



Якубова Л.В.✉, Мисюк Л.Ф., Егорченко Н.П.

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Необходимость и современные возможности оценки обеспеченности организма калием

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Якубова Л.В. – концепция и дизайн статьи, обзор литературы, написание текста; Мисюк Л.Ф. – обзор литературы, сбор материала; Егорченко Н.П. – сбор материала, редактирование текста.

Подана: 31.08.2023

Принята: 15.10.2023

Контакты: yankovliuda@yandex.by, misiuk7mail.ru@yandex.ru

Резюме

В статье представлен обзор литературы по обеспеченности калием населения Республики Беларусь и других стран. Приведен перечень состояний и заболеваний, при которых стоит оценивать уровень калия в крови. В настоящее время оценка уровня калия выполняется в биохимических анализах крови поликлиник г. Гродно в 21,4–22,3% исследований. В статье представлен опросник для неинвазивной оценки содержания калия в организме, который может широко использоваться врачами в практическом здравоохранении.

Ключевые слова: калий, алиментарный дефицит калия, верифицированный опросник

Yakubova L., Misiuk L., Egorchenko N.

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Necessity and Modern Possibilities for Assessing the Body's Availability of Potassium

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Yakubova L. – concept and design of the article, literature review, text writing; Misiuk L. – review of literature, collection of material, Egorchenko N. – collection of material, text editing.

Submitted: 31.08.2023

Accepted: 15.10.2023

Contacts: yankovliuda@yandex.by, misiuk7mail.ru@yandex.ru

Abstract

The article presents a review of the literature on the availability of potassium to the population of the Republic of Belarus and other countries. A list of conditions and diseases in which it is worth assessing the level of potassium in the blood is given. Currently, the assessment of the level of potassium is performed in biochemical blood tests of polyclinics in Grodno in 21.4–22.3% of studies. The article presents a questionnaire for a non-invasive assessment of the content of potassium in the body, which can be widely used by doctors in practical healthcare.

Keywords: potassium, dietary potassium deficiency, verified questionnaire

Перечень состояний и заболеваний, при которых врачу стоит задуматься об обеспеченности организма калием, достаточно широк: артериальная гипертензия (АГ), нарушения мозгового кровообращения, нарушения ритма сердца, хроническая сердечная недостаточность, хроническая почечная недостаточность и острые почечные повреждения, ряд нефрологических заболеваний, сахарный диабет, гиперальдостеронизм, синдром/болезнь Кушинга, гипокортицизм, цирроз печени, ряд ревматических заболеваний (хроническая ревматическая болезнь сердца, ревматоидный артрит и др.), синдромы диареи, рвоты, гипергидроза, мышечной слабости и другие [1, 2]. Кроме этого, длительный прием ряда препаратов является фактором риска развития гипокалиемии: диуретики (кроме калийсберегающих), теофиллин, кофеин, передозировка инсулина, чрезмерное использование солодки, интоксикация верапамилом, высокие дозы антибиотиков (пенициллин, аминогликозиды, амфотерицин В), фенолфталеин и др. Так, по данным исследования SHEP, риск развития гипокалиемии в 1-й год лечения тиазидными диуретиками составляет 7,2% [3].

Алиментарный дефицит калия – это социально-исторический феномен, связанный с изменением культуры питания, обусловленный повышенным потреблением соленой, сладкой, высококалорийной, несбалансированной пищи, сопровождающийся глобальным ростом ожирения. По данным греческого исследования, дефицит ежедневного потребления калия в возрасте 40–60 лет встречается у 93,8% женщин и у 98,3% мужчин, а в возрастной категории 50–75 лет – у 99,5% женщин [4]. Для Беларуси характерно избыточное диетарное потребление натрия, что является фактором риска развития гипокалиемии [5]. Так, по данным исследования STEPS (2016 г.), белорусские мужчины потребляют 12,4 г поваренной соли в день, женщины – 9 г в день [6], в то время как для профилактики развития сердечно-сосудистых заболеваний рекомендовано до 5 г общего потребления соли в день [7]. В ряде международных рекомендаций по ведению пациентов с АГ показано увеличивать потребление калия вместе с ограничением натрия [8, 9].

Следует отметить, что за последнее десятилетие увеличились нормы потребления калия и в настоящее время ВОЗ рекомендует 3150 мг в день. Согласно американским рекомендациям, пациентам с АГ следует стремиться к ежедневному потреблению 3500–5000 мг калия, преимущественно за счет диеты, наряду с ограничением потребления натрия [9]. Результаты выполненного нами исследования в 2010 г. с оценкой фактического потребления с пищей макро- и микронутриентов жителями западного региона Беларуси ($n=167$, 91% женщин) показали, что женщины потребляют калия в среднем $1919,1 \pm 551,7$ мг/день, а мужчины – $2484,1 \pm 1012,7$ мг/день [10]. Очевидно, что такого потребления недостаточно по современным рекомендациям.

У взрослого человека общее содержание калия в организме составляет приблизительно 3500 ммоль, большая часть которого (98%) находится внутриклеточно; соответственно, около 2% всего K^+ в организме находится во внеклеточном жидкостном пространстве. Калиевый баланс регулируется прежде всего за счет экскреции почками (90%), а оставшиеся 10% выводятся кишечником. В норме почками и кишечником экскретируется столько калия, сколько его поступает в экстраклеточную жидкость. Развитие длительной гиперкалиемии всегда означает нарушение функции почек, а все другие вышеуказанные состояния и заболевания являются фактором развития гипокалиемии. С клинических позиций необходимо подчеркнуть, что пациенты с умеренной гипокалиемией (плазменная концентрация калия 3,0–3,5 ммоль/л) обычно не имеют никаких клинических симптомов. При снижении уровня калия ниже 3,0 ммоль/л могут быть следующие клинические проявления:

- нервно-мышечные: судороги икроножных мышц, слабость скелетных мышц, включая дыхательные (от пареза до паралича в тяжелых случаях), при вовлечении гладких мышц происходит снижение моторики желудочно-кишечного тракта (метеоризм, запоры, кишечная непроходимость), паралич мочевого пузыря;
- сердечно-сосудистые: нарушения ритма в виде желудочковых аритмий, экстрасистол и др., артериальная гипертензия или гипотензия;

- почечные: полиурия и никтурия вследствие нарушения концентрационной способности почек (гипокалиемия уменьшает чувствительность рецепторов почечных канальцев к антидиуретическому гормону);
- метаболические: нарушение секреции инсулина.

Клинические проявления гипокалиемии не очень специфичны, поэтому до того как недостаток распознан, пациенты с отдельными симптомами могут обращаться к врачам общей практики, неврологам, гастроэнтерологам, нефрологам. Следует отметить, что гипокалиемия тесно коррелирует с величиной общего дефицита калия в организме, в то время как нормальное содержание калия в сыворотке крови не исключает его снижения в организме. В то же время гипокалиемия не всегда связана с истинным истощением запасов калия в организме. Феномен перераспределения калия наблюдается при критических состояниях, например, во время острого инфаркта миокарда, при введении инсулина (при лечении гипергликемии), β_2 -агонистов (во время остановки сердца, в ходе послеоперационной поддержки артериального давления у пациентов, перенесших кардиоторакальную хирургию, при лечении астматического статуса). Во время острого инфаркта миокарда возникает всплеск эндогенных катехоламинов (нейрогуморальный ответ), оказывающий β_2 -адренергически опосредованное действие, вызывая быстрое преходящее трансцеллюлярное смещение ионов калия, что приводит к кратковременному, но резкому падению калия в сыворотке крови примерно на 0,5–0,6 ммоль/л. В ряде небольших исследований показана взаимосвязь между уровнем калия в сыворотке крови и развитием желудочковых аритмий у пациентов, госпитализированных с острым инфарктом миокарда [11–13]. Аритмогенность трансцеллюлярных сдвигов калия подтверждается результатами аутопсийного исследования миокарда у лиц, умерших от остановки сердца. У таких пациентов содержание калия в миокарде было значительно ниже (0,063 ммоль/г сырого веса), чем у умерших от травмы (0,074 ммоль/г сырого веса; $p < 0,025$). Достоверно ниже была и концентрация магния в миокарде [14]. Соответственно, обоснованно внутривенное применение препаратов калия, в том числе в сочетании с магнием, у пациентов в критических состояниях. Так, по данным многоцентрового проспективного рандомизированного контролируемого исследования, раннее назначение калия и магния аспарагината при остром инфаркте миокарда улучшает прогноз. В исследование были включены 3179 пациентов, которых рандомизировали на две группы, пациентам исследуемой группы ($n=1691$) внутривенно вводили калия и магния аспарагинат в течение 5 дней с последующим пероральным приемом по 1 таблетке 3 раза в день на протяжении 10 дней. В исследуемой группе была достоверно ниже общая смертность, чем в контрольной группе (6,5 против 10,0%; $p=0,005$), ниже частота реперфузионных аритмий (46,8 против 53,5%; $p=0,026$) и на 47,3% был ниже риск фибрилляции желудочков, остановки сердца [15]. Следует отметить, что биодоступность препаратов калия и магния зависит от ряда факторов. Научные данные свидетельствуют о лучшей биодоступности органических солей калия и магния [16]. Аспарагиновая кислота обладает выраженной способностью повышать проницаемость мембран для ионов калия и магния, активно участвует в синтезе АТФ. Калия и магния аспарагинат в нашей стране представлен препаратом Панангин в форме как раствора, так и таблеток, что дает возможность для эффективного восполнения баланса калия и магния в организме.

Несмотря на то что перераспределительная гипокалиемия возникает независимо от общего баланса калия в организме, трансцеллюлярные сдвиги калия в критических состояниях всегда следует рассматривать в контексте основного баланса калия в организме. Если у пациента до развития острого инфаркта миокарда были нормальные или высокие значения калия в сыворотке крови, вероятнее всего, он испытал бы падение сывороточного калия до диапазона, который незначительно увеличил бы риск последующих желудочковых аритмий. Напротив, пациенты с исходно пониженным содержанием калия в организме и/или гипокалиемией будут подвержены гораздо большему аритмогенному риску [2, 17, 18]. Это еще один фактор, указывающий на необходимость оценки содержания калия в организме у лиц с факторами риска развития гипокалиемии.

Необходимость оценки уровня калия в крови в настоящее время указана в ряде приказов и постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь, регламентирующих большой перечень заболеваний и состояний. Выполненный нами фактический анализ направлений на биохимический анализ крови из поликлиник г. Гродно показал, что оценка уровня калия выполняется в 21,4–22,3% исследований. Это подчеркивает важность и потребность врачей в оценке содержания калия в организме пациентов. Анализ существующей литературы показал, что наиболее безопасным и обеспечивающим стабильность множества физиологических процессов в организме является поддержание уровня калия в крови в диапазоне 4,0–5,0 ммоль/л [18].

Верифицированный опросник для оценки обеспеченности калием [19]
Verified questionnaire for assessing potassium sufficiency [19]

Признак	Балл	Значение признака у пациента	Результат
Артериальное давление в диапазоне нормы (1 – да, 0 – нет)	+6		
Хорошее самочувствие (1 – да, 0 – нет)	+2		
Прием витаминных комплексов курсами не менее 2 раз в год (1 – да, 0 – нет)	+1,5		
Возраст, лет	–0,2		
Число случаев ОРВИ за год	–0,5		
Гиподинамия как отсутствие регулярной физической активности минимум 30 мин. ежедневно – быстрая ходьба, плавание, велосипед и др. (1 – да, 0 – нет)	–1		
Ежедневное употребление алкоголя – более 30 мл/сут этанола (1 – да, 0 – нет)	–2		
Регулярное употребление рафинированных продуктов: кондитерские изделия, чипсы, сахар, лимонады и др. (1 – да, 0 – нет)	–2		
Симптом «прикладывания» – стремление к поддержке головы рукой из-за усталости мышц шеи и спины (0 – нет, 1 – 1 раз в сутки, 2 – 2 или 3 раза в сутки, 3 – более 3 раз в сутки)	–2		
Судороги икроножных мышц (0 – нет, 1 – 1 раз в сутки, 2 – 2–3 раза в сутки, 3 – более 3 раз в сутки)	–2		
У вас наблюдаются геморроидальные узлы? (1 – да, 0 – нет)	–2		
У женщин: болезненность живота, головная боль перед менструацией (1 – да, 0 – нет)	–2,5		
Темные круги вокруг глаз (1 – да, 0 – нет)	–3		
Частые боли в крестцово-поясничной области – ишиас (1 – да, 0 – нет)	–5		
Гиперакузия – гиперчувствительность к звукам, ощущение «все очень громко» (1 – да, 0 – нет)	–7		
Итог в баллах	+71 балл		
Прогноз концентрации калия в эритроцитах			
Измеренная концентрация калия в плазме			

Примечания: для оценки обеспеченности калием (прогноз концентрации $K^+(ЭР)$) нужно умножить наблюдаемое значение признака (возраст, число ОРВИ в год и т.п.) на балл признака и суммировать по всем признакам. Затем полученный результат необходимо прибавить к 71. В результате вычисляется оценка уровней $K^+(ЭР)$, единицы измерения 1 балл = 1 ммоль/л. Стандартное отклонение оценки $K^+(ЭР)$ составляет в среднем 20 ммоль/л. Так как диапазон нормы уровня калия в эритроцитах составляет от 70 до 112 ммоль/л, то значение полученной оценки менее 70 ммоль/л соответствует сниженной обеспеченности организма калием.

Группой ученых под руководством Громовой О.А. [19] был предложен верифицированный опросник по оценке обеспеченности организма калием, основанный на клинической симптоматике, коморбидной дефициту калия, который не включает данные о приеме препаратов калия и/или потреблении калия с пищей (см. таблицу). Представленный опросник был разработан при анализе данных 400 пациентов, у каждого из которых оценивался 521 показатель, а определение калия проводилось в плазме, эритроцитах и моче (КПЭМ). Наилучшее качество прогноза обеспеченности организма калием было достигнуто для оценки концентрации калия в эритроцитах ($r=0,72$), что вполне понятно, поскольку, являясь внутриклеточным элементом, калий осуществляет свои биологические эффекты на мембране и внутри клетки. В опросник вошли наиболее информативные клинические признаки, которые сильнее коррелировали с концентрацией калия в эритроцитах при построении регрессионных моделей и метрических карт.

Таким образом, очевидна высокая потребность практического здравоохранения и населения в целом в оценке обеспеченности организма калием, а современные возможности дают пациенту и врачу инструмент для неинвазивной скрининговой оценки в виде опросника и по показаниям дальнейшего лабораторного исследования уровня калия.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Yakubova L.V. Factors predetermining the development of heart rhythm disorders, prevention and treatment options in the context of the COVID-19 pandemic. *Recipe*. 2022;25(4):475–483. DOI: 10.34883/Pl.2022.25.4.005. (in Russian)
2. Yakubova L.V. Factors predetermining the development of heart rhythm disorders, prevention and treatment options in the context of the COVID-19 pandemic. *Recipe*. 2022;25(4):475–483. DOI: 10.34883/Pl.2022.25.4.005. (in Russian)
3. Franse L.V., Pahor M., Di Bari M. et al. Hypokalemia associated with diuretic use and cardiovascular events in the Systolic Hypertension in the Elderly Program. *Hypertension*. 2000;35:1025–1030. DOI: 10.1161/01.hyp.35.5.1025.
4. Manios Y., Moschonis G., Mavrogianni C. et al. Micronutrient Intakes among Children and Adults in Greece: The Role of Age, Sex and Socio-Economic Status. *Nutrients*. 2014;6:4073–4092. DOI: 10.3390/nu6104073.
5. Cohn J.N., Kowey P.R., Whelton P.K. et al. *Arch. Intern. Med.* 2000;160:2429–2436. DOI: 10.1001/archinte.160.16.2429.
6. Prevalence of risk factors for non-communicable diseases in the Republic of Belarus, 2017. STEPS 2016 (2017) WHO. Available at: <http://www.drogcge.by/e/97049-pasprostranennost-faktorov-riska-neinfekts/> (accessed 28 Nov. 2022). (in Russian)
7. Visseren L.J.F., Mach F., Smulders Y.M. et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42(34):3227–3337. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab484
8. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*. 2018;39(33):3021–3104. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy339.
9. Whelton P.K., Carey R.M., Aronow W.S. et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018;71(6):e13–e115. DOI: 10.1161/HYP.000000.0000000065
10. Yankovskaya L.V., Povoroznyuk V.V., Balatskaya N.I. Real intake of macroand micronutrients with food BY Belarus western region residents. *Zdravookhranenie*. 2012;2:48–52. (in Russian)
11. Nordrehaug J.E., Johannessen K.A., Von Der Lippe G. Serum potassium concentration as a risk factor of ventricular arrhythmias early in acute myocardial infarction. *Circulation*. 1985;71:645–649. DOI: 10.1161/01.cir.71.4.645.
12. Nordrehaug J.E. Malignant arrhythmias in relation to serum potassium values in patients with an acute myocardial infarction. *Acta Med Scand Suppl*. 1981;647:101–107. DOI: 10.1111/j.0954-6820.1981.tb02645.x.
13. Solomon R.J., Cole A.G. Importance of potassium in patients with acute myocardial infarction. *Acta Med Scand Suppl*. 1981;647:87–93. DOI: 10.1111/j.0954-6820.1981.tb02643.x.
14. Johnson C.J., Peterson D.R., Smith E.K. Myocardial tissue concentrations of magnesium and potassium in men dying suddenly from ischemic heart disease. *Am J Clin Nutr*. 1979;32:967–970. DOI: 10.1093/ajcn/32.5.967.
15. Zhu W.L. A multi-center randomized clinical trial to evaluate the efficacy of early administration of magnesium in acute myocardial infarction. *Chinese Journal of Cardiology*. 2002;30:82–5.
16. Coudray C., Rambeau M., Feillet-Coudray C. et al. Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magnesium Research*. 2005;18 (4):215–23.
17. Yakubova L.V. Factors predetermining the development of heart rhythm disorders, prevention and treatment options in the context of the COVID-19 pandemic. *Recipe*. 2022;25(4):475–483. DOI: 10.34883/Pl.2022.25.4.005. (in Russian)
18. Sica D.A., Struthers A.D., Cushman W.C. et al. Importance of Potassium in Cardiovascular Disease. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2002;4(3):198–206. DOI: 10.1111/j.1524-6175.2002.01728.
19. Gromova O.A., Egorova E.Yu., Torshin I.Yu. et al. A verified questionnaire for patients on assessing the availability of potassium, developed by methods of data mining. *Consilium Medicum*. 2017;19(12):84–90. DOI: 10.26442/2075-1753_19.12.84-90. (in Russian)