

e-ISSN: 2345-0592

Online issue

Indexed in *Index Copernicus*

Medical Sciences

Official website:
www.medicisciences.com



The importance of hypokalemia and its treatment: an overview

Valerija Čukanova¹

¹*Vilnius City Clinical Hospital, Vilnius, Lithuania*

Abstract

Potassium is the principal positive ion in the human body. Almost 98% of potassium is located in a cell, with the concentration gradient being supported by an adenosine triphosphatase pump (Na⁺ / K⁺ -ATPase). The ratio of the extracellular and intracellular potassium is important when trying to determine membrane potential of a cell. Potassium helps to preserve the balance of acidity and alkalinity, maintains isotonicity and cellular electrodynamic activity. Potassium also activates many enzyme-related reactions and plays an important role in transmitting nerve impulses, contracting heart, skeleton and smooth muscles, as well as supporting gastric secretion and kidneys. Hypokalemia is a condition when blood's potassium levels drop below 3,5 mmol/l. It is one of the most frequently encountered electrolyte disorders in clinical practice, which can lead to many life-threatening complications. People with chronic heart and vascular disorders or kidney diseases are considered as high risk. A normal blood potassium level is 3,5 – 5,0 mmol/l. The severity of hypokalemia is normally classified by the serum potassium level: Light when serum potassium level is 3,0 – 3,4 mmol/l, moderate when serum potassium level is 2,5 – 3,0 mmol/l, and severe when serum potassium level drops below 2,5 mmol/l. Causes of hypokalemia include loss of potassium with urine or from digestive system, use of diuretics and adrenal hyperplasia. Symptoms are usually proportional to the severity and duration of hypokalemia. Usually, symptoms manifest when serum potassium level is lower than 3,0 mmol/l, except for instances when it drops suddenly, or a patient is susceptible to arrhythmia. The main cause of hypokalemia is determined after conducting a comprehensive anamnesis and appropriate physical tests. In order to determine severity of hypokalemia and prescribe an effective treatment it is crucial to evaluate potassium level in blood serum and urine. For patients with light or moderate hypokalemia, it is recommended to prescribe one-time intake of KCl. For patients with serum potassium levels below 2,5 mmol/l, intravenous correction of hypokalemia is recommended.

Keywords: hypokalaemia, potassium, electrolytes, kidneys, acid alkaline balance.

Hipokalemijos svarba ir gydymas: apžvalga

Valerija Čukanova¹

¹*Vilniaus Miesto Klinikinė ligoninė, Vilnius, Lietuva*

Santrauka

Kalis yra pagrindinis žmogaus kūno jonas. Beveik 98% kalio yra ląstelėje, o koncentracijos gradientą palaiko natrio ir kalio suaktyvinta adenezino trifosfazės ($\text{Na}^+ / \text{K}^+ \text{-ATPazė}$) pompa. Ekstraląstelinio ir intraląstelinio tarpo kalio santykis yra svarbus nustatant ląstelių membranos potencialą. Kalis išsaugo rūgščių ir šarmų pusiausvyrą, palaiko izotoniškumą, taip pat elektrodinaminę ląstelių funkciją. Šis elementas suaktyvina daugelį fermentinių reakcijų organizme ir vaidina svarbų vaidmenį perduodant nervinius impulsus, sutraukiant širdies raumenis, taip pat skeleto ir lygiuosius raumenis, palaiko skrandžio sekreciją ir inkstų funkciją. Būklė, kai kalio kiekis kraujyje yra mažesnis nei 3,5 mmol/l vadinama hipokalemija. Tai yra vienas iš dažniausiai sutinkamų elektrolitų sutrikimų klinikinėje praktikoje. Didelės rizikos grupei priklauso žmonės, sergantys lėtinėmis širdies-kraujagyslių, inkstų ligomis, todėl jų kalio koncentracijos kraujyje kontrolė privaloma atlikti dažniau. Svarbu žinoti, jog hipokalemiją gali sukelti daugybę gyvybei pavojingų komplikacijų. Normalus kalio kiekis kraujyje yra 3,5 – 5 mmol/l. Hipokalemija yra klasifikuojama pagal sunkumo laipsnį: lengva - kalio koncentracija serume nuo 3 iki 3,4 mmol / l; vidutinio sunkumo - kalio koncentracija serume nuo 2,5 iki 3 mmol / l; sunki - kalio koncentracija serume yra mažesnė nei 2,5 mmol / l. Hipokalemijos priežastys: kalio praradimas su šlapimu arba per virškinimo traktą, vartojant diuretikus, sergant antinksčių hiperplazija bei kitomis ligomis. Simptomų pasireiškimas yra proporcingas hipokalemijos sunkumo laipsniui ir trukmei. Paprastai simptomai pasireiškia tik tada, kai kalio kiekis serume yra mažesnis kaip 3,0 mmol / l (išskyrus atvejus kai jis sumažėja greitai arba pacientas turi polinkį į ritmo sutrikimus). Pagrindinė hipokalemijos priežastis paprastai nustatoma surinkus išsamią anamnezę ir atlikus fizinį ištyrimą. Norint įvertinti hipokalemijos sunkumą ir pradėti veiksmingą gydymą, reikia įvertinti kalio kiekį serume ir šlapime. Gydymo paskyrimas priklauso nuo hipokalemijos sunkumo laipsnio. Pacientams, kurių kalio koncentracija yra 2,5–3,5 mmol / l (atspindi lengvą ar vidutinio sunkumo hipokalemiją), rekomenduojama skirti KCl tablečių arba geriamojo tirpalo (vienkartinai). Pacientams, kurių kalio kiekis yra mažesnis nei 2,5 mmol / l, rekomenduojama korekcija intraveniškai.

Raktiniai žodžiai: hipokalemija, kalis, elektrolitai, inkstai, šarmų-rūgščių balansas.

Įvadas

Kalis yra pagrindinė mineralinė žmogaus kūno sudedamoji dalis ir pagrindinis katijonas, esantis visų ląstelių tarpląsteliniam skystyje. Kalis išsaugo rūgščių ir šarmų pusiausvyrą, palaiko izotoniškumą, taip pat elektrodinaminę ląstelių funkciją. Šis elementas suaktyvina daugelį fermentinių reakcijų organizme ir vaidina svarbų vaidmenį perduodant nervinius impulsus, sutraukiant širdies raumenis, taip pat skeleto ir lygiuosius raumenis, vykdo audinių sintezę, palaiko skrandžio sekreciją ir inkstų funkciją [1]. Būklė, kai kalio kiekis kraujyje yra mažesnis nei 3,5 mmol/l, vadinama hipokalemija. Tai vienas iš dažniausių sutinkamų elektrolitų sutrikimų klinikinėje praktikoje. Svarbu žinoti, jog hipokalemiją gali sukelti daugybę gyvybei pavojingų komplikacijų. Todėl būtina nustatyti pagrindinę hipokalemijos priežastį, nes tai gali turėti ne tik diagnostinę, bet ir terapinę reikšmę. Hipokalemijos gydymas turi keturis tikslus: sumažinti kalio nuostolius, papildyti kalio atsargas, įvertinti galimą toksiškumą bei nustatyti to priežastį, jog būtų galima išvengti pasikartojančių epizodų. Pagrindinis hipokalemijos gydymo tikslas turėtų būti pagrindinės ligos gydymas arba priežasties pašalinimas [2]. Šiame straipsnyje apžvelgsime hipokalemijos kliniką ir gydymo metodus.

Klasifikacija ir epidemiologija

Dauguma hipokalemijos atvejų – lengvi. Normalus kalio kiekis kraujyje yra 3,5 – 5,0 mmol/l. Hipokalemija yra klasifikuojama pagal sunkumo laipsnį: lengva - kalio koncentracija serume nuo 3,0

iki 3,4 mmol/l; vidutinio sunkumo - kalio koncentracija serume nuo 2,5 iki 3,0 mmol/l; sunki - kalio koncentracija serume yra mažesnė nei 2,5 mmol/l [3]. Sunki ir gyvybei pavojinga hipokalemija yra kai kalio kiekis yra mažesnis kaip 2,5 mmol/l. Ambulatoriniams pacientams, kuriems atliekama laboratorinė kalio kontrolė, lengvo laipsnio hipokalemija diagnozuojama 14% atvejų [4]. Beveik 20% hospitalizuotų pacientų nustatoma hipokalemija, tačiau tik 4,0 – 5,0% atvejų ji yra kliniškai reikšminga. Tarp vyriškos ir moteriškos lyties paplitimo reikšmingų skirtumų nėra [5].

Patofiziologija

Kalis yra pagrindinis kūno jonas. Beveik 98% kalio yra ląstelėje, o koncentracijos gradientą palaiko natrio ir kalio suaktyvinta adenosino trifosfazės (Na⁺ / K⁺ -ATPazė) pompa. Ekstraląstelinio ir intraląstelinio tarpo kalio santykis yra svarbus nustatant ląstelių membranos potencialą. Nedideli tarpląstelinio kalio lygio pokyčiai gali turėti didelę įtaką širdies ir kraujagyslių bei neuromuskulinių sistemų funkcijai. Natrio-kalio pompą kontroliuoja insulinas ir beta-2 receptoriai. Kalio balanso suvartojimas ir kalio išsiskyrimas per inkstus leidžia pasiekti ilgalaikį kalio balansą organizme [2,4].

Hipokalemijos priežastys

Hipokalemijos priežasties nustatymas yra svarbus, siekiant išvengti pasikartojimo epizodų ir pasirenkant tinkamus gydymo ir prevencijos būdus.

Išskiriamos šios hipokalemijos priežastys:

- Kalio praradimas su šlapimu. Inkstai yra pagrindinis kalio pusiausvyrą palaikantis organas. Maždaug 90% per parą suvartojamo K + kiekio išsiskiria su šlapimu, tuo tarpu mažesnis procentas (10%) išsiskiria per virškinimo traktą. Diuretikų vartojimas, endokrininės ligos ir inkstų funkciją veikiančios genetiniai sindromai skatina kalio išsiskyrimą su šlapimu [6].
- Padidėjęs kalio išskyrimas per virškinimo traktą. Kalio išskyrimas padidėja dėl užsitęsusių viduriavimo ar vėmimo, lėtinio vidurius laisvinančio vaistų vartojimo, žarnyno nepraeinamumo ar infekcijų.
- Insulino vartojimas, simpatinės nervų sistemos stimuliavimas, tirotoksikozė ir įprastas periodiškasis paralyžius [7].
- Įgimta antinksčių hiperplazija, atsirandanti dėl fermentinių defektų, yra genetinis sindromas, stipriai susijęs su hipertenzija ir hipokalemija, atsirandantis dėl per didelio mineralkortikoidų poveikio.
- Hipomagnezemija. Daugiau nei 50% kliniškai reikšmingos hipokalemijos yra susijusi su magnio trūkumu ir dažniausiai pasireiškia asmenims, gydomiems kilpiniais ar tiazidinėmis diuretikais. Kartu pasireiškiantis magnio trūkumas ilgą laiką buvo vertinamas kaip hipokalemijos pasunkėjimas. Tačiau hipokalemija ir kartu pasireiškianti hipomagnezemija dažnai atspari gydymui [8].

Klinika

Simptomų pasireiškimas yra proporcingas hipokalemijos sunkumo laipsniui ir trukmei. Paprastai simptomai pasireiškia tik tada, kai kalio kiekis serume yra mažesnis kaip 3,0 mmol/l, (išskyrus atvejus kai jis sumažėja greitai arba pacientas turi polinkį į ritmo sutrikimus). Hipokalemijos simptomai priklauso nuo jos sunkumo lygio:

- Lengvo ir vidutinio laipsnio hipokalemija paprastai būna besimptomė arba lengvos simptomatikos, pasireiškianti galvos svaigimu, bendru silpnumu, pykinimu. Ji ypač būdinga senyvo amžiaus žmonėms arba žmonėms, kurie serga lėtinėmis širdies-kraujagyslių arba inkstų ligomis.
- Sunkios hipokalemijos požymiai:
 - Šlapimo takų sistema: metabolinė acidozė, rabdomiolizė, hipokaleminė inkstų liga (kanalėlių intersticinis nefritas).
 - Nervų sistema: kojų mėšlungis, paralyžius.
 - Virškinimo trakto sistema: vidurių užkietėjimas ar žarnyno paralyžius.
 - Kvėpavimo sistema: kvėpavimo nepakankamumas.
 - Širdies ir kraujagyslių sistema: EKG pokyčiai (U bangos, T bangos išlyginimas, ST segmento pokyčiai) širdies aritmijos ar širdies nepakankamumas [9].

Diagnostika

Pagrindinė hipokalemijos priežastis paprastai nustatoma surinkus išsamią anamnezę ir atlikus fizinį ištyrimą. Norint įvertinti hipokalemijos sunkumą ir pradėti veiksmingą gydymą, reikia įvertinti kalio kiekį serume ir šlapime [10].

Svarbiausi biocheminiai kraujo tyrimai yra natrio, kalio, gliukozės, chloro, bikarbonatų, šlapalo ir kreatinino koncentracija kraujo serume. Elektrolitai (kalis ir chloras) šlapime yra naudingi, norint diferencijuoti tarp inkstų ir ne inkstų kilmės sukeltas hipokalemijos priežastis. Kai pagrindinė priežastis nėra aiški, rekomenduojama atlikti arterinių kraujo dujų analizę, kadangi vienos iš dažniausių hipokalemijos priežasčių yra metabolinė acidozė ir alkalozė. Kadangi arterinio ir veninio kraujo mėginių skirtumas, atsižvelgiant į kalio kiekį, yra kliniškai nereikšmingas, skubios pagalbos skyriuje kalio koncentracijos įvertinimas veniniame kraujyje nėra kontraindikuotinas. Rekomenduojama išmatuoti šlapimo pH, siekiant atmesti inkstų kanalėlių acidozės diagnozę. Kalcio išsiskyrimas su šlapimu yra labai svarbus, norint atmesti Barterio sindromą. Pacientui vartojant digokciną ilgą laiką, rekomenduojama išmatuoti šio medikamento kiekį serume [10].

Du pagrindiniai diagnostinio vertinimo komponentai yra kalio išsiskyrimo su šlapimu įvertinimas, siekiant nustatyti kalio nuostolius per šlapimą (pvz. gydymą diuretikais, pirminių

aldosteronizmą) nuo kitų hipokalemijos priežasčių (pvz. virškinimo trakto praradimą) ir rūgščių ir šarmų būklės įvertinimas dėl metabolinės alkalozės ar acidozės [11].

Gydymas

Hipokalemijos gydymas turi keturis tikslus: sumažinti kalio nuostolius, papildyti kalio atsargas, įvertinti galimą toksiškumą ir nustatyti priežastį, jog būtų išvengti pasikartojančių epizodų.

Pagrindinis gydymo tikslas turėtų būti pagrindinės ligos gydymas arba priežasties pašalinimas. Būtina nutraukti vidurius laisvinančių vaistų, kalį neutralizuojančių ar kalį sulaikančių diuretikų vartojimą [12]. Taip pat reikia iširti ar nėra hipomagnezemijos ir ją koreguoti. Esant hipomagnezemijai, hipokalemija gali būti atspari paskirtam gydymui [13].

Gydymo skyrimas priklauso nuo hipokalemijos sunkumo laipsnio. Pacientams, kurių kalio koncentracija yra 2,5 – 3,5 mmol/l (atspindi lengvą ar vidutinio sunkumo hipokalemiją), rekomenduojama skirti KCl tablečių arba geriamojo tirpalo (vienkartinai). Geriamąjį kalį reikia vartoti kartu su dideliu kiekiu skysčio (nuo 100 iki 250 ml vandens, atsižvelgiant į kalio tabletės formą), ir geriau jį išgerti valgant arba po valgio. Jei kalio kiekis yra mažesnis kaip 2,5 mmol/l, rekomenduojama korekcija intraveniškai. Šis būdas taip pat turėtų būti pirmo pasirinkimo tiems pacientams, kuriems pasireiškia pykinimas, vėmimas ar pilvo skausmas [13].

1 lentelė. Hipokalemijos gydymas [14].

Lengva	Kalio tabletės (72 mmol / dieną) arba i.v. kalio infuzija 25 ml (75 mmol per dieną)
Vidutinė	Kalio tabletės (96 mmol / dieną) arba i.v. kalio infuzija 25 ml (100 mmol per dieną)
Sunki	Intraveninis pakaitalas 40 mmol KCl 1 l 0,9% NaCl (gali būti naudojama 5% gliukozės)

Išvados

Hipokalemija yra dažnai sutinkamas elektrolitų sutrikimas tiek ambulatoriniams, tiek hospitalizuotiems pacientams. Didelės rizikos grupei priklauso žmonės, sergantys lėtinėmis širdies-kraujagyslių, inkstų ligomis, todėl jų kalio koncentracijos kraujyje kontrolė privaloma atlikti dažniau. Diuretikų ir insulino vartojimas, genetinės ligos, tiroksikozė, hipomagnezemija gali sukelti kalio koncentracijos sumažėjimą kraujyje. Hipokalemija sukelia visų organizmo sistemų sutrikimus, kadangi kalis yra pagrindinis ląstelių katijonas. Svarbu ne tik laiku diagnozuoti šią būklę ir paskirti tinkamą gydymą, tačiau taip pat išsiaiškinti priežastį ir užkirsti kelią pasikartojimo atvejams, o gydymo taktikos pasirinkimas priklauso nuo sunkumo laipsnio ir klinikinės būklės sudėtingumo [15].

Literatūros sąrašas

- Hoppe LK, Muhlack DC, Koenig W, Carr PR, Brenner H, Schöttker B. Association of Abnormal Serum Potassium Levels with Arrhythmias and Cardiovascular Mortality: a Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Cardiovasc Drugs Ther* 2018; 32(2): 197–212.
- Kamel S. Kamel MD, FRCPC, Mitchell L. Halperin MD. FRCPC, in *Fluid, Electrolyte and Acid-Base Physiology (Fifth Edition)*, 2017.
- Ashurst J, Sergent SR, Wagner BJ, Kim J. Evidence-based management of potassium disorders in the emergency department (digest). *Emergency Medicine Practice* 2016; 2 18.
- Udensi UK, Tchounwou PB. Potassium homeostasis, oxidative stress, and human disease. *International Journal of Clinical and Experimental Physiology* 2017.
- Alfonzo AVM, Isles C, Geddes C, Deighan C. Potassium disorders- clinical spectrum and emergency treatment. *Resuscitation* 2006; 70: 10–25.
- Palmer BF, Perazella MA, Choi MJ. American Society of Nephrology Quiz and Questionnaire 2013: electrolyte and acid-base. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 2014; 9: 1132–1137.
- Clausen T. Hormonal and pharmacological modification of plasma

- potassium homeostasis. *Fundamental and Clinical Pharmacology* 2010; 24: 595.
8. Zacchia M, Abategiovanni ML, Stratigis S, Capasso G. Potassium: from physiology to clinical implications. *Kidney Disease* 2016; 2: 72–79.
 9. Reid A, Jones G, Isles C. Hypokalaemia: common things occur commonly - a retrospective survey. *JRSM Short Rep* 2012; 3(11): 80.
 10. Papademetriou V. Diuretics, hypokalaemia, and cardiac arrhythmia: a 20-year controversy. *Journal of Clinical Hypertension* 2006; 8: 86.
 11. Marti G, Schwarz C, Leichtle AB, Fiedler GM, Arampatzis S, Exadaktylos AK, Lindner G. Etiology and symptoms of severe hypokalaemia in emergency department patients. *European Journal of Emergency Medicine* 2014; 21: 46–51.
 12. Sterns RH. Treatment of severe hyponatremia. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 2018.
 13. Boon M, Jorissen M, Proesmans M, et al. Primary ciliary dyskinesia, an orphan disease. *Eur J Pediatr* 2013; 172: 151.
 14. Kardalas E, Paschou S.A, Anagnostis P, Muscogiuri G, Siasos G, Vryonidou A. Hypokalemia: a clinical update. *Endocr Connect.* 2018; 7(4): R135–R146.
 15. Shao D, Wang S, Zhou S, Cai Q, Zhang R, Li H, Zheng Y, Zhang Z. Aldosteronism with mild hypokalemia presenting as life-threatening ventricular arrhythmias: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(50): e13608.