

· 临床研究 ·

食管超声心动图构建右颈内中心静脉置入导管深度的简易预测公式

卜心怡 陈利海 王悠然 魏海燕 苏中宏 施韬 史宏伟 葛亚力

【摘要】 目的 经右颈内静脉置入中心静脉导管,采用经食管超声心动图(TEE)准确定位导管位置,构建置入导管深度简易预测公式。**方法** 选择择期行心脏手术患者 172 例,男 101 例,女 71 例,年龄>18 岁。于麻醉诱导后放置 TEE 探头,经右颈内静脉穿刺置入导丝,初次导丝置入深度为 Peres 公式计算深度(身高÷10 cm),TEE 观察导丝尖端是否位于合适区域内(上腔静脉右心房入口上 2 cm 至入口下 1 cm)。根据观察结果调整深度,使导丝尖端位于理想位置(上腔静脉右心房入口上 1 cm 处)。沿导丝送入中心静脉导管,置入导管深度等于此时置入导丝深度。记录性别、身高、体重、BMI、置入导管深度、Peres 公式计算深度以及穿刺置管相关并发症。**结果** TEE 观察下根据 Peres 公式计算深度置管,有 126 例导丝尖端位于合适区域内,46 例导丝尖端不在合适区域内,置入导管深度合适比例为 73.3%。172 例患者的 Peres 公式计算深度明显深于置入导管深度[(16.5±0.8) cm vs (14.9±1.2) cm, $P<0.01$]。男性身高明显高于女性,体重明显重于女性,Peres 公式计算深度、置入导管深度明显深于女性($P<0.01$)。男、女性患者 Peres 公式计算深度均明显深于置入导管深度($P<0.01$)。身高与置入导管深度相关,采用回归方程进行相关分析,得出在环状软骨水平行右颈内中心静脉穿刺,置入导管深度(cm)=身高(cm)÷10-1.5($r^2=0.437$, $P<0.01$)。17 例患者出现心律失常,未观察到误穿动脉、血肿形成、气胸等现象。**结论** 对于我国成年患者行右颈内中心静脉置管,Peres 公式计算深度有一定局限性,利用 TEE 完成置管安全有效。所构建的简易预测公式男女均适用,可为临床操作提供参考。

【关键词】 经食管超声心动图;右颈内;中心静脉置管;预测公式

A clinical study of establishing a simple formula model for predicting the depth of catheterization through the right internal jugular vein by using transesophageal echocardiography BU Xinyi, CHEN Lihai, WANG Youran, WEI Haiyan, SU Zhonghong, SHI Tao, SHI Hongwei, GE Yali. Department of Anesthesiology, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China
Corresponding author: GE Yali, Email: ge_yl@163.com

【Abstract】 Objective Placing the central venous catheter through the right internal jugular vein, and using transesophageal echocardiography (TEE), to accurately locate the catheter position and construct a simple prediction model for the depth of the catheter. **Methods** One hundred and seventy-two patients undergoing elective cardiac surgery, 101 males and 71 females, aged > 18 years, were placed with a TEE probe after induction of anesthesia, and a central venous guidewire was inserted through the right internal jugular vein. The primary guidewire was inserted at a depth calculated by the Peres formula (height ÷ 10 cm). TEE was used to observe whether the tip of the guidewire was in the suitable area (2 cm above and 1 cm below the right atrium entrance of the superior vena cava). The depth was adjusted according to the observation results so that the tip of the guidewire was at the ideal position (1 cm above the right atrium entrance of the superior vena cava). The central venous catheter was guided along the guidewire, and the depth of the catheter was equal to the depth of the guidewire. Gender, height, weight, and BMI of patients were recorded. The depths of the catheter and the Peres formula results were recorded. **Results** Under the TEE observation, according to Peres formula, 126 guidewire tips were located in the appropriate area, and 46 guidewire tips were not in the appropriate area, the appropriate proportion was 73.3%. The average depth of the catheter was significantly shorter than that calculated by Peres formula [(16.5 ± 0.8) cm vs (14.9 ± 1.2) cm, $P < 0.01$]. Compared with female patients, the height, weight, depth calculated by the Peres formula and depth of catheter in male patients increased significantly ($P < 0.01$). The height was related to

DOI:10.12089/jca.2021.01.003

作者单位:210006 南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)麻醉科

通信作者:葛亚力,Email: ge_yl@163.com

the depth of catheter ($P < 0.01$). Using Regression equation, the correlation between the depth of catheter and height was analyzed, this study found that when right internal jugular central venipuncture was performed at the horizontal position of the cricoid cartilage, the depth of the catheter (cm) = height (cm) $\div$ 10 - 1.5 ($r^2 = 0.437, P < 0.01$). There were 17 patients of arrhythmia, but artery puncture by mistake, hematoma formation, and pneumothorax were not observed. **Conclusion** For adults with right internal jugular vein catheterization, Peres formula has limitations in calculating the depth of catheter, while TEE can be used safely and effectively. The simple prediction model constructed by TEE in this study can be used as a clinical reference.

【Key words】 Transesophageal echocardiography; Right internal jugular; Central venous catheter; Predict formula

中心静脉置管技术是一项基本的临床操作,常用于输血、输液、监测围术期 CVP 等^[1]。但若导管位置不正确,不仅不能精准用于临床监测与治疗,甚至会造成严重的临床并发症,如心律失常、心脏填塞等^[2]。一项历时 3 年纳入 1 619 例患者的队列研究^[3]表明,中心静脉置管后导管位置不正确的发生率为 3.3%。Peres 公式^[4]是关于中心静脉置管深度的一个简易预测公式,临床运用广泛,但该方法是基于欧洲人群生理数据得出,应用于亚洲人群可能面临不同的情况。经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)主要用于围术期心血管功能及结构监测,可清晰地显示心脏及大血管图像。因此,本研究选择临床最常用的右颈内静脉路径行中心静脉置管,利用 TEE 准确定位导管,测量置入导管深度,构建简易预测公式,为国内临床操作提供数据参考。

资料与方法

一般资料 本研究经本院伦理委员会批准(KY20160907-01),患者或家属签署知情同意书。纳入择期行心脏手术的患者,性别不限,年龄>18岁。排除标准:有放置 TEE 禁忌证(如 3 个月内曾行食管手术,有食管占位、食管狭窄、食管静脉曲张病史),有行右颈内静脉穿刺禁忌证或局部解剖异常。剔除标准:穿刺前颈部超声检查有血栓形成,经右颈内中心静脉置管失败而改用其他中心静脉置管方法。

TEE 监测 患者术前禁饮禁食 8 h,入室后开放上肢静脉,吸氧,局麻下行桡动脉穿刺置管,监测 BP、ECG、SpO₂。常规麻醉诱导后,患者处平卧位,将涂有润滑剂的 TEE 探头置入食管。根据美国超声心动图协会推荐,将探头置于食管中段双腔静脉切面,该切面可显露上腔静脉右心房入口,判断中心静脉导管的位置。上腔静脉右心房入口上 2 cm 至入口下 1 cm 的区域通常被认为是中心静脉导管

尖端所在的合适区域^[5]。为了获得准确的数值,本研究选择上腔静脉右心房入口上 1 cm 处作为理想位置^[6]。

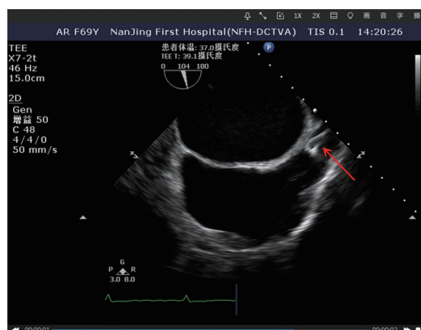
右颈内中心静脉置管 TEE 探头放置后,患者去枕平卧,头低 20°~30°,头转向左侧,充分暴露穿刺区域,皮肤常规消毒,铺无菌洞巾,体表超声探头套无菌保护套,常规检查穿刺血管,确认无血栓形成。在环状软骨平面,通过体表超声显露右颈内静脉,在该点穿刺,穿刺方向约呈 45°,向下稍向外进针,见静脉回血,抽吸顺畅,表明已进入颈内静脉,固定穿刺针,经穿刺针尾端孔送入导丝,退出穿刺针。

TEE 引导置管 患者头部回复正中位,头低 0°。在 TEE 引导下继续完成操作。因为导丝在 TEE 上的显像更加明显(图 1),故先根据 Peres 公式计算深度(右颈内中心静脉置入导管深度=身高 $\div$ 10 cm)完成导丝置入。观察导丝尖端即 J 点是否位于合适区域内,TEE 下修正导丝位置将 J 点置于理想位置(图 2)。此时置入导丝深度=导丝全长-暴露在穿刺点外面的导丝长度(无菌刻度尺测得)。保持 J 点位置不变,使用扩张器扩张皮肤及皮下组织后退出,沿导丝置入中心静脉导管,根据导管上标注的刻度并借助无菌刻度尺测量,使置入导管深度=置入导丝深度。最后退出导丝,肝素盐水封管,导管末端套肝素帽,固定导管,无菌敷贴覆盖穿刺点。

观察指标 记录患者性别、身高、体重、BMI;置入导管深度;Peres 公式计算深度;穿刺置管相关并发症,如误穿动脉、血肿形成、气胸、心律失常等。

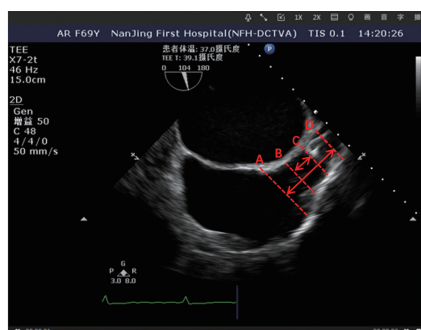
统计分析 采用 SPSS 19.0 统计学软件进行数据分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用配对样本 t 检验比较置入导管深度与 Peres 计算深度的差异,采用独立样本 t 检验比较男女数据差异。采用回归方程分析置入导管深度与身高关系,构建经右颈内中心静脉置入导管深度的

简易预测模型。计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。



注:箭头所示为导丝尖端 J 点

图 1 TEE 观察置管图像



注:A 线,上腔静脉右心房入口下 1 cm;B 线,上腔静脉右心房入口;C 线,上腔静脉右心房入口上 1 cm;D 线,上腔静脉右心房入口上 2 cm;AD,合适区域;C,理想位置

图 2 TEE 观察置管深度图像

结 果

本研究共纳入 172 例患者,男 101 例,女 71 例,年龄(63.3 ± 7.6)岁,体重(64.5 ± 10.9)kg, BMI (27.3 ± 3.3) kg/m^2 ,无中途退出者。172 例患者的 Peres 公式计算深度明显深于置入导管深度[(16.5 ± 0.8)cm vs (14.9 ± 1.2)cm, $P<0.01$]。根据 Peres 公式计算深度置入导管,TEE 观察下有 126 例导丝尖端位于合适区域内,置入导管深度合适比例为 73.3%。

男性身高明显高于女性,体重明显重于女性,Peres 公式计算深度、置入导管深度明显深于女性($P<0.01$)。男、女性患者 Peres 公式计算深度均明显深于置入导管深度($P<0.01$)(表 1)。

身高与置入导管深度相关($r^2=0.661$, $P<0.01$),与体重、BMI 无相关性。置入导管深度(cm)=身高(cm) $\times 0.097-1.074$ ($r^2=0.437$, $P<0.01$)(图 3)。

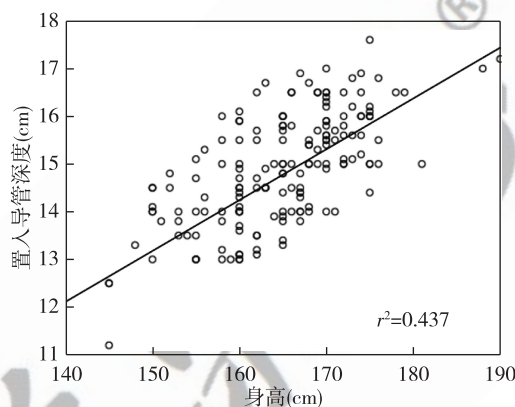


图 3 置入导管深度与身高线性回归图

为方便记忆,将回归方程简化,得到近似的简易预测公式简易预测模型:置入导管深度(cm)=身高(cm) $\div 10-1.5$ 。经验证,简易预测模型与回归方程的差值在 ± 0.1 cm 内,差异无统计学意义。

研究过程中,有 17 例(9.9%)根据 Peres 公式计算深度置入导丝时,引发心律失常,随后 TEE 下将导丝修正于理想位置,心律失常消失。未观察到误穿动脉、血肿形成、气胸等。

后续另外选择 35 例(年龄 >18 岁,择期行心脏手术)患者,于环状软骨水平平行右颈内中心静脉穿刺,根据简易预测公式计算结果置入导丝,经 TEE 观察发现,33 例患者导丝尖端位于合适区域内,合适比例为 94.0%。

讨 论

随着中心静脉置管技术的广泛普及,不可避免地带来诸多并发症,其中导管位置不正确所引起的

表 1 不同性别患者一般情况和置入导管深度的比较($\bar{x} \pm s$)

性别	例数	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m^2)	Peres 公式 计算深度(cm)	置入导管深度 (cm)
男	101	65.5 ± 5.8	169.5 ± 5.5^a	67.7 ± 10.3^a	23.5 ± 3.2	16.9 ± 0.6^{ab}	15.5 ± 0.9^a
女	71	62.0 ± 6.4	158.2 ± 5.8	59.9 ± 10.1	23.9 ± 3.6	15.8 ± 0.6^b	14.0 ± 0.9

注:与女性比较,^a $P<0.01$;与置入导管深度比较,^b $P<0.01$

并发症很常见^[7]。在紧急情况下,即使由经验丰富的麻醉科医师进行中心静脉置管,也存在相当比例的导管尖端错位,并与医源性并发症发生率及损伤严重程度成正相关^[8]。研究资料显示,中心静脉导管尖端合适区域应在上腔静脉右心房入口上 2 cm 至入口下 1 cm^[5]。若导管置入过浅,则易脱出,且可能使导管尖端与上腔静脉壁成角 $>40^{\circ}$,陡峭的角度会损伤静脉,导致无法控制的胸腔内出血。若导管置入过深,可能诱发心律失常,损伤右心瓣膜,甚至会造成心脏穿孔引起急性心包填塞。任何原因导致的导管位置不合适,将无法获得准确的诊断信息,在危重患者中,尤其是在心脏直视手术中,错误的信息会影响临床治疗^[9]。

Peres 公式是一个通过身高预估中心静脉置入导管深度的计算公式,公式认为经右颈内中心静脉置入导管深度(cm)约为身高(cm) $\div 10$,该计算方法简便、易于记忆,临床广泛采用。但值得注意的是,该方法基于欧洲人群生理数据统计得出,应用于亚洲人群会有不同结果。Kim 等^[10]通过术后 CT 验证表明 Peres 公式对于亚洲人群的准确率仅为 75%。Jayaraman 等^[11]比较了 Peres 公式和心房内 ECG 定位两种不同方法显示,使用 Peres 公式置管,40% 的患者置入导管过深,并认为 Peres 公式可能并不准确,不适合亚洲人群。因此需要建立一个适用于亚洲人群的简易公式,在紧急情况或无法使用定位设备时提供重要帮助。

TEE 是第一个在术中对患者进行实时监测的影像学技术,是用来判断心血管系统结构、进行功能监测与诊断的重要手段,现已逐渐渗透和应用用于急诊、重症监护和麻醉等多学科领域。TEE 是将超声探头置入食管内,从心脏后方向前近距离探查其深部结构,避免了胸腔、肺气等因素的干扰,可清晰地显示出心脏及大血管,尤其是邻近食管的心房及上腔静脉入口的图像。因此通过 TEE 引导下中心静脉置管,不仅具有实时性,并且具有可视性。Andropoulos 等^[12]利用 TEE 指导中心静脉导管尖端定位,显示正确率高于体表定位法及胸片定位法。Ahn 等^[6]亦利用 TEE 观察中心静脉置管,排除导管异位,实时观察导管尖端与心脏血管腔壁的角度,避免损伤、保证输液。多项研究均将 TEE 作为判断中心静脉置管位置的金标准^[6,13]。因此本研究选择在 TEE 下,观察、指导和完成经右颈内中心静脉置管。

本研究共收集 172 例成年患者数据,根据 Peres

公式计算深度置入导丝,有 126 例导丝尖端位于合适区域内,46 例导丝尖端不在合适区域内,置管深度合适比例为 73.3%。Peres 公式计算的置管深度均值为 16.5 cm,TEE 监测下导管位于理想位置时深度均值为 14.9 cm,较 Peres 公式计算深度明显缩短,说明依照 Peres 公式行右颈内中心静脉置管并不合适,这与 Kim 等^[10]、Jayaraman 等^[11]研究结果相同。同时,本研究进行性别分组,结果显示男、女患者 TEE 监测下理想置入导管深度均比 Peres 公式计算深度更浅,说明若根据 Peres 公式计算深度置入导管,男女均有可能置管过深,Peres 公式对于男女均不适用。而男性理想置入导管深度比女性深,这可能由于男性身高更高导致。经回归分析,置入导管深度与身高相关性较强,与体重、BMI 相关性较弱。考虑到身高作为重要影响因素在建立公式时已纳入分析,而男女结果不同可能由身高不同所致,故并未男女分开建立公式;后续进行数据验证,简易预测公式男女均适用,说明右颈内中心静脉置入导管深度可能与性别无关,而与身高有关,与 Kujur 等^[14]研究结果相同。根据 Peres 公式计算深度置入导丝过程中,所有患者均可清晰显示高回声的导丝尖端 J 点,其中有 17 例患者因置入导丝过深诱发心律失常,但在 TEE 监测下及时后撤导丝,心律失常消失,未造成严重不良后果。本研究通过 TEE 这种安全、直观、精准的方法,将右颈内中心静脉导管放于理想位置,测得理想置入导管深度,通过回归方程进行相关性分析得出:右颈内中心静脉置入导管深度(cm)=身高(cm) $\div 10-1.5$ 。经验证,根据该公式置管,置入导管深度合适比例为 94.0%,与 Peres 公式比较,更适合我国成年患者,可以为临床提供有效帮助,但仍有一定的不准确性,一方面可能因研究样本量较少,另一方面也说明必要时辅助诊断工具 TEE 必不可少。

Peres 公式选择环状软骨作为右颈内静脉穿刺的标准点,为使研究结果具有可比性,因此本研究借助体表超声在环状软骨平面行静脉穿刺。且 Peres 公式将右心房入口上 1 cm 处作为参考点^[6],故本研究亦选择此处做为理想位置,使研究结果更可靠。

综上所述,对行右颈内中心静脉置管的患者,Peres 公式用于我国成年患者具有局限性。利用 TEE 可以安全完成置管,有效确定深度,所构建的简易预测公式:右颈内中心静脉置入导管深度(cm)=身高(cm) $\div 10-1.5$,男女均适用,可为今后临床工

作提供参考,但仍需进一步收集更多患者资料对公式进行更正。

参 考 文 献

- [1] 王俊林,仲山,黄洪强,等.超声引导下颈内静脉置管在新生儿手术中的应用.临床麻醉学杂志,2017,33(10):1027-1028.
- [2] Odendaal J, Kong VY, Sartorius B, et al. Mechanical complications of central venous catheterisation in trauma patients. Ann R Coll Surg Engl, 2017, 99(5): 390-393.
- [3] Pikwer A, Bååth L, Davidson B, et al. The incidence and risk of central venous catheter malpositioning: a prospective cohort study in 1 619 patients. Anaesth Intensive Care, 2008, 36(1): 30-37.
- [4] Peres PW. Positioning central venous catheters: a prospective survey. Anaesth Intensive Care, 1990, 18(4): 536-539.
- [5] Yoshimura M, Nakanishi T, Sakamoto S, et al. Confirmation of optimal guidewire length for central venous catheter placement using transesophageal echocardiography. J Clin Anesth, 2016, 35: 58-61.
- [6] Ahn JH, Kim IS, Yang JH, et al. Transoesophageal echocardiographic evaluation of central venous catheter positioning using Peres' formula or a radiological landmark-based approach: a prospective randomized single-centre study. Br J Anaesth, 2017, 118(2): 215-222.
- [7] Chorom RL, Wang A, Van Orden K, et al. Emergency central venous catheterization during trauma resuscitation: a safety analysis by site. Am Surg, 2015, 81(5): 527-531.
- [8] Mo H, Ahn S, Lee J, et al. Optimal prediction of the central venous catheter insertion depth targeting the cavoatrial junction. World J Surg, 2020, 44(7): 2170-2174.
- [9] Chaskar V, Karnik PP, Dave NM, et al. Comparative study of three methods for depth of central venous catheter placement in children: an observational pilot study. Turk J Anaesthesiol Reanim, 2018, 46(2): 116-120.
- [10] Kim WY, Lee CW, Sohn CH, et al. Optimal insertion depth of central venous catheters--is a formula required? A prospective cohort study. Injury, 2012, 43(1): 38-41.
- [11] Jayaraman J, Shah V. Bedside prediction of the central venous catheter insertion depth-comparison of different techniques. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2019, 35(2): 197-201.
- [12] Andropoulos DB, Stayer SA, Bent ST, et al. A controlled study of transesophageal echocardiography to guide central venous catheter placement in congenital heart surgery patients. Anesth Analg, 1999, 89(1): 65-70.
- [13] Ju H, Sun X, Feng Y. Determination and prediction of the appropriate depth of right internal jugular vein catheterization via the middle approach in adults using transesophageal echocardiography. Echocardiography, 2019, 36(8): 1496-1500.
- [14] Kujur R, Rao MS, Mrinal M. How correct is the correct length for central venous catheter insertion. Indian J Crit Care Med, 2009, 13(3): 159-162.

(收稿日期:2020-04-27)

· 消息 ·

《临床麻醉学杂志》2021 年度征订通知

《临床麻醉学杂志》系麻醉学和相关学科的专业学术期刊,1985 年 3 月创刊。目前,本刊被国内三大核心数据库收录,包括“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊),中国科学院文献情报中心“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”,北大图书馆《中文核心期刊要目总览》(中文核心期刊)。此外,本刊被中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)、中国期刊全文数据库(CJFD)、中文科技期刊数据库(CSTJ)、日本科学技术振兴机构中国文献数据库(JSTChina)以及美国《化学文摘》(CA)收录。2020 年,本刊连续第 3 次入选“第五届中国精品科技期刊”,即“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊。中国科学技术信息研究所《2020 年版中国科技期刊引证报告(核心版)》显示,本刊 2019 年核心总被引频次为 2 560,核心影响因子为 1.201。

本刊中国标准连续出版物号 CN 32-1211/R,ISSN 1004-5805。2021 年度本刊仍从邮局发行,邮发代号 28-35,大 16 开本,每期增加至 112 页,每月 15 日出版,25 元/期,全年 300 元(含邮费)。请到当地邮局或中国邮政网上营业厅(<https://11185.cn>)订阅,或与本刊编辑部联系,地址:南京市鼓楼区紫竹林 3 号《临床麻醉学杂志》编辑部,邮编:210003,电话:025-83472912,Email:jca@lcmzxx.com。