

急诊高血钾患者描述性流行病学研究

边佳明¹ 韩海建² 于学忠³ 左力⁴ 赵厚宇⁵ 韩旭¹

¹ 中国人民解放军总医院第七医学中心药理科 100700; ² 中国人民解放军总医院医疗保障中心 100853; ³ 中国医学科学院北京协和医院急诊科 100730; ⁴ 北京大学人民医院肾内科 100044; ⁵ 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 100191
通信作者: 边佳明, Email: bianbenjamin@163.com

【摘要】目的 描述急诊患者高血钾的发生率、诊断率、治疗率、治疗模式和复查率。**方法** 利用全军合理用药监测网数据管理中心数据库, 提取并关联 2015 年至 2017 年急诊血钾检测、诊断和用药记录。纳入至少有一次血钾检测记录的 18 岁以上急诊患者。对如下指标进行了描述性分析: 所有患者以及慢性肾脏病、心力衰竭、糖尿病和高血压患者中高血钾发生率, 高血钾诊断率、治疗率、治疗模式和 7 d 内复查率。**结果** 共纳入符合上述条件的急诊患者 1 039 245 例, 其中 36 615 例 (3.52%) 患者至少发生过一次高血钾事件。在慢性肾脏病、心力衰竭、糖尿病和高血压的急诊患者中, 高血钾患者比例依次为 47.69%、29.13%、21.69% 和 10.16%。急诊高血钾患者诊断率为 9.23%; 总体治疗率为 42.1%, 静脉胰岛素 + 葡萄糖是急诊高血钾患者最常用的治疗方式; 急诊高血钾患者 7 d 内总体血钾复查率为 28.8%。**结论** 急诊成年患者中, 慢性肾脏病、心力衰竭、糖尿病和高血压患者高血钾发生率高于未患上述疾病的患者, 且更严重。高血钾的诊断率和复查率均较低, 应加强急诊患者高血钾的识别和管理。

【关键词】 高血钾; 疾病分布; 流行病学; 急诊

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.03.010

Descriptive epidemiological study of hyperkalemia among patients in the emergency department

Bian Jiaming¹, Han Haijian², Yu Xuezhong³, Zuo Li⁴, Zhao Houyu⁵, Han Xu¹

¹ Department of Pharmacology, the 7th Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100700, China; ² Medical Service Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³ Department of Emergency, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China; ⁴ Department of Nephrology, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China; ⁵ Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Bian Jiaming, Email: bianbenjamin@163.com

【Abstract】Objective To describe the incidence, diagnosis rate, treatment rate and treatment pattern of hyperkalemia, and serum potassium retesting rate among hyperkalemia patients in the emergency department. **Methods** Data were derived from Military Data Center for Rational Use of Drugs. Patients who accessed emergency medical services (≥ 18 years old) with record(s) of serum potassium between 2015 and 2017 were included. The data of laboratory test, diagnosis, and treatment were analyzed. The main outcomes included the incidence of hyperkalemia, the diagnosis rate, the treatment rate, treatment pattern and the 7-day retesting rate. **Results** A total of 1 039 245 patients who met the above criteria were included, of whom, 36 615 (3.52%) had at least one hyperkalemia event. Among the emergency patients with chronic kidney disease, heart failure, diabetes mellitus and hypertension, the proportions of patients who experienced hyperkalemia were 47.69%, 29.13%, 21.69% and 10.16%, respectively. The diagnosis rate of emergency hyperkalemia patients was 9.23%. The overall hyperkalemia treatment rate was 42.1%. Insulin + glucose injection was the most commonly used therapy

for emergency hyperkalemia patients. The overall serum potassium retesting rate within 7 days was 28.8%. **Conclusions** Hyperkalemia is more common and more severe in patients with chronic kidney disease, heart failure, diabetes and hypertension. The diagnosis rate and retesting rate of hyperkalemia are low, suggesting that the identification and management of hyperkalemia in emergency patients should be strengthened.

【**Keywords**】 Hyperkalemia; Disease distribution; Epidemiology; Emergency department

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.03.010

血钾升高是急诊科常见的电解质平衡紊乱^[1],在近年国际指南共识中,高血钾诊断阈值为 5.0 mmol/L^[2-4]。国外流行病学研究显示,高血钾在急诊患者中发生率为 0.36%~3.6%^[5-7]。慢性肾病、心力衰竭、糖尿病、高血压是发生高血钾事件的危险因素,这些患者高钾血症的发生率显著升高^[8-9]。高血钾可影响心肌细胞兴奋性、传导性,诱发各种类型心律失常,甚至猝死^[10-11],因此在急诊及时识别和干预高血钾状态至关重要^[12-13]。目前尚缺乏我国急诊患者高血钾情况的描述性研究。本研究通过对数据库中急诊患者的数据进行分析,描述急诊患者中高血钾的发生比例和临床诊疗现状。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究数据来源于全军合理用药监测网数据管理中心数据库。该数据库集成军队全部二、三级医院医疗信息系统记录,覆盖中国大陆 31 个省、市和自治区,包含门急诊诊断、处方、实验室检查、收费记录等,数据库经脱敏处理,不含任何患者可识别信息,所有分析数据集不含药品生产企业可识别信息。本研究经中国人民解放军总医院第七医学中心医院伦理委员会批准(审批号:LZEC2020-KY-02)。

数据库所含急诊就诊数据为连续采集,具备通过患者唯一 ID 关联全部医疗业务的数据结构,所有数据提取和转化过程通过结构查询语句完成。首先从检验子表中提取 2015 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日的全部急诊血钾检测记录,确定其中 $K^+ > 5.0$ mmol/L 的检验结果,然后关联检验主表确定高血钾患者,再关联诊断表获取患者诊断信息和人口学信息,患者的用药信息通过处方记录确定。患者在一次高钾血症事件发生期间的诊断在数据库中的识别方法:(1)慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)。(1)诊断中包含如下关键字:慢性肾功能不全/慢性肾功能衰竭/慢性肾衰竭/慢性肾

衰/慢性肾功能减退/慢性肾炎/慢性肾小球肾炎/慢性肾损伤/慢性肾脏病/慢性肾盂肾炎/糖尿病肾病/糖尿病合并肾病/糖尿病性肾病/糖尿病性前期肾病/糖尿病前期肾病/糖尿病伴肾/糖尿病并肾/糖尿病慢性肾/糖尿病性前期肾/糖尿病性肾/肾病糖尿病/高血压肾病/高血压性肾病/高血压肾炎/高血压病肾/尿毒症/肾病Ⅲ/慢肾风/CKD/肾终末期疾病/消渴肾病/透析(腹透/血透);或(2)全诊断中出现如下关键字:肾功能不全/蛋白尿/肾小球肾炎/肾病综合症/肾小球肾病/肾炎综合症/肾炎/肾功能(模糊检索)/肾衰/肾损伤/,病程长于 3 个月或者 3 个月后诊疗明细或处方药品中有透析相关记录;(2)糖尿病。诊断中包含“糖尿病”或英文缩写“DM”;(3)高血压。诊断中包含“高血压”;(4)心衰。诊断中包含“心衰”或“心力衰竭”或“心功能不全”“心功能Ⅲ级”“心功能Ⅳ级”。

1.2 研究方法

1.2.1 研究对象 本研究纳入 2015 年 1 月 1 日至 2017 年 12 月 31 日期间,急诊科就诊且至少有一次血钾检测记录的 18 岁以上患者,排除单次血钾检测结果 > 10 mmol/L 的记录。

1.2.2 高血钾事件定义 除特殊说明,本研究将高血钾定义为血钾检测结果 $K^+ > 5.0$ mmol/L,同时也以 5.5 mmol/L 作为临界值分析高血钾患者比例。本研究将首次出现高血钾记录后 7 d 内定义为同一次高血钾事件,发生在 7 d 以外的高血钾记录定义为下一次高血钾事件。一次高血钾事件中可能包括多个血钾检测结果,一次事件的血钾水平按照当次事件中首次血钾检测结果记录。

1.2.3 测量指标 (1)高血钾发生率:有血钾检测记录的患者中,至少发生过一次血(血清或血浆)钾升高的患者比例。分别计 CKD、心力衰竭、糖尿病或高血压患者中,至少发生过一次高血钾事件的患者比例。

(2)高血钾诊断率:高血钾事件发生期间有高血钾诊断(诊断描述中包含“高血钾”或“高钾”)

的事件占有所有高血钾事件的比例。

(3) 高血钾治疗率：在高血钾事件中最高一次血钾记录 2 d 内有以下任意一种药物的处方记录，则认为当次高血钾事件曾接受降钾治疗：①口服钾离子结合剂，包括聚苯乙烯磺酸钠、聚苯乙烯磺酸钙；②口服利尿药物，包括呋塞米片、氢氯噻嗪片、托拉塞米片、布美他尼片；③钾离子转移治疗，包括胰岛素注射液 + 葡萄糖注射液；④静脉利尿药物，包括呋塞米注射液、托拉塞米注射液，布美他尼注射液；⑤纠正酸中毒药物，包括碳酸氢钠注射液、碳酸氢钠片；⑥稳定心肌细胞膜药物，包括氯化钙注射液、葡萄糖酸钙注射液；⑦透析治疗（血液透析、腹膜透析、血液滤过）。由于无法观察患者是否转入住院，因此患者由急诊转住院后接受的降钾治疗未被观察到。

(4) 高血钾复查率：在高血钾总人次中，有血钾复查记录的人次所占的比例。患者转住院后复查记录或急诊出院后在其他医院的复查记录无法观察到。

1.3 统计学方法

本研究为描述性研究，样本量大，不做组间比较。定量资料采用均数 ± 标准差 (Mean ± SD) 描述，计数资料采用频数（百分比）描述。数据提取采用 Oracle 11g 和 PL/SQL developer 11.0 完成，统计分析采用 Microsoft Excel®。

2 结果

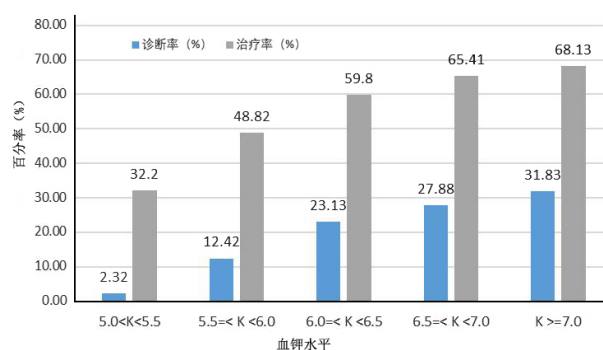
2.1 急诊高血钾发生率

共纳入 2015—2017 年期间急诊就诊记录中有至少一次血钾检测记录的患者 1 039 245 例。以 5.0 mmol/L 作为血钾正常值的上限，至少有过一次高血钾事件的患者人数为 36 615 例，高血钾发生率为 3.52%；以 5.5 mmol/L 作为血钾正常值的上限，至少有过一次高血钾事件的患者人数为 15 059 例，高血钾发生率为 1.45%。高血钾事件中，首次血钾

检测结果在 5.0 mmol/L < K⁺ < 5.5 mmol/L、5.5 mmol/L ≤ K⁺ < 6.0 mmol/L、6.0 mmol/L ≤ K⁺ < 6.5 mmol/L、6.5 mmol/L ≤ K⁺ < 7.0 mmol/L 和 K⁺ ≥ 7.0 mmol/L 的患者比例分别为 58.22%、22.59%、9.89%、4.50% 和 4.79%。

CKD、心力衰竭、糖尿病和高血压是发生高血钾事件的危险因素，以 5.0 mmol/L 作为血钾正常值的上限，患有上述疾病的急诊患者中高血钾发生率分别为 47.69%、29.13%、21.69% 和 10.16%，显著高于未患上上述疾病的患者（2.33%）。以 5.5 mmol/L 作为血钾正常值的上限，患有上述疾病的急诊患者中高血钾发生率分别为 61.44%、50.13%、50.62% 和 45.85%，同样显著高于未患上上述疾病的患者（34.64%）。表 1 为不同高血钾水平的患者人数和比例。

从地域分布上看，急诊高血钾发生率高于 5% 的省份有天津（6.23%）、江西（6.06%）、吉林（5.72%）



在计算诊断率时排除来自缺失诊断医院的事件人次

图 1 急诊高血钾诊断率和治疗率

Fig 1 The diagnose rate and the treatment rate of hyperkalemia event

和黑龙江（5.53%）。从季节分布上看，各季节高血钾发生率从高到低依次是冬季（4.07%）、秋季（3.62%）、春季（3.58%）和夏季（2.85%）。

2.2 急诊高血钾诊断率

急诊患者高血钾诊断率总体为 9.23%，诊断率

表 1 不同高血钾水平患者人数和比例（例，%）

Table 1 The number and proportion of patients with different levels of hyperkalemia (case, %)

血钾水平 (mmol/L)	慢性肾脏病	心力衰竭	糖尿病	高血压	其他
5.0 < K ⁺ < 5.5	1 165(38.56)	1 786(49.87)	1 832(49.38)	2 018(54.15)	14 755(65.36)
5.5 ≤ K ⁺ < 6.0	822(27.21)	910(25.41)	955(25.74)	916(24.58)	4 554(20.17)
6.0 ≤ K ⁺ < 6.5	457(15.13)	471(13.15)	458(12.35)	393(10.54)	1 775(7.86)
6.5 ≤ K ⁺ < 7.0	257(8.51)	205(5.72)	230(6.20)	196(5.26)	703(3.11)
K ⁺ ≥ 7.0	320(10.59)	209(5.84)	235(6.33)	204(5.47)	789(3.49)
合计	3 021(100)	3 581(100)	3 710(100)	3 727(100)	22 576(100)

注：患者比例 = 某一区间的高血钾患者人数 / 高血钾患者的总人数

随高血钾严重程度增加而升高(图 1), 诊断率最高的是血钾水平 ≥ 7.0 mmol/L 的患者(31.83%); 最低的是血钾水平 5.0~5.5 mmol/L 的患者(2.32%)。

2.3 急诊高血钾治疗率

急诊患者高血钾治疗率总体为 42.1%, 治疗率随高血钾严重程度增加而升高(图 1)。治疗率最高的是血钾水平 ≥ 7.0 mmol/L 的患者(68.13%); 最低的是血钾水平 5.0~5.5 mmol/L 的患者(32.2%)。

本研究结果显示急诊治疗高钾血症最常使用的方法是静脉胰岛素+葡萄糖, 在所有接受治疗的高血钾患者中占 71.47%, 其次是静脉利尿药物占 48.22%, 随着血钾升高, 接受碳酸氢钠治疗、稳定心肌细胞膜治疗和透析治疗的比例增加, 接受口服利尿药治疗的比例逐渐降低, 见表 2。不同治疗方案同时使用在急诊高血钾患者中较常见, 50% 的患者合用 2 种(含)以上治疗方案, 且呈现血钾水平越高, 联合治疗比例越高的趋势。在 CKD、糖尿病和高血压患者中, 胰岛素+葡萄糖治疗为最常

见(占 71.3%~77.5%), 在心力衰竭患者中, 静脉利尿药治疗最为常见(占 84.82%), 见表 3。

2.4 急诊高血钾复查率

急诊患者发生高血钾后, 总体上当天复查率并不高, 2 d 内复查率和 7 d 内复查率逐渐升高, 且血钾水平越高, 复查率越高, 符合临床实际, 见表 4。由于无法关联急诊转住院情况, 严重高血钾患者的复查率可能被低估。

3 讨论

本研究发现, 有血钾检测的急诊患者中高血钾发生率为 3.5%, CKD、心力衰竭、糖尿病和高血压患者急诊高血钾发生率显著高于其他患者。急诊高血钾诊断率较低, 而随着患者血钾水平的升高诊断率和治疗率呈上升趋势。静脉胰岛素+葡萄糖是高血钾患者最常见的治疗方案。

本研究为基于数据库的回顾性分析, 所提取数据为连续就诊患者, 在医院层面避免了选择性偏倚。血

表 2 急诊高血钾患者接受不同治疗方案情况(例, %)
Table 2 The treatment pattern of hyperkalemia patients (case, %)

血钾水平 (mmol/L)	接受治疗的 事件	静脉胰岛素+葡 萄糖	静脉利尿药	碳酸氢钠	稳定心肌 细胞膜	口服利尿药	透析治疗	口服钾离子 结合剂
5.0<K ⁺ <5.5	7 298	4 992(68.40)	2 976(40.78)	1 363(18.68)	833(11.41)	287(3.93)	36(0.49)	3(0.04)
5.5 ≤ K ⁺ <6.0	4 383	2 997(68.38)	2 299(52.45)	1 297(29.59)	1 269(28.95)	153(3.49)	23(0.52)	4(0.09)
6.0 ≤ K ⁺ <6.5	2 385	1 839(77.11)	1 359(56.98)	1 004(42.10)	1 178(49.39)	65(2.73)	24(1.01)	9(0.38)
6.5 ≤ K ⁺ <7.0	1 199	992(80.23)	670(55.88)	619(51.63)	669(55.80)	24(2.00)	20(1.67)	6(0.50)
K ⁺ ≥ 7.0	1 323	1 064(80.42)	689(52.08)	855(64.63)	778(58.81)	12(0.91)	24(1.81)	4(0.30)
合计	16 588	11 909(71.47)	7 993(48.19)	5 138(30.97)	4 727(28.50)	547(3.28)	127(0.77)	26(0.16)

注: 由于患者在血钾升高后可能接受多种治疗方案, 因此行百分比相加 >100%

表 3 高危患者发生高血钾时接受治疗的情况(例, %)
Table 3 The treatment pattern among hyperkalemia patients with risk disease (case, %)

治疗方式	慢性肾脏病	心力衰竭	糖尿病	高血压
口服钾离子结合剂	16(0.37)	2(0.15)	4(0.17)	6(0.27)
口服利尿药物	216(4.94)	74(5.37)	74(3.07)	126(5.75)
静脉胰岛素+葡萄糖	3 136(71.73)	768(55.77)	1 869(77.52)	1 571(71.74)
静脉利尿药物	2 677(61.23)	1 168(84.82)	1 114(46.20)	1 287(58.77)
碳酸氢钠	1 711(39.14)	312(22.66)	831(34.47)	608(27.76)
稳定心肌细胞膜	1 910(43.69)	314(22.80)	660(27.27)	702(32.05)
透析治疗	112(2.56)	9(0.65)	19(0.79)	46(2.10)
合计	4 372	1 377	2 411	2 190

注: 由于患者在血钾升高后可能接受多种治疗方案, 因此行百分比相加 >100%

表 4 血钾复查率(例, %)
Table 4 The re-test rate of serum potassium (case, %)

血钾水平 (mmol/L)	高血钾人次	当天复查率	2 d 内复查率	7 d 内复查率
5.0<K ⁺ <5.5	22 944	3 453(15.05)	4 582(19.97)	5 404(23.55)
5.5 ≤ K ⁺ <6.0	8 903	1 992(22.37)	2 636(29.61)	2 983(33.51)
6.0 ≤ K ⁺ <6.5	3 899	1 137(29.16)	1 468(37.65)	1543(39.57)
6.5 ≤ K ⁺ <7.0	1 772	543(30.64)	692(39.05)	726(40.97)
K ⁺ ≥ 7.0	1 888	504(26.69)	655(34.69)	692(36.65)
合计	39 406	7 629(19.36)	10 033(25.46)	11 348(28.80)

钾的升高是一个过程, 为避免重复记录, 我们参考急诊临床实际和既往研究设计^[14], 将首次出现高血钾记录后 7 天内定义为同一次高血钾事件。本研究在识别高血钾的治疗时, 有些治疗可能并非仅针对高钾血症, 但考虑其可以达到降低血钾的效果, 且回顾性数据库研究难以推测医生处方治疗的最初目的, 因此这类治疗方式均被认为属于高钾血症的治疗。

作为国内首个采用大样本临床数据库描述急诊高血钾患者流病现状的研究, 结果与国外已发表研究的结果基本一致^[15-17]。根据既往对平行门诊高血钾患者的分析结果^[18], 以 5.0 mmol/L 作为血钾正常值上限, 门诊和急诊高血钾发生率相似 (门诊为 3.86%, 急诊为 3.52%); 以 5.5 mmol/L 作为血钾正常值的上限, 急诊高血钾发生率高于门诊 (门诊为 0.94%, 急诊为 1.45%); 从高血钾严重程度来看, 急诊高血钾患者中, 血钾水平 ≥ 5.5 mmol/L, ≥ 6.0 mmol/L 和 ≥ 6.5 mmol/L 分别占有所有高血钾患者的 41.78%、19.18% 和 9.29%, 而门诊高血钾患者中上述血钾范围的患者分别占有所有高血钾患者中的 24.39%、8.00% 和 2.67%, 显然急诊高血钾患者的病情更严重。

本研究发现冬季急诊患者高血钾发生率高于夏季, 与既往国内外研究结果类似^[18-20]。冬季是心血管疾病高发的季节, 另外夏天排汗较多, 排汗是机体钾排泄的途径之一^[21], 特别是对于肾功能损害患者, 排汗可增加血钾排出^[22], 上述原因可能与冬季高血钾发生率较高有关。

本研究发现急诊高血钾诊断率较低, 且在不同血钾水平, 都存在治疗率高于诊断率的现象, 提示临床医生可能未形成对高血钾状态做诊断记录的习惯。由于高血钾可能反复发作, 诊断记录非常重要。尤其对于 CKD 患者、服用肾素-血管紧张素-醛固酮系统 (renin-angiotensin-aldosterone system, RAAS) 抑制剂患者、部分糖尿病患者及心力衰竭患者, 由于导致高血钾的病因持续存在, 这些患者复发风险更高^[23-25]。

本研究发现急诊患者高血钾发生后 2 d 内治疗率约 40%, 且随血钾水平的升高而升高, 与美国一项利用急诊诊疗记录的大规模回顾性研究结果相似, 该研究中血钾水平在 5.1~5.4 mmol/L 的患者治疗率为 11.5%, 血钾水平 >6.0 mmol/L 的患者治疗率为 77%^[26]。本研究中, 急诊高血钾治疗最常使用的是静脉胰岛素 + 葡萄糖, 其次是静脉利尿药物,

不同机制的降钾治疗同时运用较为常见, 这与一项在美国急诊患者中开展的多中心前瞻性研究所得到的结果相似^[27]。静脉胰岛素 + 葡萄糖作为急诊高血钾治疗最常用的方案, 能促进钾从细胞外转运到细胞内, 但并未使钾排出体外, 因此患者在接受胰岛素 + 葡萄糖治疗后血钾可能出现反弹, 急诊患者往往需要同时使用促进钾排出体外的药物^[28-31]。

本研究存在一定局限性。首先, 数据库中的医院来源存在偏倚, 但部队医院的患者来源仍以地方患者为主, 且医院分布在中国大陆各个省份, 因此这种偏倚对样本的代表性影响是有限的。其次, 由于无法收集到急诊患者转入住院后的诊疗数据, 当血钾水平较高时高血钾的治疗率和复查率可能被低估。此外, 本研究未能收集高血钾发生后医生对患者影响血钾升高药物的调整, 以及患者是否接受低钾饮食指导, 因此治疗率未考虑临床上通过饮食和用药调整控制血钾的情况。

综上所述, 本研究结果提示, 我国急诊患者中, CKD、心力衰竭、糖尿病和高血压患者高血钾发生率较高, 且更严重。急诊高血钾的诊断率较低, 不利于医疗大数据的整合、共享和利用, 特别是对于容易反复发作的患者, 需要加强诊断、治疗和复查的规范性。在今后的研究中, 可进一步探索影响高血钾发生、复发和不良预后的危险因素, 并评估不同治疗手段对于急诊高血钾管理的安全性和有效性。

作者个人贡献声明 边佳明负责研究设计、数据分析、文章撰写; 韩海建负责研究设计、数据提取和处理、文章修改。于学忠负责临床专家指导, 核心意见贡献。左力负责临床专家指导, 核心意见贡献。赵厚宇负责数据分析、图表制作。韩旭负责数据库维护。边佳明与韩海建对本文有同等贡献, 为共同第一作者。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Ashurst J, Sergent SR, Sergent BR. Evidence-based management of potassium disorders in the emergency department[J]. Emerg Med Pract, 2016,18(11): 1-24.
- [2] Clase CM, Carrero JJ, Ellison DH, et al. Potassium homeostasis and management of dyskalemia in kidney diseases: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference[J]. Kidney Int, 2020,97(1): 42-61. DOI:10.1016/j.kint.2019.09.018.
- [3] Bianchi S, Aucella F, De Nicola L, et al. Management of hyperkalemia in patients with kidney disease: a position paper endorsed by the Italian Society of Nephrology[J]. J Nephrol, 2019,32(4):499-516.

- DOI:10.1007/s40620-019-00617-y.
- [4] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 中国慢性肾脏病患者血钾管理实践专家共识[J]. 中华肾脏病杂志, 2020,36(10): 781-792. DOI:10.3760/cma.j.cn441217-20200721-00139.
- [5] Muschart X, Boulouffe C, Jamart J, et al. A determination of the current causes of hyperkalaemia and whether they have changed over the past 25 years[J]. *Acta Clin Belg*, 2014,69(4): 280-284. DOI:10.1179/0001551214z.00000000077.
- [6] Fleet JL, Shariff SZ, Gandhi S, et al. 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[J]. *BMJ Open*, 2012,2(6). DOI:10.1136/bmjopen-2012-002011.
- [7] Ookuma T, Miyasho K, Kashitani N, et al. The clinical relevance of plasma potassium abnormalities on admission in trauma patients: a retrospective observational study[J]. *J Intensive Care*, 2015,3(1):37. DOI:10.1186/s40560-015-0103-6.
- [8] Palaka E, Leonard S, Buchanan-Hughes A, et al. Evidence in support of hyperkalaemia management strategies: A systematic literature review[J]. *Int J Clin Pract*, 2018,72(2):e13052. DOI:10.1111/ijcp.13052.
- [9] Adelborg K, Nicolaisen SK, Hasvold P, et al. Predictors for repeated hyperkalemia and potassium trajectories in high-risk patients-A population-based cohort study[J]. *PLoS One*, 2019,14(6): e0218739. DOI:10.1371/journal.pone.0218739.
- [10] Palmer BF. Managing hyperkalemia caused by inhibitors of the renin-angiotensin-aldosterone system[J]. *N Engl J Med*, 2004,351(6): 585-592. DOI:10.1056/NEJMra035279.
- [11] Evans KJ, Greenberg A. Hyperkalemia: a review[J]. *J Intensive Care Med*, 2005,20(5):272-290. DOI:10.1177/0885066605278969.
- [12] Freeman K, Feldman J A, Mitchell P, et al. Effects of presentation and electrocardiogram on time to treatment of hyperkalemia[J]. *Acad Emerg Med*, 2008,15(3):239-249. DOI:10.1111/j.1553-2712.2008.00058.x.
- [13] Rossignol P, Legrand M, Kosiborod M, et al. Emergency management of severe hyperkalemia: Guideline for best practice and opportunities for the future[J]. *Pharmacol Res*, 2016,113(pt a): 585-591. DOI:10.1016/j.phrs.2016.09.039.
- [14] Linde C, Qin L, Bakhai A, et al. Serum potassium and clinical outcomes in heart failure patients: results of risk calculations in 21 334 patients in the UK[J]. *ESC Heart Fail*, 2019,6(2): 280-290. DOI:10.1002/ehf2.12402.
- [15] Kovesdy CP. Management of hyperkalaemia in chronic kidney disease[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2014,10(11):653-662. DOI:10.1038/nmeph.2014.168.
- [16] Home L, Ashfaq A, MacLachlan S, et al. Epidemiology and health outcomes associated with hyperkalemia in a primary care setting in England[J]. *BMC Nephrol*, 2019,20(1): 85. DOI:10.1186/s12882-019-1250-0.
- [17] Zannad F, Rossignol P, Stough WG, et al. New approaches to hyperkalemia in patients with indications for renin angiotensin aldosterone inhibitors: Considerations for trial design and regulatory approval[J]. *Int J Cardiol*, 2016,216: 46-51. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.04.127.
- [18] 边佳明, 左力, 赵厚宇, 等. 中国门诊患者高钾血症分布及诊疗现状的流行病学研究[J]. *中国血液净化*, 2020(11):726-729,746. DOI:10.3969/j.issn.1671-4091.2020.11.002.
- [19] Usvyat LA, Carter M, Thijssen S, et al. Seasonal variations in mortality, clinical, and laboratory parameters in hemodialysis patients: a 5-year cohort study[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012,7(1): 108-115. DOI:10.2215/cjn.03880411.
- [20] Cheung AK, Yan G, Greene T, et al. Seasonal variations in clinical and laboratory variables among chronic hemodialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2002,13(9): 2345-2352. DOI:10.1097/01.asn.0000026611.07106.a7.
- [21] Brown RS. Potassium homeostasis and clinical implications[J]. *Am J Med*, 1984, 77(5a):3-10. DOI:10.1016/s0002-9343(84)80002-9.
- [22] Pruijm M, El-Housseini Y, Mahfoudh H, et al. Stimulated sweating as a therapy to reduce interdialytic weight gain and improve potassium balance in chronic hemodialysis patients: a pilot study[J]. *Hemodial Int*, 2013,17(2): 240-248. DOI:10.1111/j.1542-4758.2012.00751.x.
- [23] Nilsson E, Gasparini A, Åmlöv J, et al. Incidence and determinants of hyperkalemia and hypokalemia in a large healthcare system[J]. *Int J Cardiol*, 2017,245: 277-284. DOI:10.1016/j.ijcard.2017.07.035.
- [24] Kovesdy CP, Matsushita K, Sang Y, et al. Serum potassium and adverse outcomes across the range of kidney function: a CKD Prognosis Consortium meta-analysis[J]. *Eur Heart J*, 2018,39(17): 1535-1542. DOI:10.1093/eurheartj/ehy100.
- [25] Thomsen RW, Nicolaisen SK, Hasvold P, et al. Elevated potassium levels in patients with chronic kidney disease: occurrence, risk factors and clinical outcomes-a Danish population-based cohort study[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2018,33(9): 1610-1620. DOI:10.1093/ndt/gfx312.
- [26] Singer AJ, Thode HC Jr, Peacock WF. A retrospective study of emergency department potassium disturbances: severity, treatment, and outcomes[J]. *Clin Exp Emerg Med*, 2017,4(2):73-79. DOI:10.15441/ceem.16.194.
- [27] Peacock WF, Rafique Z, Clark CL, et al. Real world evidence for treatment of hyperkalemia in the emergency department (REVEAL-ED): a multicenter, prospective, observational study[J]. *J Emerg Med*, 2018,55(6):741-750. DOI:10.1016/j.jemermed.2018.09.007.
- [28] Dunn JD, Benton WW, Orozco-Torrentera E, et al. The burden of hyperkalemia in patients with cardiovascular and renal disease[J]. *Am J Manag Care*, 2015,21(15 suppl): s307-s315.
- [29] Long B, Warix JR, Koefman A. Controversies in management of hyperkalemia[J]. *J Emerg Med*, 2018,55(2): 192-205. DOI:10.1016/j.jemermed.2018.04.004.
- [30] Elliott MJ, Ronsley PE, Clase CM, et al. Management of patients with acute hyperkalemia[J]. *CMAJ*, 2010,182(15):1631-1635. DOI:10.1503/cmaj.100461.
- [31] Weisberg LS. Management of severe hyperkalemia[J]. *Crit Care Med*, 2008,36(12):3246-3251. DOI:10.1097/CCM.0b013e31818f222b.

(收稿日期 : 2020-08-13)

(本文编辑 : 张斯龙)