

双能量CT显示膝关节半月板损伤的临床价值初探

阚文华 曹建新 曾瑞敏 段伟民

[摘要] **目的** 探讨双能量CT(DECT)在诊断膝关节半月板损伤中的应用可行性。**方法** 30例膝关节外伤患者行DECT、MR和关节镜检查,评估DECT图像和MR图像上半月板,将DECT图像上半月板的染色情况下降视为明确的损伤。以关节镜为参考标准,比较DECT和MR图像诊断半月板损伤的效能。**结果** 对于诊断内侧半月板和外侧半月板损伤,DECT和MR图像与关节镜的一致性均为好(DECT的Kappa值分别为0.63、0.72,MR的Kappa值分别为0.77、0.89)。DECT图像诊断内侧半月板损伤的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值及准确性分别为68.00%、92.31%、77.27%、88.24%和85.56%,MR图像的相应值分别为83.33%、93.94%、83.33%、93.94%和91.11%;DECT图像诊断外侧半月板损伤的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确性分别为76.00%、93.85%、82.61%、91.04%和88.89%,MR图像的相应指标分别为95.65%、95.52%、88.00%、98.46%和95.56%。DECT图像和MR图像在诊断内侧半月板和外侧半月板的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确性比较,差异均无统计学意义(χ^2 分别=1.56、0.00、0.02、1.34、1.35;2.30、0.00、0.01、2.29、2.79, P 均>0.05)。**结论** DECT图像上染色程度降低是膝关节半月板损伤的重要征象,在诊断半月板损伤时具有一定的临床实用价值。

[关键词] 双能量; X线; 断层摄影术; 磁共振成像; 膝关节; 半月板; 外伤

Clinical value of dual-energy CT in the diagnosis of meniscus injury of knee joint KAN Wenhua, CAO Jianxin, ZENG Ruimin, et al. Department of Radiology, Affiliated Changnan Hospital of Wenzhou Medical University, Changnan 325800, China

[Abstract] **Objective** To explore the application value of dual-energy CT (DECT) in the diagnosis of meniscus injury of the knee joint. **Methods** Totally 30 patients with knee trauma were underwent DECT, MR and arthroscopy examinations. Meniscus on DECT and MR images were evaluated. Significant decreasing of coloretur was regarded as significant injury of meniscus on DECT images. Arthroscopy was served as the standard of reference. Diagnostic values for meniscus injury were compared between DECT and MR images. **Results** DECT images and MR images had good consistency with arthroscopy in diagnosis of medial and lateral meniscus injury (kappa=0.63, 0.72; 0.77, 0.89). The sensitivity, specificity, positively predictive value, negatively predictive value and diagnostic accuracy of DECT images for diagnosing medial meniscus injury were 68.00%, 92.31%, 77.27%, 88.24% and 85.56%, and those parameters of MR images were 83.33%, 93.94%, 83.33%, 93.94% and 91.11%. The sensitivity, specificity, positively predictive value, negatively predictive value and diagnostic accuracy of DECT images for diagnosing lateral meniscus were 76.00%, 93.85%, 82.61%, 91.04% and 88.89%, while 95.65%, 95.52%, 88.00%, 98.46% and 95.56% of MR images. The differences in sensitivity, specificity, positively predictive value, negatively predictive value and diagnostic accuracy between DECT and MR images were not statistically significant ($\chi^2=1.56, 0.00, 0.02, 1.34, 1.35; 2.30, 0.00, 0.01, 2.29, 2.79, P>0.05$). **Conclusion** Decreasing of coloretur is a significant sign for meniscus injury on DECT images, which has a good feasibility in diagnosing of meniscus injury of the knee joint.

[Key words] dual-energy; X-ray; tomography; magnetic resonance imaging; knee; meniscus; trauma

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2018.02.013

作者单位: 325800 浙江苍南, 浙江温州医科大学附属苍南医院放射科(阚文华、曾瑞敏、段伟民); 中国人民解放军第一六一医院放射科(曹建新)

通讯作者: 曹建新, Email: 41918613@qq.com

膝关节半月板损伤十分常见, MR在诊断其损伤时具有非常重要的临床价值, 敏感度达83%~97%, 特异度达89%~97%, 因此MR已成为诊断膝关节半月板损伤的无创性检查的最佳方法^[1-4]。但

是,一部分患者由于一些禁忌证无法行MR检查,另外MR不适合急诊检查。CT检查被广泛用于膝关节外伤,但常规CT观察半月板损伤困难。如果CT新技术能够较准确地观察半月板受损情况,可减少半月板受损的漏诊,让骨科医师尽早干预,以防止病情进一步发展。双能量CT(dual-energy CT,DECT)采用两种不同管电压同时扫描,可根据两种不同能量射线区分不同组织结构。因人体的膝关节半月板中的胶原结构侧链中含有密实的羟赖氨酸和羟脯氨酸,而双能量技术能够识别羟赖氨酸和羟脯氨酸⁵⁻⁷,因此DECT为显示膝关节半月板提供了理论可能。本次研究对膝关节外伤患者采用DECT行膝关节检查,使用DECT肌腱图像显示人体膝关节半月板,并与MR图像及关节镜作比较,探讨DECT在显示膝关节半月板损伤的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2015年4月至2017年9月间浙江温州医科大学附属苍南医院和解放军第一六一医院收治的30例急性膝关节外伤患者,均行DECT和MR检查,其中男性22例、女性8例;年龄20~48岁,平均(35.23±9.32)岁。入选标准:①急性膝关节外伤,受伤时间小于2周;②CT和MR检查时配合良好,且两种检查间隔时间小于1周,且行膝关节镜检查。排除标准:①膝关节有明显退变者;②既往有明确的膝关节外伤史,或既往有半月板损伤证据患者;③膝关节术后患者;④有其它膝关节疾病者。

1.2 检查方法 采用双源CT扫描仪(由德国西门子生产),采用双能量扫描方式。管电压:A球管140 kV,B球管80 kV;管电流:A球管60 mAs/rot或42 mAs/rot,B球管255 mAs/rot或178 mAs/rot;螺距0.9,准直宽度20×0.6 mm。图像层厚0.75 mm,采用软组织算法重建,卷积核D30 f。MR设备为美国通用公司生产的1.5 T超导扫描仪,采用膝关节线圈。扫描方位包括横轴面、矢状面和冠状面。扫描序列:矢状面扫描采用快速自旋回波序列T1加权成像(TE8.9 ms,TR44.0 ms)及质子加权脂肪抑制序列(TE30.6 ms,TR2300 ms),冠状面及横轴面扫描均采用T2加权成像加脂肪抑制序列(TE40 ms,TR4500 ms),层厚4 mm,层间距0.5 mm。

1.3 图像后处理及分析 将数据传送至后处理工作站Syngommvvp VE31A(由德国西门子生产),通过双能量肌腱成像软件(由德国西门子生产)以双能量肌腱伪彩图显示膝关节内、外侧半月板,其中正常半月板呈明显染色,所有参数均采用系统默认参

数值。由三位10年以上CT及MR工作经验的医师盲法观察图像中的半月板情况。半月板的评估结构包括半月板的前角、后角及体部,即膝关节内、外侧半月板分为6个区域。

1.4 评判标准 对DECT图像进行评估时,根据半月板的双能量CT染色情况将诊断结果分为3种:①无明确损伤,表现为半月板染色好;②疑有损伤,半月板染色程度稍减低;③有明确损伤,半月板染色程度差。对MR图像的半月板的信号及形态,诊断结果分为3种:①无明确损伤;②疑有损伤;③有明确损伤。将DECT图像、MR图像分别与关节镜行对照分析,比较DECT和MR图像诊断半月板损伤的预测价值。

1.5 统计学方法 采用SPSS16.0软件进行统计学处理。计数资料采用例(%)表示。一致性分析采用kappa检验,其中kappa值≤0.20为一致性差,0.21≤kappa值≤0.40为一致性尚可,0.41≤kappa值≤0.60为一致性中等,0.61≤kappa值≤0.80为一致性好,0.81≤kappa值≤1.00为一致性非常好。设 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DECT和MR检查结果及读片者的一致性 30例患者均为单侧膝关节外伤,DECT和MR检查均发现所有患者存在异常:21例MR图像上发现有半月板损伤,10例MR图像上发现有交叉韧带损伤,17例MR图像上发现有骨髓水肿,14例DECT图像上发现骨折。DECT图像诊断内、外侧半月板损伤结果在两位读片者间的Kappa值分别为0.79和0.75,MR图像的Kappa值分别为0.81和0.83,一致性很好。DECT检查结果与MR对比图见封二图3、4。

由封二图3a可见,关节镜证实右膝关节内侧半月板后角损伤,MR的质子加权脂肪抑制矢状面图像示内侧半月板后角内多发线样高信号(见白箭头),由封二图3b可见,矢状面双能量肌腱伪彩图像示内侧半月板后角染色程度明显下降。由封二图4a可见,关节镜证实左膝关节外侧半月板前角损伤,MR质子加权脂肪抑制矢状面图像示外侧半月板前角有多发高信号(见白箭头),由封二图4b可见,矢状面双能量肌腱伪彩图像示外侧半月板前角染色程度明显下降。

2.2 DECT和MR图像与关节镜对照诊断膝关节半月板损伤 将DECT和MR图像上有明确损伤视为阳性结果,无明确损伤及可疑损伤均视为阴性结果,以关节镜为标准,DECT图像和MR图像诊断半月板损伤的诊断真实性及可靠性指标见表1。

表1 DECT图像和MR图像诊断半月板损伤的诊断真实性及可靠性指标

评估对象		真阳性 /例	真阴性 /例	假阳性 /例	假阴性 /例	灵敏度 /%	特异度 /%	阳性 预测值/%	阴性 预测值/%	准确性 /%
内侧半月板	DECT	17	60	5	8	68.00	92.31	77.27	88.24	85.56
	MR	20	62	4	4	83.33	93.94	83.33	93.94	91.11
外侧半月板	DECT	19	61	4	6	76.00	93.85	82.61	91.04	88.89
	MR	22	64	3	1	95.65	95.52	88.00	98.46	95.56

由表1计算可得,对于内侧半月板,DECT和MR图像与关节镜的一致性均为好(DECT的Kappa值为0.63,MR的Kappa值为0.77);对于外侧半月板,DECT和MR图像与关节镜的一致性均为好(DECT的Kappa值为0.72,MR的Kappa值为0.89)。DECT图像和MR图像在诊断内侧半月板和外侧半月板的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值、准确性比较,差异均无统计学意义(χ^2 分别=1.56、0.00、0.02、1.34、1.35; 2.30、0.00、0.01、2.29、2.79, P 均 >0.05)。

3 讨论

孙丛等^[8]最早使用了DECT的肌建成像技术显示了正常膝关节的韧带结构,随后一些研究显示DECT图像可以用于显示膝关节交叉韧带损伤^[5,10,11],同时亦有研究显示DECT能用于观察骨髓水肿,从而诊断膝关节骨挫伤^[9]。但尚未见有运用DECT图像诊断半月板损伤的相关报道。由于半月板与韧带中均含有密实的羟赖氨酸和羟脯氨酸,因此,半月板损伤与韧带损伤的DECT表现原理是相同的。当半月板受损时,异常的半月板在DECT图像上呈现染色程度下降甚至消失,其原理可能与受损时半月板水肿、出血以及其内密实的羟赖氨酸和羟脯氨酸含量减少有关^[5-7]。本次研究使用DECT图像观察膝关节半月板,以关节镜为参考标准,显示DECT图像可显示人体正常的膝关节半月板,且DECT图像上半月板染色程度下降是诊断其损伤的重要征象,在诊断半月板损伤具有较高的预测值。

常规CT图像虽然可以显示半月板,但对诊断半月板损伤存在明显不足,准确率很低,有时仅仅是通过半月板的密度减低及形态失常来提示其损伤。DECT除了可显示半月板的形态外,还可反映受损的半月板的物质成分含量变化,因而可用于诊断半月板损伤。本次研究中,在DECT图像上亦出现了假阳性和假阴性结果,但出现率较低。出现假阳性结果,推测可能是用由关节内其它结构或物质

干扰所致,如关节腔积液;对于假阴性结果的出现,也可能是由于半月板损伤比较轻微,DECT图像对这种轻微的损伤的检测可能还不是很敏感所致。

DECT图像可以显示正常和受损的半月板,这对诊断半月板损伤提供了另外一种可供选择的影像学检查手段。同时,DECT的肌腱成像技术可同时观察膝关节较粗的韧带受损情况^[5,11]。DECT也可很好地显示骨挫伤,这在前期的相关研究已被证实^[9,12]。此外,与MR图像相比,DECT图像可更清晰地显示骨折细节。因此,DECT技术在膝关节外伤检查中具有多方面的应用价值,与传统的CT相比,DECT技术能够提供更多的有价值的信息。因此,在对外伤后的膝关节行双源CT检查时,可常规使用双能量技术。

DECT技术亦存在着一些不足。虽然DECT图像对诊断半月板损伤有着较高的诊断预测值,但是DECT图像不能够像MR图像一样对半月板损伤的程度作更为细致的评估,它只是通过双能量染色程度的变化提示有或无半月板损伤,能否区分急性、慢性损伤的价值不明确。虽然DECT对半月板损伤的严重程度的进一步评估存在不足,但DECT图像可快速观察受损膝关节的骨质、骨髓、交叉韧带及半月板,如发现问题,可指导临床早期干预,防止病情进一步进展。本次研究中患者例数仍然偏少,半月板损伤的阳性区域数亦偏少,因此可能对诊断预测值的结果带来一定偏倚,还需要行较大样本的应用研究。

综上所述,DECT图像上双能量染色程度减低可用于诊断半月板损伤,具有一定的临床价值。

参考文献

- 1 Krampla W, Roesel M, Svoboda K, et al. MRI of the knee: how do field strength and radiologist's experience influence diagnostic accuracy and interobserver correlation in assessing chondral and meniscal lesions and the integrity of the anterior cruciate ligament?[J]. Eur Radiol, 2009, 19(6):1519-1528.

(下转第174页)

- [J]. 中国公共卫生管理, 2017, 33(1):145-146.
- 6 王晓平, 丁洪流. 老年糖尿病女性继发性骨质疏松及其相关骨折[J]. 中国循证医学杂志, 2008, 8(7):517-524.
 - 7 刘险峰. 踝关节骨折闭合复位内固定的临床疗效分析[J]. 医药与保健, 2015, 17(7):10-11.
 - 8 王嘉, 章云童, 张春才, 等. 旋前-外旋型踝关节骨折中隐匿后踝骨折的漏诊原因分析及治疗[J]. 中国骨伤, 2014, 27(1):71-73.
 - 9 叶圣昭, 冯永增. 经皮微创闭合复位与切开复位内固定治疗踝关节骨折的临床疗效比较研究[J]. 浙江创伤外科, 2015, 20(5):971-973.
 - 10 姜裔恒, 李莹, 王岩. 踝关节骨折畸形愈合的诊断与治疗研究进展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19(3):268-271.
 - 11 谭耿, 陈莉. 糖尿病患者合并闭合性踝关节骨折的手术治疗体会[J]. 新疆医学, 2013, 14(10):131-1.
 - 12 胡孔足. 糖尿病、肥胖对于踝关节骨折手术近期结果的影响[J]. 临床骨科杂志, 2015, 18(4):456-456.
 - 13 朱健, 余黎明, 张绪华, 等. 糖尿病患者闭合性踝关节骨折的手术治疗[J]. 中国现代医药杂志, 2006, 8(7):73-74.
 - 14 陈希聪, 卢绍燊, 丁玲. 老年踝关节骨折患者切开复位内固定术后并发症[J]. 中国老年学, 2013, 33(3):559-561.
 - 15 周义波, 高辉, 岑波, 等. 三踝骨折合并糖尿病患者的临床治疗及效果分析[J]. 糖尿病新世界, 2015, 35(5):124.
 - 16 芦浩, 徐海林, 姜保国, 等. 老年糖尿病患者踝关节骨折手术治疗的疗效分析[J]. 中国骨与关节外科, 2016, 9(4):283-286.
 - 17 阎戈, 徐勇强, 陈润新, 等. 糖尿病患者踝关节骨折的手术治疗[J]. 医学临床研究, 2012, 29(4):613-615.
 - 18 王红, 邓丽丽, 李海波, 等. 糖尿病骨折患者围手术期的处理[J]. 中华外科杂志, 2003, 41(11):837-841.
 - 19 陈永刚. 糖尿病骨折患者围手术期的处理[J]. 糖尿病新世界, 2015, 35(9):68.

(收稿日期 2017-07-11)

(本文编辑 蔡华波)

(上接第170页)

- 2 Fischer SP, Fox JM, Delpizzo W, et al. Accuracy of diagnoses from magnetic-resonance-imaging of the knee. A multicenter analysis of 1014 patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1991, 73(1):2-10.
- 3 Gökalp G, Nas OF, Demirag B, et al. Contribution of thin-slice (1mm) axial proton density MR images for identification and classification of meniscal tears: correlative study with arthroscopy[J]. Br J Radiol, 2012, 85(1018):e871-878.
- 4 De Smet AA, Blankenbaker DG, Kijowski R, et al. MR diagnosis of posterior root tears of the lateral meniscus using arthroscopy as the reference standard[J]. AJR, 2009, 192(2):480-486.
- 5 柏瑞, 欧联兴, 刘海凌, 等. 前叉韧带损伤的双能量CT表现[J]. 中国医学科学院学报, 2010, 32(6):663-665.
- 6 Johnson TRC, Fink C, Schönberg SO, et al. Dual energy CT in clinical practice[J]. Springer, 2011:193-197.
- 7 Nicolaou S, Liang T, Murphy DT, et al. Dual-energy CT: a promising new technique for assessment of the musculoskeletal system[J]. AJR, 2012, 199(5): S78-86.
- 8 孙丛, 柳澄, 王锡明, 等. 双能CT成像在显示膝关节韧带中的价值[J]. 中国医学影像技术, 2008, 24(9):1323-1325.
- 9 Cao JX, Wang YM, Kong XQ, et al. Good interrater reliability of a new grading system in detecting traumatic bone marrow lesions in the knee by dual energy CT virtual non-calcium images[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(5):1109-1115.
- 10 Fickert S, Niks M, Dinter DJ, et al. Assessment of the diagnostic value of dual-energy CT and MRI in the detection of iatrogenically induced injuries of anterior cruciate ligament in a porcine model[J]. Skeletal Radiol, 2013, 42(3):411-417.
- 11 Glazebrook KN, Brewerton LJ, Leng S, et al. Case-control study to estimate the performance of dual-energy computed tomography for anterior cruciate ligament tears in patients with history of knee trauma[J]. Skeletal Radiol, 2014, 43(3):297-305.
- 12 Guggenberger R, Gnannt R, Hodler J, et al. Diagnostic performance of dual-energy CT for the detection of traumatic bone marrow lesions in the ankle: comparison with MR imaging[J]. Radiol, 2012, 264(1):164-173.

(收稿日期 2017-09-29)

(本文编辑 蔡华波)