

## ❖ 心脏、血管影像学

## The best position of the head end of peripherally inserted central venous catheter in children: CT study

WEI Jie, ZHOU Yirui, WANG Longlun, CAI Jinhua\*

(Department of Radiology, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing 400014, China)

**[Abstract]** **Objective** To observe the best position of the head end of peripherally inserted central venous catheter (PICC) in children with CT. **Methods** Data of 246 children who underwent enhanced chest CT were retrospectively analyzed. The length of the superior vena cava (SVC), the distance from tracheal carina to cavoatrial junction (tracheal carina-CAJ) and the corresponding vertebral body units (VBU) were measured on enhanced chest CT images. The above parameters were compared among children with different ages and genders, and the correlations of age and the above parameters were analyzed in order to explore the best position of the head end of PICC. **Results** The tracheal carina located between the upper and lower end of SVC in all 246 children. There was no significant difference of SVC length, tracheal carina-CAJ nor corresponding VBU between male and female children (all  $P > 0.05$ ), while there were significant differences of the above parameters among children with different ages (all  $P < 0.05$ ). The age of children was highly positively correlated with SVC length and tracheal carina-CAJ ( $r = 0.921, 0.800$ ; both  $P < 0.01$ ), but not significantly correlated with tracheal carina-CAJ corresponding VBU ( $r = 0.018, P = 0.781$ ). The distance from tracheal carina to the upper end of the lower 1/3 of SVC was  $(8.62 \pm 4.88)$ mm, while to the lower end of the lower 1/3 of SVC, namely tracheal carina-CAJ, was  $(21.14 \pm 8.51)$ mm. **Conclusion** The best position of the head end of PICC in children was  $(8.62 \pm 4.88) - (21.14 \pm 8.51)$  mm below the tracheal carina level in SVC, which needed to be judged combining with age.

**[Keywords]** child; vena cava, superior; catheterization, central venous; tomography, X-ray computed

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2022.07.008

## CT 观察儿童外周中心静脉导管头端最佳位置

韦捷, 周怡睿, 王龙伦, 蔡金华\*

(重庆医科大学附属儿童医院放射科 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心  
儿童发育疾病研究教育部重点实验室 儿科学重庆市重点实验室, 重庆 400014)

**[摘要]** **目的** 以 CT 观察儿童外周中心静脉导管(PICC)头端最佳位置。**方法** 回顾性分析 246 例接受胸部增强 CT 检查患儿,于胸部增强 CT 图像中测量上腔静脉(SVC)长度、气管隆嵴至上腔静脉-右心房交界处(CAJ)的距离(气管隆嵴-CAJ)及其对应椎体单元(VBU)数量;分析不同年龄段及不同性别患儿之间上述参数的差异,观察年龄与上述参数的相关性,寻找 PICC 头端最佳位置。**结果** 246 例患儿气管隆嵴均位于 SVC 上、下端之间。SVC 长度、气管隆嵴-CAJ 及对应 VBU 的男、女性差异均无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ ),而不同年龄段之间上述参数差异均有统计学意义( $P$ 均 $<0.05$ )。患儿年龄与 SVC 长度及气管隆嵴-CAJ 均高度正相关( $r=0.921, 0.800, P$ 均 $<0.01$ ),而与气管隆嵴-CAJ 对应 VBU 无明显相关( $r=0.018, P=0.781$ )。气管隆嵴至 SVC 下 1/3 上端距离为 $(8.62 \pm 4.88)$ mm,至 SVC 下 1/3 下端距离(即气管隆嵴-CAJ)为 $(21.14 \pm 8.51)$ mm。**结论** 儿童

**[第一作者]** 韦捷(1995—),女,重庆人,在读硕士。研究方向:儿科影像诊断。E-mail: 2391800986@qq.com

**[通信作者]** 蔡金华,重庆医科大学附属儿童医院放射科 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心 儿童发育疾病研究教育部重点实验室 儿科学重庆市重点实验室,400014。E-mail: 664662256@qq.com

**[收稿日期]** 2022-03-16 **[修回日期]** 2022-05-20

PICC 头端在 SVC 内的最佳位置为气管隆嵴水平下 $(8.62 \pm 4.88) \sim (21.14 \pm 8.51)$ mm,需结合年龄进行选择。

**【关键词】** 儿童; 腔静脉, 上; 导管插入术, 中心静脉; 体层摄影术, X 线计算机

**【中图分类号】** R725; R445.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-3289(2022)07-1000-04

外周中心静脉导管(peripherally inserted central venous catheter, PICC)可用于长期静脉用药、肠外营养或化学治疗(化疗)肿瘤等<sup>[1]</sup>;如其头端异位,易致静脉炎、血栓、导管相关性败血症及心律失常等严重并发症<sup>[2-3]</sup>。为保证 PICC 置管的安全性和有效性,常需根据影像学所见判断 PICC 头端位置。X 线胸片可清晰显示 PICC 走行路径及头端位置,操作简便、易行<sup>[4]</sup>,主要通过计数气管隆嵴下的椎体单元(vertebral body unit, VBU)数量定位上腔静脉(superior vena cava, SVC)下端,进而判断 PICC 头端位置<sup>[5-6]</sup>。儿童处于生长发育过程中,其 SVC 长度、气管隆嵴与 SVC 下端的位置关系可随年龄而变化。本研究基于胸部增强 CT 图像观察不同年龄段儿童 SVC 长度及气管隆嵴与 SVC 下段的位置关系,以判断其 PICC 头端最佳位置。

## 1 资料与方法

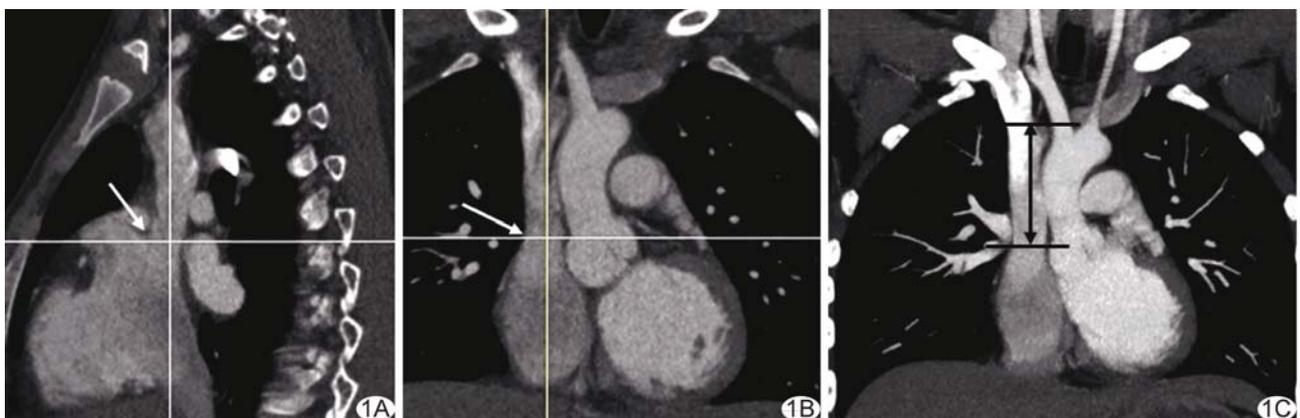
**1.1 一般资料** 回顾性分析 2015 年 1 月—2020 年 6 月 246 例于重庆医科大学附属儿童医院因疑诊肺部病变而接受胸部增强 CT 检查患儿,男 143 例,女 103 例,年龄 1 天~17 岁,中位年龄 4.0 岁;包括呼吸系统疾病 152 例,神经系统疾病 28 例,感染与免疫性疾病 25 例,消化系统疾病 13 例,血液系统疾病 11 例,骨关节系统疾病 5 例,泌尿系统疾病 4 例,心血管系统疾病 3 例,生殖系统疾病 2 例,皮肤病变 2 例,内分泌系统疾病 1 例。纳入标准:胸部增强 CT 仅见轻微肺部病变或未见明显肺部病变,且 SVC 显示良好。排除标准:SVC 发育变异、先天性心脏病、纵隔占位和/或移位、心包积液、大量

胸腔积液、肺不张、肺叶切除术后、胸廓畸形、胸椎骨质破坏、脊柱发育畸形、脊柱侧弯及气道发育变异或畸形等。检查前监护人均签署知情同意书。

**1.2 仪器与方法** 采用 Philips 128 排 CT 扫描仪。使患儿仰卧,对不配合者予 10%水合氯醛 0.5 ml/kg 体质量(不超过 10 ml)口服或纳肛镇静。行常规胸部平扫后,采用高压注射器以 0.8~1.2 ml/s 流率经静脉注射非离子型对比剂碘海醇(300 mgI/ml)2 ml/kg 体质量行胸部增强扫描,范围均自颈根部至肋膈角最低处,参数均为管电压 100~120 kV,管电流 80~160 mA,螺距 1.2,层厚 5 mm。

**1.3 重建图像及评估** 由 2 名具有 5 年以上工作经验的放射科医师独立进行。将 CT 图像传至后处理工作站,采用容积再现(volume rendering, VR)、最小密度投影(minimum intensity projection, MinIP)及最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)法行 2D 或 3D 薄层(层厚 1.0 mm)重建,以分别显示 SVC 和右心房、气管隆嵴及胸椎;根据测量需要对重建图像进行融合。

以终末嵴[上腔静脉-右心房交界处(cavoatrial junction, CAJ)]为 SVC 下端<sup>[7]</sup>,以左、右头臂静脉汇合处上缘为 SVC 上端;于心脏大血管重建图像上测量 SVC 长度,即 SVC 上端与 CAJ 所在水平线的垂直距离(图 1)。于气道和心脏大血管融合图像上测量气管隆嵴与 CAJ 的距离(气管隆嵴-CAJ),即左、右主支气管分叉下缘至 CAJ 所在水平线的垂直距离(图 2)。于心脏大血管、气道和脊柱融合图像上计数气管隆嵴-CAJ 对应的 VBU 数量,



**图 1** 癫痫患儿,男,15 岁,胸部增强 CT 重建图像 A、B. 胸部增强矢状位(A)及冠状位(B)CT 重建图显示终末嵴(箭),即 SVC 下端; C. 胸部增强冠状位 CT 重建图显示左、右头臂静脉汇合处上缘至终末嵴所在水平线的垂直距离,即 SVC 长度(双头箭)

将 1 个椎体与其上方椎间盘视为 1 个 VBU<sup>[7]</sup>, 不足 1 个 VBU 时, 计算其实际高度与相应 VBU 高度的比值(图 3)。以 2 名医师测量的平均值为最终结果。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 26.0 统计分析软件。以  $\bar{x} \pm s$  表示计量资料, 采用 *t* 检验或方差分析进行组间比较; 以 Pearson 相关性分析观察 SVC 长度、气管隆嵴-CAJ 及其对应 VBU 与年龄的相关性:  $|r| \geq 0.8$  为高度相关。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

246 例患儿的气管隆嵴均位于 SVC 上、下端之间; 其中不同性别患儿 SVC 长度、气管隆嵴-CAJ 及对应 VBU 差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ , 表 1), 而不同年龄段患儿上述参数差异均有统计学意义( $P$  均  $< 0.05$ , 表 2)。患儿年龄与 SVC 长度  $[(37.56 \pm 14.25) \text{ mm}]$  及气管隆嵴-CAJ  $[(21.14 \pm 8.51) \text{ mm}]$  均呈高度正相关( $r = 0.921, 0.800, P$  均  $< 0.01$ ), 而与气管隆嵴-CAJ 对应 VBU  $[(1.58 \pm 0.37) \text{ 个}]$  无明显相关( $r = 0.018, P = 0.781$ ); 见图 4。

气管隆嵴至 SVC 下 1/3 上端的距离为  $(8.62 \pm 4.88) \text{ mm}$ , 至 SVC 下 1/3 下端的距离即为气管隆嵴-CAJ。见表 2、3。

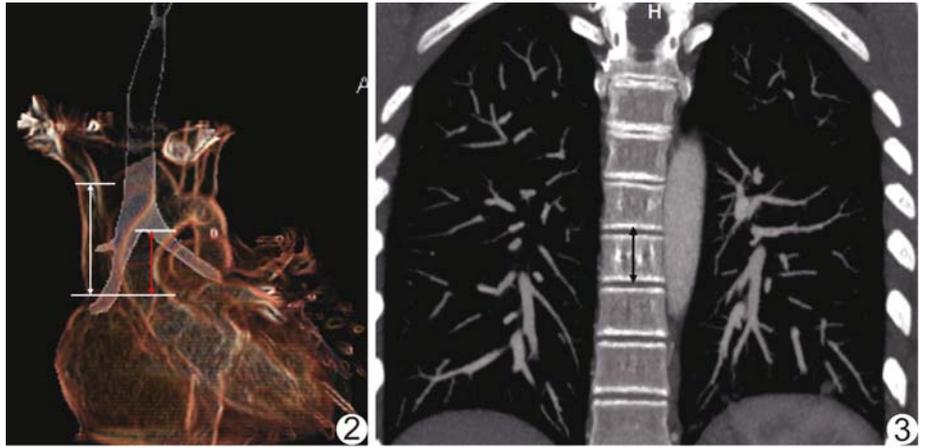


图 2 幼年型皮肌炎患儿, 男, 6 岁 于气管与心脏大血管重建融合 CT 图中测量 SVC 长度(白色双头箭)和气管隆嵴-CAJ(红色双头箭) 图 3 急性胃肠炎患儿, 男, 15 岁 胸部冠状位 CT MIP 重建图示 VBU(黑双头箭)

表 1 不同性别患儿 SVC 长度、气管隆嵴-CAJ 及其对应 VBU 比较

性别	SVC 长度 (mm)	气管隆嵴-CAJ (mm)	气管隆嵴-CAJ 对应 VBU(个)
男( $n=143$ )	$36.91 \pm 13.66$	$20.66 \pm 8.13$	$1.58 \pm 0.39$
女( $n=103$ )	$38.45 \pm 15.05$	$21.81 \pm 9.02$	$1.57 \pm 0.34$
<i>t</i> 值	-0.833	-1.052	0.329
<i>P</i> 值	0.406	0.294	0.742

表 2 不同年龄患儿 SVC 长度、气管隆嵴-CAJ 及其对应 VBU 比较

年龄(y)	SVC 长度 (mm)	气管隆嵴-CAJ(mm)	气管隆嵴-CAJ 对应 VBU(个)
1 天 $\leq y < 1$ 个月( $n=30$ )	$21.03 \pm 3.66$	$9.30 \pm 3.48$	$1.26 \pm 0.46$
1 个月 $\leq y < 7$ 个月( $n=40$ )	$26.39 \pm 3.58$	$14.94 \pm 3.72$	$1.60 \pm 0.38$
7 个月 $\leq y < 1$ 岁( $n=36$ )	$29.31 \pm 4.30$	$19.08 \pm 4.08$	$1.84 \pm 0.36$
1 岁 $\leq y < 4$ 岁( $n=33$ )	$33.31 \pm 5.13$	$21.11 \pm 4.31$	$1.65 \pm 0.33$
4 岁 $\leq y < 7$ 岁( $n=30$ )	$39.44 \pm 4.92$	$21.55 \pm 3.98$	$1.50 \pm 0.25$
7 岁 $\leq y < 13$ 岁( $n=43$ )	$49.27 \pm 6.19$	$26.23 \pm 5.23$	$1.50 \pm 0.28$
13 岁 $\leq y \leq 17$ 岁( $n=34$ )	$61.65 \pm 9.64$	$34.29 \pm 5.97$	$1.66 \pm 0.24$
<i>F</i> 值	215.519	15.857	9.327
<i>P</i> 值	$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$

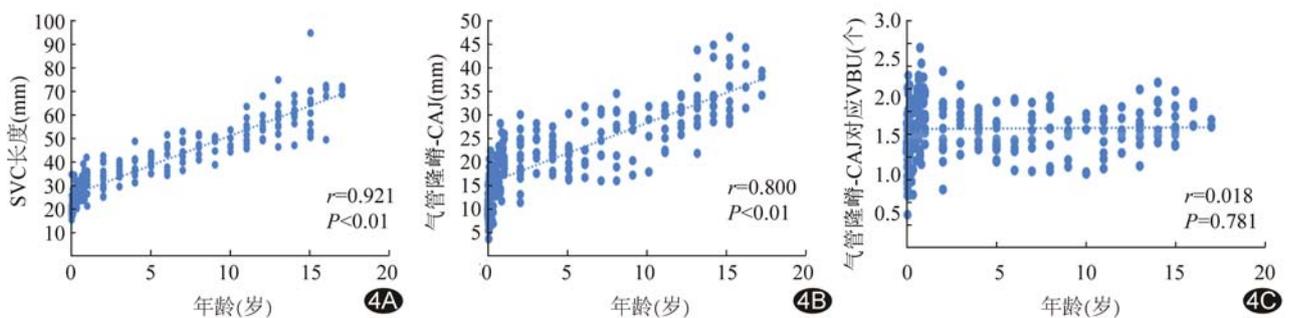


图 4 患儿年龄与 SVC 长度(A)、气管隆嵴-CAJ(B)及其对应 VBU(C)的相关性散点图

表 3 不同年龄患儿气管隆嵴至 SVC 下 1/3 上端的距离(mm)

年龄(y)	气管隆嵴至 SVC 下 1/3 上端的距离
1天≤y<1个月(n=30)	2.30±3.33
1个月≤y<7个月(n=40)	6.14±2.98
7个月≤y<1岁(n=36)	9.31±3.38
1岁≤y<4岁(n=33)	10.01±3.31
4岁≤y<7岁(n=30)	8.40±3.80
7岁≤y<13岁(n=43)	9.80±4.52
13岁≤y≤17岁(n=34)	13.74±4.50
总计(n=246)	8.62±4.88

### 3 讨论

SVC 由左、右头臂静脉汇合而成,是纵隔内最大的中央静脉干,其内血流量大、速度快,临床上常以之作为 PICC 的置管静脉,以减少高浓度、高渗性及高刺激性液体对血管壁的损伤。X 线胸片所示心脏大血管结构缺少天然对比,且受纵隔软组织和骨骼重叠影遮挡而无法直接辨认 SVC 及 CAJ 的位置,常需根据骨骼或气管等影像学解剖标识进行间接判断。气管隆嵴位于后纵隔内,位置相对固定,活动度小,且与 SVC 毗邻,X 线胸片易于观察,可作为判断 PICC 头端位置的解剖标志。多层螺旋 CT 可清晰显示 SVC、气管及椎体等结构,且能获得接近生理状态的影像解剖学数据。

目前对于 PICC 头端最佳位置尚无统一认识,一般认为处于 SVC 下 1/3 段较为理想,导管于此可顺应血流动力学而漂浮于血管内,避免了血管壁成角接触,有助于减少机械性静脉炎及静脉血栓的发生率<sup>[8]</sup>。本研究患儿气管隆嵴均位于 SVC 上端以下,提示于 SVC 置入 PICC 时,若其头端位于气管隆嵴以下,即可确认 PICC 已进入 SVC 内。

儿童生长发育速度具有不均衡性,为此本研究根据文献<sup>[9]</sup>标准进行年龄分组,即≥1天且<1个月、≥1个月且<7个月、≥7个月且<1岁、≥1岁且<4岁、≥4岁且<7岁、≥7岁且<13岁及≥13岁且≤17岁;结果显示大年龄段患儿气管隆嵴-CAJ 略超过 SVC 长度之半,即气管隆嵴基本位于 SVC 中点偏上处,故 PICC 头端宜处于气管隆嵴下(8.62±4.88)~(21.14±8.51)mm,即 SVC 下 1/3 段内。同时,本研究结果显示 SVC 长度及气管隆嵴-CAJ 均随年龄增长而增加,提示需结合患儿年龄具体判断 PICC 置管深度。

气管隆嵴下 VBU 也可用于定位 PICC 头端。既往研究<sup>[5,10]</sup>以成人气管隆嵴下 2.4 个或 0.9~2.1 个 VBU 为标准定位 CAJ,以判断 PICC 是否进入右心房。有学者<sup>[6]</sup>提出儿童气管隆嵴下 1.48 个 VBU 可

作为定位 CAJ 的标识。本研究发现患儿气管隆嵴下 1.58 个 VBU 处为 CAJ,与上述研究<sup>[6]</sup>存在一定差异,可能与样本量、个体差异及测量方法不同有关;本组患儿年龄与气管隆嵴-CAJ 对应 VBU 无明显相关,与既往文献<sup>[7,10]</sup>结果一致;可能由于椎体发育与 SVC 和/或气管发育并不完全同步,提示 VBU 并不能准确反映不同年龄段患儿气管隆嵴-CAJ,以之判断 PICC 头端位置可能存在一定误差。

本研究的主要不足:①样本均来自同一中心;②回顾性研究;③未考虑患儿身高及体质量等因素的影响;④仅针对胸部增强 CT 显示轻微肺部病变或未见明显肺部病变患儿,未考虑需接受 PICC 患儿病情多较严重;⑤仅根据胸部 CT 测量各数据。

综上所述,儿童 PICC 头端最佳位置为 SVC 内气管隆嵴下水平(8.62±4.88)~(21.14±8.51)mm,需结合其年龄进行具体判断。

### [参考文献]

- [1] ZHANG S, SUN X, LEI Y. The microbiological characteristics and risk factors for PICC-related bloodstream infections in intensive care unit[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1):15074.
- [2] VELISSARIS D, KARAMOUZOS V, LAGADINO M, et al. Peripheral inserted central catheter use and related infections in clinical practice: A literature update[J]. *J Clin Med Res*, 2019, 11(4):237-246.
- [3] KHOO W V, CHOO Y M, ZAHARI N, et al. Cardiac tamponade from peripherally-inserted central venous catheters in neonates: Three case reports[J]. *Med J Malaysia*, 2021, 76(4):566-568.
- [4] 2021 infusion therapy standards of practice updates[J]. *J Infus Nurs*, 2021, 44(4):189-190.
- [5] SONG Y G, BYUN J H, HWANG S Y, et al. Use of vertebral body units to locate the cavoatrial junction for optimum central venous catheter tip positioning[J]. *Br J Anaesth*, 2015, 115(2):252-257.
- [6] HIRSCHL J R, GADEPALLI S K, DERSTINE B A, et al. CT validation of SVC-RA junction location for pediatric central line placement: Is vertebral bodies below the carina accurate? [J]. *Pediatr Surg Int*, 2020, 36(9):1055-1060.
- [7] BASKIN K M, JIMENEZ R M, CAHILL A M, et al. Cavoatrial junction and central venous anatomy: implications for central venous access tip position[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2008, 19(3):359-365.
- [8] 陈琼,李颖馨,胡艳玲,等.新生儿经外周置入中心静脉导管操作及管理指南(2021)[J]. *中国当代儿科杂志*, 2021, 23(3):201-212.
- [9] 王卫平,孙锟,常立文.儿科学(第9版)[M].北京:人民卫生出版社,2018:469.
- [10] 梁明柱,陈晓君,秦培鑫,等.CT 定位上腔静脉在评价 PICC 置管中的应用价值[J]. *临床放射学杂志*, 2017, 36(7):984-988.