

DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.04.018

· 临床研究 ·

64 层螺旋 CTA 在冠状动脉搭桥术后桥血管评价中的临床应用 *

秦海燕 张迪 韩东 王凯 苏贝尔 曹绍东 申宝忠[△]

(哈尔滨医科大学附属第四医院影像科 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要 目的:评价 64 层螺旋 CTA 在冠状动脉搭桥术后桥血管评价中的应用价值。**方法:**收集 67 例冠脉搭桥术后 64 层螺旋 CTA 资料,回顾性分析其成像条件、心电编辑软件对图像质量的影响;薄层容积图像及 VR、CPP、MIP 等后处理方法对桥血管的显示情况,并观察桥血管通畅状态。**结果:**67 例 CTA 容积图像质量均满足诊断要求,其中 15 例经 β 受体阻滞剂控制心率;27 例经过心电编辑软件后处理;检出正常桥血管 107 支,占 74.31 % (107/144);异常静脉桥血管 32 支,22.22 % (32/144),包括近端吻合口尖角状闭塞 13 支,钙化斑块 7 支,软斑块 8 支,混合斑块 1 支;远端吻合口狭窄 3 支;正常动脉桥血管 35 支,24.31 % (35/144);异常动脉桥血管 5 支,3.47 % (5/144),包括闭塞内乳动脉桥血管 4 支,远端吻合口狭窄 1 支。上述多种后处理方法有助于多角度、多方位显示桥血管近、远端吻合口、桥血管行程及其与毗邻结构关系、有无斑块及管腔狭窄程度等。**结论:**64 层螺旋 CTA 是冠脉搭桥术后评估桥血管状态准确、安全及简便的影像学检查方法。

关键词:冠脉旁路搭桥;计算机成像;血管造影;通畅性;64 层

中图分类号:R541.4,R445.3 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2014)04-676-06

Clinical Application of 64-slices spiral CTA on the Evaluation of the by Pass Grafts Post-operative the Coronary Artery Bypass Grafts*

QIN Hai-yan, ZHANG Di, HAN Dong, WANG Kai, SU Bei-er, CAO Shao-dong, SHEN Bao-zhong[△]

(Department of Radiology, the Forth Affiliated Hospital, Harbin Medical University, Haerbin, Heilongjiang, 150001, China)

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the value of 64-slices spiral CT angiography on the patency of the by pass grafts after coronary artery bypass grafts(CABG) surgery. **Methods:** 67 patients with CABG received 64-slices spiral CT angiography using Aquilion 64-slice spiral CT-scanner in this study. We Retrospectively analyzed the affection of the scanning plans of CTA, and electrocardiography edit software to image quality. The displaying of arterial and venous bypass graft on thinner slice volume image, some restructures methods of VR, CPR, MIP and so on. Then we observed the main CTA signs of by pass grafts. **Results:** The quality of all CTA volume images were accordance with the diagnosis. There were 15 patients with an irregular or fast heart rate despite β -blocker administration which were not excluded from the study, and 27 patients' volume images were modified by electrocardiography edit soft ware. In all patients, we found the normal bypass grafts 107, occupied 74.31 % (107/144); abnormal venous grafts 32, occupied 22.22 % (32/144), including 13 proximal anastomoses obstructed like cusp angle, soft plaque 8, mixing plaque 1, calcified plaque 7 and distal anastomoses stenosis 3. normal arterial grafts 35, occupied 24.31 % (35/144); abnormal arterial grafts 5, occupied 3.47 % (5/144), containing occluded internal mammary artery grafts 4 and proximal anastomoses stenosis 1. These post-processing methods as mentioned above were benefited to display the bypass grafts' proximal and distal anastomoses, course and the relationship with adjacent structure, plaque types and the lumens occlusion degree of by pass grafts. **Conclusion:** 64-slices spiral CTA can be used practically in the assessment of bypass grafts after CABG surgery. It is optimal modality for estimating the patency of bypass grafts and it is a fast, effective, reliable method at present.

Key words: Coronary artery by pass graft; Compute tomography; Angiography; Patency; 64 slices

Chinese Library Classification(CLC): R541.4, R445.3 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2014)04-676-06

前言

冠心病是严重威胁人类健康的常见疾病之一,除药物及支架治疗外,冠状动脉旁路搭桥术(coronary artery bypass graft, C-

ABG)亦是重要方法。而术后桥血管的通畅性成为临床关注的焦点。目前,选择性冠状动脉造影仍是判断桥血管通畅性的金标准,但其存在有创性及其费用昂贵等缺点。自多层螺旋 CT 问世以来,国内外已见桥血管 CTA(computer tomography angi-

* 基金项目:黑龙江省教育厅资助项目(12521220);黑龙江省卫生厅资助项目(2010-155)

作者简介:秦海燕(1968-),女,医学博士,副主任医师,研究方向:胸腹部影像学诊断,E-mail:hljqhy@163.com

[△]通讯作者:申宝忠(1961-),男,教授、主任医师、博士生导师,研究方向:分子影像学,E-mail:shenbzh@vip.sina.com

(收稿日期:2013-06-30 接受日期:2013-07-23)

ography, CTA)评价报道^[12],但限于机器设备本身条件制约如低时间分辨率、Z轴覆盖范围小等,致使其临床应用受到限制,随着64层螺旋CT的问世及其在冠状动脉CTA的成功应用^[9],国内外已见桥血管64层螺旋CTA评价报道^[45]。笔者采用东芝Aquilion 64层螺旋CT机对67例CABG术后患者CTA成像回顾性分析,现报道如下:

1 材料与方法

1.1 临床资料

收集我院67例CABG术后CTA检查资料,其中男性40例,女性27例,年龄33~80岁,平均年龄60.42岁。CABG术后时间为2月~20年。就诊症状多为心前区绞痛、胸闷、气短、活动后心前区不适等。根据患者手术纪录和/或主诉记录桥血管数目和类型,其中动脉桥血管44支,静脉桥血管115支,共计159支,并与CABG结果对照。

1.2 检查设备及扫描技术

1.2.1 机器设备 Aquilion64层螺旋CT机(日本,Toshiba公司);双筒高压注射器:(MEOR O,美国MEDRAD公司);心电图监测机(日本)。

1.2.2 扫描前准备 首先告知受检者检查顺序及注射对比剂时可能出现发热、口腔异味儿、排尿感等正常反应,其次检测心率,对静息心率在60-65次/min可以检查;65-75次/min左右者,如屏气状态下心率在65次/min左右可以检查;而对于静息心率大于75次/min且屏气仍不能降至65次/min,给予倍他乐克50~100mg舌下含服,降心率至65次/min。对于焦虑、紧张者可酌情给予安定2mg口服。然后进行碘过敏试验,阴性者肘前静脉埋置20G套管针,并训练患者屏气约18s左右。

1.2.3 扫描技术 扫描范围为胸廓入口至膈面。扫描参数:管电

压120Kv,管电流400mA。X线球管旋转速度0.4s/周,探测器宽度64×0.5mm,层厚0.5mm,层间距0.3mm;DFOV221.9mm;螺距因子(HP)13.4~11.2。采用双筒高压注射器经肘前静脉注射非离子对比剂优维显(Ultravist,370mg/mL,安盛药业),总量75mL(2.0mL/kg),注射速度4.0-3.5mL/s,先给予10mL生理盐水,然后注射对比剂,注射结束后,再以同样速度注入生理盐水40mL。采用Surestart技术(造影剂自动跟踪技术),选取主动脉支部或同层面降主动脉放置感兴趣区进行CT值监测,触发阈值设定为90-100HU,平均触发时间16s~20s。延迟5s屏气自动触发扫描,平均扫描时间为13.2s。应用回顾性心电门控技术,自动重建R-R间期75%时相的容积数据图像。

1.2.4 图像质量评价与后处理方法 由2名以上资深影像诊断医生浏览容积数据图像,评估图像质量,标准如下:1级无伪影;2级伪影较少,不影响诊断;3级伪影多至图像显示不清,无法诊断。据此将血管显示清晰的75%时相的容积数据传输至随机配置的VITREAL工作站后处理。而对于3级图像质量的容积数据,利用心电图软件进行个性化重建,重建方法为高心率受检者,选择相对期相重建(0%-95%间隔5%重建);心律失常受检者,选择绝对重建期相重建(0ms至采集心电中最大的ms,间隔5ms重建)^[6]。对重建后容积数据图像,仍参照上述图像质量评价标准评判后传送至VITREAL工作站后处理。后处理技术主要包括容积再现(volume rendering, VR)、曲面重建(curve planar reformation, CPR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIR)及动画电影等。

1.2.5 桥血管评价 观察桥血管类型、数目及有无斑块及其管腔狭窄程度;近端、远端吻合口通畅与否,管腔狭窄程度判定标准以参照冠状动脉狭窄程度判定标准,1无狭窄;2.轻度狭窄(≤

表1 桥血管类型及其相吻合的冠脉血管(n=支数)

Table 1 Types of grafts and their anatomized coronary artery(n=branch number)

AG	n	SVG	n
LIMA to LAD	32		42
RRA to LAD	1	to RCA	1
RIMA to RCA	2	to RCA to OM #	1
LAD to DA	1	to RCA to DA to OM #	14
		to OM	1
		to OM to PDA#	13
		to LCX	10
Occlusion		to DA	7
	4	to LAD	1
		to LAD to DA#	1
		to IM to LCX#	13
Total	40	occlusion	104

注:动脉桥血管;大隐静脉桥血管;左或右内乳动脉;左或右桡动脉;左前降支;右冠状动脉;对角支;左回旋支;钝缘支;后降支;中间支;序贯桥。

Note: arterial graft(AG); saphenous vein graft(SVG); Left or right internal mammary artery(LIMA or RLMA); Left or right radial artery(LRA or RRA); left anterior descending artery (LAD); right coronary artery (RCA); diagonal artery (DA); left circumflex artery (LCX); obtuse marginal branch of the circum ex artery(OM); posterior descending artery(PDA); intermediate branch(IM); sequential aorta coronary graft#.

50%);3.中度狭窄(51%~75%)4.重度狭窄(76%~99%)5.完全狭窄(100%)。

2 结果

2.1 图像质量

所有受检者均顺利完成检查,检查中及检查后无对比剂副反应。图像质量1级57例,2级10例;39例自动重建的75%的容积数据图像质量满足诊断要求;27例心率/律异常者容积数据图像进行了个性化心电编辑处理,其中15例高心率(大于70次/min),12例心律失常。

2.2 检出桥血管类型及其吻合血管

67例患者检出静脉桥血管104支,包括近端吻合口呈尖

角样突起的闭塞静脉桥血管13支;动脉桥血管40支,包括内乳动脉桥血管闭塞4支(内乳动脉走行区见金属银夹),远端吻合口狭窄1支。共检出桥血管144支。所有动静脉桥血管中包括序冠桥血管5支。CABG检出动脉桥血管为91%(40/44),检出静脉桥血管为90%(104/115)。检出桥血管类型及其吻合血管见表1。

2.3 检出桥血管 CTA 征象

144支桥血管中,桥血管内对比剂充盈正常桥血管107支,占74.31%。静脉桥血管中闭塞13支,钙化斑块7支,软斑块8支,混合斑块1支;远端吻合口狭窄3支,共计32支,占22.22%。动脉桥血管中闭塞4支,远端吻合口狭窄1支,共计5支,占3.47%,见表2。

表2 桥血管 CTA 征象(n=支数)

Table 2 CTA appearance characteristic of observed bypass grafts(n=branch number)

Grafter status	VG(n)	AG(n)	Total	(%)
Ppatency	72	35	107	74.31
Calcified plaque	7	0	7	4.86
Soft plaque	8	0	8	5.56
Mixed plaque	1		1	0.69
Distal anastomotic stenosis	3	1	4	2.78
Occlusion	13	4	17	11.81



图 1a



图 1b

图 1a CABG 术后 10 年,VR 图像示一大隐静脉桥血管与后降支远端相吻合(弯箭);图 1b CPR 图像示另一支大隐静脉桥闭塞,管腔内无对比剂充盈(细箭);VR 图像示近桥血管端表现为主动脉前外侧壁的尖角状突起(图 1a 短箭)

Fig.1a CABG postoperative 10 years,VR image shows the typical appearances of right saphenous vein graft (curved arrow) sutured to the anterior aorta and attached to the posterior descending branch distally

Fig.1b CPR image shows another saphenous vein graft occlusion and no contrast agent is seen(long arrow), the proximal anastomosis shows angular protuberant status in anterolateral wall of the ascending aorta (Fig. 1a short arrow)

3 讨论

CABG 术后, 心脑血管重建成功与否依赖于桥血管是否通畅,既往, 冠状动脉血管造影 (coronary artery angiography, CAG)为评价的金标准。随着 CT 成像技术和设备发展,CTA 逐渐用于心血管疾病检查,并取得了很好的效果。据报道电子束 CT 和 4 层、16 层对桥血管有无阻塞和桥血管狭窄程度大于 50%的判定有很高的敏感性和特异性^[2]。但是,桥血管 CTA 时

扫描范围要大于冠状动脉 CTA。对电子束 CT 和探测器排数少于 64 层的 CT 机,由于其 Z 轴覆盖范围较小,必须增加扫描次数来覆盖其扫描范围,致使受检者屏气时间延长,受屏气效果和螺旋扫描方式影响,图像质量较差,影响对桥血管观察^[7]。而 64 层 CT 的 z 轴方向覆盖为 3.2 cm(0.5 mm× 64),整个心脏扫描只需在几次心动周期中完成,实现了心率和数据采集之间的最佳搭配,进而提高了桥血管 CTA 检查的成功率。

3.1 CABG 术后 64 层螺旋 CTA 扫描技术

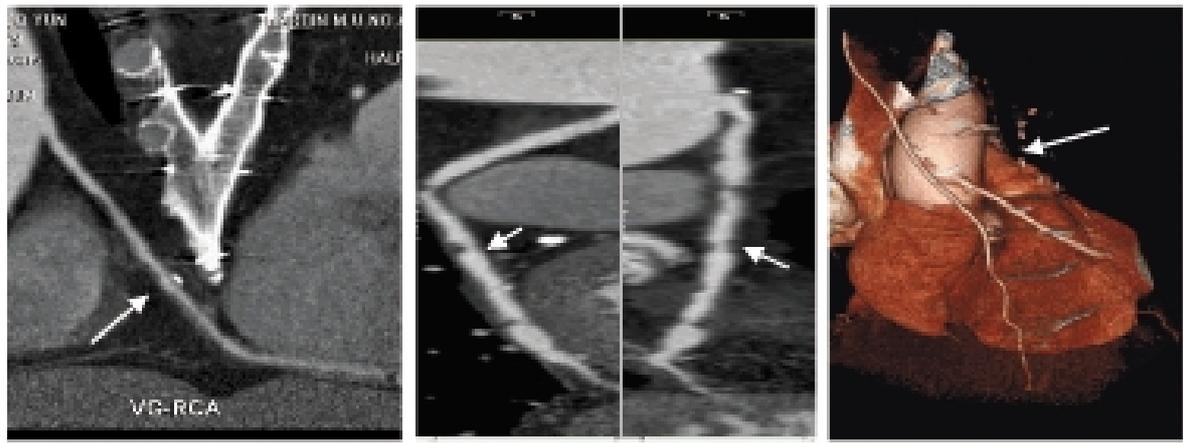


图 2a

图 2b

图 2c

图 2a CABG 术后 7 年, 曲面重建图像示大隐静脉桥血管多发软斑块, 并于中段见一钙化斑块(长箭), 管腔狭窄程度 $\leq 50\%$

图 2b CABG 术后 12 年, 曲面重建图像示大隐静脉桥血管多发软斑块, 管腔多处局限性重度狭窄, 狭窄程度 $\geq 75\%$ (短箭)

图 2c CABG 术后 17 年, 容积再现图像示左侧内乳动脉桥血管走行区仅见金属夹影像, 而无桥血管影像(长箭)

Fig.2a CABG postoperative 7 years, CPR image shows a SVG with multiple soft plaques and a calcified plaque was observed in the middle segment of the graft(long arrow), localized lumen stenosis $\leq 50\%$

Fig.2b CABG postoperative 12 years, CPR image shows a SVG with multiple soft plaques, multiple localized lumen stenosis $\geq 75\%$ (short arrow)

Fig.2c CABG postoperative 17 years, VR image shows metal clips along the course of left internal mammary artery graft and no graft was seen

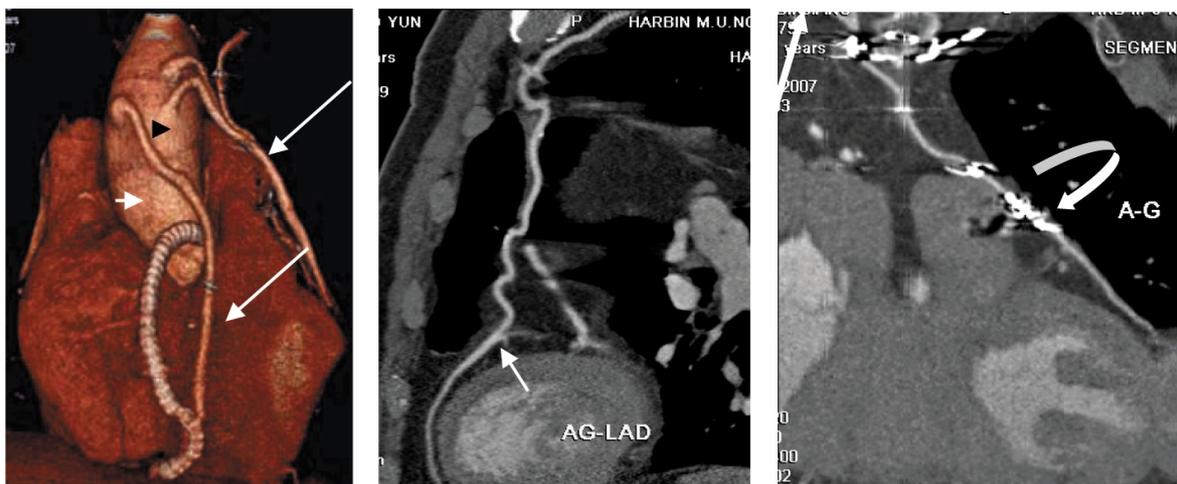


图 2a

图 2b

图 2c

图 2a CABG 术后 7 年, 曲面重建图像示大隐静脉桥血管多发软斑块, 并于中段见一钙化斑块(长箭), 管腔狭窄程度 $\leq 50\%$

图 2b CABG 术后 12 年, 曲面重建图像示大隐静脉桥血管多发软斑块, 管腔多处局限性重度狭窄, 狭窄程度 $\geq 75\%$ (短箭)

图 2c CABG 术后 17 年, 容积再现图像示左侧内乳动脉桥血管走行区仅见金属夹影像, 而无桥血管影像(长箭)

Fig.2a CABG postoperative 7 years, CPR image shows a SVG with multiple soft plaques and a calcified plaque was observed in the middle segment of the graft(long arrow), localized lumen stenosis $\leq 50\%$

Fig.2b CABG postoperative 12 years, CPR image shows a SVG with multiple soft plaques, multiple localized lumen stenosis $\geq 75\%$ (short arrow)

Fig.2c CABG postoperative 17 years, VR image shows metal clips along the course of left internal mammary artery graft and no graft was seen

3.1.1 扫描范围、对比剂用量及开始扫描时间选择 与冠脉 CTA 略有不同, 进行 CABG CTA 检查时, 其扫描范围应该胸阔入口水平作为扫描的起始点。原因在于静脉桥血管的远端通常吻合于升主动脉的前面(左右侧壁或前壁), 而内乳动脉起始于锁骨下动脉, 走行于胸骨后, 作为桥血管时是将其中远段自胸骨后剥离, 然后移置升主动脉前方, 再与病变血管阻塞段以远吻合。扫描范围过低, 一是无法判定静脉桥血管近端吻合口, 二是不易显示内乳动脉桥血管的行程及其与邻近结构的关系。

确保 CABG 扫描成功必不可少的另一个重要因素是保证扫描时间段完全在靶血管强化峰值的平台期内^[9], 由于个体差

异如心率、心输出量、循环时间和基础代谢率不同, 对每个个体来说对比剂总量多少、主动脉达到强化高峰时间必然存在差异。在本组病例中, 注射速率为 3.5~4.0 mL/s, 对比剂总量 75 mL(优维显 370 mgI/100 mL)。利用阈值自动触发扫描软件, 实时监控主动脉内对比剂达峰 CT 值, 触发后机器自动快速跟踪扫描。有研究表明, ROI 放置在主动脉根时所获得图像质量差异很大, 原因在于肺动脉、上腔静脉内对比剂形成的硬射线伪影将提前误触发扫描^[9]。为此本组病例中, 部分 ROI 放置于主动脉根部, 在扫描过程中根据实时监测情况并手动调节其于最佳位置; 部分 ROI 放置于同层面降主动脉内, 从而避免了肺

动脉、上腔静脉内对比剂伪影的影响,确保扫描时机准确。

3.1.2 心电编辑技术对图像质量的影响 目前 64 层螺旋 CT 心脏 CTA 图像质量仍然受到心率/律和呼吸的制约。体模研究显示,获得最佳冠脉 CTA 图像质量的心率为 <70 bpm,波动 <10 bpm,且心律规则。心率波动太大或心律不齐(>10 次/分钟)时,致使采集数据过程中位置不一致,图像出现锯齿或阶梯状伪影^[10]。另外高心率造成心动周期尤其是舒张期的缩短,会减少冠状动脉的血流,使得血管内对比剂充盈减少,造成冠脉成像质量的下降。另一方面成像时舒张期占心动周期比例增加,包含的时相也相应增多,心脏搏动幅度增大,在影像上就会出现扭曲和阶梯状伪影^[11]。在本组病例中,有 27 例受检者扫描过程中出现心率 >70 次/分,其中包括 12 例心律不齐者,致使自动重建的 75% 期相容积数据不能满足图像后处理。对于这部分受检者,使用随机配置的心电编辑软件进行个性化处理。其中 15 例高心率受检者,最佳重建期相平均在 R-R 间期的 40%~50%;12 例心律失常受检者的最佳重建期平均为绝对期相的 380 ms~450 ms。此外扫描过程中受检者能否完全屏住呼吸也是影响图像质量的重要因素之一,因为呼吸运动引起的图像错层伪影无法纠正。

3.2 桥血管 CTA 表现

本组 67 例患者共检出桥血管 144 支,检出率为 90.56% (144/159);病变桥血管 37 支,占检出桥血管的 25.69%,与文献报道相符^[3],其中静脉桥血管占 86.49%,动脉桥血管占 13.51%。病变桥血管包括闭塞静脉桥血管 13 支,表现为主动脉根部的尖角状突起(图 1a-b);出现钙化块和斑状斑块 16 支,表现为管腔内高密度、低密度及混合密度充盈缺损;依据血管狭窄程度判定标准,其中 15 支管腔狭窄约 $\leq 50\%$ (图 2 a),属轻度狭窄;管腔多发软斑块 1 支,局部管腔狭窄程度 $\geq 75\%$,属重度狭窄(图 2 b)。动脉桥血管闭塞 4 支,表现为内乳动脉走行区仅见金属夹影像,而无血管影像(图 2c);桥血管近端吻合口较远端显示良好。据报道尽管远端吻合口显示欠佳,如果桥血管内对比剂充盈良好,仍可以视该桥血管通畅^[12],据此本组病例中,将远端吻合口及其以远血管显示欠佳,显像较淡的 4 支动静脉桥血管判定为吻合口狭窄,占 2.81%;125 支桥血管远端吻合口通畅,远端吻合口以远血管显示清晰,占 88%,与文献报道近似^[13],其余 106 支桥血管近、远端吻合口通畅,桥血管腔内对比剂充盈良好,密度与同层升主动脉基本一致,管壁光滑,管腔通畅(图 3a-b)。CABG 术后静脉桥血管并发症发生率远远高于动脉桥血管。一方面最初术后几个月内的静脉桥血管闭塞或/和狭窄主要是由于血栓形成所致;另一方面在体循环压力作用下,静脉桥血管经历了一个自术后数天内开始并持续于数月至数年的动脉化过程,即中层和新内膜的增厚,这些变化形成了动脉粥样硬化狭窄的基础,最终导致了后期静脉桥血管的闭塞和斑块形成;而内乳动脉桥血管本身不易形成粥样斑块,因而可以保持长期的通畅性;后期的闭塞最常见于该血管近吻合口处的进展性动脉粥样硬化性病变所致^[12]。

3.3 不同后处理技术对桥血管的评价作用

在各种后处理技术中,VR、CPR 及 MIP 等对展示桥血管最为有利。VR 可以对桥血管走行及其与心脏和纵膈大血管的连接关系进行多角度、全方位立体直观显示(图 1a);CPR 是显

示桥血管腔内有无充盈缺损和血管腔狭窄程度的主要方法,尤其是拉直的、任意角度旋的 CPR(图 2)。桥血管远端吻合口及其以远血管紧贴心脏表面,两者最容易受到心脏搏动的影响,出现运动伪影,因此对于远端吻合口和/或其以远血管,需要通过调节 VR 图像阈值,并与 CPR 技术相结合,来判定远端血管内有无对比剂充盈,充盈状态如何,借以判定吻合口是否通畅。MIP 可以用来处理由于呼吸运动引起的血管错层图像,以便尽可能显示所观察血管的局部细节。而 VR、CPR 图像对闭塞静脉桥血管检出非常有帮助,如本组病例中 13 支闭塞静脉桥血管和 4 支内乳动脉桥血管的检出(图 1a-b;图 2c)。由此可见,综合应用上述后处理技术,并结合原始薄层容积数据图像,不仅能提供桥血管的准确空间定位,而且可以从不同角度局部重点显示桥血管形态及其与邻近解剖结构的关系。

3.4 64 层螺旋 CTA 对 CABG 术后桥血管状态评价的优势、限度及展望

尽管 CAG 为 CABG 术后桥血管状态评估的金标准,但是实践证明 CAG 有时很难寻找桥血管的开口,尤其是对闭塞静脉桥血管的检出,致使其结果与 CABG 手术记录不符。而本研究显示利用多种后处理方法可以检出部分闭塞的动静脉桥血管。目前 64 层螺旋 CT 受时间分辨率偏低的限制(165 ms),仍然不能完全排除高心率和/或心律失常等因素的影响。还需要 β 受体阻滞剂控制心率和/或利用心电编辑软件进行多实相重建来弥补。另外呼吸运动、桥血管远端吻合口附近的钙化、金属夹伪影也仍然是制约部分图像质量的重要原因(图 3c)。有研究报道双源 CT 采用两套 X 射线源和探测器组合,只需要转动 90° 就可以采集到单源 CT 转动 180° 采集的数据,从而使时间分辨率提高了一倍(83 ms)^[14]。已有比较性研究确认,较之 64 层螺旋 CT,双源 CT 在技术上能够为高心率患者提供足以满足诊断需求的图像^[15]。最新研究报道称 320 层螺旋 CT 具有 16 cm 的 Z 轴覆盖范围,极大的提高了图像采集的时间分辨率,而且利用前瞻性心电门控,只需一个或 2~3 个心动周期,即可获得所需要容积数据,同时减少了辐射剂量,并可以消除高心率和/或心律失常等不良因素影响^[16]。MRI 心肌延迟增强研究表明:大范围的透壁性疤痕及左室功能减低不适于搭桥手术治疗;而无疤痕仅有左室功能减低则适于搭桥手术治疗,术后桥血管内也将具有很高的血流量和很高的通畅率;而比较大的心内膜下或较小范围的透壁疤痕则更适于搭桥手术治疗^[17]。因为梗死区灌注在很大程度上低于存活心肌,而且桥血管早期、晚期功能是其可支配的存活心肌区域所影响的。320 独特的全器官灌注功能能够在进行心脏冠脉 CTA 的同时进行心肌功能成像,可以很好的观察心肌灌注^[18],如此不仅可以在 CABG 术前对病变冠脉及其所支配区域心肌活性状态进行评价,也可以对术后桥血管通畅性及其所支配区域心肌活性改善状态进行评价,从而为术前桥血管通畅性预测及术后桥血管功能、心肌再灌注评价乃至再次搭桥手术提供有利依据。

综上所述,64 层螺旋 CTA 能够整体显示桥血管及其连接关系,对其通畅性进行准确评价,因而在 CABG 术后患者随访观察中具有重要的临床应用价值,并将随着多层螺旋 CT 设备的更新换代,获得更多的与其相关的检查信息。

参考文献(References)

- [1] 周丹, 李澄, 汤晓明, 等. 多层螺旋 CT 冠状动脉成像在冠状动脉搭桥术后随访中的价值[J]. 放射学实践, 2002, 17(4): 291-293
Zhou Dan, Li Cheng, Tang Xiao-ming, et al. The value of multi-slice spiral CT in the follow-up of coronary artery bypass grafts[J]. Radiologic Practice, 2002, 17(4): 291-293
- [2] Nieman K, Pattynama PM, Rensing BJ, et al. Evaluation of Patients after Coronary Artery Bypass Surgery: CT Angiographic Assessment of Grafts and Coronary Arteries[J]. Radiology, 2003, 229(3): 749-756
- [3] Leschka S, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience[J]. Eur Heart J, 2005, 26(15): 1451-1453
- [4] 李鹏雨, 李坤成, 杜祥颖, 等. 64 层螺旋 CT 在冠状动脉搭桥术后随访中的初步应用[J]. 放射学实践, 2007, 22(4): 376-379
Li Peng-yu, Li Kun-cheng, Du Xiang-ying, et al. Preliminary Application of 64-row Multidetector CT in the Follow-up of Coronary Artery Bypass Grafts[J]. Radiologic Practice, 2007, 22(4): 376-379
- [5] Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, et al. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts[J]. European Heart J, 2006, 27(8): 976-980
- [6] 张同, 王巍, 申宝忠, 等. 64 排螺旋 CT 个性化重建方法在冠状动脉 CTA 的临床应用[J]. 实用放射学杂志, 2008, 24(3): 378-380
Zhang Tong, Wang Wei, Shen Bao-zhong, et al. Clinical Application of the Individual Reconstruction at 64-slice Spiral CT Coronary Angiography[J]. Journal of Practical Radiology, 2008, 24(3): 378-380
- [7] Schaffler GJ, Groell R, Peichel KH, et al. Imaging the coronary venous drainage system using electron-beam CT [J]. Surg Radiol Anat, 2000, 22(1): 35-39
- [8] Flohr T, Ohnesorge B. Heart rate adaptive optimization of spatial and temporal resolution for electrocardiogram-gated multi-slice spiral CT of the heart [J]. J Comput Assist Tomogr, 2001, 25(6): 907-923
- [9] 闫海万, 樊文鑫, 常玉莲, 等. 64 排螺旋 CT 冠状动脉造影的兴趣区定位价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2007, 15(4): 295-297
Yan Hai-wan, Fan Wen-xin, Chang Yu-lian, et al. Evaluation of ROI Selection in 64 Slice Spiral CT Coronary Angiography [J]. Chinese J Med Imaging, 2007, 15(4): 295-297
- [10] 郑君惠, 梁长虹, 黄美萍, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像技术的体模实验[J]. 中国医学影像技术, 2008, 24(8): 1267-1270
Zheng Jun-hui, Liang Chang-hong, Huang Mei-ping, et al. Phantom experiment of 64-detector CT coronary artery angiography technique [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2008, 24(8): 1267-1270
- [11] 赵坤, 时季成, 邵广瑞, 等. 64 层螺旋 CT 冠状动脉成像质量影响因素的分析医学[J]. 医学影像学杂志, 2007, 17(7): 687-691
Zhao Kun, Shi Ji-cheng, Shao Guang-rui, et al. The analysis of factors affecting image quality of coronary angiography with 64 multi-slice CT [J]. Journal of Medical Imaging, 2007, 17(7): 687-691
- [12] Frazier AA, Qureshi F, Read KM, et al. Coronary Artery Bypass Grafts: Assessment with Multidetectors CT in the Early and Late Postoperative Settings[J]. Radiographics, 2005, 25(4): 881-896
- [13] Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, et al. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts [J]. Eur Heart J, 2006, 27(8): 976-980
- [14] Johnson TR, Nikolaou K, Wintersperger BJ, et al. Dual-source CT cardiac imaging: initial experience[J]. Eur Radiol, 2006, 16(7): 1409-1415
- [15] 王怡宁, 金征宇, 孔令燕, 等. 双源 CT 冠状动脉成像: 与 64 层螺旋 CT 初步比较[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(10): 1503-1506
Wang Yi-ning, Jin Zheng-yu, Kong Ling-yan, et al. Dual-source CT angiography of the coronary arteries: comparison with 64-slice spiral CT[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2007, 23(10): 1503-1506
- [16] Steigner ML, Otero HJ, Cai T, et al. Narrowing the phase window width in prospectively ECG-gated single heart beat 320-detector row coronary CT angiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(1): 85-90
- [17] Hunold P, Massoudy P, Boehm C, et al. Contrast-enhanced cardiac MRI before coronary artery bypass surgery: impact of myocardial scar extent on bypass flow[J]. Eur Radiol, 2008, 18(12): 2756-2764
- [18] 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