

• 调查报告 •

季节性温度变化对儿童血清钾检测的影响

余建华, 梁西强, 宁远征, 陈建梅, 王璐, 曹三成

(西安市儿童医院检验科, 陕西西安 710003)

摘要:目的 研究四季温度变化对儿童血清钾的影响, 提高检验质量。方法 回顾性分析 2010 年 2 月至 2012 年 2 月之间, 门诊和住院儿童的血清钾浓度。用促凝管分离患者血清, 每月检测样本数为 2 012~2 867 份(平均 2 410 份/月)。结果 新生儿血钾浓度受季节性温度变化影响最大; 冬季随着温度降低, 每月高血钾样本的比例随之升高; 而夏季温度上升, 每月高血钾样本的比例随之降低。结论 分析结果提示血液标本暴露在不同的环境温度下, 会明显影响血清钾的检测结果。严格按照操作规程进行操作, 可以有效降低假性高血钾出现的概率。

关键词:高钾血症; 婴儿, 新生; 温度

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2012.22.020

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2012)22-2734-03

Seasonal temperature variations influence children's serum potassium detection

Yu Jianhua, Liang Xiqiang, Ning Yuanzheng, Chen Jianmei, Wang Lu, Cao Sancheng

(Department of Laboratory Medicine, Xi'an Children Hospital, Xi'an, Shaanxi 710003, China)

Abstract: **Objective** To investigate the relation between seasonal temperature change and serum potassium concentrations in children samples, and to improve the laboratory test quality. **Methods** Potassium concentrations were estimated on outpatient and inpatient samples taken over a two-year period using serum obtained from gel separator samples. The number of samples analysed from biochemical tests during each month varied from 2 012 to 2 867 (mean of 2 410 samples per month). **Results** It was most profoundly affects measured neonatal serum potassium concentrations by seasonal temperature variations. As the temperature fell in winter, the mean monthly proportion of abnormal serum potassium concentration rose in samples, with the inverse occurring during the warmer summer months. **Conclusion** These results indicate that exposure of the samples to variations in ambient temperature during their transport to the laboratory profoundly affects measured serum potassium concentrations. Strictly according to the procedures, it can effectively reduce the probability of pseudohyperkalaemia.

Key words: hyperkalemia; infant, newborn; temperature

高钾血症是指血清钾浓度大于 5.5 mmol/L, 这样的患者如未及时发现并得到恰当救治将危及生命^[1]。K⁺在细胞内的储存量大(100~150 mmol/L), 是许多生命活动所必需的。K⁺的摄入依赖每天的饮食, 其在胃肠道迅速地被吸收。维持正常浓度的血清钾(3.5~5.5 mmol/L)主要依赖肾脏外排功能和 Na⁺/K⁺-ATP 酶膜转运功能。高血钾可由肾脏排钾减少或进入体内(血液内)的钾过多(即摄入过多)或细胞内钾移入细胞外液引起。假性高血钾一直困扰着医务工作人员, 也给患者带来经济和身体上的伤害^[2]。假性高血钾是指因各种原因导致血细胞被破坏或其他原因使细胞内钾释放, 从而使血清钾假性增高, 临床上常见的假性高血钾多由于采血不当或血标本处置不当所致。研究发现分析前阶段的影响因素所占比例最大, 标本溶血是导致血钾离子增高的主要原因^[3-4]。环境温度对血钾的影响一直以来都受到研究人员的关注^[5], 并且通过采取一些措施可以消除或减少其带来的误差^[6-7]。以往有人关注过远距离运输条件下, 温度对血钾的影响^[8], 或温度单因素对血钾的干扰等^[5]。关于温度引起儿童尤其是新生儿假性高血钾的相关报道较少, 有研究表明在英国成人医院, 季节性的温度变化对住院患者的血钾没有影响。本文研究了在西安这样季节性温差较大的地区, 标本在楼与楼之间的短距离运送的情况下, 儿童血清钾是否受到季节性温度变化的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2010 年 2 月至 2012 年 2 月西安市儿童医院门诊和住院儿童电解质检测的数据, 期间共检测了

64 112 份样本, 排除溶血标本, 同一患者双份高血钾或双份低血钾仅记录首次结果, 多份异常值仅记录首份异常值, 避免同一患者多次记录, 最后纳入 57 848 份标本, 平均每个月 2 410 份。其中 NICU 共 4 533 份, PICU 共 2 410 份, 新生儿共 3 724 份, 新生儿外科共 2 834 份, 其他外科共 2 593 份, 肾脏科共 4 108 份, 血液科共 1 042 份, 感染科 10 834 份, 门诊共 8 555 份, 其他科室共 17 251 份。本研究中采用的是西安市的日平均温度, 温度数据来源于网络(<http://www.wunderground.com>), 温度每小时记录 1 次。实验室温度常年维持在(25±2)℃。

1.2 方法

1.2.1 标本采集 使用湖南省三力实业有限公司生产的促凝管, 检测仪器是日立 7180 全自动生化仪, 血清 K⁺采用直接电极法检测, 所使用的试剂均是仪器生产商的配套原装试剂, 仪器状态良。血清 K⁺室内质控符合 Westgard 规则, 室内质评成绩良好, 批内变异系数和批间变异系数都小于 3.5%。

1.2.2 标本由专业的运送人员及时地运送, 到达实验室 15 min 内离心分离血清, 标本检测不超过 4 h, 一般在 2 h 内完成。对血清钾浓度高于临床危急值(6.5 mmol/L)的患儿行心电图检查, 以排除血清钾假性升高。

1.3 统计学处理 检测原始数据, 经 Microsoft Office Excel 2003 和 GraphPad Prism 5 软件统计处理, 各科室部门异常血钾构成比两两比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 表明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血清钾异常率的科室分布 本院平均血清钾异常率是

18.8%。血清钾平均异常率高于全院平均值的前四个科室是 NICU、新生儿外科、新生儿科和 PICU，分别是 37%、32%、19%和 19%，并且这四个科室血钾浓度大于 6.5 mmol/L 的标本所占比例也是最高的，分别是 12.29%、7.7%、3.14%和 3.03%。门诊标本血清钾异常率最低为 6%，门诊血清钾构成比与其他科室（NICU、PICU、新生儿科、新生儿外科、其他外科、肾脏科、血液科、感染科和其他科室）两两比较，差异有统计学意义（ χ^2 值分别为 2 364、598.5、608.8、1 526、88.70、70.48、254.5、692.9、650.9， $P<0.01$ ）。结果见图 1。对血清钾浓度超过临床危急值的患儿心电图检查，发现有异常改变的不到 1%，提示 95%以上的高血钾是假性高血钾。

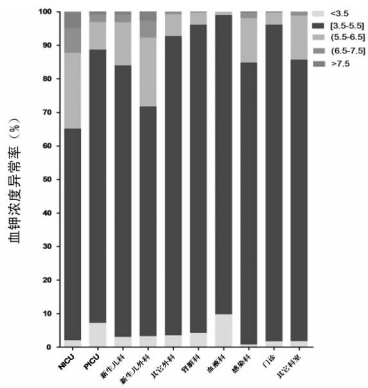


图 1 各科室血钾浓度异常率分布情况

2.2 血清钾异常率随季节性变化 血清钾高于或低于正常值（3.5~5.5 mmol/L）均视为异常。在寒冷的冬季，每月高血钾的比例为 15%~19%；在炎热的夏季，每月高血钾的比例为 6%~10%。同样的，在寒冷的冬季，每月低血钾的比例为 0.8%~1.9%；在炎热的夏季，每月低血钾的比例可以升到接近 4%。也就是说，随着温度的升高，低血钾的患者数略有增加，见图 2。

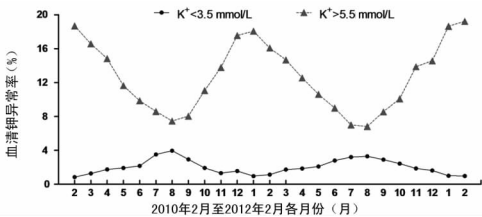


图 2 2010 年 2 月至 2012 年 2 月血钾浓度每月分布情况

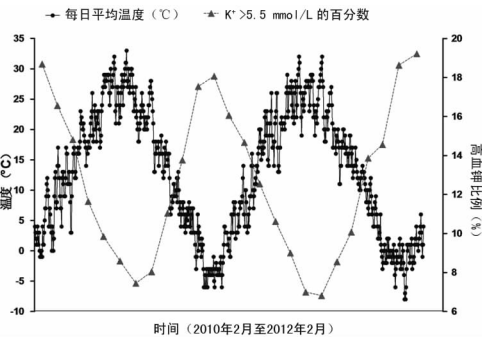


图 3 日平均温度与高血钾患者比例的关系

2.3 日平均温度与每月高血钾患者比例的关系 2010 年 2 月至 2012 年 2 月，每月高血钾（ >5.5 mmol/L）的患者占当月纳入患者数的百分比变化与每天的平均温度变化的曲线图（双

坐标图），见图 3。随着温度升高，高血钾患者数在下降；相反，在冬季随着温度的降低，高血钾患者的人数反而上升。

2.4 日平均温度与月平均血钾浓度的关系 2010 年 2 月至 2012 年 2 月期间纳入样本的月平均血钾浓度相对比较平稳，未见随季节性温度的变化而较大波动的现象，见图 4。

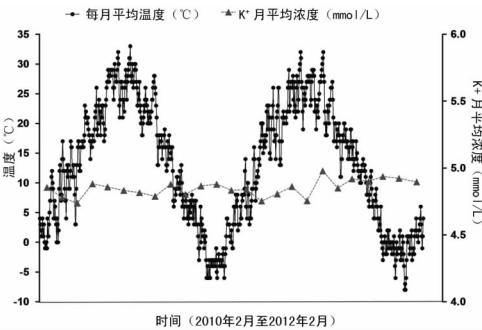


图 4 日平均温度与月平均血钾浓度的关系

3 讨论

本研究数据显示，血清钾月平均浓度不随季节性温度变化而波动，但高钾血症的患者比例随季节性温度变化而改变。随着寒冷冬季的到来，高血钾的患者比例上升，低血钾患者比例略有降低；而在夏季，高血钾患者比例降低，低血钾患者比例略有升高。新生儿患者血清钾异常率较高，大于临床危急值（大于 6.5 mmol/L）的比例更大。在日常临床工作中，应注意鉴别新生儿冬季假性高血钾，特别是在 5.6~6.5 mmol/L 范围的新生儿患者。

新生儿这个特殊的患者群体各器官未发育成熟、身体的调节功能不健全，再加上患儿代谢旺盛，容易引发高钾血症^[9]。鉴别假性高血钾需要每位医务工作者在分析全过程中处处留心。加强培训以提高标本的运送质量，避免采血过程中的问题^[10]，及时送往实验室，及时分离血清，减少离体后血液细胞的干扰，检验完成后及时发现异常结果，再次核对标本，同时结合其他实验数据如 WBC、LDH、 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、ALP 等排除溶血或 EDTA 抗凝剂的污染^[11]；医生收到化验结果，首先结合临床特征，对怀疑假性高血钾的病例，可采全血排除高白细胞、高血小板、红细胞异常及贫血等因素的影响，同时复查血浆和血清 K^+ ，还可迅速做心电图来排除^[12]。但本院血清钾高于临床危急值的患儿，查心电图有异常改变的不到 1%，提示 95%以上的高血钾都是假性高血钾。

Sinclair 等^[8]研究认为儿童患者不受季节性温度的影响，但是本研究发现住院患者的高血钾比例同样受季节性温度的影响。可能的原因是本地地区的温差更大，标本在运送途中暴露 1~3 min（0℃以下），足以激活 Na^+/K^+-ATP 酶。另一方面本研究的对象是儿童，儿童血液标本不好采集，本身受影响的因素较多。同时还发现，本研究中门诊的患者血钾异常的比例明显低于其他科室（ $P<0.01$ ），有可能是因为采血方式不同所造成的，门诊用的是 5 mL 的针管抽取，而病房患者常用头皮针，后者引发溶血的概率更大。

假性高钾的诱因有很多，总结如下。（1）采血过程中诱发假性高血钾的因素有：止血带压迫时间长；前臂和手掌过度活动，尤其是儿童哭闹，影响范围 0~1.5 mmol/L^[2-3]；75%乙醇的影响（未用干棉签擦干采血部位），乙醇诱发溶血；小静脉抽血，引发可见性溶血，应尽量选择较粗的血管^[10-11]；采血针管直径过小，最好采用 21G 的针尖；采血时采用了带导管的针，

如头皮针^[13-14];空针采血用力过大,而非真空采血器;一般情况下,采用促凝管采集的血样 K⁺ 浓度比采用肝素抗凝的血样高 0.3 mmol/L^[15];可能有抗凝剂的污染,如 EDTA-K₂ 等,或一边注射药物,一边采血。(2)运输过程中的影响:从采血到分离血清(或血浆)的时间超过 4 h,包括标本的运送时间。(3)血清(或血浆)分离前的温度^[16]:暴露低温(<10 ℃)可以活化 Na⁺/K⁺-ATP 酶,K⁺ 外流,形成高血钾;高温(>30 ℃)则相反,24 h 后,标本不能用。(4)重复离心,凝块离心挤压过程中 K⁺ 释放。(5)血细胞本身异常,如红细胞异常、高血小板、高白细胞等^[17],都可以引发高血钾。

通过回顾性分析,发现和找出实际工作中的隐性问题——季节性温度变化影响血钾检测结果,对完善工作流程,提高检验质量提供了理论基础。鉴于这些影响因素常常是在操作过程中应当注意的,对所有医务人员进行专业知识的培训尤为重要。建立完善的分析前质控体系,要求医务人员严格按照操作规程进行操作,可以有效降低假性高血钾出现的概率。当然,应该清楚季节性温度变化对 K⁺ 浓度的影响。

参考文献

[1] Lehnhardt A, Kemper MJ. Pathogenesis, diagnosis and management of hyperkalemia[J]. *Pediatr Nephrol*, 2011, 26(3):377-384.

[2] Baer DM, Ernst DJ, Willeford SI, et al. Investigating elevated potassium values[J]. *MLO Med Lab Obs*, 2006, 38(11):24, 26, 30-31.

[3] 韦维,戴盛明. 导致假性高血钾分析前阶段的影响因素[J]. *国际检验医学杂志*, 2009, 30(12):1188-1189.

[4] Plebani M. Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine[J]. *Clin Chem Lab Med*, 2006, 44(6):750-759.

[5] Ulahannan TJ, McVittie J, Keenan J. Ambient temperatures and potassium concentrations[J]. *Lancet*, 1998, 352(9141):1680-1681.

[6] Kogika MM, de Morais HA. Hyperkalemia; a quick reference[J]. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 2008, 38(3):477-480.

[7] Turner HE, Peake RW, Allison JJ. Seasonal pseudohyperkalaemia; no longer an issue[J]. *Ann Clin Biochem*, 2012, 49(Pt 1):94-96.

[8] Sinclair D, Briston P, Young R, et al. Seasonal pseudohyperkalaemia[J]. *J Clin Pathol*, 2003, 56(5):385-388.

[9] Gruskay J, Costarino AT, Polin RA, et al. Nonoliguric hyperkalemia in the premature infant weighing less than 1000 grams[J]. *J Pediatr*, 1988, 113(2):381-386.

[10] Johnston JD, Hawthorne SW. How to minimise factitious hyperkalaemia in blood samples from general practice[J]. *BMJ*, 1997, 314(7088):1200-1201.

[11] Sulaiman RA, Twomey PJ, Gama R. Mitigation and detection of spurious potassium and sodium results[J]. *Clin Chim Acta*, 2011, 412(1/2):1-6.

[12] Mattu A, Brady WJ, Robinson DA. Electrocardiographic manifestations of hyperkalemia[J]. *Am J Emerg Med*, 2000, 18(6):721-729.

[13] Lee HK, Brough TJ, Curtis MB, et al. Pseudohyperkalemia; is serum or whole blood a better specimen type than plasma[J]. *Clin Chim Acta*, 2008, 396(1/2):95-96.

[14] Kapoor AK, Ravi A, Twomey PJ. Investigation of outpatients referred to a chemical pathologist with potential pseudohyperkalaemia[J]. *J Clin Pathol*, 2009, 62(10):920-923.

[15] Hartland AJ, Neary RH. Serum potassium is unreliable as an estimate of in vivo plasma potassium[J]. *Clin Chem*, 1999, 45(7):1091-1092.

[16] Preiss D, Gunn I. Ambient temperature and pseudohyperkalaemia[J]. *Ann Clin Biochem*, 2006, 43(Pt 4):326-327.

[17] Garwicz D, Karlman M, Ora I. Reverse pseudohyperkalemia in heparin plasma samples from a child with T cell acute lymphoblastic leukemia with hyperleukocytosis[J]. *Clin Chim Acta*, 2011, 412(3/4):396-397.

(收稿日期:2012-06-14)

(上接第 2733 页)

年龄阶段,病毒载量的情况等等,这提示工作者在不同的地区 HPV 的诊治以及宫颈癌的预防需要了解当地 HPV 感染特点。针对不同地区的特点,重点关注感染高发年龄阶段人群,关注高 HPV 病毒载量的患者,加强高病毒载量患者的细胞学检查。根据不同地区的感染特点进行有侧重的 HPV 防治工作将会在宫颈癌的预防上起到积极的作用。

参考文献

[1] 李金明. 实时荧光 PCR 技术[M]. 北京:人民军医出版社,2007:240.

[2] Cutts FT, Franceschi S, Goldie S, et al. Human papillomavirus and HPV vaccines[J]. *Bull World Health Organ*, 2007, 85(9):719-726.

[3] Psyrri A, Dimaio D. Human papillomavirus in cervical and head-and-neck cancer[J]. *Nat Pract Oncol*, 2008, 5(1):24-31.

[4] 宿瑞俊,杜瑞军. 内蒙古自治区中西部地区妇女宫颈人乳头瘤病毒感染现状调查及分析[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2011, 3(3):

173-176.

[5] 南京柱,李秀娟,杨秀. 6 319 例高危型人乳头瘤病毒核糖核酸定量检测的结果分析[J]. *标记免疫分析与临床*, 2012, 19(2):74-77.

[6] 张霞,阮建波,陈金容,等. 广东虎门地区门诊女性人乳头瘤病毒感染调查[J]. *新医学*, 2011, 42(12):828-830.

[7] 夏吉荣,杨双双,祝佳丽,等. 重庆地区妇女人乳头瘤病毒感染的调查分析[J]. *重庆医学*, 2012, 41(9):892-894.

[8] 许锴,卢洁,张德亭,等. 温州市 2 994 例妇女人乳头瘤病毒感染情况分析[J]. *放射免疫学杂志*, 2011, 24(5):572-573.

[9] 刘娜,王英红,阿曼古丽,等. HC2 检测高危型 HPV-DNA 载量与子宫颈病变的关系[J]. *中国妇幼保健*, 2010, 5(28):4138-4142.

[10] Hesselink AT, Berkhof J, Heideman DA, et al. High-risk human papillomavirus DNA load in a population-based cervical screening cohort in relation to the detection of high-grade cervical intraepithelial neoplasia and cervical cancer[J]. *Int J Cancer*, 2009, 124(2):381-386.

(收稿日期:2012-06-11)