

# 腰椎间盘突出症低剂量CT迭代模型重建的诊断效能分析

范尚文 丁海军 江毅军

腰椎间盘突出症(lumbar disc herniation, LDH) 作为一类临床常见疾患,其发病主要由椎间盘遭受外力或发生退变引起髓核脱出所致,使相邻脊神经根受到压迫,最终导致患者出现腰部疼痛、下肢放射痛、下肢麻木等症状表现<sup>[1,2]</sup>。目前椎间盘退变逐渐呈现年轻化态势,及时诊断患者LDH病情并予以治疗极为重要。而目前LDH诊断多由患者症状表现、多种影像学检查结果相互补充确诊,在诸多影像学检查方式中,MRI具备较佳的诊断效能<sup>[3,4]</sup>,但存在价格昂贵、检查时间长、制动要求高等局限性,难以全面普及。而CT检查作为LDH常规诊查手段,其具有明显的诊断价值,但CT检查过程中可对患者造成电离辐射损伤<sup>[5,6]</sup>,对患者危害性较大。低剂量CT扫描虽可降低辐射损伤,但可能对图像质量造成负面影响,无法保证诊断的准确性。而正弦图确定迭代重建作为一类新型迭代技术,可有效提升CT图像质量<sup>[7]</sup>,故使CT扫描实现低剂量、较高诊断准确度成为可能。本次研究将进一步探究LDH患者术前采用低剂量CT下迭代模型重建的诊断效能,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2020年12月期间于浙江省皮肤病医院接受术前CT扫描及迭代模型重建检查的172例疑似LDH受检者临床资料,纳入标准为:①均于本院接受CT相关检查;②均符合LDH相关诊断标准<sup>[8]</sup>;③存在腰痛、下肢放射痛、肌力减弱、反射异常等症状。排除标准为:①存在血液系统疾病;②存在风湿免疫系统疾病;③检查过程中存在明显操作失误,或临床资料不完整。

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2022.011.019

作者单位:313200 浙江杭州,浙江省皮肤病医院放射科(范尚文、江毅军),健康管理中心(丁海军)

172例中男性104例、女性68例;年龄20~47岁,平均年龄(33.63±8.69)岁;体重指数平均(22.56±2.32)kg/m<sup>2</sup>。患者均知情同意,且本次研究经医院伦理委员会审批通过。依据CT剂量不同分为低剂量组65例和常规剂量组107例,低剂量组男性42例、女性23例;年龄20~45岁,平均(32.82±6.75)岁;体重指数平均(22.72±1.96)kg/m<sup>2</sup>;常规剂量组男性62例、女性45例;年龄22~47岁,平均(34.12±7.85)岁;体重指数平均(22.46±2.14)kg/m<sup>2</sup>。两组受检者基线资料比较,差异均无统计学意义(*P*均>0.05)。

1.2 方法 使用GE16排螺旋CT扫描仪(由美国通用电气公司生产)对患者疑似病变区域进行CT平扫,行容积扫描的范围为第1骶椎水平至第12胸椎水平。低剂量组设置管电流为150 mA,管电压为120 kV,常规剂量组则设置管电流为350 mA,管电压为120 kV。两组均将层厚、层间距设置为1~2 mm,探测器物理宽度则设置为0.6 mm,获得图像后,低剂量组采用正弦图确定迭代重建进行图像重建,将重建等级设置为5。

获取扫描图像后,将图像传送至GE工作站,对椎间盘、黄韧带在图中的部位进行噪声测定,并将感兴趣区(region of interest, ROI)划定,测量得出CT密度值(signal intensity, SI)、标准差(standard deviation, SD),随后以SI/SD计算信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)。并从仪器中收集所有患者容积CT剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose-length product, DLP)等参数,测算有效辐射剂量(effective dose, ED)。

1.3 观察指标 比较两组受检查的图像质量(椎间盘噪声、椎间盘SNR、黄韧带噪声、黄韧带SNR)、辐射剂量(CTDIvol、DLP、ED);以临床诊断结果作为LDH诊断的金标准,评估低剂量CT下迭代模型重

建检查、常规剂量 CT 检查诊断 LDH 的效能(灵敏度、特异度、准确度)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 21.0 对数据进行分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用独立样本  $t$  检验进行组间比较,计数资料以例数(%)表

示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。诊断一致性检验采用 Kappa 检验,Kappa 值 >0.7 表示一致性良好。设  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组图像质量比较见表 1

表 1 两组图像质量比较

组别	椎间盘噪声/HU	椎间盘 SNR	黄韧带噪声/HU	黄韧带 SNR
低剂量组	14.67 ± 3.99	11.60 ± 3.37	14.02 ± 3.82	11.89 ± 2.56
常规剂量组	13.85 ± 3.92	12.23 ± 3.56	13.55 ± 2.97	12.01 ± 2.89

由表 1 可见,两组椎间盘噪声、椎间盘 SNR、黄韧带噪声、黄韧带 SNR 比较,差异均无统计学意义( $t$  分别=1.32、1.15、0.90、0.27,  $P$  均 >0.05)。

### 2.2 两组辐射剂量比较见表 2

表 2 两组辐射剂量比较

组别	CTDIvol/mGy	DLP/mGy·cm	ED/mSv
低剂量组	6.03 ± 0.32*	135.61 ± 6.86*	1.53 ± 0.13*
常规剂量组	16.23 ± 1.01	411.69 ± 41.29	4.32 ± 0.52

注:\*,与常规剂量组比较,  $P < 0.05$ 。

由表 2 可见,低剂量组 CTDIvol、DLP、ED 明显低于常规剂量组,差异均有统计学意义( $t$  分别=78.97、53.40、42.41,  $P$  均 <0.05)。

### 2.3 低剂量 CT 下迭代模型重建和常规剂量 CT 检查诊断 LDH 效能分析见表 3

表 3 低剂量 CT 下迭代模型重建和常规剂量 CT 检查诊断 LDH 效能分析/例

检查方法	临床诊断		合计
	阳性	阴性	
低剂量 CT 迭代模型			
阳性	34	3	37
阴性	4	24	28
常规剂量 CT			
阳性	62	3	65
阴性	5	37	42

由表 3 可见,低剂量 CT 下迭代模型重建检查诊断 LDH 的灵敏度为 89.47% (34/38), 特异度为 88.88% (24/27), 准确率为 89.23% (58/65), Kappa 值为 0.78; 常规剂量 CT 检查诊断 LDH 的灵敏度为 92.53% (62/67), 特异度为 92.50% (37/40), 准确率为 92.52% (99/107), 与低剂量组相比,差异均无统计学意义 ( $\chi^2=0.03、0.01、0.55, P$  均 >0.05), Kappa 值为 0.84, 与低剂量组相近。

## 3 讨论

LDH 患者发病后可出现腰痛、下肢反射痛等症状,亦可造成神经反射改变、感觉障碍、肌力下降,甚至可引起大小便异常、瘫痪,及早诊断对此类患者意义重大<sup>[9]</sup>,MRI 在该病诊断中具有多序列对方位成像、软组织分辨力高、无辐射等优势,但亦存在扫描禁忌证繁多、检查时间长等弊端,故其在 LDH 诊断中应用并不广泛。而 CT 诊断 LDH 可兼顾椎间盘、腰椎骨质结构等信息的获取,具有较高的诊断效能,其弊端在于图像质量与辐射剂量呈正比<sup>[10]</sup>,故寻求一种可兼顾图像质量、减少辐射的 CT 检查方法极为必要。

迭代模型重建作为一类新型图像重建算法,其可从初始估计值对实测结果、估计结果进行循环反复的比较、修正,直至两类结果误差缩小至预定范围,主要用于提升临床扫描图像的质量,目前已应用于多种疾病 CT 诊断中<sup>[11,12]</sup>,并取得良好成效。迭代模型重建技术通过结合统计、系统模型等方法对数据和图像统计模型进行了准确定位,在低剂量 CT 扫描条件下,其亦可产生明显的降噪效果,有助于 SNR 提升及图像质量改善。相关研究显示,将迭代模型重建应用于 CT 扫描检查后可在降低扫描剂量情况下保持较高的图像质量,使图像噪声维持在较低的水平<sup>[13,14]</sup>。本次研究中,两组椎间盘噪声、椎间盘 SNR、黄韧带噪声、黄韧带 SNR 均未表现出明显差异,提示接受 120 kv、150 mA 低剂量 CT 下迭代模型重建检查相较于常规剂量虽降低了 CT 剂量,但对图像质量并未造成明显的负面影响,其原因在于迭代模型重建不同于传统重建方式,其重建以结构化知识模型为基础,可在重建过程中实现多次反复迭代,有效避免所收集原始数据与扫描模型的差异显著问题,使二者可有效耦合,从而规避了传统重建方法图像噪声高、条纹伪影多、对比度低等不足,有效提高图像质量。此外,迭代模型重建下 CT 扫描可

表现出空间分辨力、组织分辨力的提升,有助于低剂量CT扫描的适应,从而促使图像质量改善。

CT属于临床常见疾病诊断方式,其可凭借X线束、 $\gamma$ 射线围绕被检者身体某一部位进行连续断层扫描,具备图像清晰、扫描时间快等特点,可用于多种疾病诊断。常规CT扫描通常将管电流设置在300 mA及以上,以保证图像质量,提高诊断准确度,但该水平的管电流所产生的辐射剂量较大,一定程度上限制了CT的应用,而随着管电流的下降,虽可使辐射剂量降低,但无法保证图像质量及诊断准确度<sup>[15]</sup>。本次研究中,低剂量组CTDIvol、DLP、ED明显低于常规剂量组;低剂量CT下迭代模型重建检查、常规剂量CT检查诊断LDH的灵敏度分别为89.47%、92.53%,特异度分别为88.88%、92.50%,准确率分别为89.23%、92.52%,两种方法一致性检验Kappa值分别为0.78、0.84,诊断灵敏度、特异度、准确率均经检验证实无显著差异,提示120 kv、150 mA低剂量CT下迭代模型重建较120 kv、350 mA常规剂量CT检查的优势在于可有效降低辐射剂量,但二者在LDH诊断效能中的表现均较为良好,从而更凸显出低剂量CT下迭代模型重建兼顾低辐射损伤、高诊断准确度的优势,分析其原因在于管电流与辐射剂量直接相关,低剂量组管电流较低,故可有效降低辐射剂量,而该组亦通过借助迭代模型重建技术提升低剂量情况下的图像质量,使患者椎间盘、神经根、硬膜囊间结构关系得到清晰显示,有利于LDH准确诊断。同时,低剂量CT扫描图像经迭代模型重建后亦可对椎管内髓核破片游离情况、神经根受压情况进行反映,同时可反映硬膜外脂肪层受压或变性情况,均有利于LDH正确诊断。

综上所述,将低剂量CT下迭代模型重建应用于LDH患者术前诊断可有效降低辐射剂量,同时保证图像质量、诊断效能与常规剂量CT相当,临床应用价值较高。

#### 参考文献

- 张洁,曹奇,唐晓军,等.硬膜外腔镜下激光减压术治疗腰椎间盘突出症的近期疗效[J].中南医学科学杂志,2020,48(5):461-464.
- 王渊明,侯彬,刘宇,等.椎间盘镜手术与椎间孔镜手术对

腰椎间盘突出症患者治疗效果及并发症影响研究[J].中国临床实用医学,2019,10(5):34-38.

- 孟俭.MRI在腰椎间盘突出症伴多裂肌改变中的应用价值[J].中国伤残医学,2021,29(3):24-25.
- Ravikanth R. Magnetic resonance evaluation of lumbar disc degenerative disease as an implication of low back pain: A prospective analysis[J].Neurol India, 2020, 68(6): 1378-1384.
- 袁颖,钟朝辉,吴天棋,等.自动管电流调节技术下螺距对胸部CT图像质量及辐射剂量影响的体模研究[J].中国医疗设备,2019,34(1):74-77.
- 黄瑞良,孙琦婷,郝菲.能谱CT在冠状动脉成像中减低辐射剂量的应用研究[J].中国药物与临床,2021,21(1):34-36.
- 袁回,李达,徐瑞瑞,等.迭代重建技术结合低剂量扫描在CT引导肝癌微波消融术中的运用[J].介入放射学杂志,2021,30(3):249-253.
- 湖南省医院协会.临床疾病诊断与疗效判断标准[M].北京:科学技术文献出版社,2010:592-593.
- 胡华,宋震宇,高银,等.3.0T磁共振扩张量成像对腰椎间盘突出致神经根受压的诊断价值及其与Oswestry功能障碍指数及视觉模拟评分的相关性[J].现代生物医学进展,2021,21(1):166-169.
- Goodman TR, Mustafa A, Rowe E. Pediatric CT radiation exposure: Where we were, and where we are now[J]. Pediatr Radiol, 2019, 49(4): 469-478.
- 梁志梅,夏振元,莫欣鑫,等.全模型迭代重建用于CT-III、IV级肝硬化患者低剂量CT门静脉成像[J].中国医学影像技术,2021,37(2):245-249.
- 段海峰,贾永军,马光明,等.低剂量CT结合自适应统计迭代重建测量体模肺结节[J].中国医学影像技术,2021,37(2):278-283.
- 邵胜超,沈玉英,蔡庆,等.低剂量CT联合全模型迭代重建对肺磨玻璃结节的诊断价值研究[J].医学影像学杂志,2021,31(1):29-32.
- 曹建,陈井亚,陈凯,等.256层iCT双低剂量扫描联合全模型迭代重建在左心房-肺静脉CTA中的应用[J].医疗卫生装备,2021,42(5):48-52.
- Masamoto K, Fujibayashi S, Otsuki B, et al. Utility of thoracolumbar low-dose CT with model-based iterative reconstruction for measuring pedicle diameter using a radiation dose less than a one-time lumbar X-ray[J]. Spine, 2020, 45(1): 38-47.

(收稿日期 2022-04-18)

(本文编辑 葛芳君)