

LĒTINIŲ LIGŲ SUKELIAMA HIPERKALEMIJA IR JOS VALDYMAS

Gabrielė Lekavičiūtė¹, Alanas Gališauskas¹, Linas Darginavičius²

¹Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Medicinos akademija, Medicinos fakultetas,

²Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninė Kauno klinikos

Raktiniai žodžiai: hiperkalemija, kalis, koncentracija, lėtinis inkstų funkcijos nepakankamumas.

Santrauka

Hiperkalemija – tai potencialiai gyvybei pavojinga būklė, kai kalio (K^+) koncentracija kraujo serume viršija 5,5 mmol/l. Ūmus kalio koncentracijos padidėjimas yra kliniškai reikšmingesnis nei lėtinė hiperkalemija, nes gali sukelti aritmijas, kurias tenka gydyti skubiosios pagalbos skyriuose. Ją gali sukelti sumažėjęs K^+ pašalinimas per inkstus, per didelį K^+ suvartojimą ar padidėjęs K^+ patekimas iš tarpląstelinio tarpo. Hiperkalemijos simptomai yra nespecifiniai ir dažnai pasireiškia raumenų ar širdies veiklos sutrikimais. Nustačius hiperkalemiją, gydymas turi būti pradėtas nedelsiant – svarbu nutraukti kalio preparatus ir vaistus, galinčius turėti įtakos hiperkalemijos išsivystymui; padidinti kalio patekimą į tarpląstelinį tarpą arba padidinti šalinimą per inkstus. Sparčiai besivystant technologijoms, K^+ koncentracijos stebėjimui kuriami K^+ koncentracijos matuokliai, kurie leidžia tirti kalio koncentraciją kraujo serume dažniau, paprasčiau ir greičiau, nurodo K^+ koncentraciją kraujyje bei rekomendacijas.

Įvadas

Hiperkalemija – tai elektrolitų pusiausvyros sutrikimas, kai K^+ koncentracija kraujo serume yra daugiau nei 5,5 mmol/l [1]. Dažniausias hiperkalemijos patogenezės mechanizmas yra sumažėjusi kalio ekskrecija iš organizmo. Kalis pasisavinamas su maistu ir skysčiais, o šalinamas filtruojant per inkstus. Ankstyvose lėtinio inkstų funkcijos nepakankamumo stadijose dažnai išsivysto kompensaciniai mechanizmai, galintys kompensuoti didelį kalio kiekį, tačiau ilgainiui inkstai nebesugeba pašalinti kalio iš organizmo ir pacientams prireikia skubiosios pagalbos [2].

K^+ kiekiui organizme viršijus 6,5 mmol/l arba atsiradus elektrokardiogramos (EKG) pokyčių dėl hiperkalemijos, pacientams prireikia neatidėliotinos medicininės pagalbos [3].

Jei hiperkalemija pasireiškia staiga, nusiskundimai gali būti nespecifiniai: širdies plakimas, dusulys, krūtinės skausmas, pykinimas ar vėmimas [2]. Pavojingiausia gyvybei – širdies aritmijos, kurios gali sukelti staigią kardiogeninės kilmės mirtį. Netgi lengva lėtinė hiperkalemija gali turėti neigiamą įtaką širdies sistemai [4].

Tyrimo tikslas – apžvelgti naujausią literatūrą bei mokslinius tyrimus ir išsiaiškinti, kokių lėtinių ligų fone išsivysto hiperkalemija, pateikti ūmios hiperkalemijos gydymą skubiosios pagalbos skyriuje ir hiperkalemijos komplikacijų išvengimo galimybes.

Tyrimo rezultatai

Epidemiologija. Hiperkalemija nėra dažnai pasitaikanti patologija bendroje populiacijoje, tačiau ji pasireiškia net 10 proc. hospitalizuotų pacientų (1 pav.) [4]. Kanadoje atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad hiperkalemija, pagal TLK-10 kodus 2003 - 2010 m. diagnozuota vyresniems nei 65 m. asmenims, sudarė 2,6 proc. visų apsilankymų skubiosios pagalbos skyriuje bei 3,5 proc. visų hospitalizacijų. Hiperkalemijos diagnozės specifiškumas buvo 99 proc., tačiau jautrumas 14,6 proc., o tai rodo, jog tikrasis hiperkalemijos dažnis gali būti ir didesnis [5]. Panašiai mažas hiperkalemijos dažnis (3,2 proc. bei 2,6 proc.) užfiksuotas dar dviejuose dideliuose tyrimuose JAV [6,7].

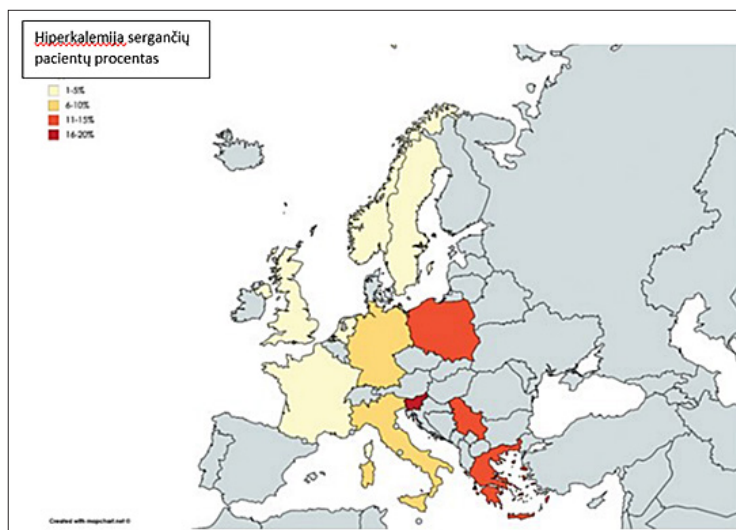
Pagrindiniai didesnio kalio kiekio kraujo serume prognozės žymenys kohortinių tyrimų metu buvo cukrinis diabetas (CD), didelis baltymų suvartojimas, baltoji rasė bei mažesnis glomerulų filtracijos greitis. Pacientai, kuriems buvo nustatyta didžiausia hiperkalemijos rizika, turėjo kelis rizikos veiksnius vienu metu [8].

Hiperkalemija yra gana reta pacientams, kurių inkstų funkcija yra normali, tačiau dažniau pasitaiko žmonėms, sergantiems lėtine inkstų liga, ypač tiems, kurie turi daugiau rizikos veiksnių.

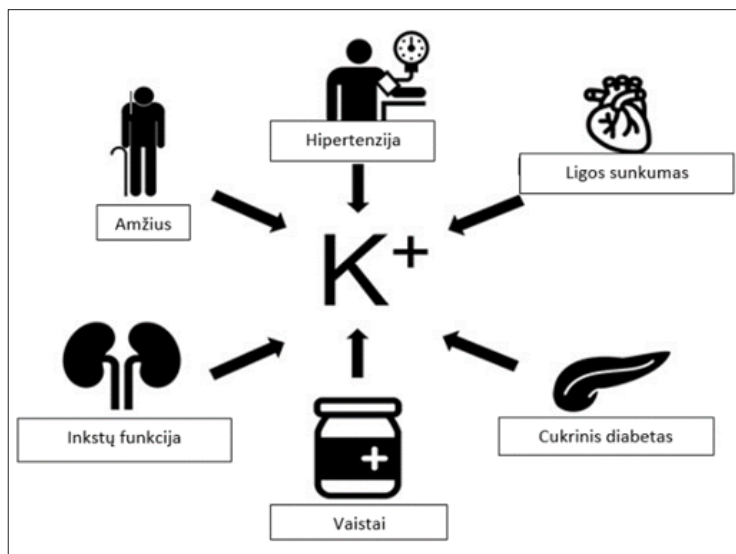
Lėtinės ligos, sukeliančios hiperkalemiją. Hiperkalemija didina mirtingumą visiems pacientams. K^+ koncentracija, viršijanti 7 mmol/l, gali sukelti reikšmingų hemodinaminį

bei neurologinių pasekmių, o daugiau nei 8,5 mmol/l gali sukelti kvėpavimo paralyžių ar širdies sustojimą ir baigtis paciento mirtimi [10].

Inkstai yra pagrindinis organas, atsakingas už K^+ homeostazės palaikymą. Pacientai, sergantys lėtine inkstų liga (LIL), yra labiausiai paveikta visuomenės grupė dėl sumažėjusio K^+ išskyrimo ir gretutinių ligų (CD, širdies ir kraujagyslių ligos). Šių ligų gydymui dažnai skiriami įvairūs vaistai, iš kurių svarbiausi yra renino angiotenzino aldosterono sistemos inhibitoriai (RAASi) [11]. Tyrimai, nagrinėjantys sergančiuosius LIL, vienareikšmiškai nurodo didesnę hiperkalemijos dažnį. Nedideliame vieno centro tyrime iš 238 pacientų, kurių vidutinis apskaičiuotas glomerulų filtracijos greitis (GFG) buvo



1 pav. Hiperkalemijos paplitimo skirtumai Europoje [9]



2 pav. Pacientų, sergančių ŠN, susijusių su hiperkalemija, rizikos veiksniai [9]

14,6 ml/min/1,73m², 54 proc. tiriamųjų K^+ koncentracija serume viršijo 5,0 mmol/l [12]. Dalis tiriamųjų, sergančių LIL, turėjo ir gretutinių ligų.

Sergančiųjų LIL dvi dažniausios gretutinės ligos yra CD ir širdies ir kraujagyslių ligos (ŠKL), dėl kurių pacientai dažniau kreipiasi į skubiosios pagalbos skyrius. Sergančiųjų CD organizme, esant insulino trūkumui ir hipertoniškumui, kalis sunkiau pasiskirsto intraląsteliniame ir ekstraląsteliniame tarpuose [13]. Pacientams, sergantiems ŠKL, dažnai skiriami įvairūs vaistų deriniai, galintys sukelti hiperkalemiją. Amerikoje atlikto kohortinio tyrimo metu buvo tiriami pacientai, stacionarizuoti dėl ūminio miokardo infarkto. Šių pacientų K^+ kiekis serume parodė U formos ryšį su nepageidaujamos reakcijos. Mirtingumas padidėjo, kai K^+ koncentracija buvo didesnė nei 4 mmol/l [14]. Beta adrenoblokatoriai dažnai naudojami mažinti arterinį kraujospūdį (AKS), tačiau jie mažina K^+ patekimą iš kraujo į ląsteles, didindami K^+ koncentraciją kraujyje [15]. Heparino, angiotenzino receptorių blokatorių vartojimas gali padidinti K^+ koncentraciją kraujyje [16,17].

Viename didžiausių tarptautinių tyrimų CHARM (angl. Candesartan in Heart Failure Assessment of Reduction in Mortality and Morbidity), vertinusių kandesartano poveikį ŠKL sergantiems asmenims (įskaitant mirštamumo ir sergamumo mažinimą), nustatyti hiperkalemijos rizikos veiksniai: amžius ≥ 75 m., vyriška lytis, CD, kreatinino kiekis $\geq 2,0$ mg/dl ir angiotenzino konvertuojančio fermento arba spironolaktono vartojimas (2 pav.) [9].

Pagrindinės hiperkalemijos priežastys yra padidėjęs K^+ išsiskyrimas iš ląstelių ir sumažėjęs K^+ išsiskyrimas su šlapimu.

Diagnostika. Dauguma pacientų nejaučia jokių hiperkalemijos simptomų, tačiau kartais ji gali pasireikšti raumenų silpnumu, parastezijomis, širdies plakimu, pykinimu [18]. Dažniausiai hiperkalemijos sukeltas raumenų silpnumas yra kylantis – prasidedantis nuo kojų ir pereinantis į liemenį, panašus į Guillain-Barre sindromą [19,20].

Pirmasis tyrimas, kurį reikia atlikti skubiosios pagalbos skyriuje (SPS) įtarus hiperkalemiją, yra EKG, nes pati pavojingiausia hiperkalemijos komplikacija – širdies ritmo sutrikimai, kurie gali baigtis mirtimi [21,22].

Priklausomai nuo koncentracijos, padidėjęs K^+ kiekis gali sukelti pokyčius EKG, bet K^+ kie-

čio didėjimo serume greitis taip pat yra svarbus rodmuo. Tiriant 90 sergančiųjų hiperkalemija EKG pokyčius, buvo nustatyta, kad EKG nėra jautrus hiperkalemijai tyrimas, nes, esant didesnei K^+ koncentracijai kraujyje, EKG gali nerodyti hiperkalemijai būdingų pokyčių [23]. Pacientams, kurių K^+ koncentracija nėra didelė, tačiau sparčiai didėja, EKG pokyčiai gali būti reikšmingi. Aukštos didelės T bangos gali būti ankstyvas hiperkalemijos žymuo [24].

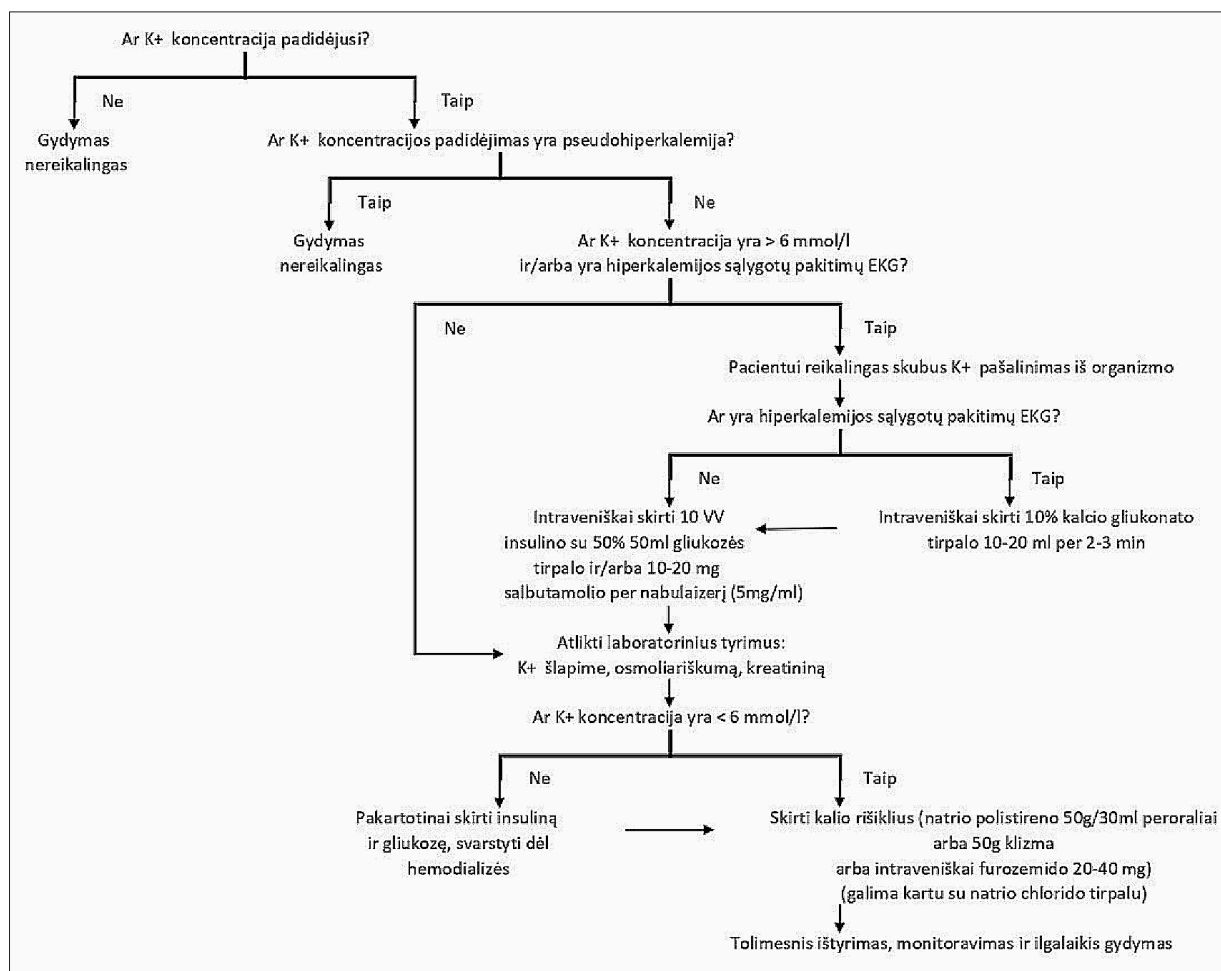
Daugeliu atvejų SPS hiperkalemija nustatoma atsitiktinai, atliekant laboratorinius elektrolitų matavimus arba arterinių kraujo dujų tyrimus. Pacientams, neturintiems hiperkalemijos rizikos veiksnių, reikia apsvastyti pseudohiperkalemiją [25]. Hiperkalemija pagal K^+ kiekį serume gali būti skirstoma į lengvą (5,5-6,5 mmol/l), vidutinio sunkumo (6,5-7,5 mmol/l) bei sunkią ($> 7,5$ mmol/l). EKG yra būtina pacientams, kurių K^+ koncentracija serume yra $> 6,5$ mmol/l [26].

Apžiūra bei ištyrimas turi būti sistemiški ir visada ap-

imti širdies, inkstų, šlapimo takų, neurologinę sistemas, o svarbiausi tyrimai, įtarus hiperkalemiją, yra EKG bei K^+ koncentracijos serume nustatymas.

Gydymas. Įvairūs autoriai ir šaltiniai išskiria pagrindinius hiperkalemijos gydymo uždavinius SPS: K^+ koncentracijos kraujo serume stebėjimas, EKG monitoravimas (kalcio gliukonatas miokardo apsaugai), kuo greitesnis K^+ preparatų ir vaistų, sukeliančių hiperkalemiją nutraukimas, K^+ išsiskyrimo iš ekstraląstelinio tarpo į intraląstelinį didinimas (tam tinka insulinas ir gliukozė, salbutamolis (per nebulaizerį) ir natrio bikarbonatas), K^+ ekskrecijos didinimas (kalio rišikliai), pakaitinė inkstų terapija (hemodializė) (3 pav.) [27,28].

Pasikartojančių hiperkalemijų prevencijai, lėtinei hiperkalemijai gydyti ir normokalemijos palaikymui, esant didelei hiperkalemijos rizikai, skiriamas natrio arba kalcio polistireno sulfonatas, tačiau įvairūs nauji šaltiniai siūlo naujuosius



3 pav. Ūmios hiperkalemijos gydymo gairės [27]

K⁺ rišiklius lėtinei hiperkalemijai gydyti – patiromer ir cirkonio ciklosilikato natrio druską [29]. Šie K⁺ rišikliai yra efektyvus ir saugus lengvos, vidutinio sunkumo ir sunkios hiperkalemijos gydymo būdas, net ir nenutraukiant RAASI (4 pav.) [30,31]. Įrodyta, jog jie mažina pasikartojančių hiperkalemijų riziką pacientams, sergantiems LIL, diabetine nefropatija, širdies nepakankamumu [32].

2018 m. Rusijoje, JAV ir Japonijoje atlikto klinikinio tyrimo metu buvo iš-tirta, kad cirkonio ciklosilikato natrio druska hemodializės laukiantiems paci-entams padėjo pasiekti ir išlaikyti siektinas K⁺ koncentracijos normas kraujo serume ir sumažino urgentinių būklių skaičių [33,34].

Patiromer yra vienas iš naujųjų polimerinių rišiklių, kuris pakeičia kalį kalciumu virškinimo trakte, taip pašalindamas jį iš organizmo. JAV šis vaistas buvo patvirtintas 2015 m. [32], o Europoje – 2017 metais [29]. Senieji K⁺ rišikliai (natrio polistireno sulfonatas), skiriami peroraliai, gali sumažinti K⁺ koncentraciją kraujyje iki 1 mmol/l per 24 valandas. Šių rišiklių rekomenduojama skirti iki 4 kartų per dieną. Naujieji K⁺ rišikliai pradeda mažinti K⁺ koncentraciją kraujyje jau po 2 valandų nuo vaisto suvartojimo [35]. Šiuo metu JAV atliekamas Patiromer tyrimas, kuriuo siekiama išsiaiškinti vaisto naudą, gydant ūmią hiperkalemiją SPS. Jei rezultatai būtų teigiami, Patiromer būtų reikšmingas, skiriamas kartu taikant hiperkalemijos gydymo algoritmą. Manoma, kad tai galėtų sumažinti hemodializės poreikį [36].

Hiperkalemijos gydymo principai ir tikslai yra žinomi kaip efektyvūs jau ilgą laiką ir išlieka tokie patys bene visose pasaulio šalyse, tačiau naujieji kalio rišikliai yra nauja ir perspektyvi gydymo dalis tiek sunkių, tiek lengvų ir vidutinio sunkumo ūmių ir lėtinių hiperkalemijų metu.

Prevencija. Šiuo metu nėra vieno tarptautinio susitarimo, kaip dažnai reikėtų tirti K⁺ koncentraciją kraujyje [37]. Dializuojamiems pacientams rekomenduojama K⁺ tirti kas mėnesį [38], naujai paskyrus RAASI – K⁺ rekomenduojama iširti po 7-10 dienų nuo vaistų vartojimo pradžios. Spręsti, kaip dažnai atlikti tyrimus, turėtų gydytojas, kiekvieno paciento būklę vertindamas individualiai, atsižvelgdamas į lėtines ligas (ŠN, LIL, CD) ir kitus rizikos veiksnius [37].

Atliekant laboratorinius kraujo tyrimus K⁺ koncentracijai įvertinti, kyla sunkumų: kraujo tyrimų rezultatų kartais tenka laukti keletą valandų ar net dienų, todėl esant ūmiai hiperkalemijai, nesiimama skubaus gydymo [39], o dėl klaidų tiriant mėginius laboratorijoje [40], mechaninių pažeidimų mėginio paėmimo pro-

cese, netaisyklingai paimtame mėginyje (po intraveniškai skirtų K⁺ preparatų) stebima pseudohiperkalemija [41], kuri ne visada teisingai diferencijuojama nuo hiperkalemijos [42].

Paprastesnis ir greitesnis nuolatinis K⁺ koncentracijos matavimo būdas galėtų būti nešiojami K⁺ koncentracijos matuokliai. Tokie matuokliai dar nauji. Jie įgalintų pacientus stebėti K⁺ koncentraciją namuose. Matuoklio veikimo principas gana paprastas: paimti kraujo mėginį iš piršto, uždėti ant specialios juostelės, prijungtos prie matuoklio, o matuoklis parodys K⁺ koncentraciją ir rekomendacijas [43].

Kaip dažnai stebėti K⁺ koncentraciją, gydytojas turėtų spręsti individualiai. Greitesnis ir prieinamesnis būdas iširti K⁺ koncentraciją kraujyje (pavyzdžiui, nešiojamieji K⁺ matuokliai) galėtų padėti išvengti pasikartojančių hiperkalemijos epizodų ar urgentinių būklių.

Išvados

1. Hiperkalemija nėra dažna patologija, tačiau gali sukelti ūmias, gyvybei grėsmingas komplikacijas.

2. Sergantiejiems LIL, CD ar ŠKL hiperkalemijos išsivystymo rizika didesnė.

3. SPS hiperkalemija dažniausiai nustatoma atsitiktinai, remiantis laboratoriniais K⁺ koncentracijos tyrimais. EKG yra svarbus tyrimas, siekiant nustatyti aritmijas.

4. Šiuo metu siūloma skirti naujuosius K⁺ rišiklius, naudingus ne tik lėtines, bet ir ūmios hiperkalemijos gydymui SPS, mažinančius ūmios hiperkalemijos epizodų skaičių. Greitesnį K⁺ koncentracijos atsakymą ir jo įvertinimą galėtų užtikrinti nešiojamieji K⁺ matuokliai.

5. Hiperkalemija yra pavojinga būklė, reikalaujanti savalaikio pastebėjimo ir skubaus gydymo. Svarbus vaidmuo tenka pirminei sveikatos priežiūros sistemai – tinkamai monitoruo-

K ⁺ 5,0 iki < 5,4 mmol/l		K ⁺ 5,4 iki 6,0 mmol/l	K ⁺ > 6,0 mmol/l
Pacientai, vartojantys RAASI be poreikio didinti dozę arba nevartojantys RAASI	Pacientai, vartojantys RAASI su tikslu padidinti jų dozę arba naujas paskyrimas vartoti RAASI		Nukreipti pacientą į Skubios pagalbos skyrių skubiam hiperkalemijos gydymui
Tolimesni veiksmai nereikalingi	Susirinkti anamnezę apie paciento mitybą, K ⁺ preparatų vartojimą Apsvarstyti K ⁺ rišiklių skyrimą	Nukreipti pas specialistą Apsvarstyti K ⁺ rišiklių skyrimą Peržiūrėti ir sureguliuoti mitybą	Po skubaus normokalemijos atsaitymo apsvarstyti K ⁺ rišiklių skyrimą ir ilgalaiį vartojimą, jei pacientui išlieka padidėjusi rizika (LIL, ŠN, RAASI) Peržiūrėti ir sureguliuoti mitybą

4 pav. Hiperkalemijos valdymas [31]

jant, mokant pacientus ir remiantis naujausiomis gydymo rekomendacijomis, galima sumažinti urgentinių hiperkalemijos būklių ir komplikacijų skaičių.

Literatūra

- Palmer BF, Carrero JJ, Clegg DJ, Colbert GB, Emmett M, Fishbane S, et al. Clinical Management of Hyperkalemia. *Mayo Clin Proc* 2021;96(3):744-62.
<https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.06.0142>. Hyperkalemia (high potassium): Symptoms, causes, diagnosis, and treatment. National Kidney Foundation <https://www.kidney.org/atoz/content/what-hyperkalemia>
- Mushiyakh Y, Dangaria H, Qavi S, Ali N, Pannone J, Tompkins D. Treatment and pathogenesis of acute hyperkalemia. *J Community Hosp Intern Med Perspect* 2011;1(4):7372.
<https://doi.org/10.3402/jchimp.v1i4.7372>
- Simon LV, Hashmi MF, Farrell MW. Hyperkalemia. *Urology at a Glance* 2022;93-5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470284/>
- Fleet JL, Shariff SZ, Gandhi S, Weir MA, Jain AK, Garg AX. Validity of the International Classification of Diseases 10th revision code for hyperkalaemia in elderly patients at presentation to an emergency department and at hospital admission. *BMJ Open* 2012;2(6):2011.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002011>
- Einhorn LM, Zhan M, Hsu VD, Walker LD, Moen MF, Seliger SL, et al. The frequency of hyperkalemia and its significance in chronic kidney disease. *Arch Intern Med* 2009;169(12):1156-62.
<https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.132>
- Drawz PE, Babineau DC, Rahman M. Metabolic complications in elderly adults with chronic kidney disease. *J Am Geriatr Soc* 2012;60(2):310-5.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03818.x>
- Kovesdy CP. Management of Hyperkalemia: An Update for the Internist. *Am J Med* 2015;128(12):1281-7.
<https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2015.05.040>
- Tromp J, van der Meer P. Hyperkalaemia: aetiology, epidemiology, and clinical significance. *European Heart Journal Supplements* 2019;21(Supplement_A):A6-11.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/suy028>
- Juurlink DN, Mamdani MM, Lee DS, Kopp A, Austin PC, Laupacis A, et al. Rates of Hyperkalemia after Publication of the Randomized Aldactone Evaluation Study. *New England Journal of Medicine* 2004;351(6):543-51.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa040135>
- Kovesdy CP. Epidemiology of hyperkalemia: an update. *Kidney Int Suppl* (2011) 2016;6(1):3.
<https://doi.org/10.1016/j.kisu.2016.01.002>
- Sarafidis PA, Blacklock R, Wood E, Rumjon A, Simmonds S, Fletcher-Rogers J, et al. Prevalence and factors associated with hyperkalemia in predialysis patients followed in a low-clearance clinic. *Clin J Am Soc Nephrol* 2012;7(8):1234-41.
<https://doi.org/10.2215/CJN.01150112>
- Interactive diabetes case 15: A 74-year-old patient with type 2 diabetes and recurrent hyperkalemia – Comment. *UpToDate* <https://www.uptodate.com/contents/interactive-diabetes-case-15-a-74-year-old-patient-with-type-2-diabetes-and-recurrent-hyperkalemia-comment>
- Goyal A, Spertus JA, Gosch K, Venkitachalam L, Jones PG, van den Berghe G, et al. Serum potassium levels and mortality in acute myocardial infarction. *JAMA* 2012;307(2):157-64.
<https://doi.org/10.1001/jama.2011.1967>
- Rawal KB, Chhetri DR, Giri A, Girish HN, Luhar MB, Anusha S, et al. Metoprolol-induced hyperkalemia - A case report. *Indian J Med Sci* 2021;73(2):253-5.
https://doi.org/10.25259/IJMS_134_2020
- Bengalorkar GM, Sarala N, Venkatrathnamma PN, Kumar TN. Effect of heparin and low-molecular weight heparin on serum potassium and sodium levels. *J Pharmacol Pharmacother* 2011;2(4):266.
<https://doi.org/10.4103/0976-500X.85956>
- Sadjadi SA, McMillan JI, Jaipaul N, Blakely P, Hline SS. A comparative study of the prevalence of hyperkalemia with the use of angiotensin-converting enzyme inhibitors versus angiotensin receptor blockers. *Ther Clin Risk Manag* 2009;5(1):547.
<https://doi.org/10.2147/TCRM.S5176>
- Palmer BF, Clegg DJ. Diagnosis and treatment of hyperkalemia. *Cleve Clin J Med* 2017;84(12):934-42.
<https://doi.org/10.3949/ccjm.84a.17056>
- Kimmons LA, Usery JB. Acute Ascending Muscle Weakness Secondary to Medication-Induced Hyperkalemia. *Case Rep Med* 2014.
<https://doi.org/10.1155/2014/789529>
- Mansella G, Stephan F, Bingisser R, Nickel C. Hyperkalemia-induced Leg Paresis in Primary Adrenal Insufficiency. *Clin Pract Cases Emerg Med* 2017;1(4):430-2.
<https://doi.org/10.5811/cpcem.2017.7.35165>
- Bayés-Genís A, Lupón J, Núñez J. No need for urgent revisiting of kalaemia levels in guidelines despite use of mineralocorticoid receptor antagonists: bring in more evidence. *Eur J Heart Fail* 2018;20(9):1252-4.
<https://doi.org/10.1002/ejhf.1230>
- Williams SM, Killeen AA. Tumor Lysis Syndrome. *Arch Pathol Lab Med* 2019;143(3):386-93.
<https://doi.org/10.5858/arpa.2017-0278-RS>
- Montague BT, Ouellette JR, Buller GK. Retrospective review of the frequency of ECG changes in hyperkalemia. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008;3(2):324-30.
<https://doi.org/10.2215/CJN.04611007>
- Mattu A, Brady WJ, Robinson DA. Electrocardiographic manifestations of hyperkalemia. *Am J Emerg Med* 2000;18(6):721-9.
<https://doi.org/10.1053/ajem.2000.7344>
- Dewey J, Mastenbrook J, Bauler LD. Differentiating Pseudohyperkalemia From True Hyperkalemia in a Patient With Chronic

- Lymphocytic Leukemia and Diverticulitis. *Cureus* 2020;12(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.9800>
26. Martinez-Vea A, Bardají A, Garcia C, Oliver JA. Severe hyperkalemia with minimal electrocardiographic manifestations: a report of seven cases. *J Electrocardiol* 1999;32(1):45-9. [https://doi.org/10.1016/S0022-0736\(99\)90020-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0736(99)90020-1)
 27. Hollander-Rodriguez JC, Calvert JF Jr. Hyperkalemia. *Am Fam Physician* 2006;73(2):283-90. <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2006/0115/p283.html>
 28. Lehnhardt A, Kemper MJ. Pathogenesis, diagnosis and management of hyperkalemia. *Pediatr Nephrol* 2011;26(3):377. <https://doi.org/10.1007/s00467-010-1699-3>
 29. Veltassa. European Medicines Agency. <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/veltassa>
 30. Kovesdy CP. Updates in hyperkalemia: Outcomes and therapeutic strategies. *Rev Endocr Metab Disord* 2017;18(1):41. <https://doi.org/10.1007/s11154-016-9384-x>
 31. Weinstein J, Girard LP, Lepage S, McKelvie RS, Tennankore K. Prevention and management of hyperkalemia in patients treated with renin-angiotensin-aldosterone system inhibitors. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal* 2021;193(48):E1836. <https://doi.org/10.1503/cmaj.210831>
 32. Blair HA. Patiromer: A Review in Hyperkalaemia. *Clin Drug Investig* 2018;38(8):785-94. <https://doi.org/10.1007/s40261-018-0675-8>
 33. Fishbane S, Ford M, Fukagawa M, McCafferty K, Rastogi A, Spinowitz B, et al. A phase 3B, randomized, double-blind, placebo-controlled study of sodium zirconium cyclosilicate for reducing the incidence of predialysis hyperkalemia. *Journal American Society Nephrology* 2019 1;30(9):1723-33. <https://doi.org/10.1681/ASN.2019050450>
 34. Fishbane S, Ford M, Fukagawa M, McCafferty K, Rastogi A, Spinowitz B, et al. Potassium responses to sodium zirconium cyclosilicate in hyperkalemic hemodialysis patients: post-hoc analysis of dialize. *BMC Nephrol* 2022 1;23(1). <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02569-7>
 35. Rafique Z, Peacock F, Armstead T, Bischof JJ, Hudson J, Weir MR, et al. Hyperkalemia management in the emergency department: An expert panel consensus. *J Am Coll Emerg Physicians Open* 2021;2(5). <https://doi.org/10.1002/emp2.12572>
 36. Patiromer Utility as an Adjunct Treatment in Patients Needing Urgent Hyperkalemia Management - Tabular View - ClinicalTrials.gov <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/record/NCT04443608?view=record>
 37. Palmer BF, Carrero JJ, Clegg DJ, Colbert GB, Emmett M, Fishbane S, et al. Clinical Management of Hyperkalemia. *Mayo Clin Proc* 2021;96(3):744-62. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.06.014>
 38. Palmieri F, Gomis P, Ferreira D, Ruiz JE, Bergasa B, Martín-Yebra A, et al. Monitoring blood potassium concentration in hemodialysis patients by quantifying T-wave morphology dynamics. *Sci Rep* 2021;11(1):3883. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82935-5>
 39. Hutter T, Collings TS, Kostova G, Frankl FEK. Point-of-care and self-testing for potassium: recent advances. *Sensors Diagnostics* 2022;1(4):614. <https://doi.org/10.1039/D2SD00062H>
 40. Asirvatham JR, Moses V, Bjornson L. Errors in Potassium Measurement: A Laboratory Perspective for the Clinician. *N Am J Med Sci* 2013;5(4):255. <https://doi.org/10.4103/1947-2714.110426>
 41. Mahto M, Kumar M, Kumar S, Banerjee A. Pseudohyperkalemia in Serum and Plasma: The Phenomena and Its Clinical Implications. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 2021;36(2):235. <https://doi.org/10.1007/s12291-020-00889-3>
 42. Dewey J, Mastenbrook J, Bauler LD. Differentiating Pseudohyperkalemia From True Hyperkalemia in a Patient With Chronic Lymphocytic Leukemia and Diverticulitis. *Cureus* 2020;12(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.9800>
 43. Vora P, Inseini M, Lai A, Lapinski MM, Wang J, Kim MJ, et al. Development of a portable blood potassium monitoring device for dialysis patients. 2020 Design of Medical Devices Conference (DMD 2020) Design of Medical Devices Conferences (2020 : Minneapolis, Minn) 2020. <https://doi.org/10.1115/DMD2020-9066>

CHRONIC DISEASE INDUCED HYPERKALEMIA AND ITS MANAGEMENT

G. Lekavičiūtė, A. Gališauskas, L. Darginavičius

Keywords: hyperkalemia, potassium, concentration, chronic renal failure.

Summary

Hyperkalemia is a potentially life-threatening condition, when the concentration of potassium (K^+) in the blood serum exceeds 5.5 mmol/l. Acute elevation in potassium is more clinically significant than chronic hyperkalemia, because it can cause arrhythmias requiring emergency department treatment. It can be caused by decreased K^+ excretion by the kidneys, excessive K^+ intake or increased K^+ uptake. Symptoms are non-specific and often manifest as muscle or heart dysfunction. If hyperkalemia is detected, treatment must be started immediately - it is important to increase the entry of potassium into the intracellular space or to increase its removal through the kidneys. Nowadays, there are new innovations in the monitoring of potassium concentration, such as potassium concentration meters, they allow to measure K^+ concentration more often, easier and faster – it would immediately show the patients concentration of potassium in the blood and recommendations.

Correspondence to: gabriele.lekaviciute@stud.lsmu.lt