

·血管介入 Vascular intervention·

下腔静脉基于圆周长的直径与投照横径临床对比研究

余海洋, 游德淑, 杨代斌, 何光远, 潘昌杰, 贾中芝

【摘要】目的 探讨下腔静脉(IVC)基于圆周长的直径(CD)与前后位投照横径(PD)的差异。**方法** 前瞻性收集 2021 年 1 月至 2 月在常州第二人民医院接受腹部 CT 检查患者的临床和影像资料。根据 IVC 影像分为 5 型(I 型:椭圆形,长轴与水平线成一定角度;II 型:正圆形;III 型:垂直长轴直径大于水平长轴直径的椭圆形;IV 型:IVC 水平长轴与水平线平行的椭圆形;V 型:不规则形状)。采用圆周长公式计算 CD,前后位投照获得 PD(在 CT 横断位模拟)。分析 CD 与患者性别、年龄、身高、体质量及体质量指数(BMI)的相关性。**结果** 共纳入 516 例患者,其中男 286 例(55.4%),年龄(58.4 ± 14.1)岁。PD、CD 分别为(20.93 ± 3.21) mm、(19.36 ± 2.58) mm($P < 0.01$)。IVC 影像分型 I 型 371 例(71.9%), $PD > CD$ [(21.04 ± 3.02) mm 比(19.43 ± 2.42) mm, $P < 0.01$]; II 型 18 例(3.5%), $PD \approx CD$ [(20.26 ± 2.19) mm 比(20.11 ± 1.90) mm, $P = 0.224$]; III 型 11 例(2.1%), $PD < CD$ [(16.18 ± 3.07) mm 比(18.58 ± 3.11) mm, $P < 0.01$]; IV 型 25 例(4.8%), $PD > CD$ [(22.68 ± 3.12) mm 比(19.96 ± 2.58) mm, $P < 0.01$]; V 型 91 例(17.6%), $PD > CD$ [(20.69 ± 3.60) mm 比(18.85 ± 3.15) mm, $P < 0.01$]。男性 CD 值大于女性[(19.79 ± 2.63) mm 比(18.83 ± 2.41) mm, $P < 0.01$]。CD 影响因素分析显示, CD 与年龄呈负相关,与身高、体质量呈正相关,与 BMI 无关。**结论** 正圆形 IVC(II 型)少见,96.5%患者 CD 比 PD 能更好地反映 IVC 真实直径。大多数临床情况下,依据 PD 选择滤器可能加重滤器与 IVC 不匹配程度,CD 值对于选择滤器具有一定的参考价值。

【关键词】 下腔静脉;分型;直径;滤器;对比研究

中图分类号:R543 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2022)-12-1165-05

The inferior vena cava diameter obtained from the calculation of its circumference and its transverse diameter obtained from the projection measurement: a clinical comparison study YU Haiyang, YOU Deshu, YANG Daibin, HE Guangyuan, PAN Changjie, JIA Zhongzhi. Department of Interventional and Vascular Surgery, Affiliated Changzhou Municipal No.2 People's Hospital of Nanjing Medical University, Changzhou, Jiangsu Province 213003, China

Corresponding author: JIA Zhongzhi, E-mail: jiazhongzhi.1998@163.com

【Abstract】Objective To discuss the difference between circumference-based calculated diameter (CD) and anteroposterior projection diameter (PD) of inferior vena cava (IVC). **Methods** Clinical data and imaging materials of patients, who underwent abdominal computed tomography (CT) examination at Changzhou Municipal No.2 People's Hospital of China between January and February of 2021, were prospectively collected. Based on the imaging morphology, IVC had the following five types: type I: oval in shape, its long axis and the horizontal line formed a certain angle; type II: exact round in shape; type III: oval in shape, its vertical long axis diameter was larger than its horizontal long-axis diameter; type IV: oval in shape, its horizontal long axis was parallel to the horizontal line; and type V: presenting irregular shape. CD was calculated by using circumference formula, and PD was obtained through projection measurement (on CT transverse section). The correlations between CD and patient's gender, age, height, body mass, and body mass index (BMI) were analyzed. **Results** A total of 516 patients, including 286 males, were enrolled in this study. The age was (58.4 ± 14.1) years. The mean PD and CD were (20.93 ± 3.21) mm and (19.36 ± 2.58) mm respectively ($P < 0.01$). Type I was seen

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2022.012.006

基金项目: 江苏省常州市高层次卫生人才培养工程项目(2016CZBJ009)

作者单位: 213003 江苏常州 南京医科大学附属常州第二人民医院介入血管科(余海洋、贾中芝),放射科(游德淑、何光远、潘昌杰),骨科(杨代斌)

通信作者: 贾中芝 E-mail: jiazhongzhi.1998@163.com

in 371 patients (71.9%), in this type the mean PD and CD were (21.04 ± 3.02) mm and (19.43 ± 2.42) mm respectively ($P < 0.01$). Type II was seen in 18 patients (3.5%), in this type the mean PD and CD were (20.26 ± 2.19) mm and (20.11 ± 1.90) mm respectively ($P = 0.224$). Type III was seen in 11 patients (2.1%), in this type the mean PD and CD were (16.18 ± 3.07) mm and (18.58 ± 3.11) mm respectively ($P = 0.224$). Type IV was seen in 25 patients (4.8%), in this type the mean PD and CD were (22.68 ± 3.12) mm and (18.58 ± 3.11) mm respectively ($P < 0.01$). Type V was seen in 91 patients (17.8%), in this type the mean PD and CD were (20.69 ± 3.60) mm and (18.85 ± 3.15) mm respectively ($P < 0.01$). The mean PD in males was (19.79 ± 2.63) mm, which was prominently larger than (18.83 ± 2.41) mm in females ($P < 0.01$). Analysis of CD influencing factors indicated that CD was negatively correlated with age, positively correlated with height and body mass, and CD bore no correlation with BMI. **Conclusion** IVC of type II (exact round in shape) is rarely seen (only 3.5%). In 96.5% of patients, CD can better reflect the true IVC diameter than PD. In most clinical circumstances, the selection of IVC filter based on PD value may increase the degree of mismatch between the filter and IVC, and CD value has a certain reference value in selecting IVC filters. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 1165-1169)

【Key words】 inferior vena cava; type; diameter; filter; comparison study

下腔静脉(inferior vena cava, IVC)滤器已广泛应用于临床,近年来有关滤器并发症报道逐渐增多,如滤器移位、IVC 穿孔等^[1-4]。滤器与 IVC 不匹配是导致滤器移位和 IVC 穿孔最主要危险因素^[5-7],选择与 IVC 相匹配的滤器至关重要。临床上通常根据 IVC 造影获得其直径,即前后位投照横径(projective diameter, PD),并根据 PD 值选择合适的滤器,然而 IVC 并非一定呈圆形,PD 不能代表 IVC 的真正直径。理论上基于圆周长的直径(circumference-based diameter, CD)更能反映 IVC 真实直径^[8],根据 CD 选择的滤器与 IVC 更匹配,可降低滤器相关并发症发生率。目前相关研究报道较少。本研究旨在进一步明确 IVC 形态、CD 与 PD 关系及 CD 影响因素,为临床上更好地应用 IVC 滤器提供参考。

1 材料与方法

1.1 一般资料

收集 2021 年 1 月至 2 月在常州第二人民医院接受腹部 CT 检查患者的临床和影像资料。纳入标准:①年龄 > 18 周岁;②完成腹部 CT 检查且图像质量能用于分析。排除标准:①有 IVC 病变,如 IVC 闭塞、畸形等;②有影响 IVC 血液回流的疾病,如右心衰竭或肺动脉高压等;③有低血容量性疾病,如腹水、失血性休克等;④有 IVC 受压病变,如局部淋巴结肿大或肿瘤等;⑤有其他影响 IVC 显影或测量的疾病。本研究已获医院伦理委员会审批。

1.2 腹部 CT 检查

采用 Siemens SOMATOM Definition 双源螺旋 CT 机,扫描条件:管电压为 100 kV,管电流用自动调节技术(CARE Dose 4D),参考管电流为 250 mA,准

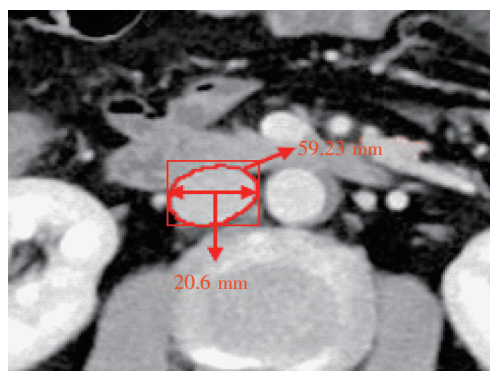
直宽度 192 mm \times 0.6 mm,矩阵 512 \times 512,层厚 5 mm,旋转时间为 0.5 s。考虑到患者 CT 扫描时实际情况,图像采集均在患者吸气末屏气期完成。

1.3 数据收集

建立数据库,由 1 名医师收集患者性别、年龄、身高、体质量等数据,然后由 2 名医师分别采集 PD (CT 横断位模拟 PD)和 IVC 周长。根据患者体质量和身高计算体质量指数(BMI),圆周长公式($C = 2\pi r$)计算 CD。

1.4 PD 和 IVC 周长测量

由于滤器顶端通常平肾静脉开口,而滤器通常有 3 cm 长,且其底端直径通常最大(伞形),IVC 靶层面设置于肾静脉开口以下 3 cm 位置。腹部 CT 图像上确定最低的肾静脉开口位置,再往下延续 6 层(每层 0.5 cm),即肾静脉开口下方 3 cm 位置,最终确定 IVC 靶层面,并在该层面分别测量 PD 和 IVC 周长(图 1)。



采用计算机软件在 IVC 上下边缘各作一条水平线,左右边缘各作一条垂直线,四条边围成一矩形,矩形水平边长即 PD;同时测量 IVC 周长

图 1 PD 和 IVC 周长测量

1.5 IVC 影像分型

根据 IVC 影像靶层面几何形状,将其分为 5 型^[6](图 2)。

1.6 统计学分析

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,计量资料以均数 \pm 标准差表示,比较采用配对样本 *t* 检验,计数资料以频数和率表示。2 名医师测量 PD 和 IVC 周长的一致性, $P>0.05$ 表示一致性较好。PD 与 CD 在整个研究人群和每个亚组中分布用散点图显示,CD 影响因素分析用 Pearson 相关性检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料

共纳入 516 例患者,其中男 286 例(55.4%),女 230 例(44.6%),年龄(58.4 ± 14.1)岁(19~88 岁),身高(165.0 ± 7.9)cm(149~185 cm),体质量(65.3 ± 11.9)kg(35~110 kg),BMI (23.9 ± 3.7)kg/m²(14.5~40.9kg/m²)。

2.2 所测数据一致性

PD:医师 A 与医师 B 间一致性较好($t=-0.342$, $P=0.733$);IVC 周长:医师 A 与医师 B 间一致性较好($t=0.621$, $P=0.535$)。为了增加数据的准确性,将两位医师测量的 PD、IVC 周长均值纳入进一步分析。

2.3 IVC 影像分型

516 例患者中,IVC 影像分型 I 型 371 例(71.9%),II 型 18 例(3.5%),III 型 11 例(2.1%),IV 型 25 例(4.8%),V 型 91 例(17.6%)。

2.4 PD 比 CD

516 例患者 PD>CD($P<0.01$)。IVC 影像分型 I 型患者 PD>CD ($P<0.01$), II 型患者 PD \approx CD ($P=0.224$),III 型患者 PD<CD($P<0.01$),IV 型患者 PD>CD($P<0.01$),V 型患者 PD>CD($P<0.01$),见表 1。PD 和 CD 分布散点图见图 3。

2.5 CD 影响因素

516 例患者中男性 CD 值大于女性($P<0.01$)。

CD 影响因素相关性分析显示,CD 与年龄呈负相关,与身高、体质量呈正相关,与 BMI 无关,见表 2。

表 1 总体及 IVC 影像各分型患者 PD 与 CD 比较 mm, $\bar{x}\pm s$

项目	PD	CD	统计量	P 值
总体($n=516$)	20.93 \pm 3.21	19.36 \pm 2.58	18.079	<0.01
I 型($n=371$)	21.04 \pm 3.02	19.43 \pm 2.42	18.582	<0.01
II 型($n=18$)	20.26 \pm 2.19	20.11 \pm 1.90	1.262	0.224
III 型($n=11$)	16.18 \pm 3.07	18.58 \pm 3.11	-7.528	<0.01
IV 型($n=25$)	22.68 \pm 3.12	19.96 \pm 2.58	8.893	<0.01
V 型($n=91$)	20.69 \pm 3.60	18.85 \pm 3.15	6.541	<0.01

表 2 患者年龄、身高、体质量、BMI 与 CD 相关性分析

变量	相关系数	P 值
年龄比 CD	-0.122	0.006
身高比 CD	0.278	<0.01
体质量比 CD	0.133	0.002
BMI 比 CD	-0.010	0.813

3 讨论

本研究主要有 3 点发现:① I 型 IVC 最常见,占比高达 71.9%,其次是 V 型,占比为 17.6%,另外 3 种类型(II、III、IV 型)占比均低于 5.0%;② PD 大于 CD,但不同类型 IVC 间存在差异;③ 男性 CD 值大于女性,且年龄与 CD 呈负相关,身高、体质量与 CD 均呈正相关。

IVC 形状直接影响了 PD 值,除圆形 IVC 外,其他任何形状 IVC 均会或多或少影响 PD 值,致使基于 PD 值选择的滤器与 IVC 匹配度降低,最终诱发滤器相关并发症^[5,9]。本研究根据 IVC 影像靶层面几何形状,将 IVC 分为 5 种类型,初步结果提示近 3/4 IVC 为 I 型(此型 IVC 与其所处解剖位置、血流动力学特征及静脉血管壁组成直接相关^[10-11]),其次是 V 型(可能与 IVC 周围组织结构较多,通常会导致 IVC 不规则改变有关),另外几种类型较为少见,占比均低于 5%。

本研究中 516 例成人 IVC 靶层面测量初步结果显示 PD 值大于 CD 值,这与 Xiao 等^[8]研究结果



① I 型:椭圆形,长轴与水平线成一定角度;② II 型:正圆形;③ III 型:垂直长轴直径大于水平长轴直径的椭圆形;④ IV 型:IVC 水平长轴与水平线平行的椭圆形;⑤ V 型:不规则形状

图 2 IVC 影像分型

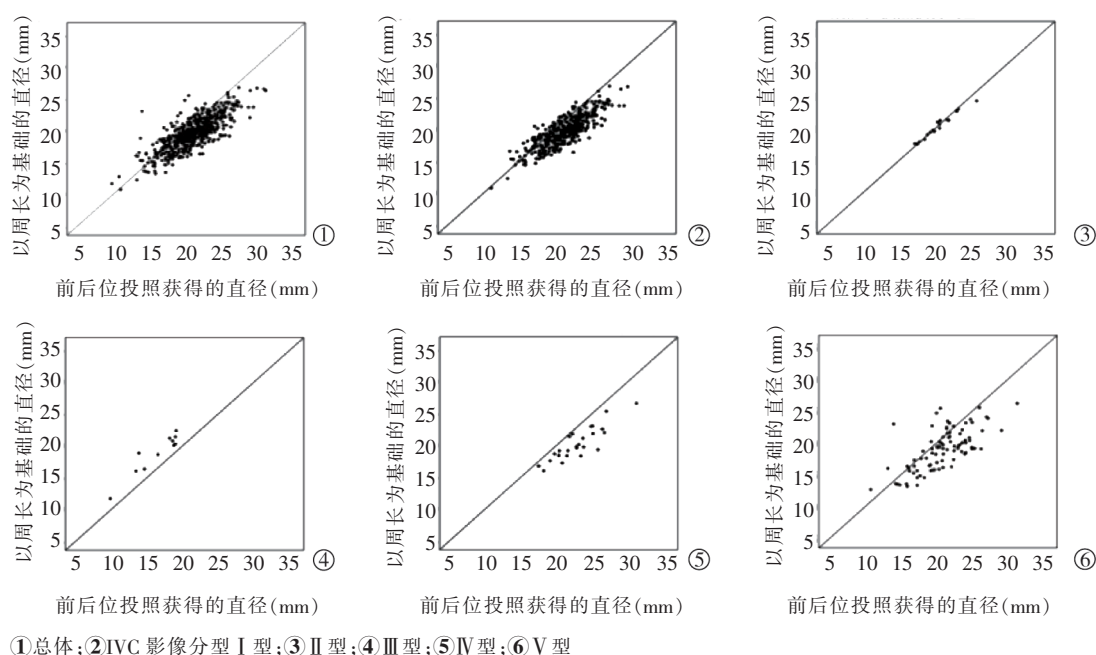


图 3 PD 和 CD 分布散点图

一致,还发现不同 IVC 类型 PD 与 CD 间存在异质性,即 I、IV、V 型 IVC 的 PD 大于 CD,II 型 IVC(圆形)的 PD 约等于 CD,而 III 型 IVC 的 PD 小于 CD;提示除了 II 型 IVC 外,其他类型 IVC(96.5%)的 PD 值均不够准确,要么大于真实直径,要么小于真实直径。针对此类患者,应尽量根据 CD 选择滤器,从而提高 IVC 与滤器匹配度,降低滤器相关并发症发生率。

本研究纳入了可能与 CD 相关的指标,初步结果显示男性 CD 值大于女性,这也符合基本事实,即男性组织器官体积略大于女性。本研究还发现年龄与 CD 呈负相关,这可能与老年人右心房压力较低,且 IVC 顺应性随着年龄增长逐渐降低有关^[12]。另外,身高、体质量与 CD 均呈正相关,可能是因为随着身高增加,体质量也会增加,人体整体骨架变大,对应组织器官体积也会变大有关;反之,若 CD 值与 BMI 无关,也间接说明 CD 值与人的胖瘦无关^[13]。总之,在选择滤器时,应考虑到患者身高、体质量及年龄因素,然后进行综合判断。

本研究不足之处:①作为单中心研究,样本量偏少;②仅纳入苏南地区的样本,并不能代表全国人群水平,如东北人体形偏大,可能 IVC 的 CD 值也偏大;③由于 CT 上观察到的 IVC 是某一时点的形态,而 IVC 形态是随着人体呼吸等发生变化的,因此研究结果与人体真实情况存在一定差异;④由于本研究中 CT 扫描是在吸气末后屏气状态下完成,图像是在吸气末屏气期采集,吸气末可使胸内负压升高、腹内正压升高,导致大量血液回流,降

低了 IVC 内血容量,此时 IVC 形态较平静呼吸时有所改变,研究结果与人体平静呼吸时情况存在一定差异。

[参考文献]

- [1] Kakkos SK, Gohel M, Baekgaard N, et al. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2021 clinical practice guidelines on the management of venous thrombosis[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 61: 9-82.
- [2] Sutedjo J, Li Y, Gu J. Manual aspiration thrombectomy for acute and subacute inferior vena cava thrombosis and lower extremity deep venous thrombosis[J]. J Interv Med, 2018, 1: 197-204.
- [3] Walker JA, Milam M, Lopera JE. Comparative outcomes of inferior vena cava filters placed at bedside using digital radiography versus conventional fluoroscopy[J]. J Interv Med, 2021, 4: 139-142.
- [4] Jia Z, Wu A, Tam M, et al. Caval penetration by inferior vena cava filters: a systematic literature review of clinical significance and management[J]. Circulation, 2015, 132: 944-952.
- [5] 胡蓝月, 顾建平, 楼文胜. 下腔静脉滤器置入后并发症及其防治的研究进展[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23: 645-649.
- [6] Durack JC, Westphalen AC, Kekulawela S, et al. Perforation of the IVC: rule rather than exception after longer indwelling times for the Günther Tulip and Celect retrievable filters[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2012, 35: 299-308.
- [7] Proctor MC, Greenfield LJ, Cho KJ, et al. Assessment of apparent vena caval penetration by the Greenfield filter[J]. J Endovasc Surg, 1998, 5: 251-258.
- [8] Xiao YD, Zhang ZS, Ma C. Cavographic vs. cross-sectional measurement of the inferior vena cava diameter before filter placement: are we routinely oversizing? [J]. Eur Radiol, 2019,

- 29: 3281-3286.
- [9] Ayad MT, Gillespie DL. Long-term complications of inferior vena cava filters[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2019, 7: 139-144.
- [10] Mookadam F, Warsame TA, Yang HS, et al. Effect of positional changes on inferior vena cava size[J]. Eur J Echocardiogr, 2011, 12: 322-325.
- [11] Nakao S, Come PC, McKay RG, et al. Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure[J]. Am J Cardiol, 1987, 59: 125-132.
- [12] Masugata H, Senda S, Okuyama H, et al. Age-related decrease in inferior vena cava diameter measured with echocardiography[J]. Tohoku J Exp Med, 2010, 222: 141-147.
- [13] 杨帆,刘庆春,陈巧珠,等. 超声测量健康人群下腔静脉内径与个体因素的相关性分析[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2016, 14: 420-422.
- (收稿日期:2021-10-28)
(本文编辑:边 皓)

·消 息·

2022 年度“林贵-刘子江优秀介入论文奖”评选通知

《介入放射学杂志》和《介入医学杂志(英文)》编辑部为了鼓励大家积极投稿,表彰优秀介入论文,促进我国介入放射学的发展,在南京正大天晴制药有限公司支持下,每年举行一次“林贵-刘子江优秀介入论文奖”评选,希望广大作者积极参与此项活动。

2022 年度“林贵-刘子江优秀介入论文奖”评奖活动现在开始申报,要求如下:

一、原则上凡是 2022 年在《介入放射学杂志》和 *Journal of Interventional Medicine*《介入医学杂志(英文)》上发表的论文均可申报。

二、申报材料:作者、单位、题目、2022 年期、页;申报理由包括科学性:论点、论据、数据等;先进性:有何创新;实用性:有何推广价值。

三、申报方法:将申报材料与申报论文发送至 1572769404@qq.com,联系方式:021-62409496。

四、申报时间:2023 年 1 月 1 日起,2023 年 3 月 31 日截止。