

不同追踪触发监测频率对冠状动脉CTA图像质量及辐射剂量的影响

区贤斌, 黄锦焯, 梁嘉杰, 徐振锋, 蔡锋, 黄启明

佛山市禅城区中心医院医学影像科, 广东 佛山 528000

【摘要】 目的 探讨不同追踪触发监测频率对冠状动脉CTA图像质量及辐射剂量的影响。方法 选择2016年1月至2018年12月佛山市禅城区中心医院诊治的144例冠心病患者为研究对象,按随机数表法将其分为A(54例)、B(46例)、C(44例)三组,均接受冠状动脉CTA检查,A、B、C三组追踪触发监测频率分别为1.14 s、1.17 s、2.00 s,观察并比较三组冠状动脉CTA图像质量及辐射剂量的差异。结果 A组、B组和C组患者的反折现象比率分别为22.22%、17.39%和6.82%,差异有统计学意义($P<0.05$);A组、B组和C组患者主动脉根部(AO)的CT值 $[(486.23\pm 5.02) \text{Hu} \text{ vs } (464.22\pm 6.57) \text{Hu} \text{ vs } (494.17\pm 5.91) \text{Hu}]$ 、噪声 $[(34.25\pm 5.26) \text{ vs } (32.11\pm 4.25) \text{ vs } (33.47\pm 4.23)]$ 、信噪比(SNR) $[(14.455\pm 3.20) \text{ vs } (15.23\pm 2.15) \text{ vs } (14.28\pm 1.32)]$ 和对比信噪比(CNR) $[(23.45\pm 10.23) \text{ vs } (20.23\pm 8.78) \text{ vs } (25.47\pm 5.56)]$ 比较差异均无统计学意义($P>0.05$);A组、B组和C组患者右冠状动脉近段(RCA)和左主干(LM)中的CT值 $[(472.44\pm 64.11) \text{Hu} \text{ vs } (455.27\pm 95.21) \text{Hu} \text{ vs } (455.78\pm 62.44) \text{Hu}]$ 和CNR $[(25.44\pm 7.23) \text{ vs } (28.47\pm 23.01) \text{ vs } (28.47\pm 5.26)]$ 以及主观评分 $[(1.89\pm 0.06) \text{分} \text{ vs } (1.86\pm 0.04) \text{分} \text{ vs } (1.88\pm 0.05) \text{分}]$ 等指标比较差异均无统计学意义($P>0.05$);A组监测次数为 (4.77 ± 2.23) 次,高于B组的 (3.72 ± 1.44) 次和C组的 (2.71 ± 0.95) 次,而B组又高于C组,差异均有统计学意义($P<0.05$);A组、B组和C组患者辐射剂量中的剂量长度乘积(DLP) $[(4.10\pm 2.23) \text{ mSv} \text{ vs } (2.15\pm 0.82) \text{ mSv} \text{ vs } (1.51\pm 0.53) \text{ mSv}]$ 和有效剂量(ED) $[(0.057\pm 0.031) \text{ mSv} \text{ vs } (0.034\pm 0.015) \text{ mSv} \text{ vs } (0.023\pm 0.008) \text{ mSv}]$ 比较,A组均高于B、C两组,B组又高于C组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论 不同追踪触发监测频率获得图像质量均较高,但监测频率为2.00 s时能显著降低监测次数及辐射剂量。

【关键词】 双源CT;冠状动脉;团注;自动触发技术;冠心病;图像质量

【中图分类号】 R445 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2019)14-1823-04

Effects of different tracking trigger monitoring frequencies on the image quality and radiation dose of coronary CTA. OU Xian-bin, HUANG Jin-chi, LIANG Jia-jie, XU Zhen-feng, CAI Feng, HUANG Qi-ming. Department of Medical Imaging, Chancheng District Central Hospital, Foshan 528000, Guangdong, CHINA

【Abstract】 Objective To investigate the effect of different tracking trigger monitoring frequencies on the image quality and radiation dose of coronary computed tomography angiography (CTA). **Methods** A total of 144 patients with coronary heart disease, who admitted to Foshan Chancheng District Central Hospital from January 2016 to December 2018, were selected and divided into group A ($n=54$), group B ($n=46$) and group C ($n=44$) according to random number table method. All patients underwent coronary CTA examination, and the tracking trigger monitoring frequencies for group A, B and C were 1.14 s, 1.17 s and 2.00 s, respectively. The differences of image quality and radiation dose of three groups of coronary CTA were observed and compared. **Results** The ratio of reflexion in group A, B and C were

基金项目:广东省佛山市自筹经费类科技计划项目(编号:2018AB001161)

通讯作者:区贤斌,E-mail:178303340@qq.com

- *****
- [7] DURO GJ, GARRIDO OYARZÚN MF, RODRÍGUEZ MARÍN AB, et al. Vaginal misoprostol and cervical ripening balloon for induction of labor in late-term pregnancies [J]. J Obstet Gynaecol Res, 2017, 43(1): 87-91.
- [8] DUCARME G, GRANGE J, VITAL M. Expansion dilatation balloons for cervical ripening in obstetric practice [J]. J Gynecol Obstet Biol Reprod, 2016, 45(2): 112.
- [9] ARSENIJEVIC P, MILOSEVIC M, ZIVANOVIC A, et al. Analysis of cervical resistance during continuous controllable balloon dilatation: controlled clinical and experimental study [J]. Trials, 2015, 16(1): 1-8.
- [10] 王晓宇, 李斌, 范颖. 双球囊扩张、欣普贝生及催产素促宫颈成熟的疗效及安全性比较[J]. 山东医药, 2014, 54(16): 72-74.
- [11] 王月兰, 薛娟, 李幼娟, 等. 低位小水囊与米索前列醇用于孕晚期引产的比较[J]. 昆明医科大学学报, 2017, 38(3): 135-138.
- [12] 林毅. 双球囊与欣普贝生用于羊水过少足月引产促宫颈成熟的临床对照研究[J]. 中国计划生育学杂志, 2014, 22(11): 752-754.
- [13] 甄敏. 地诺前列酮与米索前列醇促宫颈成熟及引产的疗效及安全性评估[J]. 中国临床研究, 2015, 28(3): 355-357.
- [14] 高霞, 张毅, 李咏梅. COOK双球囊联合催产素用于足月妊娠引产的临床疗效观察[J]. 现代妇产科进展, 2014, 23(2): 150-151.
- [15] 王治荣, 公丕军. 促宫颈成熟球囊引产疗效及对分娩与新生儿结局的影响[J]. 检验医学与临床, 2016, 13(19): 2772-2774.
- [16] 任虹, 范剑虹, 张琳, 等. 双球囊导管促足月妊娠产妇产宫颈成熟的临床研究[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2017, 37(1): 80-84.

(收稿日期:2019-03-20)

22.22%, 17.39% and 6.82%, respectively, and there were significant differences among the three groups (all $P < 0.05$). There was no significant difference in CT value of aortic root (AO), noise, signal-to-noise ratio (SNR), and contrast-to-noise ratio (CNR) among the three groups (all $P > 0.05$): (486.23±5.02) Hu vs (464.22±6.57) Hu vs (494.17±5.91) Hu, (34.25±5.26) vs (32.11±4.25) vs (33.47±4.23), (14.455±3.20) vs (15.23±2.15) vs (14.28±1.32), (23.45±10.23) vs (20.23±8.78) vs (25.47±5.56), respectively. There was no significant difference in CT value of right coronary artery (RCA) and left main (LM), CNR, and subjective score among the three groups (all $P > 0.05$): (472.44±64.11) Hu vs (455.27±95.21) Hu vs (455.78±62.44) Hu, (25.44±7.23) vs (28.47±23.01) vs (28.47±5.26), (1.89±0.06) vs (1.86±0.04) vs (1.88±0.05). There were significant differences in the monitoring times among group A, group B and group C (all $P < 0.05$): (4.77±2.23) times vs (3.72±1.44) times vs (2.71±0.95) times. There were also significant differences in dose-length product (DLP) and effective dose (ED) among group A, group B and C (all $P < 0.05$): (4.10±2.23) mSv vs (2.15±0.82) mSv vs (1.51±0.53) mSv, (0.057±0.031) mSv vs (0.034±0.015) mSv vs (0.023±0.008) mSv. **Conclusion** The quality of images obtained by different tracking trigger monitoring frequencies is high, but when the monitoring frequency is 2 s, the monitoring frequency and radiation dose can be significantly reduced.

【Key words】 Dual-source CT; Coronary artery; Bolus injection; Automatic trigger technology; Coronary heart disease; Image quality

近年来,随着临床医学的发展,双源CT冠状动脉CT动脉血管成像(CTA)检查的应用频率也随之递增,这与该检测方法良好的无创性、扫描速度快、图像后处理功能强以及图像质量高等优势有关^[1]。由于传统冠状动脉CTA检查过程中存在较高的电离辐射,对患者存在潜在的损伤^[2-3]。故随着低管电压、迭代重组、前瞻性心电触发扫描等技术的研发与应用,使得传统冠状动脉CTA检查的辐射剂量也逐渐降低。借此,笔者选取144例疑似冠心病患者的临床资料作为研究对象,探讨不同追踪触发监测频率对冠状动脉CTA图像质量及辐射剂量的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2016年1月至2018年12月间佛山市禅城区中心医院收治且符合纳入标准的冠心病患者144例。纳入标准:(1)无对比剂过敏者;(2)无冠状动脉手术治疗史者;(3)心率 < 90 次/min且心律平稳者;(4)体质量指数(BMI)正常者;(5)超声检查 $50\% < \text{射血分数} < 70\%$ 者。以随机数表法将其分为A、B、C三组。A组54例,其中男性31例,女性23例;年龄45~80岁,平均(61.9±15.0)岁。B组46例,其中男性26例,女性20例;年龄46~81岁,平均(63.1±16.0)岁。C组44例,其中男性23例,女性21例;年龄45~82岁,平均(62.5±14.5)岁。三组年龄、性别等一般资料比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经我院医学伦理委员会批准,向所有患者及其家属介绍研究目的、方法及注意事项,并均签署知情同意书。

1.2 检查方法

1.2.1 仪器与试剂 (1) Force双源CT机(德国西门子公司生产,属SOMATOM系列);(2)双筒高压注射器(美国LF公司生产,型号:OptiVantage DH);(3)对比剂为碘海醇[通用电气药业(上海)有限公司,国药准字H20000593,规格:50 mL]。

1.2.2 检测方法 三组扫描方法均为前瞻性心电门控触发序列扫描,将全剂量曝光范围控制在

35%~85%后开启自动电压扫描技术进行扫描,扫描范围由气管隆嵴下1 cm处至心脏膈面,扫描长度由计算机根据患者实际情况自动给出。采用双筒高压注射器经右前臂静脉注射碘海醇80 mL,速率为5 mL/s,而后以同样速率注射生理盐水(40 mL)。选择团注追踪自动触发技术进行监测,其中监测扫描曝光条件设定为管电压100 kV,管电流80 mAs。A、B、C组监测频率分别为1.14 s、1.17 s、2.00 s,阈值=100 HU。以上步骤结束后对图像进行迭代重组,重组值=3,并采用MIP、MPR和VR方法对图像进行后期处理。重建获得心脏整体图像,左右冠状动脉主干、左冠状动脉前降支、回旋支及右冠状动脉各分支图像。

1.3 图像质量评价 所有受检者的图像质量评价均由两名工作经验 ≥ 5 年的放射科医师进行分析、整体与统计,并对图像质量给予客观评价和主观评分处理^[4]。

1.4 观察指标 (1)增强曲线中反折现象发生情况;(2)主动脉根部(AO)的信噪比(SNR)和对比噪声比(CNR)以及左主干(LM)、右冠状动脉近段(RCA)的对比噪声比;(3)按照AO的ROI内平均CT值的标准差(SD)作为图像噪声和测量AO邻近管壁的脂肪组织(AT) CT值;(4)比较各组DLP及ED,DLP=剂量长度乘积,ED=有效辐射剂量,ED=K×DLP,K=0.014 mSv/mGy·cm(常量)。

1.5 统计学方法 建立Excel数据库,将受检者基线资料、研究数据进行分类、编号及统计后纳入SPSS21.0软件处理。计数资料比较采用 χ^2 检验,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用单因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者增强曲线中的反折现象发生率比较 A组增强曲线中的反折现象比例为22.22%(12/54),B组为17.39%(8/46),C组为6.82%(3/44),A组显著高于C组,B组高于C组,呈递减态势,差异有统计学意义($\chi^2=9.55, 5.250, P=0.002, 0.022$),而A组与B组

相比,差异无统计学意义($\chi^2=0.734, P=0.391$)。

2.2 三组患者的AO评价指标比较 A、B、C三组患者AO的CT值(Hu)、噪声、SNR和CNR比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 三组患者主动脉根部AO评价指标对比($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	CT值(Hu)	噪声	SNR	CNR
A组	54	486.23±5.02	34.25±5.26	14.455±3.20	23.45±10.23
B组	46	464.22±6.57	32.11±4.25	15.23±2.15	20.23±8.78
C组	44	494.17±5.91	33.47±4.23	14.28±1.32	25.47±5.56
F值		2.143	2.627	2.147	2.725
P值		0.124	0.085	0.123	0.073

2.3 三组患者RCA和LM的CT值和CNR值比较 A、B、C三组患者RCA中的CT值和CNR,LM中的CT值和CNR比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见

表2。

表2 三组患者RCA和LM的CT值和CNR值比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	RCA		LM	
		CT值(Hu)	CNR	CT值(Hu)	CNR
A组	54	472.44±64.11	25.44±7.23	479.22±21.45	21.47±3.25
B组	46	455.27±95.21	28.47±23.01	450.78±65.23	23.55±6.47
C组	44	455.78±62.44	28.47±5.26	486.27±96.12	25.87±6.48
F值		1.231	1.252	2.647	3.035
P值		0.273	0.301	0.081	0.062

2.4 三组患者双源CT冠状动脉CTA血管的主观评分比较 A、B、C三组患者的主观评分中的1分、2分、3分、4分节段数比率比较差异均无统计学意义($P>0.05$),其平均评分比较差异也无统计学意义($P>0.05$),见表3和图1。

表3 三组患者双源CT冠状动脉CTA血管的主观评分比较

组别	节段数	1分		2分		3分		4分		平均评分($\bar{x}\pm s$)
		节段	比率(%)	节段	比率(%)	节段	比率(%)	节段	比率(%)	
A组	645	331	51.32	157	24.34	78	12.09	79	12.25	1.89±0.39
B组	636	342	53.77	154	24.21	71	11.16	69	10.85	1.86±0.44
C组	634	327	51.58	156	24.61	76	11.99	75	11.83	1.88±0.35
F/ χ^2 值		0.931		0.028		0.319		0.641		0.956
P值		0.628		0.986		0.853		0.726		0.385

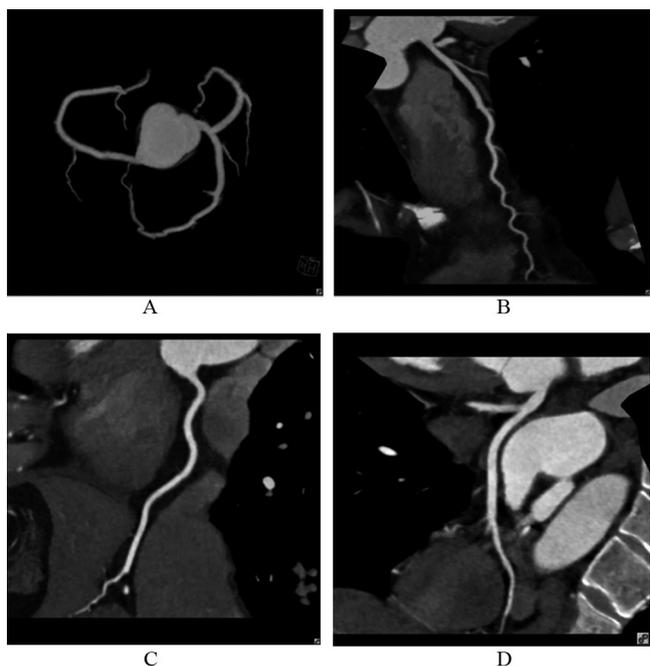


图1 冠状动脉CTA图像

注:A,主动脉根部层面,清晰显示左右冠状动脉主干;B,前降支;C,右冠状动脉主干;D,左旋支。

2.5 三组患者双源CT冠状动脉CTA检测指标与辐射剂量比较 A组监测次数高于B、C两组,B组高于C组,差异均有统计学意义($P<0.05$),而三组达到阈值时的CT值(Hu)比较差异无统计学意义($P>0.05$);A组辐射剂量中的DLP和ED均高于B、C两组,B组高于C组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表4。

表4 三组患者双源CT冠状动脉CTA检测指标与辐射剂量比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	检测指标		辐射剂量(mSv)	
		监测次数	达阈值时的CT值(Hu)	DLP	ED
A组	54	4.77±2.23	133.23±25.47	4.10±2.23	0.057±0.031
B组	46	3.72±1.44 ^a	142.78±39.65	2.15±0.82 ^a	0.034±0.015 ^a
C组	44	2.71±0.95 ^{ab}	137.54±26.78	1.51±0.53 ^{ab}	0.023±0.008 ^{ab}
F值		9.023	0.572	31.472	31.523
P值		<0.05	0.560	<0.05	<0.05

注:与A组比较,^a $P<0.05$;与B组比较,^b $P<0.05$ 。

3 讨论

冠状动脉CTA是无创性冠状动脉检查最佳的影像学检查方法,能够对冠状动脉腔内狭窄及腔外压迫进行清晰的显示^[5-6]。良好的图像质量是临床诊疗的基础,而随着医学的发展,降低辐射剂量成为目前CT检查重要趋势之一^[7]。

本研究将保护图像质量作为本次研究的前提,以便为进行团注追踪触发监测扫描时有效的减少各种干扰因素对图像监测次数、辐射剂量等指标的影响。本研究中将A、B、C三组监测频率分别设置为1.14 s、1.17 s、2.00 s,最终监测结果显示A组的监测次数明显高于B组和C组,B组高于C组,差异有统计学意义($P<0.05$),呈明显递增趋势。有研究将疑似冠心病患者的分成三组研究后表明,A、B、C三组中A组监测次数最高,B组居中,C组最低,呈显著递减态势^[8],这与本研究中的结果相吻合。结合本研究中的A、B、C三组的ED值来看,依旧是A组高于B组和C组,B组高于

C组,呈递减趋势,其中C组ED值与A组相比减少了59.65%(0.034/0.057),C组与B组相比减少了32.35%(0.011/0.034),A、B、C三组的DLP值依旧呈现出该种态势。结合上述结果可以得出,在双源CT冠状动脉血管成像检测过程中,使用团注追踪自动触发技术在某种程度上能有效降低团注追踪触发监测频率,但必须满足的条件就是选择合适的监测频率,这与以往研究结果相似^[9-10],本研究中监测频率为2.00 s/次显示辐射剂量均最佳。从增强曲线中的反折现象比率来看,A组22.22%、B组17.39%、C组6.82%,呈递减态势,其中A组与C组,B组与C组相比差异均有统计学意义($P<0.05$),而B组A组相比有略微的降低趋势,但差异无统计学意义($P>0.05$)。若A组和B组可通过调解监测频率来提高图像质量和降低辐射剂量是可行的。而结合本研究中A、B、C三组的AO的信噪比SNR和CNR以及LM、RCA的对比噪声比以及主观评分情况来看,三组以上指标比较差异均无统计学意义,提示主动脉根部、左主干以及右冠状动脉近段等受辐射剂量的影响不显著。有学者研究发现,冠状动脉CTA检查血管内对比剂浓度的变化与密度有关^[10-11],如在100 Hu以下时对比剂浓度则表现为缓慢上升,达到100~200 Hu时则表现为迅速上升,而>200 Hu时则保持在相对平缓的状态直至达到峰值^[12]。为了取得更好的检验结果,本研究将A、B、C三组ROI的CT值保持在 ≥ 100 Hu时进行检验,因为此时对比剂浓度正从平缓阶段上升至100 Hu这个峰值期之前,A组与B组的时间增强曲线时常出现反折现象,且此时A组与B组的反射现象比率比较差异无统计学意义($P>0.05$),同时本研究中由于将阈值设置为100 Hu,故>100 Hu的数据均未进行统计分析。因此,这种反折现象的出现极有可能与主动脉根部中对比剂的CT差值与上腔静脉对比剂的CT差值较大有关,如对比剂污染而造成伪影而导致两者之间的ROI的CT值出现误差而形成反折现象,这与祝小莲等^[13]学者的研究结果相近。

综上所述,不同追踪触发监测频率获得图像质量均较高,但监测频率为2.00 s时能显著降低监测次数及辐射剂量。

参考文献

- [1] 刘元芬,薛蕴菁,段青,等. RevolutionCT轴扫模式下不同心率患者冠状动脉CT血管成像的图像质量和辐射剂量分析[J]. 实用放射学杂志, 2018, 34(10): 1603-1606, 1622.
- [2] 毕晓丽,李艳明,马永金. 个性化注射在双源CT老年冠状动脉血管成像中的应用研究[J]. 中国地方病防治杂志, 2017, 32(6): 666-667.
- [3] CUI Y, ZENG W, YU J, et al. Quantification of left coronary bifurcation angles and plaques by coronary computed tomography angiography for prediction of significant coronary stenosis: A preliminary study with dual-source CT [J]. PLoS One, 2017, 12(3): e0174352.
- [4] 崔明雨,张永高,刘杰,等. 第三代双源CT个体化“双低”技术在冠状动脉成像中的应用[J]. 中国介入影像与治疗学, 2019, 16(1): 52-56.
- [5] VONDER M, PELGRIM GJ, HUIJSSE SEM, et al. Coronary artery calcium quantification on first, second and third generation dual source CT: A comparison study [J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2017, 11(6): 444-448.
- [6] 尹伟,马晓璐,黄挺,等. 全迭代重建技术在20%剂量条件下冠状动脉成像中的可行性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(10): 45-48.
- [7] 杨蕾,朱晓梅,葛颖倩,等. 迭代重组强度对不同体重患者冠状动脉CTA图像的影响[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(12): 2091-2096.
- [8] 韩宇欣,王辉,汤漪凡,等. 双源CT冠状动脉血管成像中降低团注追踪触发监测频率的可行性研究[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(4): 280-283.
- [9] KOPLAY M, KESER EMIROGLU M, CIMEN D, et al. Rosary-like giant coronary artery aneurysms in Kawasaki disease: Diagnosis with prospectively ECG-gated dual source CT angiography [J]. Rev Clin Esp, 2016, 216(1): 47.
- [10] KIM HJ, KIM SM, CHOI JH, et al. Influence of scan technique on intracoronary transluminal attenuation gradient in coronary CT angiography using 128-slice dual source CT: multi-beat versus one-beat scan [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2017, 33(6): 937-946.
- [11] GOO HW. Identification of coronary artery anatomy on dual-source cardiac computed tomography before arterial switch operation in newborns and young infants: comparison with transthoracic echocardiography [J]. Pediatr Radiol, 2018, 48(2): 176-185.
- [12] 杨琴. 二代双源CT缩短R-R间期曝光时间评价冠脉成像的辐射剂量、图像质量的可行性研究[D]. 泸州: 西南医科大学, 2018.
- [13] 祝小莲,李文欢,王慧霞,等. 双源CT冠状动脉成像: 320 mgI/mL替代370 mgI/mL对比剂的可行性[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(3): 187-190.

(收稿日期:2019-03-30)