

· 综 述 ·

膝骨关节炎影像诊断的研究进展

黄祖贝¹,朱华¹,彭小春¹,席智杰²

(1. 广西壮族自治区兴安界首中西医结合医院,广西 兴安 541306;
2. 广西中医药大学第一附属医院,广西 南宁 530022)

摘 要 随着影像技术的发展,影像诊断的特异性和灵敏度越来越高,膝骨关节炎的影像诊断越来越准确、便捷,联合应用各种影像检查技术可对膝骨关节炎的关节损伤情况进行全面评估。本文从 X 线、CT、MRI、光学相干断层扫描及单光子发射计算机断层成像等方面,对膝骨关节炎影像诊断的研究进展作一综述。

关键词 骨关节炎,膝 诊断显像 综述

膝骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是一种退行性病变,以软骨退变、关节表面或边缘骨赘形成为主要病理特征。KOA 病变可涉及全关节结构,影像检查可见骨骼、软骨、半月板、韧带和滑膜组织的退行性改变。对于典型的 KOA 病变,X 线检查即能明确诊断;但对于有一定临床症状但还未发生明显结构改变的早期 KOA,X 线检查诊断困难。近年来,随着 CT、MRI、光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 及单光子发射计算机断层成像 (single-photon emission computed tomography, SPECT) 等影像检查技术的提高,KOA 早期诊断的准确率也大大提高。本文对 KOA 影像诊断的研究进展综述如下。

1 X 线检查

在 KOA 的诊断中 X 线检查主要用于评估关节间隙宽度 (joint space width, JSW),检查标准体位为膝关节拓展位,即双膝关节完全伸直负重前后位。与半定量或手动测量的重复性评分相比,基于 X 线片的自动评估可采用更多的指标对 KOA 的关节间隙特征进行评价,如最低 JSW、平均 JSW、关节间隙面积及特定位置的 JSW 等^[1]。Vignon^[2] 的研究表明,最低 JSW 用于 KOA 患者关节间隙变化的评估,重复性和敏感性最高。Kellgren - Lawrence 分级标准是目前应用最广泛的 KOA 放射学诊断标准 (表 1)。该标准依据骨赘

表 1 Kellgren - Lawrence 分级标准

X 线表现	分级
无 KOA 影像学特征	0 级
可疑的 JSN 和可能的骨赘唇样变	I 级
前后负重位 X 线片上可见明显的骨赘和可能存在的 JSN	II 级
多发骨赘、明确的 JSN、硬化和可能的骨性畸形	III 级
大骨赘、典型的 JSN、严重硬化和绝对骨性畸形	IV 级

形成和关节间隙狭窄 (joint space narrowing, JSN) 的程度对 KOA 的病情进展进行评估^[1]。

2 CT 检查

半月板损伤或缺失通常被看作是 KOA 的一个诱发因素,CT 检查是评估半月板损伤较好的方式之一。KOA 患者半月板损伤的 CT 影像一般表现为局限性低密度区,呈圆形、椭圆形或不规则低密度影,边缘完整,边界清晰。由于 KOA 患者内侧半月板损伤多于外侧,半月板边缘多呈弧形改变,外缘膨隆或局部凸出,半月板内可见长轴与纵向纤维一致的低密度裂隙征。但 KOA 患者半月板损伤的裂隙征边缘欠锐利,与半月板急性损伤的裂隙征有明显差别^[3]。

3 MRI 检查

MRI 检查可为软骨的形态评估提供信息,使局灶性或弥漫性软骨损伤的成像成为可能。MRI 软骨成像技术主要包括自旋回波 (spin echo, SE) 序列、梯度回波 (gradient echo, GRE) 序列、快速自旋回波 (fast spin echo, FSE) 序列、三维扰相梯度回波脂肪抑制 (three - dimension spoiled gradient recalled echo imaging with fat suppression, 3D - SPGR) 序列、三维双回波稳态 (three dimensional dual - echo steady - state, 3D - DESS) 序列、驱动平衡傅里叶变换 (driven equilibrium Fourier transform, DEFT) 成像技术等。3D - SPGR 序列可获得高分辨率的软骨图像,是目前软骨成像的定量评分标准^[4]。3D - DESS 可获得 2 个或 2 个以上的梯度回波,并可将 1 个聚焦脉冲分离为 1 对回波,具有从相同的短时间成像数据中同时分析出图像和数据的优势,可使软骨和滑液在 T2 加权像上呈高信号,能对软骨表面的连续性及软骨厚度进行评估。

在 MRI 图像上液体呈增强信号,在 3D - DESS、稳态自由进动(steady - state free precession, SSFP)序列、平衡稳态自由进动技术(balanced steady - state free precession, bSSFP)序列及波动平衡 MRI 图像上,液体与软骨的对比度较强。波动平衡 MRI 图像上滑液呈高信号、软骨呈低信号,且信噪比(signal - noise rate, SNR)高,尤其适用于对膝关节软骨形态的评估^[5]。大采样各向同性投影成像技术,采用各向同性采样,信噪比高、采集时间短、人为干扰少、组织之间的对比度较高^[5]。三维快速自旋回波脉冲序列通过质子密度(proton density, PD)加权可获得各向同性图像,提高信噪比和 MRI 的诊断效率,很好地显示膝关节软骨、半月板及韧带的损伤情况^[6-7]。对于合并急性软骨、半月板或韧带损伤的 KOA 的诊断, MRI 三维快速自旋回波脉冲序列的优势更为明显。

MRI 检查是评估半月板损伤的最好方式,但在扫描时应缩短回波时间,以减少扫描时间、提高信噪比、获取更多的图像、降低易感性、减少影响检查结果的人为干扰因素^[8]。对 KOA 半月板损伤情况进行评估, MRI 检查常用的序列包括有或没有增加脂肪饱和度的 PD 加权 SE 序列、FSE 序列、T1 加权及 GRE 序列。PD 加权序列具有短回波时间和优化 SNR 的特点,是评估半月板损伤的理想序列^[9]。PD 加权序列诊断半月板损伤的敏感性达 88% ~ 90%, 特异性达 87% ~ 90%^[10]。增加脂肪的饱和度、提高磁场强度,也可提高 SNR,保持诊断的灵敏度和特异性^[3, 11-12]。超短回波时间成像序列比传统的 T2 序列可将扫描时间缩短 20 ~ 50 倍^[13],用于半月板损伤的评估,也可提高诊断的灵敏度。

滑膜炎被视为 KOA 疾病进程中的一个关键因素^[14],很可能与 KOA 的疼痛症状和病情严重程度相关^[15]。针对 KOA 滑膜炎的 MRI 检查方法,目前常用的是非增强 MRI(non - contrast enhancement MRI, non - CE MRI)和钆增强 MRI(Gd - contrast enhancement MRI, Gd - CE MRI)。在 non - CE MRI 的 T2 加权像上,滑膜和积液均表现为高信号。non - CE MRI 脂肪抑制 PD 或 T2 加权 SE 序列上 Hoffa's 脂肪垫高信号影已被建议作为关节广泛滑膜炎的诊断标准^[16]。但 Loeuille 等^[17]的研究表明,在 non - CE MRI 图像上, Hoffa's 脂肪垫信号变化对于髌周滑膜炎的诊断特异性不高。在 Gd - CE MRI 图像上,处于炎症状态的滑

膜信号增强,而积液保持低信号,因此,可更清楚地从关节积液影中区分出滑膜影。Gd - CE MRI 用于滑膜炎的诊断,结果可与组织学诊断结果相符^[18],比 non - CE MRI 更敏感、更特异^[19]。然而,静脉注射钆的方法存在扫描时间延长、成本增加、可发生过敏反应和增加并发肾源性系统性纤维化的风险等弊端。

MRI 检查能较好地反映 KOA 患者软骨下骨的变化,尤其是对骨髓水肿样变、软骨下囊性变及软骨下骨磨损等。约 50% 的尚未出现软骨全层缺损的 KOA 患者会出现软骨下囊性样变,在 MRI 非增强成像序列,软骨下囊性变显示为液体状信号影。

4 OCT 检查

尽管 MRI 检查对关节软骨厚度变化的评估非常有用,但用于判断表面轮廓完整的软骨是否存在损伤却并不可靠^[20]。OCT 对于创伤和退变导致的胶原结构的改变非常敏感,可提供关节软骨病变的定量信息,将 OCT 纳入关节镜检查可产生低功耗的关节软骨截面图像^[21-22]。

5 SPECT 检查

近年来, SPECT 在骨骼、肌肉系统疾病的诊断中应用日益广泛,该技术可对组织代谢情况作出评估,达到对病变进行准确定位、定性的目的,可用于疾病的早期诊断^[23]。应用 SPECT 技术,不但能早期诊断 KOA,而且可根据放射性核素在病变关节的分布及浓聚情况,评价病变的分期及进展,为 KOA 的治疗尤其是采用放射性核素治疗提供依据。另外,利用 SPECT 检查,针对放射性核素异常聚集的部位,还可应用髓芯钻孔减压术以降低局部骨内压、改善血液循环、增强局部代谢,从而缓解 KOA 的临床症状^[24]。

6 小 结

KOA 是一种复杂的全关节疾病,评估关节内结构的损伤情况、了解疾病的进展、作出明确诊断,对 KOA 的治疗至关重要。理想的影像诊断方法应既能真实反映关节结构的变化,又无电离辐射,或无需静脉注射造影剂,且影响结果的人为因素较少。non - CE MRI 的应用使关节结构的成像成为可能,然而,对于某些组织,尤其是滑膜和尚未出现全层缺损的关节面,为了增加分辨率,额外地补充成像方式是必要的,联合应用各种成像技术可更全面地评估 KOA 的关节损伤情况。随着影像技术的快速发展,影像诊断的特异性和灵敏度越来越高, KOA 的影像诊断也将越来越

越准确、便捷。

7 参考文献

- [1] Roemer FW, Crema MD, Trattnig S, et al. Advances in imaging of osteoarthritis and cartilage[J]. Radiology, 2011, 260(2): 332 - 354.
- [2] Vignon E. Radiographic issues in imaging the progression of hip and knee osteoarthritis[J]. J Rheumatol Suppl, 2004, 70: 36 - 44.
- [3] 李炎, 姜辉, 孙百胜, 等. 膝关节半月板损伤的 CT 诊断[J]. 医学影像学杂志, 2003, 13(3): 214 - 215.
- [4] Cicuttini F, Forbes A, Asbeutah A, et al. Comparison and reproducibility of fast and conventional spoiled gradient - echo magnetic resonance sequences in the determination of knee cartilage volume[J]. J Orthop Res, 2000, 18(4): 580 - 584.
- [5] Kijowski R, Blankenbaker DG, Klaers JL, et al. Vastly undersampled isotropic projection steady - state free precession imaging of the knee: diagnostic performance compared with conventional MR[J]. Radiology, 2009, 251(1): 185 - 194.
- [6] Friedrich KM, Reiter G, Kaiser B, et al. High - resolution cartilage imaging of the knee at 3T: basic evaluation of modern isotropic 3DMR - sequences[J]. Eur J Radiol, 2011, 78(3): 398 - 405.
- [7] Stevens KJ, Wallace CG, Chen W, et al. Imaging of the wrist at 1.5 Tesla using isotropic three - dimensional fast spin echo cube[J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 33(4): 908 - 915.
- [8] Helms CA. The meniscus: recent advances in MR imaging of the knee[J]. AJR Am J Roentgenol, 2002, 179(5): 1115 - 1122.
- [9] Fox MG. MR imaging of the meniscus: review, current trends, and clinical implications[J]. Radiol Clin North Am, 2007, 45(6): 1033 - 1053.
- [10] Chang CY, Wu HT, Huang TF, et al. Imaging evaluation of meniscal injury of the knee joint: a comparative MR imaging and arthroscopic study[J]. Clin Imaging, 2004, 28(5): 372 - 376.
- [11] De Smet AA, Tuite MJ. Use of the "two - slice - touch" rule for the MRI diagnosis of meniscal tears[J]. AJR Am J Roentgenol, 2006, 187(4): 911 - 914.
- [12] Craig JG, Go L, Blechinger J, et al. Three - tesla imaging of the knee: initial experience[J]. Skeletal Radiol, 2005, 34(8): 453 - 461.
- [13] Robson MD, Gatehouse PD, Bydder M, et al. Magnetic resonance: an introduction to ultrashort TE (UTE) imaging[J]. J Comput Assist Tomogr, 2003, 27(6): 825 - 846.
- [14] Pelletier JP, Martel - Pelletier J, Abramson SB. Osteoarthritis, an inflammatory disease: potential implication for the selection of new therapeutic targets[J]. Arthritis Rheum, 44(6): 1237 - 1247.
- [15] Smith MD, Triantafyllou S, Parker A, et al. Synovial membrane inflammation and cytokine production in patients with early osteoarthritis[J]. J Rheumatol, 1997, 24(2): 365 - 371.
- [16] Hill CL, Hunter DJ, Niu J, et al. Synovitis detected on magnetic resonance imaging and its relation to pain and cartilage loss in knee osteoarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 2007, 66(12): 1599 - 1603.
- [17] Loeuille D, Rat AC, Goebel JC, et al. Magnetic resonance imaging in osteoarthritis: which method best reflects synovial membrane inflammation? Correlations with clinical, macroscopic and microscopic features[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2009, 17(9): 1186 - 1192.
- [18] Song IH, Althoff CE, Hermann KG, et al. Knee osteoarthritis. Efficacy of a new method of contrast - enhanced musculoskeletal ultrasonography in detection of synovitis in patients with knee osteoarthritis in comparison with magnetic resonance imaging[J]. Ann Rheum Dis, 2008, 67(1): 19 - 25.
- [19] Lohmander LS, Osterberg A, Englund M, et al. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury[J]. Arthritis Rheum, 50(10): 3145 - 3152.
- [20] Potter HG, Linklater JM, Allen AA, et al. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee. An evaluation with use of fast - spin - echo imaging[J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 80(9): 1276 - 1284.
- [21] Chu CR, Williams A, Tolliver D, et al. Clinical optical coherence tomography of early articular cartilage degeneration in patients with degenerative meniscal tears[J]. Arthritis Rheum, 2010, 62(5): 1412 - 1420.
- [22] Chu CR, Lin D, Geisler JL, et al. Arthroscopic microscopy of articular cartilage using optical coherence tomography[J]. Am J Sports Med, 2004, 32(3): 699 - 709.
- [23] 张敏, 陈亚玲, 刘玉珂, 等. 应用图像融合技术诊断骨骼炎症 - 图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(三)[J]. 中医正骨, 2010, 22(11): 22 - 26.
- [24] 刘玉珂, 张敏, 郭会利, 等. 应用图像融合技术评价肌肉骨骼系统的药物疗效 - 图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(八)[J]. 中医正骨, 2011, 23(4): 24 - 29.