

• 胸部影像学 •

vHP 法在主动脉、冠状动脉及肺动脉一站式成像中的应用研究

田冰, 陆建平, 许兵, 刘崎, 王莉, 邵成伟

【摘要】 目的:探讨 320 排容积 CT 可变螺距法(vHP)在急性胸痛患者全主动脉、冠状动脉及肺动脉一站式成像中的临床应用价值。**方法:**以 30 例不明原因的急性胸痛患者为实验组,行 320 排容积 CT vHP 法扫描:主动脉弓上缘至心底水平采用小螺距心电门控,心底至髂动脉水平采用大螺距不加心电门控。以 30 例非心电门控大螺距全主动脉 320 排容积 CT 扫描患者作为对照组,比较两组的图像质量、辐射剂量以及对对比剂使用量。**结果:**实验组图像对主动脉瓣及主动脉根部的可诊断率(100%,30/30)明显高于对照组(30%,9/30);所有对照组图像对冠状动脉均无法评价,实验组冠状动脉图像的可诊断率达 98%;两组图像对肺动脉的可诊断率差异无统计学意义($P>0.05$)。实验组每例患者的辐射剂量 $[(1131.73\pm58.08)\text{mGy}\cdot\text{cm}]$ 稍高于对照组 $[(1102.67\pm70.29)\text{mGy}\cdot\text{cm}]$,两组间差异无统计学意义($P>0.05$);实验组中每例患者的对比剂用量 $[(96.07\pm5.62)\text{mL}]$ 略高于对照组 $[(76.00\pm5.96)\text{mL}]$,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**vHP 扫描法可以在不明显增加辐射剂量的前提下一次完成急性胸痛患者主动脉、冠状动脉及肺动脉的扫描,并可减少对比剂的用量,对于进行胸痛患者尽早明确诊断有一定的应用价值。

【关键词】 可变螺距;急性胸痛;体层摄影术,X 线计算机;血管成像;一站式成像;冠状动脉;肺动脉

【中图分类号】 R814.42; R543 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)04-0400-04

Application of variable helical pitch for whole imaging of aorta, coronary and pulmonary arteries TIAN Bing, LU Jian-ping, XU Bing, et al. Department of Radiology, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, P. R. C

【Abstract】 Objective: To explore the value of whole imaging of aorta, coronary arteries, and pulmonary arteries by using variable helical pitch (vHP) method of 320-slice volume CT. **Methods:** 30 unexplained patients with acute chest pain from our hospital were grouped as the experimental group by vHP scanning. Small pitch ECG-gating CT angiography were performed from the upper edge of the aortic arch to the bottom of the heart, while big pitch without ECG-gating were performed from the bottom of the heart to the level of iliac artery. The other 30 patients who were scanned by big pitch without ECG-gating for the whole aorta were placed as the control group. The image quality, radiation dose and contrast medium were recorded, and the statistical analysis was performed. **Results:** The diagnosis rate of the aortic valve and root for the experimental group (100%, 30/30) was higher than that of the control group (30%, 9/30). All the coronary arteries of the control group could not be evaluated, and the diagnosis rate of coronary arteries for the experimental group was 98%. There was no significant difference for the diagnosis of pulmonary arteries and radiation dose between the two groups. The contrast medium volume of the experimental group $[(96.07\pm5.62)\text{mL}]$ was higher than that $[(76.00\pm5.96)\text{mL}]$ of the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The vHP method can obtain the whole image of aorta, coronary, and pulmonary arteries by only one scan without obvious increasing of the radiation dose, and the volume of contrast medium can be reduced, so it can be used as a valuable method for the early diagnosis of acute chest pain.

【Key words】 Variable helical pitch; Acute chest pain; Tomography, X-ray computed; Angiography; One-stop imaging; Coronary artery; Pulmonary artery

引起急性胸痛的病因较多,常见的主要有主动脉夹层动脉瘤、肺动脉栓塞以及冠状动脉硬化狭窄引起的冠心病等。CT 血管成像(CT angiography, CTA)是临床上诊断主动脉、肺动脉及冠状动脉疾病常用的影像学方法^[1]。然而,传统的 CTA 扫描方法存在着一定的缺陷,可变螺距(variable helical pitch, vHP)法在尽可能降低辐射剂量的基础上,可提高主动脉根部

的图像质量,并可以同时评价冠状动脉及肺动脉。本研究通过 320 排容积 CT 对临床上不明原因的急性胸痛患者进行全主动脉 vHP 法扫描,对全主动脉、主动脉根部及冠状动脉的图像质量、辐射剂量、对比剂用量等方面进行评价,并与非心电门控容积扫描对比,旨在提高 CTA 对急性胸痛患者的诊断水平。

材料与方法

1. 研究对象

对我院 2011 年 8 月—2013 年 5 月共 30 例不明

原因的急性胸痛患者(实验组)采用 vHP 法行 320 排 CT 扫描。30 例采用 320 排 CT 机行非心电图控大螺距全主动脉扫描的患者作为对照组。心率 >65 次/分的患者检查前半小时服用酒石酸美托洛尔片 25~50 mg。扫描前对所有患者进行呼吸训练。

2. 扫描方法

采用 Toshiba Aquilion One 320 排容积 CT 机,扫描范围、管电流、管电压及注药流率根据患者的体重指数(body mass index, BMI)而定。实验组 30 例患者均行 vHP 法扫描:主动脉弓上缘到心底水平采用小螺距心电图控扫描,心底至髂动脉水平采用大螺距不加心电图控扫描。采用单筒高压注射器经肘前静脉注射非离子型对比剂碘普罗胺(370 mg I/mL),先注射 60 mL 对比剂、流率 5 mL/s,再注射 40 mL 对比剂、流率 4 mL/s,随后注射生理盐水 20 mL、流率 4 mL/s。监测升主动脉层面,阈值达到 160 HU 后延迟 4 s 开始扫描,对比剂的总量及流率依据患者的 BMI 适当调整。对照组采用非心电图控大螺距扫描:采用单筒高压注射器经肘前静脉注射碘普罗胺 90 mL,注射流率 4 mL/s,对比剂的总量及流率亦依据患者的 BMI 做适当的调整。

3. 图像后处理

vHP 扫描完成后进行数据重建,两组重建函数均为 FC03,层厚 0.5 mm,间隔 0.25 mm。所有图像后处理在 Vitrea FX VES 6.0 工作站上进行。对主动脉及肺动脉进行容积再现(volume rendering, VR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)、多平面重组(multi-planar reformation, MPR)、曲面重组(curved planar reformation, CPR)等后处理。对冠状动脉显示不佳者进行个性化重建,进入 Cardio exact,对模糊段行多期相重建,选择最佳时相重建,后处理采用探针技术和 CPR 技术。本研究中所对比分析的辐射剂量不包括定位像和触发扫描的辐射剂量。通过 CT 自动计算得到容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol)和剂量长度乘积(dose length product, DLP),由 DLP 乘以特定的转换系数 k 来估计有效剂量(effective dose, ED)。参考欧盟委员会 CT 质量标准指南^[2],转换系数 $k=0.017$ mSv/(mGy·cm)。

4. 图像评价

测定升主动脉、降主动脉膈肌水平及降主动脉远段的 CT 值,全主动脉、主动脉窦/瓣图像质量评价根据运动伪影的有无分为 3 级:1 级图像质量为优,主动脉显示清晰,无运动伪影,无错层;2 级图像质量为良,主动脉有伪影但不影响诊断;3 级图像质量为差,运动伪影较明显,无法观察解剖结构,影响诊断^[3]。冠状动脉图像质量评价采用 4 级评分法^[4]。肺动脉评价采用

主观评价标准:1 级(不合格),肺动脉强化不明显,无法评价;2 级(不合格),肺动脉强化较差,影响评价;3 级(合格),肺动脉及亚段强化稍差,可以评价;4 级(优秀),肺动脉及亚段强化好,可以评价。由 2 位有经验的高年资医师独立分析所有图像并对图像质量评级。

5. 统计学处理

采用 SPSS 18.0 统计学软件包。两组间计量资料的比较采用独立样本 t 检验,计数资料的比较采用卡方检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

扫描中所有患者均未出现严重并发症。两组患者年龄、性别、体重指数等基本情况的差异均无统计学意义。vHP 组检查结果:Stanford A 型主动脉夹层动脉瘤 6 例,肺动脉栓塞 7 例,冠状动脉粥样硬化 6 例,升主动脉瘤(图 1)3 例,正常 8 例。对照组检查结果:主动脉夹层动脉瘤 4 例,肺动脉栓塞 2 例,升主动脉瘤 4 例,主动脉粥样硬化 6 例,马凡氏综合征 1 例,正常 13 例。

1. 图像质量

主动脉:两组中升主动脉、降主动脉膈肌水平、降主动脉髂总动脉分叉水平的平均 CT 值均 >370 HU;vHP 组 30 例均在近膈肌水平出现对比剂浓度的差异,但不影响诊断。主动脉瓣及主动脉根部 vHP 组的图像可诊断率达 100% (30/30),明显高于对照组 30% (9/30)。冠状动脉:对照组图像均不能对冠状动脉进行评价,vHP 组的冠状动脉总节段数为 432 段,图像质量为 1 级者占 91.67% (396/432),2 级占 6.94% (30/432),总的可评价率达 98.61%。肺动脉:vHP 组及对照组中肺动脉均可以评价(图像质量评估均达到 3 级及以上),其中 vHP 组图像质量为 4 级者占 93.33% (28/30),对照组图像质量为 4 级者占 90.00% (27/30),两组肺动脉图像的优秀率差异无统计学意义($\chi^2=0.218, P=0.64$)。

2. 辐射剂量

vHP 组平均 ED 为 (1131.73 ± 58.08) mGy·cm,对照组为 (1102.67 ± 70.29) mGy·cm,两组间差异无统计学意义($t=13.42, P=0.086$)。

3. 对比剂使用量

vHP 组每例患者平均对比剂使用量为 (96.07 ± 5.62) mL,对照组为 (76.00 ± 5.96) mL,两组间差异有高度统计学意义($t=1.75, P<0.001$)。

讨 论

引起急性胸痛的原因多为胸部血管的病变,主要包括主动脉、肺动脉及冠状动脉的病变^[5]。CTA 是临

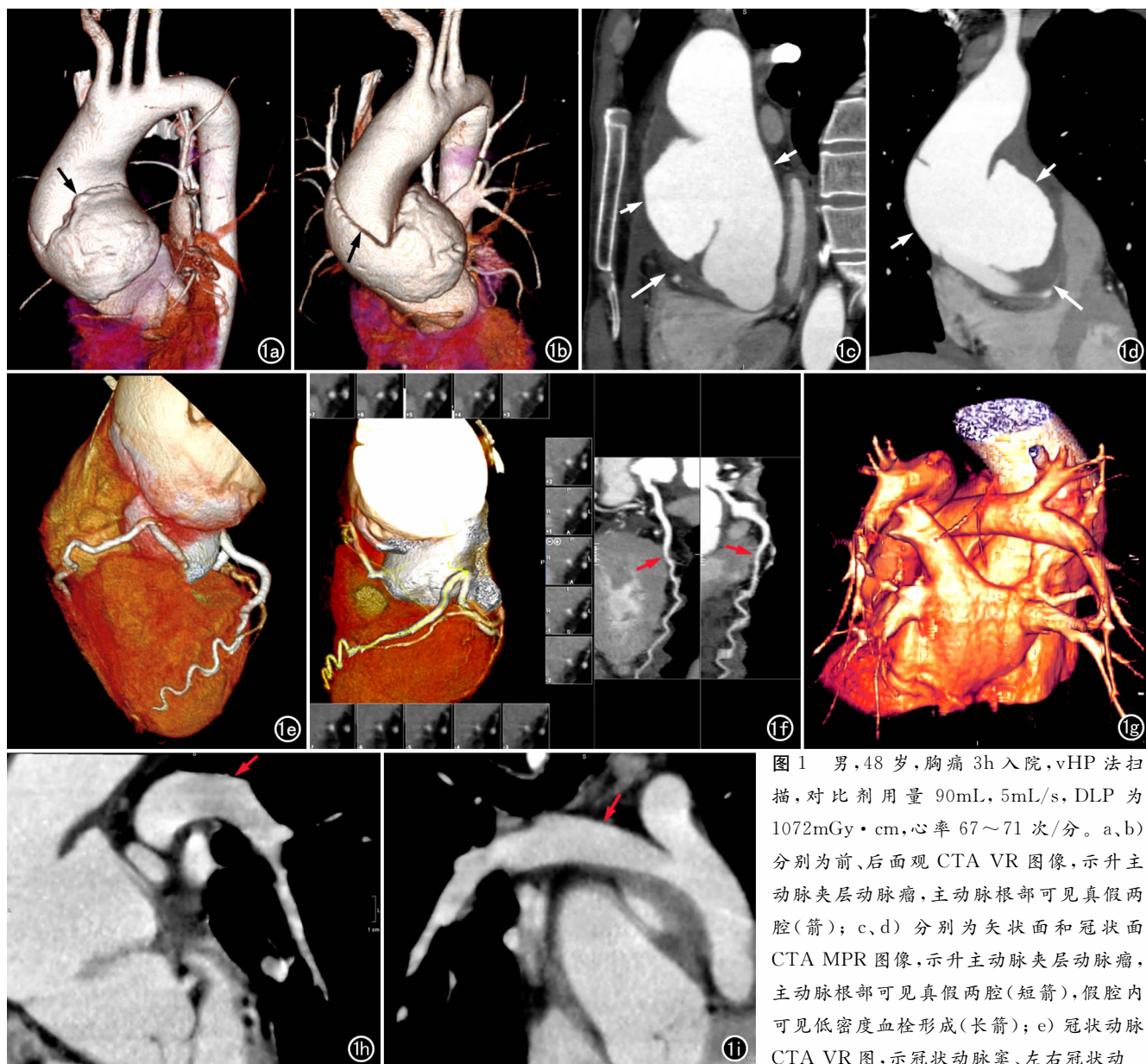


图 1 男, 48 岁, 胸痛 3h 入院, vHP 法扫描, 对比剂用量 90mL, 5mL/s, DLP 为 1072mGy·cm, 心率 67~71 次/分。a、b) 分别为前、后面观 CTA VR 图像, 示升主动脉夹层动脉瘤, 主动脉根部可见真假两腔(箭); c、d) 分别为矢状面和冠状面 CTA MPR 图像, 示升主动脉夹层动脉瘤, 主动脉根部可见真假两腔(短箭), 假腔内可见低密度血栓形成(长箭); e) 冠状动脉 CTA VR 图, 示冠状动脉窦、左右冠状动

脉及其分支显示清晰, 未见受累和狭窄等; f) 冠状动脉左前降支 CTA CPR 图, 示左前降支近段局部血管走行于心肌内, 可见浅心肌桥形成(箭); g) 肺动脉 VR 图, 示两侧肺动脉走行自然, 未见明确充盈缺损影; h、i) 分别为左肺动脉及右肺动脉 MIP 图, 示两侧肺动脉(箭)走行自然, 未见明确充盈缺损或局限性狭窄。

床上诊断胸部血管病变常用的方法之一, 可以较为准确的评价主动脉、肺动脉及冠状动脉病变。然而主动脉、肺动脉以及冠状动脉的检查方法存在一定的差异, 常常需要分次进行检查, 但分次检查在一定程度上延长了术前检查的时间、增加了对比剂的用量以及患者接收的有效辐射剂量, 同时也增加了检查费用。

传统的主动脉检查常采用非心电门控检查, 研究表明主动脉夹层非心电门控的主动脉 CTA 在诊断中存在一些缺陷^[6], 如主动脉根部及升主动脉由于心脏搏动、主动脉自身的脉动产生运动伪影, 约 57% 可被误诊为升主动脉夹层; Stanford A 型主动脉夹层的主动脉窦部及冠状动脉受累情况无法评价; 部分患者由

于内膜片的摆动, 主动脉夹层的破口及再破口的诊断受到一定程度的影响等。因此, 仅进行一次检查即能准确地评估主动脉、肺动脉及冠状动脉是否具有病变以及病变的程度显得十分必要。

近年来低剂量 CT 扫描成为 CT 研究的热点^[7], CT 扫描的 X 线剂量可能增加患癌的风险^[8]。目前, CT 扫描剂量通常采用 CTDIvol、DLP 和 ED 这 3 个指标来评价。多层螺旋 CT 降低 CT 扫描剂量的有效方法之一是增加螺距^[9-10]。在单层螺旋 CT 中, 螺距被定义为 X 射线球管旋转 1 周时扫描床移动的距离 (mm) 与准直器宽度的比值, 而准直器的宽度实际上就是层厚; 而在多层 CT 中螺距中, 螺距被定义为球管

旋转一周的进床距离与接收探测器有效宽度的比值,因此,在其它扫描条件不变时,增加螺距,扫描辐射剂量将低于常规螺旋 CT 扫描;但是加大螺距,将使层面敏感性曲线增宽,从而使影像的 Z 轴空间分辨力下降。随着多层螺旋 CT 技术的发展,320 排容积 CT 凭借其 Z 轴方向覆盖范围的增加(320 排探测器)、高速的机架旋转速度及各向同性扫描的优势,使得增加螺距同时降低患者的辐射剂量这一问题得到解决^[11]。

vHP 法是一种新的扫描模式,该方法在采集过程中可以改变螺距,在主动脉弓上缘至心底水平采用小螺距扫描,加用前瞻性心电门控,从而保证了冠状动脉、肺动脉、主动脉根部细节的显示;而心底至髂动脉水平采用大螺距不加心电门控扫描,从而在保证诊断的前提下有效的控制辐射剂量。

碘对比剂在保证良好的对比前提下具有肾毒性等一系列的缺陷,因此,如何使用尽可能少的对比剂用量并保证图像质量至关重要。在本研究中 vHP 法扫描所用对比剂的总量较大螺距非心电门控扫描稍高,但总量仍控制在约 90 mL,较传统螺旋 CT 对比剂用量明显减少,且相对于两到三次检查对比剂总使用量来讲要明显减少^[12-13]。

本研究的不足在于总的例数较少,有待于进一步研究,且对冠状动脉的诊断性评价缺少与冠状动脉造影的对比,诊断的准确性还有待进一步研究。

总之,320 排 CT 的 vHP 扫描模式在不增加辐射剂量的基础上可提高图像质量,可最大限度地减少主动脉根部及主动脉夹层内膜片的运动伪影,减少检查次数及费用,为临床尽快制订治疗方案提供完备的信息。

参考文献:

[1] Rubin GD, Shiau MC, Leung AN, et al. Aorta and iliac arteries: single versus multiple detector-row helical CT angiography[J].

Radiology, 2000, 215(3): 670-676.

- [2] Bax JJ, Schuijf JD. Which patients should be referred for non-invasive angiography with multi-slice CT[J]. Int J Cardiol, 2007, 114(1): 1-3.
- [3] Fujioka C, Horiguchi J, Kiguchi M, et al. Survey of aorta and coronary arteries with prospective ECG-triggered 100kV 64-MDCT angiography[J]. AJR, 2009, 193(1): 227-233.
- [4] Rybicki FJ, Otero HJ, Steigner ML, et al. Initial evaluation of coronary images from 320-detector row computed tomography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2008, 24(5): 535-546.
- [5] Yoon YE, Wann S. Evaluation of acute chest pain in the emergency department: "triple rule-out" computed tomography angiography[J]. Cardiol Rev, 2011, 19(3): 115-121.
- [6] Ko SF, Hsieh MJ, Chen MC, et al. Effects of heart rate on motion artifacts of the aorta on non-ECG-assisted 0.5s thoracic MDCT [J]. AJR, 2005, 184(4): 1225-1230.
- [7] Boiselle PM. Computed tomography screening for lung cancer[J]. JAMA, 2012, 309(11): 1163-1170.
- [8] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography—an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357(22): 2277-2284.
- [9] 刘一, 晏子旭, 吴晓峰, 等. 螺距的选择对胸腹主动脉夹层 320 层 CT 成像质量的影响[J]. 放射学实践, 2011, 26(3): 350-352.
- [10] 孙凯, 韩瑞娟, 马利军, 等. 大螺距双源 CT 前瞻性心电门控扫描评价冠状动脉狭窄的临床研究[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(1): 49-53.
- [11] Durmus T, Rogalla P, Lemback A, et al. Low-dose triple-rule-out using 320-row-detector volume MDCT-less contrast medium and lower radiation exposure[J]. Eur Radiol, 2011, 21(7): 1416-1423.
- [12] Haidary A, Bis K, Vrachliotis T, et al. Enhancement performance of a 64-slice triple rule-out protocol VS 16-slice and 10-slice multidetector CT-angiography protocols for evaluation of aortic and pulmonary vasculature[J]. J Computer Assist Tomography, 2007, 31(6): 917-923.
- [13] Johnson TR, Nikolaou K, Becker A, et al. Dual source CT for chest pain assessment[J]. Eur Radiol, 2008, 18(4): 773-780.

(收稿日期: 2013-07-28 修回日期: 2013-12-15)