

# 双能 CT 低 KeV 单能成像间接法下肢静脉造影 诊断下肢静脉血栓的临床价值



张 华,周笑莹,杨 帆,孟 浩

**摘要:**目的 评价第三代双源双能 CT 间接法下肢静脉造影(CTV)单能成像(MEI)的图像质量及对下肢静脉血栓的诊断价值。方法 收集我院行双能间接法下肢 CTV 病人 77 例,其中 53 例在 1 周内行下肢静脉超声(US)检查。以 US 结果为标准,计算 CTV 诊断血栓的阳性预测值、阴性预测值、敏感性 & 特异性;使用 Kappa 检验比较两种检查方法对血栓诊断的一致性。评价 40 KeV、50 KeV、60 KeV 及线性融合 4 组图像质量,客观评价包括 CT 值、噪声比(CNR)和信噪比(SNR);主观评价由两名有 10 年以上工作经验的放射科医师进行双盲评分。**结果** 53 例病人中,双能双源 CTV 发现下肢静脉血栓病人 29 例,US 发现 23 例,CTV 及 US 均为阳性 21 例,CTV 及 US 均为阴性 22 例。双能双源 CTV 对下肢静脉血栓诊断阳性预测值 72.4%,阴性预测值 91.6%,敏感性 91.3%及特异性 73.3%;双能间接法下肢 CTV 及 US 诊断血栓的一致性较好(Kappa 值=0.627,  $P < 0.05$ )。4 组图像 CT 值及 CNR 比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),单能图像 CT 值及 CNR 均高于线性融合图像 CT 值及 CNR,且 40 KeV 的 CT 值及 CNR 最高。**结论** 双源双能间接法下肢 CTV 单能成像可提高间接法下肢 CTV 的图像质量,且对下肢静脉血栓具有较高的诊断价值。

**关键词:** 静脉血栓;双能双源 CT 静脉造影;超声;低能成像

中图分类号:R543.6 R259 文献标识码:B doi:10.12102/j.issn.1672-1349.2019.12.045

下肢静脉血栓是临床常见疾病,及时发现并治疗对病人预后至关重要,目前临床主要依靠超声成像发现。随着 CT 技术快速发展,CT 血管成像在下肢血管应用越来越多。间接法下肢 CT 静脉造影(CTV)成像方式简便,且联合肺动脉一次成像,但静脉对比度较差。双能 CT 单能谱成像技术可提高图像对比度。本研究探讨应用双能 CT 低 KeV 单能成像对间接法下肢 CTV 图像质量及诊断下肢静脉血栓的影响。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 回顾性分析 2017 年 9 月—2018 年 3 月在我院行双源双能间接法下肢 CTV 病人 77 例,其中男 44 例,女 33 例;年龄 19~87 岁,平均 59 岁;体重 40~100 kg。其中 53 例病人于 1 周内行下肢静脉超声(US)检查,病人主要临床表现包括下肢肿胀和疼痛。排除标准:检查期间进行溶栓治疗;严重心、肺、肾功能不全;孕妇;碘对比剂过敏病人。

**1.2 检查方法** 所有病人都使用第三代双源 CT 机(SOMATOM Definition Force)行间接法下肢 CTV 扫描,病人取仰卧位,双上肢置于头部上方,经肘静脉注射非离子型碘对比剂(优维显 370),注射剂量 1.2~1.5 mL/kg,注射速率为 4.0 mL/s,对比剂注射完毕后以相

同速率注射 20~30 mL 生理盐水,扫描范围从膈下至足水平,头先进;扫描参数:管电压 70 KVp 和 Sn150 KVp,延迟时间 180 s,层厚 5.0 mm,层间隔 5 mm,螺距 0.7,重建层厚 1 mm。

**1.3 图像后处理及分析** 将扫描所获得的数据传至 syngo.via VB10B 工作站,使用“双能 CT+血管”模式下的应用程序“单能+(Monoenergetic+)”对图像进行处理,获得 40 KeV、50 KeV 及 60 KeV 3 组单能图像,使用“CT 血管”对线性融合、40 KeV、50 KeV 及 60 KeV 4 组图像进行后处理及分析,获得 MPR、MIP 及 VRT 图。

**1.3.1 客观图像质量评价** 客观评价指标包括 CT 值、噪声比(contrast to noise ratio, CNR)和信噪比(signal noise ratio, SNR)。测量线性融合、40 KeV、50 KeV 及 60 KeV 4 组图像腘静脉 CT 值、CNR 和 SNR,在 4 组图像上的腘静脉、同层面肌肉组织及皮下脂肪分别放置同样大小的感兴趣区(region of interest, ROI),ROI 至少 >50% 的腘静脉管腔面积,每个位置测量 3 次,取平均值。 $CNR = (ROI_{\text{腘静脉}} - ROI_{\text{同层面对比组织}}) / \text{标准误(standard deviation, SD)}$ ;  $SNR = ROI_{\text{腘静脉}} / SD$ ,  $ROI_{\text{腘静脉}}$ 、 $ROI_{\text{同层面对比组织}}$  均为各 ROI 区 CT 值均值,腘静脉同层面对比组织为肌肉,SD 为图像噪声值,是 ROI 区同一层面内皮下脂肪组织 ROI 的 CT 值标准差。

**1.3.2 主观图像质量评价** 由两名有 10 年以上工作经验的放射科医师采用双盲法对下肢 CTV 图像质量进行主观评价,采用 5 分制,5 分:优秀,强化与同水平动脉相近;4 分:良好,强化低于同水平动脉但高于同

作者单位 山西医科大学第一医院(太原 030001)

通讯作者 周笑莹, E-mail: 13623665879@163.com

引用信息 张华,周笑莹,杨帆,等.双能 CT 低 KeV 单能成像间接法下肢静脉造影诊断下肢静脉血栓的临床价值[J].中西医结合心脑血管病杂志,2019,17(12):1915-1918.

水平肌肉;3分:可接受,强化与同水平肌肉相近;2分:较差,强化低于同水平肌肉;1分:不可接受,几乎无强化。评分 $\geq 3$ 分图像符合诊断要求, $\leq 2$ 分图像不符合诊断要求。两位医师评分不一致时,需要共同商讨确定最终评分。取两位医师分值平均值作为最后主观评分。比较几组图像间的主观评分差异。

**1.3.3 血栓分析** 由两名放射科医师在最佳单能图像上分析血栓,记录血栓位置及数量。血栓诊断标准:至少连续2个横断面图像上观察发现管腔内低密度充盈缺损影。以超声结果为参考标准,评价间接法下肢

CTV对血栓的阳性预测值、阴性预测值、敏感性 & 特异性。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析,下肢图像质量评价使用 Kruskal-Wallis 检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义;使用 Kappa 检验比较两种检查方法对血栓诊断的一致性,Kappa 值  $\geq 0.75$  认为一致性较好, $0.75 > \text{Kappa 值} \geq 0.40$  认为一致性一般,Kappa 值  $< 0.40$  为一致性较差。

**2 结果**

**2.1 4组图像质量客观与主观评分比较(见表1)**

表 1 4组图像质量客观与主观评价比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CT 值(HU)	CNR	SNR	主观评分(分)
40 KeV	215.69 $\pm$ 53.43 <sup>1)2)3)</sup>	8.47 $\pm$ 4.46 <sup>2)</sup>	14.33 $\pm$ 8.13	3.68 $\pm$ 0.50 <sup>2)</sup>
50 KeV	155.66 $\pm$ 36.79 <sup>1)2)</sup>	7.87 $\pm$ 5.18	13.66 $\pm$ 5.78	3.56 $\pm$ 0.50
60 KeV	118.56 $\pm$ 25.49 <sup>1)</sup>	7.57 $\pm$ 7.53 <sup>1)</sup>	15.78 $\pm$ 14.18	3.16 $\pm$ 0.40 <sup>2)</sup>
线性融合	97.82 $\pm$ 21.08	4.65 $\pm$ 3.06	11.76 $\pm$ 4.69	3.64 $\pm$ 0.48 <sup>3)</sup>
<i>P</i>	0.000	0.000	0.144	0.000

与线性融合比较,1)  $P < 0.05$ ;与 60 KeV 比较,2)  $P < 0.05$ ;与 50 KeV 比较,3)  $P < 0.05$

**2.2 双源双能间接法下肢 CTV 及 US 对下肢静脉血栓的显示** 行双能间接法下肢 CTV 和 US 两种检查 53 例病人中,双源双能 CTV 发现下肢静脉血栓 29 例(见图 1、图 2);超声发现下肢静脉血栓 23 例。详见表 2。以超声为参考标准,双源双能 CTV 发现下肢静脉

血栓阳性预测值为 72.4%,阴性预测值为 91.6%,敏感性为 91.3%,特异性为 73.3%。使用 Kappa 检验比较两种检查方法对血栓诊断的一致性,Kappa 值为 0.627,认为两种方法显示血栓的一致性较好。双源双能 CTV 及超声显示血栓部位及数量见表 3。

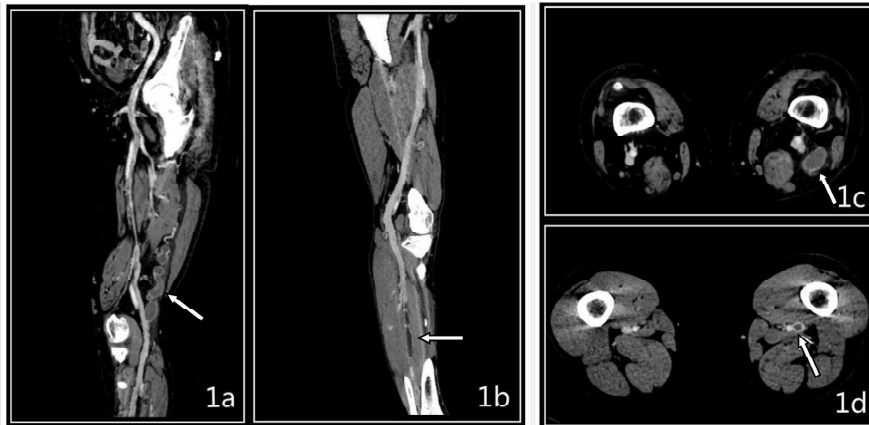


图 1a、1c:女,67岁,左下肢肿胀不适 3 d,间接法下肢 CTV40 KeV 单能成像显示左下肢肌间静脉增粗,内可见血栓;图 1b:男,40岁,间接法下肢 CTV40 KeV 单能成像显示左侧腓静脉内长条状新鲜血栓;图 1d:男,40岁,因气短就诊,CTPA 发现肺栓塞,间接法下肢 CTV40 KeV 单能成像显示左侧股静脉血栓

图 1 双源双能 CTV 检测下肢静脉血栓图像

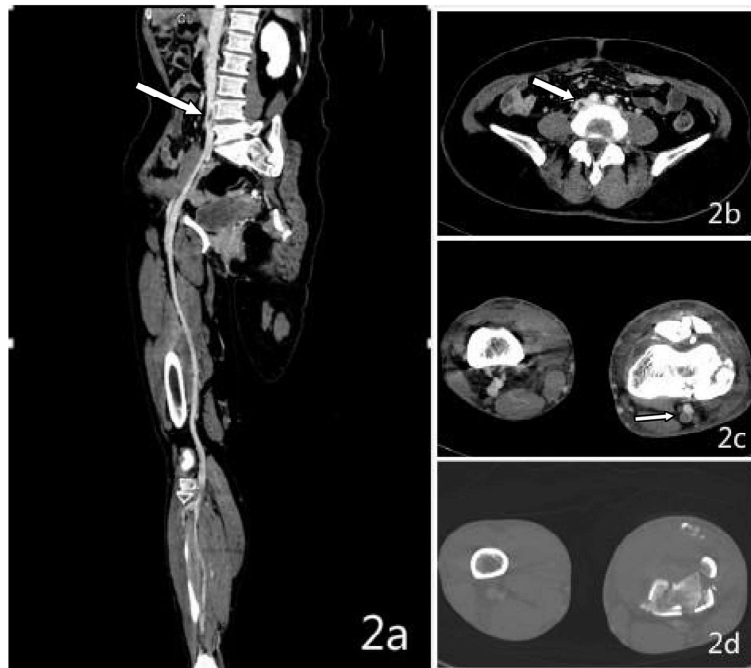


图 2a、2b:女,58 岁,下腔静脉内可见血栓形成(白色箭头所指);图 2c:男,39 岁,高处坠落伤 1 d,左侧髂静脉内血栓,左侧膝关节积液,双下肢软组织肿胀;图 2d 示左侧髌骨及股骨下端粉碎性骨折

图 2 超声检测下肢静脉血栓图像

表 2 下肢 CTV 和 US 检查下肢静脉血栓结果 例

CTV	US		合计
	阳性	阴性	
阳性	21	8	29
阴性	2	22	24
合计	23	30	53

表 3 下肢 CTV 及 US 显示血栓部位及数量 例

部位	CTV	US	合计
下腔静脉	0	0	0
髂静脉	8	5	13
股静脉	24	20	44
腘静脉	19	18	37
小腿深静脉	22	12	34
下肢浅静脉	9	8	17

### 3 讨论

临床疑似下肢静脉血栓病人,需依靠影像学检查明确诊断。虽然血管造影是诊断静脉血栓的金标准,但由于该检查为有创检查,且需大量对比剂,病人辐射剂量较大,因此临床较少应用。US 操作方便,且为无创检查,是目前临床首选的检查方法,但超声对盆腔静脉及小腿静脉血栓敏感性较低<sup>[1]</sup>,且超声受操作者操作水平影响较大。

随着多排螺旋 CT 技术发展,近年来 CT 越来越多

用于下肢静脉成像。下肢 CTV 成像方法包括直接法和间接法,直接法是经足背静脉直接注入对比剂,双侧下肢静脉显影需双倍剂量,静脉对比度好,且不受伴行动脉影响,后处理可获得较好的 3D 图像<sup>[2]</sup>,便于临床观察;病人下肢肿胀严重时,可能因扎针困难而无法行直接法 CTV 检查,并可能发生静脉炎等并发症,且直接法 CTV 可能造成静脉血栓脱落的风险<sup>[3]</sup>。间接法是经肘静脉注射对比剂,对比剂经过血液循环成像下肢静脉,可同时显示双侧下肢静脉,减少对比剂用量,且可在同一次扫描获取肺动脉成像,有助于临床同时筛查下肢深静脉血栓继发的肺栓塞。常规间接法下肢 CTV 由于静脉的对比度较低,且易受伴行动脉影响,因此图像质量可能较差<sup>[2]</sup>。

本研究使用双源双能低 KeV 单能成像,结果显示单能成像 CT 值及 CNR 明显高于线性融合图像的 CT 值及 CNR 值,提高间接法下肢 CTV 的图像质量,有利于显示病灶,相关研究发现单能成像可提高静脉对比度及图像质量<sup>[4-5]</sup>。本研究 CTV 及超声对血栓显示的一致性较好,且以超声为参考,下肢 CTV 具有较高的敏感性及阴性预测值,这与相关研究<sup>[6-7]</sup>结果基本一致。对不同部位血栓显示比较,CTV 及超声对股静脉、腘静脉及浅静脉血栓的显示基本一致,CTV 对髂静脉、小腿静脉及肌间静脉血栓的显示高于超声,与相关研究<sup>[8]</sup>结果基本一致。分析原因可能是由于盆腔肠

道及骨盆影响,降低超声对盆腔静脉血栓的显示。

综上所述,双源双能间接法下肢 CTV 结合低 KeV 单能成像,可提高静脉对比度及图像质量,且对盆腔、小腿及肌间静脉血栓有较好的诊断价值。CTV 多角度、双侧对比观察,可直观显示血栓部位及范围,并对造成血栓的原因如骨折、肿瘤等做出诊断。因此,间接法下肢 CTV 单能成像对临床有较大的诊断价值。

参考文献:

[1] 陈坛寿.下肢深静脉血栓超声诊断的临床应用价值分析[J].世界最新医学信息文摘,2015,15(91):109-110.  
 [2] 彭碧荣,周萍丽,徐佳.直接法及间接法在下肢 CT 静脉成像中的应用比较[J].武汉大学学报(医学版),2017,38(1):65-69.  
 [3] 易文芳,武志峰,鄂林宁,等.双源 CT 直接法下肢静脉成像对深静脉血栓的诊断价值[J].中国临床医学影像杂志,2015,26(7):518-

522.

[4] 王杏娟,任小璐,王雪梅,等.能谱 CT 单能量成像在提高下肢 CT 静脉成像质量中的价值[J].中华放射学杂志,2013,47(6):563-565.  
 [5] 杜倩妮.三代双源 CT 双能量成像在肺动脉栓塞和下肢深静脉血栓中的应用研究[D].北京:协和医学院,2017.  
 [6] 李文智,罗林,杨昆良,等.间接 CTV 与超声在下腔静脉、髂静脉及下肢深静脉血栓中的对照研究[J].实用放射学杂志,2015,31(12):2003-2006.  
 [7] 朱力,郭佑民,王建国,等.间接下肢 CT 静脉成像对下肢深静脉血栓的诊断价值[J].中华放射学杂志,2009,43(9):948-952.  
 [8] 王军委,成新玲,高剑波,等.320 排 CT 血管造影和超声诊断下肢深静脉血栓价值比较[J].实用放射学杂志,2016,32(10):1578-1581.

(收稿日期:2018-04-27)

(本文编辑 薛妮)

# 心脏磁共振诊断罕见心肌病的应用价值

姜增誉<sup>1</sup>, 吴江<sup>2</sup>, 何生<sup>1</sup>, 陈文青<sup>1</sup>



关键词:心肌病;心脏磁共振;扩张型心肌病;肥厚型心肌病

中图分类号:R542.2 R256.2 文献标识码:B doi:10.12102/j.issn.1672-1349.2019.12.046

心脏磁共振(cardiac magnetic resonance, CMR)通过多参数、多平面、多序列成像同时“一站式”评估心脏解剖结构、运动功能、血流灌注和组织特征。CMR 在心肌病诊断、鉴别诊断及预后判断具有独特价值,已成为扩张型心肌病、肥厚型心肌病等常见心肌疾病诊断的主要手段,但对某些罕见心肌疾病的诊断及鉴别诊断报道较少。本研究探讨罕见心肌病的磁共振影像特点,为临床诊断及判断预后提供依据。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2016 年 9 月—2018 年 9 月山西省心血管病医院疑似心肌病并经临床及病理确诊病人 9 例,男 4 例,女 5 例,年龄 35~70 岁,平均 52 岁。所有病人均行心脏超声、冠状动脉造影、CMR 检查及血清学检查,临床资料完整,其中包括心肌淀粉样变性 2 例,化疗药导致心肌损害 1 例,抗磷脂抗体累及心脏 1 例,心肌致密化不全 3 例,嗜酸性粒细胞增多性心内膜

炎 2 例。

1.2 检查方法 使用 GE1.5T HD-XT 磁共振扫描仪,心脏 8 通道相控阵线圈,采用回顾性心电门控技术及呼吸门控技术。CMR 平扫:采用 T2 TSE 序列行矢状位、冠状位、轴位扫描;采用 FIEST 序列行心脏电影序列扫描四腔心、两腔心、心脏短轴及左室流出道、流入道层面;采用黑血序列扫描心脏短轴位。CMR 首过灌注扫描:注射造影剂钆双胺 0.1 mmol/kg,速度 3 mL/s 后即刻开始扫描心脏短轴位,每层 40 个周期,采集 3~5 层;CMR 延迟扫描:再次注射造影剂 0.1 mmol/kg,速度 1 mL/s,10 min 后开始扫描,采集左室短轴、两腔心、四腔心、三腔心层面。

1.3 图像评估 由两位影像主治医师以上盲法共同观察分析,以意见一致为评判标准。左室心肌分段采用美国心脏学会左室壁 17 段分段标准。

## 2 结果

2 例心肌淀粉样变性表现为室壁增厚,左、右心肌弥漫性粉尘样延迟强化。1 例乳腺癌化疗后 1 年及 1 例抗磷脂抗体累及心脏,左室心肌弥漫性运动减弱,室壁变薄,弥漫性透壁延迟强化。3 例致密化不全表现为左室心尖及游离壁心肌局部变薄,运动减弱,非致

作者单位 1.山西医科大学第一医院(太原 030001),E-mail: sxjiang-zengyu@163.com; 2.山西省心血管病医院

引用信息 姜增誉,吴江,何生,等.心脏磁共振诊断罕见心肌病的应用价值[J].中西医结合心脑血管病杂志,2019,17(12):1918-1920.