

论 著

双源Drive CT ADMIRE技术在诊断冠心病上的临床研究*

吴翠翠¹ 王子月¹ 石洪秀³
郝利国¹ 闫文俯³ 王 丽^{2,*}

1.齐齐哈尔医学院 (黑龙江 齐齐哈尔 161000)

2.齐齐哈尔医学院附属第三医院影像教研室 (黑龙江 齐齐哈尔 161000)

3.龙江县第一人民医院
(黑龙江 龙江 161100)

【摘要】目的 探讨利用双源Drive CT ADMIRE重建技术在诊断冠心病上的临床价值。**方法** 对75例冠心病患者进行冠状动脉CTA检查,对其图像进行ADMIRE 1~5级算法重建,分析比较右冠状动脉、左主干、左前降支及左回旋支近段血管图像的SD、SNR、CNR和ED;通过主观及客观方法对其图像数据进行分析。对其中25例患者进行DSA检查,分析双源CT在诊断冠脉狭窄的敏感性、特异性、阳性和阴性预测值及诊断一致率。**结果** 冠脉不同分支血管在不同重建级别下的CT值比较无差异;而每相隔两个重建等级之间的噪声值、SNR及CNR均有差异($P<0.05$)。图像的噪声值随迭代重建等级的升高而降低,而SNR和CNR随着重建等级升高而升高。双源CTA诊断冠状动脉狭窄的灵敏度为91.52%、特异度为97.59%、阳性预测值90%、阴性预测值97.98%,诊断一致率为96.42%。**结论** 双源CT ADMIRE算法在迭代强度为4级时对冠脉血管的显示最佳且冠脉图像质量提高;双源CT在诊断冠心病血管狭窄的诊断效能提高。

【关键词】 双源CT; ADMIRE算法; 冠心病

【中图分类号】 R320.11

【文献标识码】 A

【基金项目】 黑龙江省卫生健康委科研课题
(20210909010194)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.030

Clinical Study of Dual-source Drive CT ADMIRE Technology in the Diagnosis of Coronary Heart Disease*

WU Cui-cui¹, WANG Zi-yue¹, SHI Hong-xiu³, HAO Li-guo¹, YAN Wen-fu³, WANG Li^{2,*}.

1.Qiqihar Medical University, Qiqihar 161000, Heilongjiang Province, China

2.Department of Imaging, The Third Hospital Affiliated, Qiqihar Medical University, Qiqihar 161000, Heilongjiang Province, China

3.The First People's Hospital of Longjiang County, Longjiang 161100, Heilongjiang Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the clinical value of dual-source Drive CT ADMIRE reconstruction technology in the diagnosis of coronary heart disease. **Methods** A total of 75 patients with coronary heart disease were examined for coronary artery CTA, and the images were reconstructed by ADMIRE level 1-5 algorithm, and the SD, SNR, CNR and ED of the proximal vessel images of the right coronary artery, left main trunk, left anterior descending branch and left cyclootropic branch were analyzed. DSA was performed on 25 of these patients, and the sensitivity, specificity, positive and negative predictive values and diagnostic consistency rate of dual-source CT in the diagnosis of coronary stenosis were analyzed. **Results** There was no difference in the CT values of different branched blood vessels in the coronary arteries under different reconstruction levels, while the noise values, SNR and CNR between the two reconstruction levels were different ($P<0.05$). The noise value of the image decreases with the increase of the iterative reconstruction level, while the SNR and CNR increase with the reconstruction level. The sensitivity, specificity of 97.59%, positive predictive value 90%, negative predictive value 97.98%, and diagnostic consistency rate of 96.42% were 91.52% for the diagnosis of coronary artery stenosis by dual-source CTA. **Conclusion** The dual-source CT ADMIRE algorithm showed the coronary vessels best and improved the quality of coronary images when the iterative intensity was level 4. Dual-source CT is more effective in diagnosing vascular stenosis in coronary heart disease.

Keywords: Dual Source CT; ADMIRE Algorithm; Coronary Heart Disease

目前的双源CT图像重建算法主要是以迭代算法(IR)为主,一般图像的重建方法以滤波反投影法(FBP)、迭代算法(IR)为主,滤波反投影法作为一种解析算法,在低剂量扫描时,图像噪声较为明显,细节显示不清楚。而基于模型的高级迭代算法(ADMIRE)是双源CT第三代重建算法,可在FBP的基础上利用大量的原始数据用迭代的方式重建出高质量的影响图像,以便诊断。不同于FBP算法,迭代算法可在部分原始数据缺失的情况下重建出完整的图像。在经过循环往复的迭代过程,达到一定程度消除伪影,降低噪声,以获取高清影像图像质量^[1]。利用双源CT的三域迭代重建技术,在显示冠状动脉血管狭窄以及分析斑块性质方面能够获得较高的图像质量。影响CT影像图像整体质量的重要因素其中之一就是图像噪声水平,降低图像噪声、提高图像信噪比是医学影像设备更新迭代的过程中所追求的目标^[2-3]。另外在王新斌^[4]等的研究表明,DSCTA对冠心病的诊断价值较高,并在不同节段冠状动脉血管的诊断效果比较也不相同。通过本研究探讨不同强度的ADMIRE对不同冠脉节段的图像质量影响,为诊断冠脉狭窄寻求最佳ADMIRE重建级别,提供最安全经济高效的检查方式以确保冠心病的诊断准确率。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取自2021年5月至2021年10月按照纳入标准与排除标准对83例疑似冠心病患者行冠脉CTA检查,其中因呼吸伪影排除8例,最终75例患者纳入本研究。

纳入标准: 年龄18~80岁;临床疑诊或确诊为冠心病的患者;无碘过敏史,无严重心、肾、肺功能不全。排除标准:情绪烦躁不愿配合者;既往严重心率不齐患者;妊娠;心力衰竭;纳入病例的女性31例,男性44例;年龄45~75岁,平均(61.3±8.8)岁;对纳入的75例患者采用西门子双源Drive CT进行CCTA检查,并对冠脉血管图像进行ADMIRE迭代重建。随后对25例冠脉血管狭窄程度>50%的患者进行DSA检查。本研究将冠脉狭窄分为正常、轻度狭窄(<50%)、中度狭窄(50%~75%)、重度狭窄(>75%)、阻塞(100%)。

1.2 检查方法 采用西门子双源Drive 螺旋CT(Siemens Somatom Drive)进行冠脉CTA扫描,体位采取仰卧位。扫描范围自气管分叉处至膈下1~2cm。探测器宽度为128x0.6mm,层厚0.75mm。扫描参数:采用管电压为100kv,管电流由Care Dose 4D自动调节,参考管电流为(200~300mAs),螺距为自动调节模式;选择冠状动脉显示最佳期相进行数据重建。

对比剂注射使用Empower CTA+双筒高压注射器,使用静脉留置针(20G)穿刺右侧肘正中静脉,预先注射10mL的生理盐水检查静脉通路是否正常。根据每公斤体重1~1.2mL/kg计算注药总量,约50~70mL,注药速度为5.0mL/s,开始注射对比剂碘帕

【第一作者】 吴翠翠,女,硕士研究生,主要研究方向:医学影像技术。E-mail: 1714004694@qq.com

【通讯作者】 王 丽,女,主任医师,主要研究方向:医学影像学。E-mail: shui.ying@163.com

醇(370mgI/mL)后,延迟5s启动扫描。通常采用对比剂追踪触发扫描技术,将感兴趣区域放置在肺动脉干层面的主动脉根部,并设定触发阈值为100HU,当感兴趣区的血管内对比剂浓度CT值达到预先设定阈值后自动触发扫描,然后注射50ml生理盐水,注射速率为5.0mL/s。心电门控采用回顾性心电门控技术扫描。

1.3 图像重建及后处理 对图像分别进行ADMIRE1~5级进行重建,卷积核采用:126f中等平滑ASA。重建层厚0.75mm,重建增量0.5mm。将采集到的原始数据传入工作站(Syngo Acquisition Workplace)进行图像后处理,采用冠脉分析软件对冠脉图像进行最大密度投影(MIP)、曲面重建(CPR)和容积再现(VR)后处理重建,分别对右冠状动脉(right coronary artery, RCA),左冠状动脉主干(left main coronary artery,LM)、左前降支(left anterior descending artery,LAD)、左回旋支(left circumflex artery,LCX)进行曲面重建(图1~图10)。

1.4 图像质量评价

1.4.1 主观评价 DSCTA结果由两名影像科主任医师通过双盲法对图像进行评分,当诊断结果存在分歧时,寻求第三名主任医师商量讨论得出一致结果。DSA的最终诊断结果,由两名富有临床实践经验的心内科医生采用双盲法对冠脉造影图像进行评估,当两位医师的诊断结果不相同,最后一同讨论得出一致结果。采用美国心脏协会(American Heart Association, AHA)的冠状动脉15段分段法^[5]分别评价 RCA、LM、LAD 及 LCX 图像质量进行评价。冠状动脉图像质量分级采用Likert 1~5 级评分法^[6],5分:图像清楚显示,管腔完整显示、血管管壁锐利,可明确诊断;4分:图像符合诊断标准,局部血管轻微模糊,可明确诊断;3分:图像显示较差,血管边缘模糊或出现错层,但总体不影响诊断;2分:伪影明显,出现血管多处中断且断层明显,影响诊断结果;1分:血管显示模糊不清,无法辨认官腔结构,医师无法进行明确诊断(表1)。

1.4.2 客观评价 所有的数据均在后处理工作站(Syngo Acquisition Workplace)进行测量客观值,分别将感兴趣区设在右冠状动脉、左主干、左前降以及左回旋的近段血管区域。分别对其四处位置测量CT值以及噪声值,噪声值即为图像标准差(SD)。信噪比=感兴趣区的CT值/噪声;对比噪声比=感兴趣区CT值与邻近脂肪CT值之差/感兴趣区噪声值。

1.4.3 辐射剂量评价 扫描定位像的辐射剂量不包括在内,只统计冠脉CTA的扫描剂量。患者扫描所接受的扫描辐射剂量,可在CT扫描设备中随着扫描结束自动生成,然后记录容积CT剂量指数(CTDIvol)、剂量长度单位(dose length produce,DLP)。最终

可计算有效辐射剂量(effective dose, ED)=DLP×k, k为转换因子,胸部k值取0.014mSv/(mGy·cm⁻¹)^[7]。

1.5 统计学方法 运用SPSS 22.0软件进行统计分析,计量资料采用均值±标准差,各级ADMIRE重建强度图像的客观评价指标CT值比较采用单因素方差分析(one way-ANOVA)并进行两两比较;噪声、SNR、CNR用Tamhane's T₂检验;由于数据来源于同一样本对不同重建等级图像的两次主观评分,为排除不同个体对重建等级评分的影响,更准确的研究两者评分之间的差异性,对两位医师评分的差异分析采用配对样本t检验。

2 结果

2.1 客观图像质量评价 采用单因素方差分析,右冠、左主干、左前降及左回旋近段不同的ADMIRE重建强度组的CT值均无统计学差异(P>0.05);采用Tamhane's T₂检验可知,右冠状动脉近段、左主干、左前降支近段及左回旋支近段的噪声、SNR、CNR相邻迭代重建等级之间无差异(P>0.05),但其余不同迭代强度组之间均有差异(P<0.05),具有统计学意义;且随着ADMIRE强度的增加,图像噪声而明显降低,SNR、CNR而逐渐升高(表2、图11)。

2.2 主观图像质量评价 由于数据来源于同一样本对不同迭代重建等级的两次主观评分,因此为排除不同个体对不同迭代重建等级评分的影响,更准确的研究两位影像医师评分之间的差异性,可采取配对样本的t检验。经主观评价可知在迭代重建等级为3和4时图像最适合用于诊断,但因未考虑到不同斑块性质在不同迭代重建等级下的显示效果略有差异,所以在本研究中推荐ADMIRE4级时的图像质量较为适合对冠脉狭窄的诊断。

2.3 双源CT对冠状动脉血管狭窄的诊断效能 评价双源CT的诊断效能,以DSA诊断结果作为“金标准”,对冠脉CTA的诊断效能进行计算,共308段冠脉血管节段可供诊断。DSCTA诊断冠状动脉狭窄的灵敏度为91.52%(54/59)、特异度为97.59%(243/249)、阳性预测值90%(54/60)、阴性预测值97.98%(243/248),另外诊断一致率为96.42%(297/308)。

表1 图像质量主观评分标准

级别	评价标准
1	血管显示模糊不清,无法辨认官腔结构,医师无法进行明确诊断
2	伪影明显,出现血管多处中断且断层明显,影响诊断结果
3	图像显示较差,血管边缘模糊或出现错层,但总体不影响诊断
4	图像符合诊断标准,局部血管轻微模糊,可明确诊断
5	图像清楚显示,管腔完整显示、血管管壁锐利,可明确诊断

表2 不同冠脉血管分支客观评价指标(近段)

指标		ADMIRE1	ADMIRE2	ADMIRE3	ADMIRE4	ADMIRE5	P值
右冠状动脉	CT值(HU)	448.9±102.9	450.5±113.3	457.1±108.3	461.2±114.9	472.9±113.1	0.715
	噪声(HU)	37.6±13.5	32.8±13.8	28.0±11.8	23.3±11.2	20.3±10.4	0.000
	CNR	11.1±5.2	14.1±9.2	16.1±8.1	20.4±11.3	24.6±14.2	0.000
	SNR	13.4±5.5	16.7±10.2	19.3±9.1	24.3±12.5	29.3±16.4	0.000
左主干	CT值(HU)	460.7±95.8	461.9±96.0	463.1±95.7	468.7±98.9	472.2±99.9	0.950
	噪声(HU)	25.1±8.1	21.6±7.6	20.3±15.3	16.2±6.2	14.1±5.9	0.000
	CNR	18.1±13.4	19.7±8.2	22.7±10.0	27.1±11.7	31.5±13.1	0.000
	SNR	20.2±7.7	23.8±9.4	27.5±11.2	32.9±13.2	38.2±15.0	0.000
左前降支	CT值(HU)	440.6±81.6	447.1±82.5	450.2±83.3	457.1±85.0	466.0±88.2	0.923
	噪声(HU)	37.3±12.4	31.9±11.3	28.2±10.7	24.1±10.5	20.5±10.0	0.000
	CNR	12.4±6.4	14.7±7.4	17.2±9.4	21.3±13.5	28.0±21.0	0.000
	SNR	12.4±4.3	14.9±5.3	17.4±9.1	21.6±10.5	28.2±17.5	0.000
左回旋支	CT值(HU)	440.6±81.6	447.1±82.5	450.3±83.3	457.2±85.0	465.9±88.1	0.653
	噪声(HU)	42.7±11.2	37.9±11.7	33.5±11.3	30.3±12.5	27.4±12.9	0.000
	CNR	12.7±3.6	14.7±4.4	16.9±5.6	20.2±8.1	23.7±10.3	0.000
	SNR	10.9±3.0	12.6±3.6	14.7±4.6	17.3±6.8	20.1±8.7	0.000

注: SNR Signal-to-noise ratio 信噪比, CNR Contrast-to-noise ratio 对比度噪声比

3 讨论

随着计算机的不断更新换代,在追求优质图像质量的同时降低辐射剂量,优化升级重建算法也是目前的研究重点。高级模拟迭代重建算法(Advanced Modelled Iterative Reconstruction

ADMIRE)是基于原始数据域、图像域和模型域的三域迭代技术。在图像生成的过程中引入纠正循环,这些迭代信息可以利用原始数据提高图像的质量。它不同于以往传统的滤波反投影算法(FBP),而是使用了加权FBP。双源冠状动脉CT作为一种无创性血

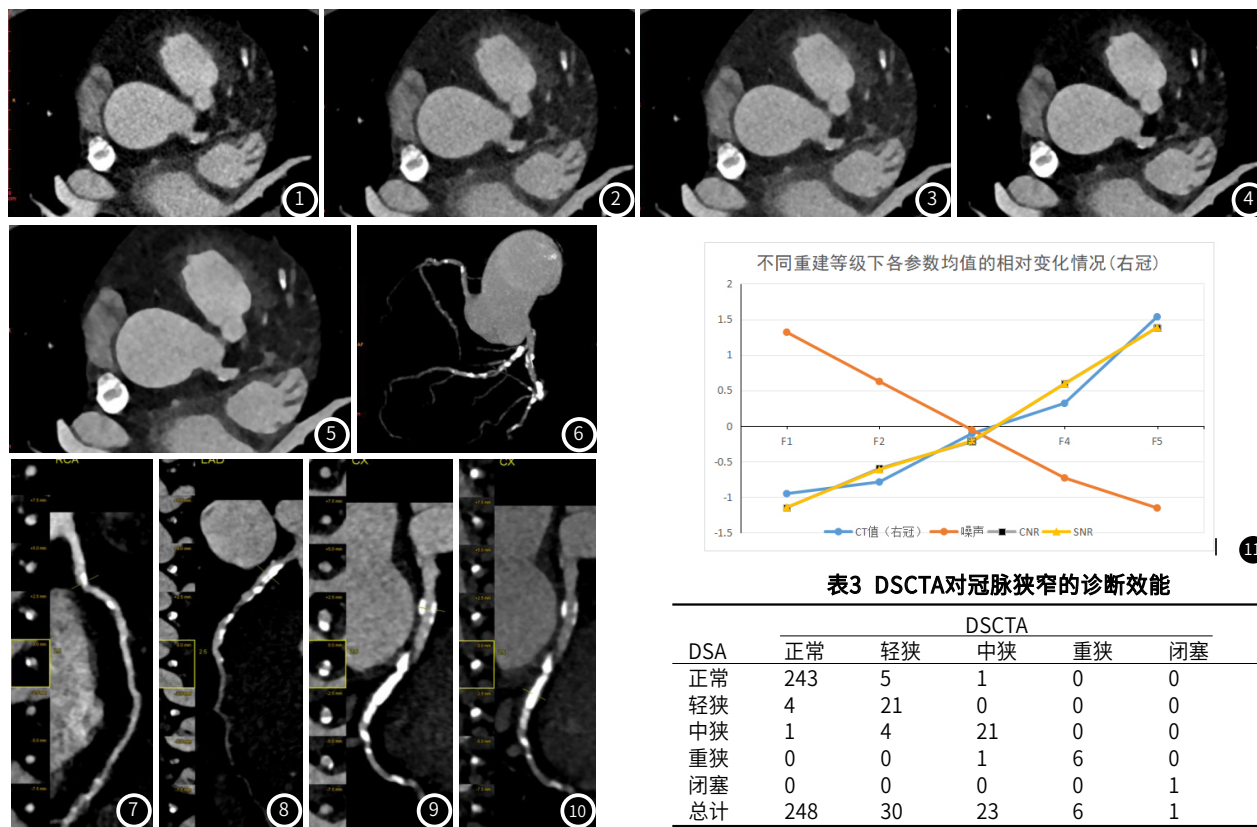


图1~图5 分别是ADMIRE重建1、2、3、4、5级,从图像可以看出迭代重建等级越高,图像的噪声越小,图像显示越细腻。图6冠状动脉血管树钙化分布图。图7~图10 RCA、LAD、CX的曲面重建图像,直观显示冠脉血管与斑块的关系。图11 ADMIRE不同重建等级下各参数均值的相对变化情况。

管成像检查方式,通过较为先进的迭代重建算法(IR)以及后处理方法清晰显示冠脉血管的形态,便于准确评估各阶段冠状动脉血管的病变情况。当代社会随着各种压力的攀升以冠心病为主的心血管疾病是死亡的首要原因。双源CT在冠心病上的图像质量是否满足临床诊断的需求已有相关研究证实。在马欣^[8]的研究中,双源CT在老年人冠心病CTA的检查诊断中可以得到较好的图像质量,可满足临床诊断需求。为提高对冠心病早期发现及早期治疗,寻求证实双源CT更先进的显示冠状动脉血管技术已成为重点。

目前迭代重建算法从诞生到运用共经历三个阶段,本研究中所用到的ADMIRE是第三代迭代算法技术,在第二代迭代重建技术原有的原始数据域和图像域两个修正循环中新加入了统计模型,其统计模型的加入即为“三域迭代”中的第三域,较好的去除伪影,减少噪声,提高图像的成像质量。相关研究表明^[9-10],ADMIRE 迭代重建技术不仅在改善图像质量、降低图像噪声方面具有很大的提高,且具有降低患者辐射剂量的作用。在杨蕾等^[11]的研究中,将患者按照不同的BMI进行分组,得出不同BMI组患者在ADMIRE 3级时对图像的呈现效果最好。

本研究结果发现:迭代重建等级无论在右冠、左主干、左前降还是左回旋近段其客观显像效果与主观评价均在ADMIRE 4级时最适合对冠脉斑块的显示。这与王苑丁^[12]等的研究结果相似,认为CCTA扫描最适合的是ADMIRE 4级重建强度。另外以DSA检查为诊断冠心病的“金标准”,经计算可知DSCTA在诊断冠状动脉血管狭窄的灵敏度、特异度分别为91.52%、97.59%,在张瑜^[13]等的研究中表示,在心脏可供评价血管节段上,以CAG作为金标准,多层螺旋CT对冠脉血管病变的显示率以及评价率较高。另外本研究也存在一定的局限性,其一、未能讨论不同迭代重建等级对不同性质斑块的影响。其二、图像质量的主观评价会与不同个人的读片习惯有关,图像质量的综合评价会有所偏差。其三、未能探讨冠脉狭窄与心肌缺血之间是否存在必然关系。对于不同重建等级对不同性质斑块的影响、冠脉狭窄程度是否必然导致心肌缺血这两大方面值得在接下来的实验中作进一步深入研究。

综上所述,在冠状动脉CTA扫描中,使用ADMIRE迭代算法可以有效提高图像质量,尤其是在ADMIRE 4级重建时能够对冠状动

脉进行最佳显示。双源CT利用ADMIRE迭代算法在诊断冠心病血管狭窄的诊断效能较高,可以作为冠心病筛查的首要手段。

参考文献

- [1] Gordic S, Desbiolles L, Sedlmair M, et al. Optimizing radiolodation dose by using advanced modelled iterative reconstruction in high-pitch coronary CT angiography [J]. European Roxy, 2016, 26 (2): 459-468.
- [2] Shen Y, Hu X, Zou X, et al. Did low tube voltage CT combined with low contrast media burden protocols accomplish the goal of "double low" for patients? An overview of applications in vessels and abdominal parenchymal organs over the past 5 years [J]. Int J Clin Pract, 2016, 70 (9): S5-S15.
- [3] 王晓瑜, 祁荣兴, 黄胜. 低剂量冠状动脉CTA支架成像研究 [J]. 放射学实践, 2019, 34 (6): 698-702.
- [4] 王新斌, 刘芳, 姜海兵, 等. 双源CT冠状动脉造影对冠状动脉分支狭窄程度及其临床病变的诊断价值研究 [J]. 安徽医药, 2021, 25 (4): 4.
- [5] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. Circulation 1975; 51: 5-40.
- [6] Leipsic J, Labounty TM, Heilbron B, et al. Adaptive statistical iterative reconstruction: assessment to fimage noise and image quality in coronary CT angiography [J]. AJR, 2010, 195 (3): 649- 654.
- [7] Pazhenkottil A P, Nkoulou R N, Jelena-Rima G, et al. Impact of cardiac hybrid single-photon emission computed tomography/computed tomography imaging on choice of treatment strategy in coronary artery disease [J]. European Heart Journal, 2011 (22): 2824-2829.
- [8] 马欣. 双源CT低剂量注射联合低管电压在老年冠心病患者CTA诊断中的应用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (9): 75-77.
- [9] 陆亚光, 庄静文, 吴天祺, 等. CT高级建模迭代重建算法对图像质量的影响初步研究 [J]. 中国医学装备, 2017, 14 (07): 68-71.
- [10] 王欣宇, 李峰坦, 等. 低剂量扫描结合高级建模迭代重建算法在颅脑CT检查中的应用 [J]. 山东医药, 2020, 60 (14): 28-30+34.
- [11] 杨蕾, 朱晓梅, 等. 迭代重建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.
- [12] 王苑丁, 姚新宇, 等. 应用高级迭代重建改善低剂量冠状动脉CT血管成像图像质量的研究 [J]. 医学影像学杂志, 2017, 27 (5): 819-824.
- [13] 张瑜, 王晓慧, 王莹. 256排CT冠状动脉造影在诊断心肌梗死患者冠脉血管病变程度及心功能的临床价值分析 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2022 (2): 69-71, 148.

(收稿日期: 2022-03-14)

(校对编辑: 孙晓晴)