

论 著

Detection Efficiency of Variable Pitch Technique (VHP) in CTA Review after Coronary Artery Bypass Grafting*

GENG Ji-gang¹, LI Xiao-shi¹, ZHU Yin-hu¹, LI Xin¹, JIN Da-yong¹, YI Cheng-gang², QIN Yue^{1,*}.

1.Department of Imaging, Xi'an Daxing Hospital, Xi'an 710016, Shaanxi Province, China

2.Plastic Surgery, First Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, Shaanxi Province, China

可变螺距技术(VHP)在冠状动脉旁路移植术后CTA复查中的检测效能*

耿纪刚¹ 李笑石¹ 朱寅虎¹李 馨¹ 金大永¹ 易成刚²秦 越^{1,*}

1.西安大兴医院影像科(陕西 西安 710016)

2.空军军医大学第一附属医院整形外科(陕西 西安 710032)

【摘要】目的 分析可变螺距技术(VHP),在冠状动脉旁路移植(Coronary Artery Bypass Grafts, CABG)术后CTA复查的检测效能。**方法** 前瞻性选取本院2020年1月至7月60例CABG术后需进行冠状动脉CTA复查的患者,将患者按随机数字法分成A、B两组,每组30例。VHP技术编为A组,常规扫描技术为B组。对两组图像质量进行主、客观评价,并记录两组检查的总辐射剂量;主观评价采用双盲法五级评分,分别对两组图像的桥血管进行打分并统计。客观评价采用测量桥血管近端吻合口、血管中段、血管远端吻合口的CT值和SD值并计算信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR)。所得数据利用统计软件进行比较。**结果** 主观评价中A组与B组能完成诊断的桥血管数量分别为97根(95.1%)与93根(96.9%),无统计学差异($P=0.8980$, $P>0.05$)。客观评价中,两组图像在CT值、SD值、SNR值及CNR值上的对比无统计学差异($P>0.05$),A组平均辐射剂量为($DLP=556.30\pm35.56$ mGy.cm),B组平均辐射剂量为($DLP=989.60\pm52.22$ mGy.cm),两组之间有显著差异($P<0.05$)。**结论** 冠状动脉搭桥术后CTA复查采用VHP技术可以在保证图像质量前提下,将辐射剂量显著减低,值得在日常工作中推广应用。

【关键词】 冠状动脉旁路移植术;冠状动脉CT血管成像术;可变螺距技术;宽体探测器

【中图分类号】 R445.3

【文献标志码】 A

【基金项目】 陕西省重点研发计划项目(2019SF-036)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.03.033

ABSTRACT

Objective To analyze the detection efficiency of variable pitch technique (VHP) in CTA review after coronary artery bypass grafts (CABG). **Methods** Prospectively select 60 patients in our hospital who need to undergo coronary CTA reexamination after CABG from January to July 2020, and divide the patients into two groups A and B according to the random number method, with 30 cases in each group. VHP technology is classified as group A, and conventional scanning technology is classified as group B. Subjectively and objectively evaluate the image quality of the two groups, and record the total radiation dose of the two groups; the subjective evaluation adopts a five-level double-blind scoring method, and scores and counts the grafts of the two groups of images. The objective evaluation was to measure the CT value and SD value of the proximal anastomosis of the graft vessel, the middle of the vessel, and the distal end of the vessel, and calculate the signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR). The data obtained were compared using statistical software. **Results** In the subjective evaluation, the number of graft vessels that can be diagnosed in group A and group B were 97 (95.1%) and 93 (96.9%), respectively, with no statistical difference ($P=0.8980$, $P>0.05$). In the objective evaluation, there was no statistical difference in CT value, SD value, SNR value and CNR value between the two groups of images ($P>0.05$). The average radiation dose of group A was ($DLP=556.30\pm35.56$ mGy.cm). The average radiation dose of group B was (989.60 ± 52.22 mGy.cm), and there was a significant difference between the two groups ($P<0.05$). **Conclusion** The use of VHP technology in the CTA review after coronary artery bypass graft surgery can significantly reduce the radiation dose under the premise of ensuring the image quality, and it is worthy of popularization and application in daily work.

Keywords: Coronary Artery Bypass Grafting; Coronary CT Angiography; Variable Pitch Technology; Wide-Detector

冠状动脉粥样硬化性心脏病,是目前心脑血管疾病中发病率最高,发病趋势最显著的疾病,严重危害人类健康^[1]。冠状动脉搭桥术(CABG)自问世以来成为越来越多的患者的首选,全世界每年有约80万患者接受GABG手术,而在中国每年也有超过9800名患者进行该手术^[2-3]。术后5年内约有25%的搭桥血管会发生再狭窄和堵塞,8年后该比例会上升至50%^[4],GABG手术桥血管情况的复查成为术后患者随诊的必要检查。目前,评价GABG桥血管的金标准为冠状动脉造影及血管内成像技术(DSA)^[5],但是DSA技术作为有创检查,并不能适用于所有患者。

CT技术的提升和发展,使得无创、无压迫式、更安全的冠状动脉成像技术得以应用,可以准确评估左心室和桥血管功能,以其低风险性与高准确性和操作简单等特点在无创性辅助检查诊断领域广泛用于冠脉搭桥术后。而近年来宽体探测器CT的问世和可变螺距技术(VHP)的应用,将大幅度提高冠状动脉CTA的扫描时间并降低辐射剂量^[6]。本研究将探讨160mm宽体探测器应用VHP技术进行冠状动脉CTA成像在GABG术后复查中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料 收集并分析2020年11月至2021年7月在我院进行CABG手术的患者共60人,男42人(70%),女18人(30%)。患者年龄范围39~79岁,平均年龄 55.3 ± 5.6 ,BMI范围 $21.3\sim32.5$ Kg/M²,平均BMI 23.3 ± 4.0 Kg/M²,患者编号后按随机数分配分为两组,应用VHP技术进行冠状动脉CTA扫描为A组,常规冠状动脉CTA扫描为B组。A组患者男22人(73.3%),女8人(16.7%),年龄范围39~78岁,平均年龄 53.9 ± 5.1 Kg/M²,BMI范围 $21.3\sim30.5$ Kg/M²,平均BMI 22.3 ± 3.2 Kg/M²;B组患者男20人(66.7%),女10人(33.3%),年龄范围42~79岁,平均年龄 57.3 ± 4.5 ,BMI范围 $22.0\sim32.5$ Kg/M²,平均BMI 25.3 ± 3.3 Kg/M²。扫描前每位患者均签署知情同意书。患者纳入标准为:符合CTA检查标准、无CT检查禁忌症、无碘造影剂过敏、无肾功能不全或受损;可以配合检查,双手可举过头顶。

所有60名患者中,动脉桥血管有70根,静脉桥血管有142根,其中动脉桥血管闭塞5根,静脉桥血管闭塞9根,可评价的动脉桥血管为65根,静脉桥血管为133根,合计198根。其中A组可评价动脉桥血管为33根,静脉桥为69根,合计102根;B组可评价的

【第一作者】 耿纪刚,男,主管技师,主要研究方向:CT扫描与后处理重建技术。E-mail: 1210370413@qq.com

【通讯作者】 秦 越,女,主任医师,主要研究方向:心脑血管影像学诊断。E-mail: qinyuemr@126.com

动脉桥为32根；静脉桥64根，合计96根。

1.2 设备与方法 设备与体位：两组均采用320排160mm宽体探测器CT扫描(日本佳能公司)，患者采用仰卧位，双上肢上举交叉。扫描方法：A组采用头先进出床扫描，扫描范围从胸廓入口处才能至膈肌下1.0cm处，扫描方向从头至足侧，在四腔心层面降主动脉设置兴趣区(Region of Interest, ROI)进行监测，触发阈值为250 HU，达到阈值后延迟3 s开始扫描，扫描按照螺距分为两段，第一段为心电门控区，设置心电门控，螺距FP/HP：1.49/14.9，SD=28，球管转速0.275，探测器设置0.5×100，扫描范围为膈肌下1.0cm处至气管分叉处。第二段为大螺距区域，关闭心电门控，螺距FP/HP：1.1/110，SD=12.5，球管转速0.275，探测器设置0.5×100，扫描范围为气管分叉处至胸廓入口层面。第一段扫描与第二段扫描中间无间隔，系统自动切换螺距及扫描条件。

B组采用头先进出床扫描，扫描范围从胸廓入口处才能至膈肌下1.0cm处，扫描方向从头至足侧，在气管分叉处降主动脉设置ROI进行监测，触发阈值为200HU，达到阈值后延迟3.8s开始扫描，全程设置心电门控，螺距FP/HP：1.49/14.9，SD=28，球管转速0.275，探测器设置0.5×100。

其他扫描参数：两组均采用100KV管电压，管电流采用智能毫安由系统自动设置，调节范围120~650mA，重建技术ARDR 3D 50%，造影剂采用GE制药公司的350mg/L碘克沙醇，流速5.0mL/s，对比剂使用量55mL。两组图像扫描后将层厚0.625mm的薄层数据至处理工作站进行分析。

1.3 图像质量评价 主观图像质量评价。选择两位高年资放射科医生对提取和重建后的冠状动脉图像质量进行评分，如果评分出现争议，将由第三位医生进行评判。评分采用五分法，标准如下：5分：图像质量优秀，血管壁清晰，未见伪影干扰，可以进行诊断。4分：图像质量良好，血管壁尚清楚，少许伪影干扰，可以进行诊断。3分：部分节段血管壁毛糙，或伪影影响观察受限，无法进行诊断；2分：超过一半血管节段管壁观察不清，无法进行诊断。1分：血管全程管壁观察不清，无法进行诊断。客观图像质量评价：选取桥血管近端吻合口内5mm处、远端吻合口内5mm处和中段血管兴趣区(Region of Interest, ROI)，ROI直径5mm，测量以下数值：CT值、同层面肌肉标准差(Standard Deviation, SD)。再按照公式计算信噪比(Signal Noise Ratio, SNR)、对比噪声比(Contrast To Noise Ratio, CNR)，公式如下。

$$SNR = \frac{\text{血管CT值}}{\text{同层面肌肉标准差SD}}$$

$$CNR = \frac{\text{血管CT值} - \text{同层面肌肉CT值}}{\text{同层面肌肉标准差SD}}$$

1.4 辐射剂量统计 记录两组患者检查时所接受的辐射剂量。容积剂量指数(volume computed tomography dose index, CT DIvol)剂量长度乘积(dose length product, DLP)并计算有效剂量(effective dose, ED)，计算公式：ED=DLP×K系数(胸部0.014)。

1.5 统计学分析 所有数据采用SPSS 26.0软件包进行统计分析。有测量数据均用均数±标准差表示($\bar{x} \pm s$)。主观统计评价一致性采用Kappa检验。符合正态分布的连续变量如患者对比剂及辐射质量比较等采用t检验，不符合正态分布的连续变量比较采用非参数检验。以P<0.5为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 图像主观评价 通过A、B两组图像质量的主观评分(见表1)比较，A、B两组图像中，可以满足诊断需求，即得分4、5分的桥血管数量分别为97根(95.1%)与93根(96.9%)，两组之间的主观图像质量评分无统计学差异(P=0.8980，P>0.05)，见表1。

2.2 图像质量客观评价 在动、静脉脉桥图像客观质量评价中，桥血管近端吻合口、中段、远端吻合口在CT值、SD值、SNR值、CNR值分别进行了对比，A、B两组数据的差异均无统计学意义(P>0.05，见表5)。A组客观图像质量上与B组相比无显著差异。见表2~表4。

2.3 辐射剂量与对比剂用量统计 A组与B组辐射剂量在容积剂量指数、剂量长度乘积、有效剂量上的差异均有统计学意义，A组辐射剂量显著低于B组(P<0.05)，见表5。冠脉动脉搭桥术后CTA复查采用VHP技术可以在保证图像质量前提下，将辐射剂量显著减低，见图1~图2。

表1 图像主观质量评价表(n=198, A组n=102, B组n=96)

评分	A组动脉桥(n=33)	A组静脉桥(n=69)	B组动脉桥(n=32)	B组静脉桥(n=64)	合计		P值
					A组(n=102)	B组(n=96)	
5	26(78.80%)	64(92.80%)	26(81.30%)	60(93.80%)	90(88.20%)	88(91.70%)	0.8537
4	4(12.10%)	3(4.30%)	4(12.50%)	3(4.60%)	7(6.90%)	5(5.20%)	0.6470
3	3(9.10%)	2(2.90%)	2(6.25%)	1(1.60%)	5(4.90%)	3(3.10%)	0.5431
2	0	0	0	0	0	0	/
1	0	0	0	0	0	0	/

表2 动脉桥图像客观质量评价表(n=65, A组n=33, B组n=32)

	A组动脉桥(n=33)			B组动脉桥(n=32)		
	近端吻合口	血管中段	远端吻合口	近端吻合口	血管中段	远端吻合口
CT	445.07±90.63	315.22±90.05	269.89±88.02	449.22±89.09	320.40±90.37	279.06±81.20
SD	23.02±5.40	19.79±4.01	24.24±6.02	20.87±4.39	19.88±4.12	23.71±5.00
SNR	19.33±4.54	15.93±2.99	11.13±2.78	21.52±6.23	16.11±3.31	11.77±3.44
CNR	17.09±3.24	13.20±1.95	9.89±1.80	18.06±3.23	13.19±1.90	9.87±1.84

表3 静脉桥图像客观质量评价表(n=133, A组n=69, B组n=64)

	A组静脉桥(n=69)			B组静脉桥(n=64)		
	近端吻合口	血管中段	远端吻合口	近端吻合口	血管中段	远端吻合口
CT	502.12±99.30	422.09±92.01	401.01±87.19	509.12±96.90	423.56±89.75	411.96±90.63
SD	27.00±7.89	23.09±6.89	20.14±5.02	28.09±8.19	22.98±6.22	19.71±4.34
SNR	18.60±6.04	18.28±4.05	19.91±4.90	18.12±3.98	18.43±3.89	20.90±4.66
CNR	16.12±5.90	15.99±5.95	17.89±5.10	16.07±2.93	16.19±3.02	18.02±5.54

表4 A、B两组图像客观质量比较(n=198)

	动脉桥脉桥(n=65)			静脉桥脉桥(n=133)		
	近端吻合口	血管中段	远端吻合口	近端吻合口	血管中段	远端吻合口
CT	P = 0.8530	P = 0.8302	P = 0.6642	P = 0.6818	P = 0.9259	P = 0.4789
SD	P = 0.5513	P = 0.9292	P = 0.7282	P = 0.4359	P = 0.9234	P = 0.5994
SNR	P = 0.1095	P = 0.8187	P = 0.4118	P = 0.5868	P = 0.8282	P = 0.2355
CNR	P = 0.4118	P = 0.9834	P = 0.9648	P = 0.9502	P = 0.8095	P = 0.8882

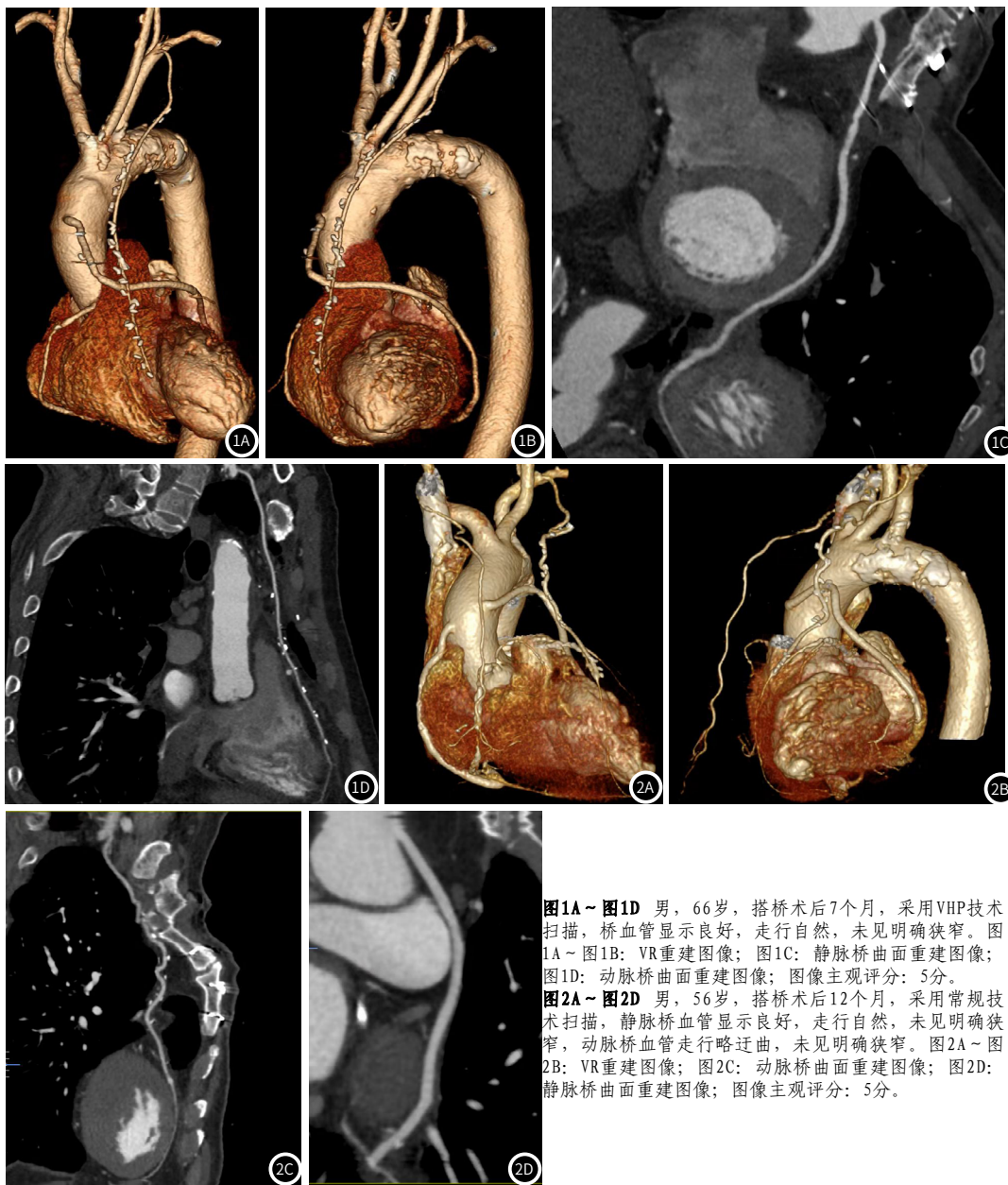


图1A~图1D 男, 66岁, 搭桥术后7个月, 采用VHP技术扫描, 桥血管显示良好, 走行自然, 未见明确狭窄。图1A~图1B: VR重建图像; 图1C: 静脉桥曲面重建图像; 图1D: 动脉桥曲面重建图像; 图像主观评分: 5分。
图2A~图2D 男, 56岁, 搭桥术后12个月, 采用常规技术扫描, 静脉桥血管显示良好, 走行自然, 未见明确狭窄, 动脉桥血管走行略迂曲, 未见明确狭窄。图2A~图2B: VR重建图像; 图2C: 动脉桥曲面重建图像; 图2D: 静脉桥曲面重建图像; 图像主观评分: 5分。

表5 辐射剂量与对比剂用量

	A组	B组	t	P
CTDIvol	20.90±2.80	40.00±5.00	18.255	<0.0001
DLP	556.30±35.5	989.60±52.22	37.585	<0.0001
ED	7.79	13.85	34.132	<0.0001

3 讨论

冠状动脉心脏病旁路移植术(CABG)是治疗冠心病常用的手术方式, 但是桥血管再狭窄等并发症也较多, 所以CABG术后的复查非常重要, CABG术后随访复查的金标准是冠状动脉造影检查^[7]。但是造影检查具有创伤性, 例如外伤、并发症较多、贫血、

感染、肠道性疾病的患者都无法进行造影检查。不过近年来随着CT技术的提升, 冠状动脉CTA的准确率与造影检查的结果已经没有什么差异^[7], CTA逐渐成为CABG复查的首选。冠状动脉CTA相比冠状动脉造影, 具有方便快捷、创伤性小、无压迫、无需麻醉、检查时间短, 成本低等优势, 而且CTA检查后可以进行分析重建, 利用VR技术可以得到整体心脏和冠状动脉的形态, 从而分析走行特点。2015年我国约有55%的CABG术后患者是通过CTA复查桥血管闭塞情况^[8], 随着近五年CT技术的发展, 可以推测有更多的CABG复查通过CTA进行的。

在普通冠状动脉CTA检查中, 扫描范围一般是从气管分叉层面至膈肌下3cm处, 扫描长度因人而异一般为9至15cm, 而在CABG术后复查中, 扫描范围需要包括桥血管的上端, 因此范围

向上延伸至胸廓入口处层面。由于相比较普通冠状动脉CTA检查扫描范围增大,从而导致扫描时间加长,对患者心率的稳定性和屏气的要求更高。

以往螺旋CT的扫描时间对于普通冠状动脉检查来说,可以满足需求,64排CT扫描平均时间在12.62s,患者基本上可以完成屏气^[9]。但是CABG术后复查扫描范围远大于普通冠状动脉检查,而桥血管受搏动伪影干扰,扫描时间增加,很多患者屏气较差且图像受到呼吸与搏动伪影干扰较大,假阳性病例较多。近年来各厂家的CT在探测器宽度、球管旋转时间、探测器排数上的技术革新,让CT检查的时间分辨率有了显著提高,降低了CABG术后复查的失败率^[10]。

有研究表明,128排及以上排数的冠状动脉CTA检查扫描时间可以缩短至8s以内^[11],而宽体探测器技术的出现,让采集图像的探测器覆盖区可以完整涵盖整个心脏位置,从而减少心脏搏动阶梯伪影。大螺距技术的发展可以更快的进行扫描,减少呼吸伪影。GE与佳能公司近年来都推出了160mm宽体探测器,可以完全覆盖心脏范围,球管旋转一次即可完成对冠状动脉图像的采集扫描^[12-13]。但是这种前瞻性容积扫描的方式并不适用于CABG术后复查,桥血管的开口处远高于心脏位置,160mm的探测范围难以覆盖到桥血管。

本研究采用了佳能160mm宽体探测器CT及可变螺距技术(VHP),VHP特点就是可以瞬间切换螺距,在心脏的扫描范围内为了保障图像质量,采用了较小的螺距,而心脏层面以上范围的扫描,使用大螺距快速。A组在心脏范围的扫描时使用心电图门控技术,螺距PF值设置为14.9,平均扫描时间为 5.60 ± 1.30 秒,而心脏以上层面(以气管分叉出为起点,胸廓入口处为终点)的扫描范围内采用了PF值110的大螺距设置,扫描时间仅为 1.80 ± 0.50 S,整个扫描时间为 7.40 ± 1.20 秒。而在常规扫描中,为了保证冠状动脉部分的图像质量,均采用的是心脏螺距扫描,螺距PF值为14.9,平均扫描时间为 10.20 ± 2.20 秒。

小螺距扫描并不适用于单独大血管的扫描,因此在非心脏区域的扫描可以应用可变螺距技术瞬时加大螺距,大幅度增快扫描时间,扫描时间提高效率为27.45%((B组扫描时间-A组扫描时间)/B组扫描时间)。由于扫描时间的减少,VHP技术有效降低了辐射剂量,A组的辐射剂量较B组减少了23%(A组平均DLP:741.6 $\pm$ 2.2mGy.com,B组DLP:964.7 $\pm$ 1.9mGy.com)。

根据其他学者研究表明,当注射对比剂与内乳动脉桥在同一侧时,对内乳动脉桥开口的图像观察会有一定影响^[14-15]。本研究中,采用了由下至上的扫描方式,当扫描层面达到桥血管开口处的时候,锁骨下动脉及腋动脉对于桥血管的影响明显减低,对CABG术后复查扫描设置进行了新的探究。

本次研究尚存在的不足和缺陷:本研究未将CABG术后CTA检查结果和介入造影进行比较。宽体探测器进行CTA扫描与作为金标准的冠状动脉造影相比,在评价CABG术后桥血管和自身冠脉中具有较高的敏感度和特异度^[16],更高的时间分辨率给心率和房颤患者CABG术后CTA复查可提供了更多的可能性^[17],而本次研究大部分患者并没进行DSA的检查,没能在此进一步进行深入探讨。

此外,本次研究还没有和其他CT机型进行比较,分析宽体探测器CT和其他技术在CABG术后复查图像上的差异;例如根据韩小芹等人的研究^[18-21],新的西门子双源force CT具有非常高的时间分辨率,也可以对CABG术后复查进行低剂量的扫描。双源CT技术与VHP技术在CABG术后CTA关于图像质量和辐射剂量的对比研究还没有报道,我们在接下来的研究中也针对这两种新技术进行对比和分析。

4 结 论

综上所述,可变螺距技术的应用对CABG桥血管CTA复查的患者在保证图像质量的前提下,可以降低辐射剂量和对比剂用量,值得推广应用。

参考文献

- [1]王腾飞,牛建华. 冠状动脉搭桥术的现状与展望[J]. 中国临床新医学,2015,8(2):188-191.
- [2]谢定雄,丁延虹,黄方炯,等. 胸部小切口冠状动脉搭桥术66例报告[J]. 中国微创外科杂志,2014,14(10):875-877+880.
- [3]Kolesov VI,Potashov LV.Surgery of coronary arteries[J].Eksp Khir Anesteziol,1965,10(2):3-8
- [4]雷白. 冠脉搭桥术研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘(电子版),2016,(7):48.
- [5]Koplay M,Guneyli S,Akbayrak H,et al.Diagnostic accuracy and effective radiation dose of high pitch dual source multidetector computed tomography in evaluation of coronary artery bypass graft patency[J]. Wien Klin Wochenschr,2016,128(13-14):488-494.
- [6]张雪凤,刘崎,陆建平,等. 320排CT在冠脉旁路移植术后随访中的应用价值[J]. 中国临床医学影像杂志,2013,24(9):626-629.
- [7]Fitzgibbon GM,Kafka HP,Leach AJ,et al.Coronary bypass graft fate and patient outcome[J]. Am CollCardiol,2012,28:616-626
- [8]王腾飞,牛建华. 冠状动脉搭桥术的现状与展望[J]. 中国临床新医学,2015,8(2):188-191.
- [9]Li T,Yang L,Zhang WG,et al.Midterm follow-up of coronary artery bypass grafting with 64-slice multi-detector computed tomography: identification of risk factors affecting graft patency[J]. Chin Med Sci J,2018,33(2):69-76.
- [10]程艳芬,万立野,崔志新,等. 多层螺旋CT心功能检测在冠状动脉搭桥术疗效评价中的研究[J]. 河北医学,2018,24(2):248-251.
- [11]张鹏. 双源CT心血管成像评价冠状动脉搭桥血管的效果分析[J]. 基层医学论坛,2017,21(17):2245-2246.
- [12]郭燕,贾晓茜,韩克. 多层螺旋CT冠状动脉造影在评价冠状动脉狭窄中的准确性研究[J]. 中国CT和MRI杂志,2021,19(11):86-88.
- [13]曹新山,赵建农,罗银灯,等. 多层螺旋CT在冠状动脉搭桥术后的临床应用[J]. 中国医学.
- [14]武新英,殷信道,许权,等. 前瞻性心电图门控双源CT冠状动脉成像对CABG术后桥血管通畅性的评估[J]. 临床心血管病杂志,2013,29(12):911-914.
- [15]程艳芬,万立野,崔志新,等. 多层螺旋CT心功能检测在冠状动脉搭桥术疗效评价中的研究[J]. 河北医学,2018,24(2):248-251.
- [16]Markwardt F.Multidetector.Computed tomography angiography (MD-CTA) of coronary artery bypass grafts-update 2017[J]. RÖFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren,2018,190(3):237-249.
- [17]Valentin J.The 2007 Recommendations of the International.
- [18]Retrouvey Michele,Patel Zeal,Shaves Sarah.US preventive services task force CT lung cancer screening recommendations:community awareness and perceptions[J].Journal of the American College of Radiology :JACR,2016,13(2 Suppl).
- [18]韩小芹,梁琰,姬富才.Force CT大螺距冠状动脉血管造影成像质量的临床研究[J]. 中国CT和MRI杂志,2020,18(8):60-63.
- [19]闫慧敏,郭洋洋. 冠心病患者冠状动脉粥样斑块形成的危险因素及CT的诊断价值分析[J]. 罕少疾病杂志,2022,29(7):50-52.
- [20]卢定友,顾建华,孙维高,等. 128层螺旋CT评估冠状动脉狭窄的准确性-与传统冠状动脉造影的对照研究[J]. 罕少疾病杂志,2016,23(6):23-25.
- [21]Michele Retrouvey,Zeal Patel,Sarah Shaves.US preventive services task force CT lung cancer screening recommendations:community awareness and perceptions[J].Journal of the American College of Radiology,2015,12(1).

(收稿日期:2022-01-18)

(校对编辑:朱丹丹)