

Carto-Merge 技术指导下肺静脉前庭电解剖隔离的初期经验

赵 亮, 张家友, 赵 学, 杜荣增, 赵 伟, 姜其钧, 夏 阳, 廖德宁*

(第二军医大学长征医院心内科, 上海 200003)

[摘要] **目的:** 介绍应用 Carto-Merge 技术将左心房和肺静脉 CT 三维重建图像与 Carto 电解剖标测图像相整合, 指导肺静脉前庭电解剖隔离治疗心房颤动的初期经验。**方法:** 对 13 例阵发性和 2 例持续性房颤患者, 应用 Carto-Merge 技术进行肺静脉前庭电解剖隔离。**结果:** 消融前左心房各壁标测点为 (103 ± 13) 个; 图像融合后, 点与面之间的配准距离为 (1.8 ± 0.2) mm; 环左肺静脉消融点 (66 ± 15) 个, 环右肺静脉消融点 (58 ± 20) 个; 所有患者均达到肺静脉电隔离; 手术时间 (305 ± 45) min, 透视时间 (52 ± 18) min; 术中、术后无并发症发生。**结论:** CT 三维重建后的图像接近真实解剖, 与 Carto 电解剖标测图像的整合图像可帮助术者校正和弥补 Carto 电解剖图像的不足, 有助于提高手术成功率, 减少并发症。

[关键词] Carto; 体层摄影术, X 线计算机; 肺静脉; 心房颤动

[中图分类号] R 445.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2007)11-1214-05

Three-dimensional electroanatomic mapping with Carto-Merge to guide catheter ablation of atrial fibrillation: an initial experience

ZHAO Liang, ZHANG Jia-you, ZHAO Xue, DU Rong-zeng, ZHAO Wei, JIANG Qi-jun, XIA Yang, LIAO De-ning*
(Department of Cardiology, Changzheng Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200003, China)

[ABSTRACT] **Objective:** To summarize our initial experience on three-dimensional electroanatomic mapping with Carto-Merge, so as to provide evidence for guiding catheter ablation of atrial fibrillation (AF). **Methods:** Fifteen patients with paroxysmal/persistent AF (13 paroxysmal and 2 persistent), who were to receive catheter ablation, were analyzed by CARTO-MERGE, which combines computed tomography (CT) angiography, picture merging, guiding ablation, etc. **Results:** There were 103 ± 13 mapping points before ablation, with 66 ± 15 in the left ablation circle and 58 ± 20 in the right. The distance between points and surface was (1.8 ± 0.2) mm in the merged images. Operation time was (305 ± 45) min and the X-ray exposure time was (52 ± 18) min. Isolation of pulmonary veins potential was achieved in all patients and there was no complication during the operation. **Conclusion:** Three-dimensional CT images is very close to the the real anatomy of left atrium and pulmonary veins. Carto-merge technique can overcome some shortcomings of Carto electroanatomic mapping pictures, which can improve the successful rate of operation and reduce complications.

[KEY WORDS] Carto; tomography, X-ray computed; pulmonary veins; atrial fibrillation

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2007, 28(11):1214-1218]

肺静脉前庭电解剖隔离术需在三维标测技术指导下进行, 传统的 Carto 技术虽然可以重建左心房肺静脉的大致三维电解剖图像, 但因标测点数和导管操作的限制, 重建的左心房三维图像并不能完全真实地显示复杂和变异性大的左心房和肺静脉的解剖^[1], 且对其准确性的判断主要依赖经验, 缺乏金标准, 尤其对于初学者, 由于熟悉和掌握三维电解剖标测技术的时间过程长, 在此期间内手术的成功率低、并发症发生率高。新近出现的 Carto-Merge 技术是在 Carto 电解剖标测图像的基础上引入 CT 三维重建图像, 由于 CT 扫描对心脏的采样点密集, 三维重建后的图像接近真实解剖, 两者整合产生的融合图像兼具了电学特征和解剖的真实性, 帮助术者校正和弥补 Carto 电解剖图像的不足, 有效增加了消融的准确性, 易于掌握, 减少并发症的发生。本文就其应用的初期经验做一介绍。

1 资料和方法

1.1 研究对象 选取我院在三维电解剖标测系统指导下行肺静脉前庭电解剖隔离术的心房颤动患者 15 例, 其中男性 8 例, 女性 7 例, 平均年龄 (62.2 ± 8.7) 岁, 阵发性房颤 13 例, 持续性房颤 2 例, 病程 (118.7 ± 131.5) 个月。术前心脏超声检查: 左心房内径 (38.9 ± 5.4) mm, 左心室舒张末内径 (48.3 ± 3.9) mm, 左室射血分数 $(67.9 \pm 9.3)\%$ 。合并高血压 5 例, 冠心病 1 例, 2 型糖尿病 1 例; 1 例曾行二尖瓣分离术, 切除左心耳。

1.2 术前准备 阵发性房颤患者入院后给予低分子肝素, 术前 12 h 停用; 持续性房颤患者入院前给

[作者简介] 赵 亮, 助教、住院医师. E-mail: twosock@hotmail.com

* Corresponding author. E-mail: y3590140@sohu.com

予华法林并调整 INR 至 2.0~3.0 之间并维持 3~4 周,术前 4 d 停用;经食管心脏超声检查排除左心耳及左心房血栓。术前所有患者被告知手术存在的风险并签署知情同意书。

1.3 CT 成像及图像提取 所有患者术前 1 d 均应用 CT (Lightspeed 64-slice VCT, GE Healthcare Technologies, WI, USA) 行心脏扫描。静脉注射造影剂 (Ultravist 370, Schering, GER) 60~70 ml 后扫描 (120 kV, 650~720 mA, 11~13 螺距, 350~500 ms/周的扫描速度, 0.625 mm 层厚), 注射速度为 5 ml/s。采用回顾性心电门控技术获取原始图像, 重建窗口中心可位于 R-R 间期的 5%~95% 之间, 重建间隔 10%, 共 10 个期相的图像。窦性心律时选择心房舒张期的时相、房颤时选择图像伪差最小的时相作为重建窗口来进行图像配准。获取的原始 CT 图像导入至配备了图像整合软件 (Carto-Merge™, Image Integration Module) 的电解剖标测系统 (Carto XP, Biosense Webster, Inc. CA, USA) 后, 首先调整二维 CT 图像以最大显示左心房和肺静脉的造影剂充填, 提取相应的体素进行三维重建, 重建图像中仍同时存在有其他心腔结构 (图 1A); 其次将区分点标记于各个界限明确的心腔结构上, 利用算式界定每一结构的边界, 从而将各个心腔结构分离并隐藏除左心房和肺静脉外的其他结构^[3] (图 1B); 最后应用软件工具切除并隐藏肺静脉远端, 仅保留左心房及肺静脉根部 (图 1C)。

1.4 标测及消融 标测、消融前给予镇静、镇痛剂, 负荷剂量: 咪达唑仑 (0.03 mg/kg)、芬太尼 (0.03 μg/kg), 维持剂量: 芬太尼 (0.8~2.0 μg/kg)。术中穿刺房间隔 2 次, LAO 45°、RAO 45° 逆行左、右肺静脉造影后, 置入导航星标测消融导管 (NaviStar, Biosense Webster, Inc.) 及十极环状标测电极 (Lasso™, Biosense Webster, Inc.) 至左心房。即刻给予普通肝素 5 000 U, 后 1 000 U/h。

标测时首先在左心房后壁、下壁、上壁、前壁、侧壁区域内分别采集 10~30 个点, 构建大致左心房解剖图像。然后在透视下, 参照肺静脉造影图像和局部电位、阻抗的变化, 以在导管从肺静脉回撤至心房过程中, 出现阻抗突然下降、落空感、心房电位突然增大处, 并以不同体位透视判断此点在心腔内位置^[4] 来确定和定位路标点。其次在 CT 三维重建的左心房图像上标出与路标点相对应的点, 以这两点将 Carto 的电解剖图像和 CT 三维重建图像进行点对点配准, 再应用表面配准软件算式进行电解剖图像和 CT 三维重建图像面与面的整合 (图 2)。最后

剔除整合后图像中点与面距离 ≥ 5 mm 的标测点, 再次整合。整合图像仍须经导管再次标测确认其准确性才能指导消融, 满足的标准为: (1) 导管可在整合图像的指引下成功进入各个肺静脉和左心耳; (2) 平均标测点面至左心房壁的距离 ≤ 2.5 mm。

构建满足标准的整合图像后, 即行环肺静脉前庭消融。消融时冷盐水灌注速度为 17 ml/min; 消融能量为温控模式, 前壁 35~40℃、后壁 30~35℃, 功率 30~35 W; 所有消融位点的导管头端与心内膜面距离 < 5 mm 后开始消融, 消融 20~30 s 至局部双极电位电压下降 80% 或 < 0.1 mV^[5] 后调整至另一点。完成肺静脉前庭消融环后, 置入 Lasso 电极至各个肺静脉口标测是否存在肺静脉电位, 并在不同体位透视和 Lasso 标测电极指引下补点消融环裂隙, 达到完全肺静脉电隔离。

2 结果

2.1 CT 成像资料 CT 扫描时, 13 例患者为窦性心律, 重建窗口中心位于心动周期的 70%~80%; 2 例为房颤心律, 重建窗口中心分别位于心动周期的 35% 和 45%。扫描时间为 (12.4 ± 2.1) min。

2.2 肺静脉及左心房形态 CT 三维重建图像显示了肺静脉、左心房及左心耳的解剖变异。11 例 (72%) 患者为典型肺静脉分布: 左、右肺静脉各 2 支; 2 例 (14%) 患者为左肺静脉 2 支, 右肺静脉 3 支 (图 3A); 2 例 (14%) 患者为左肺静脉 2 支, 右肺静脉共干 (图 3B)。1 例左心耳切除 (图 3C)。上述解剖均经肺静脉逆行造影证实。左心耳和左肺静脉口的相邻为 3 种类型: 左心耳与左上肺静脉 ($n=8$) (图 3D)、左下肺静脉 ($n=1$)、左肺静脉 ($n=6$)。

2.3 图像整合和标测消融 消融前左心房各壁标测点为 (103 ± 13) 个, 其中肺静脉前庭部为 (65 ± 11) 个。整合图像配准后, 点与面之间的距离平均为 (1.8 ± 0.2) mm。

环左肺静脉消融点 (66 ± 15) 个, 环右肺静脉消融点 (58 ± 20) 个。两侧消融环完成后, 达到肺静脉完全隔离 21/60 支 (35%), Lasso 标测电极指引下隔离肺静脉 39/60 支 (76%)。持续性房颤患者, 1 例术中电隔离左上肺静脉后终止, 1 例电复律终止。手术过程耗时 (305 ± 45) min, 透视时间 (52 ± 18) min。术中、术后无并发症发生。

2.4 术后心律失常 术后住院 (9 ± 4) d。心律失常类型: 阵发性心房扑动 14/15 例, 阵发性房性心动过速 12/15 例。均予胺碘酮和 ARB 类药物口服治疗, 出院前维持窦性心律 3 d 以上。

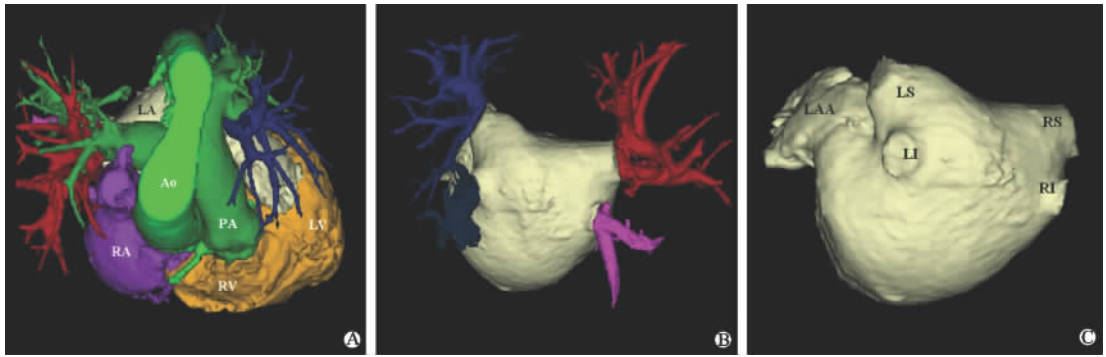


图 1 左心房和肺静脉 CT 三维图像提取流程

Fig 1 Extraction of three-dimensional CT pictures of left atrium and pulmonary veins

A; Cardiac cavities and vessels were separated by distinct anatomic circumscription; B; LA and PVs; C: The left atrium was shown after separating the extremity of PVs. LA: Left atrium; RA: Right atrium; PA: Pulmonary artery; Ao: Aorta; LV: Left ventricular; RV: Right ventricular; LAA: Left atrial appendage; LS: Left superior pulmonary vein; LI: Left inferior pulmonary vein; RS: Right superior pulmonary vein; RI: Right inferior pulmonary vein

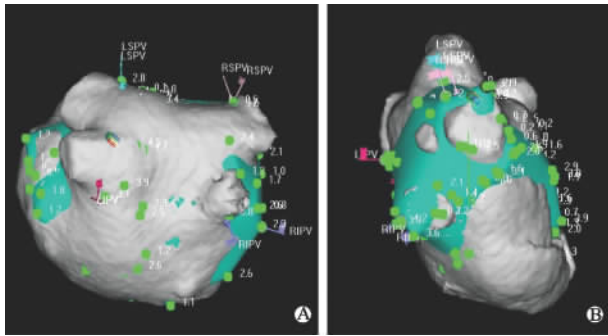


图 2 路标点配准和表面配准

Fig 2 Landmark matching and surface matching

A: Posterior-anterior position; B: Right-lateral position

3 讨论

本研究应用 64 排螺旋容积 CT 进行心脏扫描,扫描速度、图像层厚等参数均较以往 4 排、16 排 CT 有明显提高,扫描的时间大大缩短,而获取的图像信息量更大,降低了扫描时间窗内发生心律失常的概率,提高了检查的成功率,减少了三维重建时的伪差。

由于肺静脉前庭是房颤消融的靶区域,该区域三维解剖结构重建的准确和真实是提高房颤消融成功率的关键因素之一。本研究十分重视该区域的 Carto 电解剖标测,该区域内的标测点数约占总标测

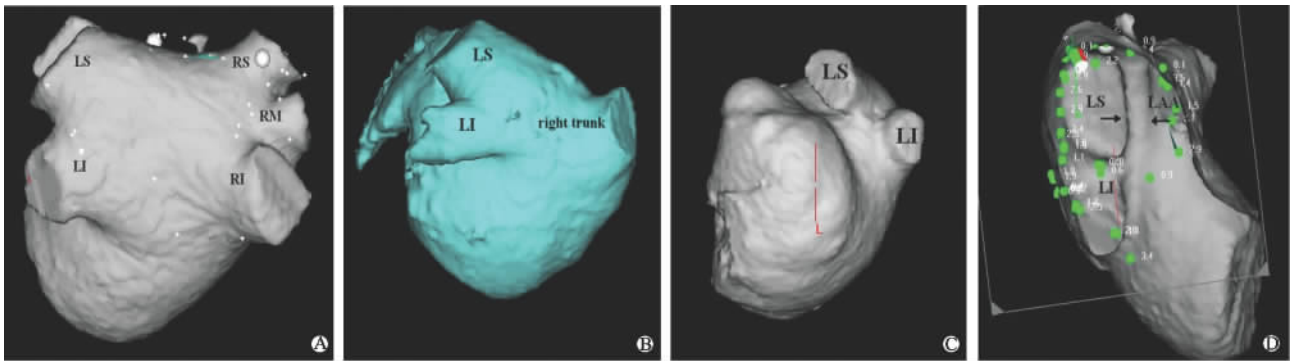


图 3 左心房和肺静脉解剖变异、左肺静脉与左心房之间嵴部

Fig 3 Anatomic difference of left atrium and pulmonary veins and ridge between left pulmonary veins and left atrial appendage

A; Right medium pulmonary vein; B; Trunk of right pulmonary vein; C; Left atrial appendage was excised after mitral commissurotomy; D: The ridge between left pulmonary vein and left atrial appendage (indicated by black arrows). LAA: Left atrial appendage; LS: Left superior pulmonary vein; LI: Left inferior pulmonary vein; RS: Right superior pulmonary vein; RI: Right inferior pulmonary vein; RM: Right medium pulmonary vein

点数的一半。这是由于:(1)肺静脉前庭为肺静脉和左心房接合部,此区域的密集标测可获取更真实的解剖图像,与 CT 三维图像整合时,局部可达到较其他区域更高的配准程度,有利于提高消融的准确

性^[6]。(2)路标点多选自左、右肺静脉前庭部,此部位的详细标测有利于整合前对路标点位置的判断,避免因路标点位置判断错误导致两者图像整合的失败。本研究中对左心房的其他区域也进行了较为详

细标测,有助于更好地了解左房各壁的解剖位置关系,而且在标测前,标测图像中可预先引入 CT 三维图像,可帮助术者形成左心房与肺静脉解剖形态概念,增加了导管操作和标测的准确性。

我们采用两种互补的配准方法:(1)路标点配准。肺静脉造影时,上肺静脉上后壁、下肺静脉前下壁与心房接合部常可在肺静脉造影图像上清晰显示,结合不同体位透视,易使导管准确到位,常作为理想的路标点,与 CT 三维重建图像中相应的点配准后,两者即可初步整合。(2)表面配准。点与点的配准使两个图像中左心房的基本解剖走行一致,而表面配准软件则

可使电解剖图像中的心房各区域的模拟心内膜表面与 CT 三维重建图像中真实的心内膜表面进一步整合,减少两者心内膜位置之间的距离^[7]。消融过程中,Carto-Merge 技术下可实时显示导管头端与整合图像心内膜间的距离,有利于判断导管与心内膜是否有效接触。与单纯依靠电解剖标测图相比,避免了后者可能存在的标测误区导致的“假接触”,从而提高消融的有效性。本研究在术中常规显示实际消融点和其在心内膜的投影点,使消融投影点在整合图像上呈线性连接,以帮助导管选择下一个消融点,并有助于判断消融漏点和“补漏”(图 4A、4B)。

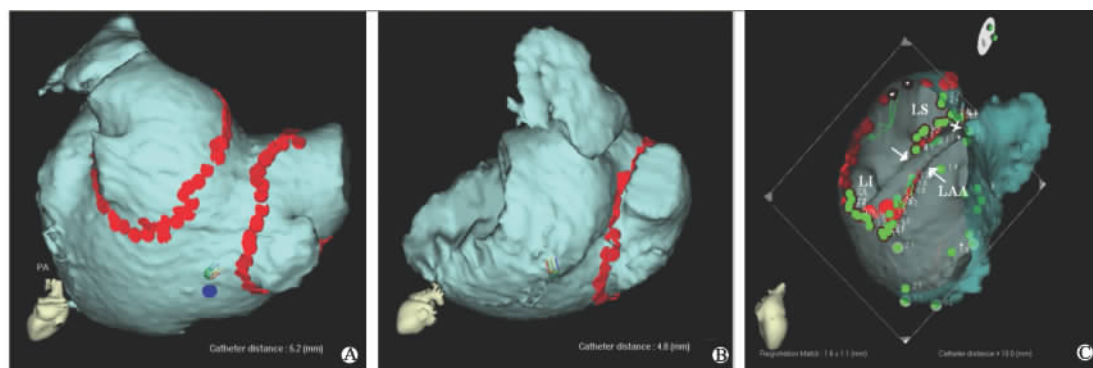


图 4 与左心房和肺静脉解剖结构相匹配的消融

Fig 4 Ablation in left atrium and pulmonary veins in merged pictures

A: Ablation lined in posterior-anterior position; B: Ablation lined on the ridge between left pulmonary veins and left atrial appendage from the external view; C: The interspace (indicated by white arrows) of ablation lined on the ridge between left pulmonary veins and left atrial appendage from the internal view. LAA: Left atrial appendage; LS: Left superior pulmonary vein; LI: Left inferior pulmonary vein

左肺静脉与左心耳之间的“嵴部”解剖变异较大,对于宽大嵴部,导管常可稳定贴靠,而对于狭窄嵴部,导管不易贴靠,稳定性差,易进入左心耳消融。单纯的电解剖标测图像不能显示嵴部的解剖特征,在此部位的消融存在一定的风险。而在 Carto-Merge 技术下,整合图像在不同体位及切面观下清晰显示嵴部的解剖特征,狭窄嵴部消融时可实时观察导管与左心耳的位置关系,避免并发症的发生。另外,消融完毕后,切面观也可清晰显示嵴部消融径线是否连续、完整,避免遗留裂隙(图 4C)。

Carto-Merge 技术整合了 CT 三维重建图像和电解剖标测图像,其优点在于:(1)预先显示了较为真实 CT 三维重建图像;(2)以较为真实 CT 三维重建图像校正电解剖标测图形,有助于显示电解剖标测的伪差和误区,提高术者对标测技术的认识;(3)在整合图像上的消融,提高消融准确性;(4)消融投影点可引导初学者完成左、右肺静脉消融径线;(5)清楚显示左心耳、肺静脉,避免消融导致的并发症的发生。

[参考文献]

- [1] Jongbloed M R, Bax J J, Lamb H J, et al. Multislice computed tomography versus intracardiac echocardiography to evaluate the pulmonary veins before radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation: a head-to-head comparison[J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 45: 343-350.
- [2] Kato R, Lichfett L, Meininger G, et al. Pulmonary vein anatomy in patients undergoing catheter ablation of atrial fibrillation: Lessons learned by use of magnetic resonance imaging [J]. Circulation, 2003, 107: 2004-2010.
- [3] Sra J, Krum D, Hare J, et al. Feasibility and validation of registration of three-dimensional left atrial models derived from computed tomography with a noncontact cardiac mapping system[J]. Heart Rhythm, 2005, 2: 55-63.
- [4] Sanders P, Morton J B, Davidson N C, et al. Electrical remodeling of the atria in congestive heart failure: electrophysiological and electroanatomic mapping in humans[J]. Circulation, 2003, 109: 1514-1522.
- [5] Pappone C, Rosanio S, Oreto G, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: a new anatomic approach for curing atrial fibrillation[J]. Circulation, 2000, 102: 2619-2628.
- [6] Kistler P M, Earley M J, Harris S, et al. Validation of three-di-

mensional cardiac image integration; use of integrated CT image into electroanatomic mapping system to perform catheter ablation of atrial fibrillation[J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2006, 17:341-348.

[7] Jun D, Timm D, Darshan D, et al. Initial experience in the use

of integrated electroanatomic mapping with three-dimensional MR/CT images to guide catheter ablation of atrial fibrillation [J]. J Cardiovasc Electrophysiol, 2006, 17:459-466.

[收稿日期] 2007-03-17

[修回日期] 2007-09-25

[本文编辑] 曹静

· 个案报告 ·

剧烈运动致重度低钾血症两例报道

Severe hypokalemia caused by violent exercise: a report of 2 cases

王淑岳, 董伟 (公安海警高等专科学校医院, 宁波 315801)

[关键词] 运动; 低钾血症

[中图分类号] R 589.4 [文献标识码] B [文章编号] 0258-879X(2007)11-1218-01

1 临床资料 例1,男,24岁,发病前3d训练后感乏力,以双下肢为主,伴酸痛,多汗,尚能行走,食欲下降,无腹胀、呕吐及腹泻,尿量正常,休息后症状无缓解,仍坚持训练,症状加重,出现行走站立困难。既往体健,家族中无类似病史。体检:体温37.2℃,脉搏92次/min,呼吸20次/min,血压120/85 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),神志清楚,精神差,疲倦状,自动体位,甲状腺未触及肿大,心肺未见异常,肠鸣音2~3次/min,双下肢无水肿,双上肢肌力V级,双下肢肌力IV级,腹壁反射、膝腱反射减弱,病理反射未引出。血、尿常规正常。血电解质:钾1.6 mmol/L,钠136.5 mmol/L,氯98.6 mmol/L,总钙2.4 mmol/L。诊断:低钾血症。给静脉补钾后症状减轻,入院后检查腹部B超及甲状腺超声未见异常,心电图未见异常,垂体MRI、双侧肾上腺CT均未见异常,胸部X线片心肺膈未见异常,风湿全套检查阴性。血气分析未见异常。甲状腺功能、血醛固酮(卧位、立位)、肾上腺皮质激素、皮质醇水平均在正常范围。心电图:窦性心律。复查血钾4.4 mmol/L,其余正常。予静脉及口服KCl片及其他对症治疗,血钾正常、症状缓解后改口服KCl。住院11d,治愈出院。

例2,男,30岁,发病前3d训练后出现乏力、多汗、腹胀、食欲差,无呕吐及腹泻,尿量正常,仍坚持训练,出现行走及站立困难。既往体健,家族中无遗传病及类似病史。体检:体温37℃,脉搏60次/min,呼吸16次/min,血压122/76 mmHg,神志清楚,精神萎靡,倦怠无力,被动体位,甲状腺未触及肿大,心肺未见异常,肠鸣音1~3次/min,双下肢无水肿,双侧足背动脉搏动良好,上肢肌力V级,右下肢IV级,左下肢II级,膝腱反射减弱,病理反射未引出。血、尿常规未见异常。血电解质:钾1.6 mmol/L,钠138 mmol/L,氯101.6 mmol/L,总钙2.2 mmol/L。以低钾血症入院,予静脉及口服KCl片治疗,症状迅速好转,2d后肌力、肌张力恢复正常。进一步检查,肝、肾功能,甲状腺功能正常,血醛固酮、血管紧张素正常范围,血气分析正常,风湿全套检查阴性。胸X线片心肺膈未见异常。腹部B超:胆囊息肉,其余脏器未见异常。心电图:窦性心律,房性早搏。心电图未见异常。复查血钾4.1 mmol/L,症状消失,改为口服KCl治疗,住院13d,治愈出院。

2例患者出院后均恢复训练,注意饮食,适量口服KCl

片,至训练结束未再出现症状。随访6个月未发生低钾血症。

2 讨论 血清钾浓度<3.5 mmol/L时称为低钾血症,<2.5 mmol/L时为重度低钾血症。当血清钾<3.0 mmol/L时即可出现症状,包括神经肌肉、心血管及肾脏损害等方面。症状的轻重取决于血钾降低的速度及程度^[1]。此2例患者短期内血清钾浓度降至1.6 mmol/L,因此症状较重,主要表现在神经肌肉兴奋性降低如精神萎靡,倦怠,肌肉软弱无力,膝腱反射减弱或消失。心电图未见典型低钾改变可能与静脉补钾后检查有关,亦未见肾脏损害,考虑为急性失钾。

低钾血症的病因主要有:(1)钾的摄入量不足;(2)胃肠道丢失及肾脏排出过多,如呕吐、腹泻,肾脏、内分泌、代谢以及遗传等疾病。(3)钾在体内分布异常;如家族性周期性麻痹。(4)各种原因的碱中毒。2例患者既往体健,家族中无遗传及类似病史,此后亦无低钾血症发生,结合各项检查综合分析,出现低钾血症原因为剧烈运动。运动后低钾血症的发生机制尚不十分明确,可能与下列因素有关:(1)汗量增多。(2)细胞外钾转移至细胞内。剧烈运动使糖的无氧酵解增加,乳酸等酸性物质生成过多,钾由肌细胞内转移至细胞外,加之大量饮用不含电解质的纯水,使尿中钾的排泄增加,休息后钾由细胞外转移至肝脏和肌细胞内使血清钾浓度进一步降低。此2例患者既往无高强度运动史,对气温高、强度大的训练不适应,训练中出汗多,虽饮水多但未补充富含电解质的运动饮料,进食含钾高的食品少,钾的摄入不足。

运动性低钾血症可从以下几方面进行预防:做好训练前的准备工作,防止疲劳过度;多吃含钾高的食物,如香蕉、橘子、咖啡;出汗过多(尤其在炎热的夏季)时及时补充含有较多钾、钠等电解质的饮料;过度疲劳时忌高糖饮食。

[参考文献]

[1] 陈灏珠.实用内科学[M].12版.北京:人民卫生出版社,2005:984-986.

[收稿日期] 2007-10-15

[修回日期] 2007-11-01

[本文编辑] 尹茶

[作者简介] 王淑岳,住院医师. E-mail: lzglove2004@126.com