

论 著

髌骨外侧高压综合征的MRI表现与T1 ρ 序列对其诊断的意义

1. 北京大学第三医院放射科

2. 北京大学第三医院运动医学研究所 (北京 100191)

黄 灿¹ 刘振龙² 袁慧书¹

【摘要】目的 对髌骨外侧高压综合征的影像学诊断及最新进展进行综述,探讨各个指标的优缺点和局限性,为下一步研究拓宽思路。**方法** 检索中国知网及Pubmed数据库,对髌骨外侧高压综合征影像学诊断方面的文献进行报道,并对不同的检查方法进行分类讨论。中文检索词为“髌骨外侧高压综合征、髌骨外侧挤压综合征、髌股关节紊乱、诊断”,英文检索词为“excessive lateral pressure syndrome, diagnosis”。**结果** 髌骨外侧高压综合征的MRI表现主要包括髌骨位置的变化及运动轨迹异常,髌股关节软骨退变以及髌骨支持带病变,如有条件行T1 ρ 检查,还有可能早于关节镜发现肉眼不可见的ELPS髌股关节病变。**结论** MRI检查对髌骨外侧高压综合征有着重要的诊断价值,其为无创检查,并且可以早于关节镜发现病变,还可以评估疗效及预测预后,可以作为ELPS患者的最佳检查手段。

【关键词】 髌骨外侧高压综合征; 髌股关节; 影像学; 诊断; T1 ρ

【中图分类号】 R684

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.06.027

通讯作者: 袁慧书

The MRI Manifestation of Patellar Lateral Pressure Syndrome with T1 ρ Sequence of Its Diagnostic Significance

[Abstract] Objective This review was written in the hope to help with the overall clarification of the research in this field and provide with potential research methods for up-coming researches. **Methods** In research within CNKI and Pubmed database, and retrieve the database using the keyword 'excessive lateral pressure syndrome, diagnosis'.

Results MRI findings of the ELPS include high pressure in the patella position and trajectory change of the patellofemoral joint cartilage, and the degeneration of patellar lesions, if T1 ρ line inspection can be performed, there may be earlier results than the what arthroscopic may found not visible to the ELPS patellofemoral joint disease.

Conclusion MRI examination of the lateral patellofemoral hypertension syndrome has important diagnostic values, which is noninvasive and can be found in early lesions in arthroscopy, but also to assess the efficacy and prognosis, as the best means of checking ELPS patients.

[Key words] Excessive lateral Pressure Syndrome; Patellofemoral Joint; Imaging Findings; Diagnose; T1 ρ

髌骨外侧高压综合征(excessive lateral pressure syndrome, ELPS)是多种原因造成的外侧髌股关节面压力异常增高并出现的一组临床症状与体征的总和。ELPS的病因目前并未明确,多数学者^[1]推测可能与髌骨倾斜及内外侧支持带长度变化有关。其最重要的病理改变是髌骨软骨软化^[2],直接导致了患者的膝前疼痛。虽然关节镜可以直接观察髌骨软骨,但其为有创操作,且不能直接观察髌骨相对位置,又难以发现早期关节面病变,在诊断ELPS上存在诸多局限性^[3]。故目前的诊断主要依赖于临床医生结合多种检查结果后进行主观判断^[4],缺乏科学明确的诊断依据。本文将近年来ELPS的MRI表现与T1 ρ 序列在早期诊断中的作用综述如下。

1 ELPS的基本检查方法 多种检查手段对诊断ELPS都有一定的帮助,包括常用的X线、CT、MRI和关节镜等。X线是最基础的检查,可以观察髌股关节面情况及有无髌骨倾斜,并且可以看到骨关节炎征象。但其难以发现早期的软骨病变,和其他原因所致的髌骨软化又难以鉴别,对疾病的评估比较片面。CT可以显示髌骨倾斜角,并且进行一些髌骨位置的测量,对ELPS的诊断较X线片更有意义。但其不能显示关节面软骨的情况,对髌骨关节面的受损程度无法进行早期评估,也无法对治疗效果进行评价。目前,MRI是公认的对诊断ELPS最有价值的辅助检查^[1,3,5]。MRI的优势在于,既可以通过多平面断层成像显示髌骨的位置变化,又可以观察膝关节各处韧带,并且可以清晰的显示关节软骨病变。通过MRI可以对ELPS的病因及病情严重程度进行详细的评估与分期,对进行了治疗的患者,还可以观察其疗效。由于T1-map、T1 ρ 序列等手段可以显示关节软骨早期病变,发现I、II级软骨病变早于关节镜^[6],可以帮助进行ELPS的早期诊断。

2 ELPS患者髌骨位置异常的MRI表现 ELPS患者髌骨位置异常是最常见的临床特征。其MRI表现分为静态MRI测量与动态MRI评价。静态MRI是测量髌骨外侧倾斜的最常用检查方法。通常的评价指标包括髌骨倾斜角(patellar tilt angle, PTA)、外侧髌股角(lateral patellofemoral angle, LPA)及倾斜角(tilt angle, TA)等^[7]。目前

这部分内容研究较为深入,测量方法也比较成熟,但对一些细节还存在争议。目前的观点认为^[8],PTA及TA对髌骨倾斜的检出率相似,约在70%~80%之间,优于LPA,后者仅为40%左右。这主要与测量时参照点的选择有关:在ELPS患者,常存在股骨髁相对位置改变,尤其体现在股骨髁前方,而采用后方参照点的PTA、TA受其影响则较小。但髌骨关节面也会存在差异干扰PTA的测量。目前,多数学者的观点认为选择TA作为评价髌骨倾斜的指标是目前较为合适的^[8,9-11]。关于测量时膝关节屈曲的角度也是目前研究较多的方面。目前主流的观点^[12,13]是在膝关节屈曲的起始阶段(30度以内),髌骨位置异常最容易被发现。McNally等认为屈曲30度是测量髌骨倾斜的最佳位置,而Katchburian等则认为是20度以内^[14]。故选择20~30度之间进行MRI检查,比助于发现早期的ELPS。而以上三个指标在不同膝关节屈曲角度之间敏感度的变异,仍然有待进一步研究;另外,寻找新的测量髌骨位置异常的指标也是目前的研究方向之一。动态MRI评价比静态MRI更能模拟患者运动时的情况,有可能寻找静态MRI不能发现的髌骨位置或运动轨迹异常。动态MRI分为主动和被动活动时检查,目前主动活动下动态MRI是公认的诊断价值最高的检查手段^[15]。动态MRI检查常用评价指标包括髌移动率(bisect offset, BS0),顺应角(congruence angle, CA),髌外侧位移(lateral patellar displacement, LPD)等^[14,16]。这些指标不仅可以检查出静态MRI无法发现的髌骨位置异常,具有很高的敏感度和特异度,还可以进行髌骨的动力学评估,观察髌股关节的运动稳定性,为患者的病

因诊断、治疗及疗效评价提供量化依据。但动态MRI特别是负重状态时的检查,对设备及患者配合要求较高,目前尚未广泛普及。

3 ELPS患者髌股关节软骨病变的MRI表现

虽然有观点认为外侧高压可导致膝前疼痛,但主流观点仍然认为ELPS患者疼痛的原因因为髌股关节软骨退变损伤。关节软骨损伤诊断的金标准为关节镜检查,但其为有创操作。更为关键的是,关节镜检查虽然相当于肉眼直视,但却不能发现早于外观改变的关节软骨内生化及分子水平变化,导致了其在早期诊断ELPS时必然存在的局限性^[17]。MRI用于诊断ELPS患者软骨病变的重要意义已经被几乎所有学者认同^[1,3,5,7,15],并且出现了MRI软骨病变分级,即Recht标准^[18]。即便是最基本的SE序列,其发现ELPS髌股关节病变的敏感度也可达70%^[19]。但MRI的优势并没有被完全体现出来。近年来研究较多的有梯度回波(GRE)、三维容积扫描及反应软骨细胞分子水平病变的成像方法,后者包括T1-map、T2-map、T1 ρ 、dGEMRIC及DWI等方法,充分的发挥了MRI成像序列多、可显示分子水平变化的优势^[20-23]。梯度回波技术可以获得多种加权成像,如STAGE、FFE-T1等,可以将ELPS患者软骨病变检查的敏感度提升至90%左右^[21-22]。而三维容积扫描可以更精细的区分关节软骨、关节液、滑膜、软骨下骨等结构^[34],敏感度、特异度都要高于GRE技术。定量评估关节软骨的成像技术可以用于检测软骨内分子水平的变化。T1-map主要反映的是软骨内ECM的变化,T2-map主要反映胶原纤维和水分子的变化,dGEMRIC主要反映糖胺聚糖的变化^[24]。这些技术虽然可以在一定程度上进行定量成像,但其主要意义并不是对ELPS进行

分期或评估病情严重程度及检验疗效,而是做到ELPS的早期诊断、特别是可以发现关节镜无法发现的分子水平病变。DWI技术反映水分子扩散状况的变化,在关节软骨病变时,软骨对水的通透性改变,虽然目前很少应用于诊断ELPS,但应用前景良好,是未来研究的重要内容。

4 ELPS患者髌骨周围软组织的MRI表现

ELPS的病因虽然并未完全明确,但髌骨外侧支持带紧张、髌股关节不稳与ELPS的关系已经被大部分学者认同^[25]。髌骨位置的维持完全依赖于其周围的软组织,包括内外侧支持带、股四头肌腱等。内侧支持带主要包括三部分:髌股韧带、髌胫韧带和髌半月板韧带;而外侧支持带包括深筋膜、髌胫束和股四头肌腱膜。Christoforakis等的研究认为,髌胫束是最重要的结构,其张力增加直接导致了髌骨外侧的移位及外侧髌股关节高压^[26],容易形成ELPS。而ELPS的主要治疗手段也是对外侧支持带结构进行关节镜或手术的松解,矫正髌骨位置,缓解外侧髌股关节应力集中。目前常用的为SE序列,可以观察到为支持带挛缩、变细等,但是在信号方面难以判断其损伤与否和损伤程度,需要结合髌骨位置变化、软骨损伤、其他附近软组织病变进行综合诊断。以后如能寻找到显示韧带慢性牵拉损伤的有效序列,将为MRI诊断支持带病变开辟新的时代,会成为未来研究的主流方向。

5 T1 ρ 序列对ELPS诊断的意义

对早期ELPS患者,可能存在膝关节前方疼痛,虽然其关节软骨并未发生形态学上的改变,但内部已经发生了分子水平的病变^[27,35]。常规的MRI序列如SE、FSE、GRE、3D-FFE等均不能对此种改变进行有效的检测,使得

ELPS的早期诊断遇到了瓶颈^[28]。T1 ρ 成像技术全称为“旋转坐标系下的自旋晶格弛豫时间”，主要是基于自旋锁定，检测脉冲磁场中的关节软骨内分子的自旋弛豫值^[29]。其主要作用是定量检测关节软骨内蛋白多糖(PG)含量的变化^[30]，而后者在关节软骨变性早期即出现降低，从而做到ELPS的早期诊断^[31]。研究表明^[32]，关节软骨内PG的含量与软骨变性程度有一定的相关性，而T1 ρ 成像对PG检测的敏感度和特异度均很高，故可以帮助进行疾病的分期或评估严重程度。目前T1 ρ 成像的研究方向主要基于动物或体外模型进行灵敏度、特异度的评估，以及与相对成熟的T2-map进行比较，评价其临床作用。Regatte等对比了T1 ρ 与T2-map在评价早期ELPS中的作用，发现早期软骨病变时T1 ρ 值较T2值升高更明显，在不同分级的患者中，T1 ρ 值的升高与严重程度相关^[33]。此外，T2-map主要反映软骨中胶原纤维和水分子的变化，而对蛋白多糖的敏感性较T1 ρ 差。在早期ELPS患者，主要的分子改变为蛋白多糖丢失，而胶原含量变化不显著。故T2-map在诊断早期ELPS方面较T1 ρ 成像敏感度低^[30]。类似T1 ρ 成像和T2-map，dGEMRIC技术也属于分子层面显示ELPS患者软骨病变的方法。dGEMRIC的成像的基本原理是FCD在软骨组织中的电离子分布，从而间接反映软骨组织中的糖胺聚糖含量。dGEMRIC技术需要静脉注射磁显葡胺(Gd-DTPA2-)，并在1.5~3h内需要患者进行一定距离的行走等膝关节活动，使造影剂经血管及关节液进入关节软骨，之后测定T1弛豫时间。其主要缺陷在于，检查之前的等待时间及图像采集和绘制T1弛豫图像的时间很长，并且重复扫描不能确保

肢体处于绝对相同的位置，图像准确性受到一定的影响。而对早期ELPS的诊断T1 ρ 序列具有较高的敏感度，并且在评估病情方面有着重要的作用，是未来值得临床广泛普及的检查手段。

综上所述，髌股外侧高压综合征的MRI表现主要包括髌骨位置的改变及运动轨迹异常，髌股关节软骨退变以及髌骨支持带病变，如有条件行T1 ρ 检查，还可以早于关节镜发现肉眼不可见的ELPS髌股关节病变。总之，MRI检查对髌股外侧高压综合征有着重要的诊断价值，其为无创检查，并且可以早于关节镜发现病变，还可以评估疗效及预测预后，可以作为ELPS患者的最佳检查手段。

参考文献

1. Kramer P G. Patella malalignment syndrome: rationale to reduce excessive lateral pressure[J]. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1986, 8(6): 301-309.
2. Chhabra A, Subhawong T K, Carrino J A. A systematised MRI approach to evaluating the patellofemoral joint[J]. Skeletal radiology, 2011, 40(4): 375-387.
3. Gross K D, Niu J, Stefanik J J, et al. Breaking the Law of Valgus: the surprising and unexplained prevalence of medial patellofemoral cartilage damage[J]. Annals of the rheumatic diseases, 2012.
4. SUN L, ZHAO J, SHEN J, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction combined with both tibial tubercle transfer and arthroscopic lateral retinaculum release in treatment of persistent dislocation of patella[J]. Journal of Clinical Orthopaedics, 2012, 3: 022.
5. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome[J]. British journal of sports medicine, 2011, 45(9): 691-696.
6. Rathleff M S, Roos E M, Olesen J L, et al. Lower mechanical pressure pain thresholds in female adolescents with patellofemoral pain syndrome[J]. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 2013, 43(6): 414-421.
7. Pal S, Besier T F, Draper C E, et al. Patellar tilt correlates with vastus lateralis: vastus medialis activation ratio in maltracking patellofemoral pain patients[J]. Journal of Orthopaedic Research, 2012, 30(6): 927-933.
8. Berruto M, Ferrua P, Carimati G, et al. Patellofemoral instability: classification and imaging[J]. Joints, 2013, 1(2): 7-14.
9. Chhabra A, Subhawong T K, Carrino J A. A systematised MRI approach to evaluating the patellofemoral joint[J]. Skeletal radiology, 2011, 40(4): 375-387.
10. Thuillier D U, Souza R B, Wu S, et al. T1 ρ imaging demonstrates early changes in the lateral patella in patients with patellofemoral pain and maltracking[J]. The American journal of sports medicine, 2013, 41(8): 1813-1818.
11. Guilbert S, Chassaing V, Radier C, et al. Axial MRI index of patellar engagement: A new method to assess patellar instability[J]. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2013, 99(8): S399-S405.
12. Horng A, Raya J, Zscharn M, et al. [Locoregional deformation pattern of the patellar cartilage after different loading types-high-resolution 3D-MRI volumetry at 3 T in-vivo][J]. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin, 2011, 183(5): 432-440.
13. Chen X, Wang W, Xin H, et al. Cartilage status in knees with

- recurrent patellar instability using magnetic resonance imaging T2 relaxation time value[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2014; 1-5.
14. Apprich S, Mamisch T C, Welsch G H, et al. Quantitative T2 mapping of the patella at 3.0 T is sensitive to early cartilage degeneration, but also to loading of the knee[J]. European journal of radiology, 2012, 81(4): e438-e443.
 15. Zuo H, Yao W, Qu N, et al. Quantitative evaluation in combination with nonquantitative evaluation in early patellar cartilage osteoarthritis at 3.0 T[J]. Clinical interventions in aging, 2014, 9: 1133.
 16. Potter H G, Jain S K, Ma Y, et al. Cartilage Injury After Acute, Isolated Anterior Cruciate Ligament Tear Immediate and Longitudinal Effect With Clinical/MRI Follow-up[J]. The American journal of sports medicine, 2012, 40(2): 276-285.
 17. Gomoll A H, Yoshioka H, Watanabe A, et al. Preoperative measurement of cartilage defects by MRI underestimates lesion size[J]. Cartilage, 2011, 2(4): 389-393.
 18. Balcarek P, Walde T A, Frosch S, et al. Patellar dislocations in children, adolescents and adults: A comparative MRI study of medial patellofemoral ligament injury patterns and trochlear groove anatomy[J]. European journal of radiology, 2011, 79(3): 415-420.
 19. Sillanpää P J, Salonen E, Pihlajamäki H, et al. Medial patellofemoral ligament avulsion injury at the patella: classification and clinical outcome[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2014, 22(10): 2414-2418.
 20. Camp C L, Stuart M J, Krych A J, et al. CT and MRI measurements of tibial tubercle-trochlear groove distances are not equivalent in patients with patellar instability[J]. The American journal of sports medicine, 2013: 0363546513484895.
 21. Winter A R, Thomson L, McKenna R, et al. MEDIAL PATELOFEMORAL LIGAMENT INJURIES IN ACUTE PATELLA DISLOCATION[J]. Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume, 2012, 94(SUPP XXIX): 84-84.
 22. Tompkins M, Kuenze C M, Diduch D R, et al. Clinical and Functional Outcomes following Primary Repair versus Reconstruction of the Medial Patellofemoral Ligament for Recurrent Patellar Instability[J]. Journal of Sports Medicine, 2014, 2014.
 23. Higuchi T, Arai Y, Takamiya H, et al. An analysis of the medial patellofemoral ligament length change pattern using open-MRI[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2010, 18(11): 1470-1475.
 24. Tateishi T, Akita K, Sekiya I, et al. Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction Based on Graft[J]. The Patellofemoral Joint: State of the Art in Evaluation and Management, 2014: 147.
 25. Nelitz M, Theile M, Dornacher D, et al. Analysis of failed surgery for patellar instability in children with open growth plates[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2012, 20(5): 822-828.
 26. Singh A, Haris M, Cai K, et al. High Resolution T1ρ Mapping of In Vivo Human Knee Cartilage at 7T[J]. PloS one, 2014, 9(5): e97486.
 27. Peers S C, Maerz T, Baker E A, et al. T1ρ Magnetic Resonance Imaging for Detection of Early Cartilage Changes in Knees of Asymptomatic Collegiate Female Impact and Nonimpact Athletes[J]. Clinical Journal of Sport Medicine, 2014, 24(3): 218-225.
 28. Hirose J, Nishioka H, Okamoto N, et al. Articular Cartilage Lesions Increase Early Cartilage Degeneration in Knees Treated by Anterior Cruciate Ligament Reconstruction T1ρ Mapping Evaluation and 1-Year Follow-up[J]. The American journal of sports medicine, 2013: 0363546513496048.
 29. Li X, Wyatt C, Rivoire J, et al. Simultaneous acquisition of T1ρ and T2 quantification in knee cartilage: Repeatability and diurnal variation[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2014, 39(5): 1287-1293.
 30. Takayama Y, Hatakenaka M, Tsushima H, et al. T1ρ is superior to T2 mapping for the evaluation of articular cartilage denaturalization with osteoarthritis: Radiological-pathological correlation after total knee arthroplasty[J]. European journal of radiology, 2013, 82(4): e192-e198.
 31. Stehling C, Liebl H, Krug R, et al. Patellar Cartilage: T2 Values and Morphologic Abnormalities at 3.0-T MR Imaging in Relation to Physical Activity in Asymptomatic Subjects from the Osteoarthritis Initiative 1[J]. Radiology, 2010, 254(2): 509-520.
 32. Wong C S, Yan C H, Gong N J, et al. Imaging biomarker with T1ρ and T2 mappings in osteoarthritis-In vivo human articular cartilage study[J]. European journal of radiology, 2013, 82(4): 647-650.
 33. Buck F M, Bae W C, Diaz E, et al. Comparison of T1ρ measurements in agarose phantoms and human patellar cartilage using 2D multislice spiral and 3D magnetization prepared partitioned k-space spoiled gradient-echo snapshot techniques at 3 T[J]. American Journal of Roentgenology, 2011, 196(2): W174-W179.
 34. 张传凤, 黄建军, 李传富. 髌骨软骨软化的高场MRI诊断及应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 08(4): 60-62.
 35. 莊高明, 梁文. MRI在膝关节半月板损伤与关节软骨损伤的相关性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(6): 88-90.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2015-05-05