

髌骨脱位影像学研究进展

秦乐 综述 李梅 审校

【摘要】 髌骨脱位是一种主要由周围解剖结构不稳所导致的疾病,在青少年人群中较为多见,患者通常反复发生膝关节痛,绝大部分髌骨向外脱位。髌骨脱位常伴有髌骨不稳的危险因素,包括胫骨结节-股骨滑车凹距离异常、股骨滑车发育不良和高位髌骨。本文综述髌骨脱位及其危险因素的 CT 和 MRI 影像学表现的最新进展。

【关键词】 髌骨脱位; 髌骨不稳; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

【中图分类号】 R684.7; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)01-0078-03

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.01.021

髌骨及周围软组织的正常解剖结构简介

髌骨是人体最大的籽骨,直径约 5cm,位于膝关节的前方,与股骨滑车共同形成髌股关节^[1]。

髌骨周围软组织的解剖结构与其稳定性密切相关,可分为主动、被动和静力稳定结构三部分。主动稳定结构包括股四头肌中股内侧肌和股外侧肌远端的斜肌结构,前者产生使髌骨向后内侧移位的力量,防止髌骨向外脱位。被动稳定结构主要为内侧支持带、内侧髌股韧带和外侧支持带,内侧支持带和内侧髌股韧带是膝关节屈曲 0°~30°时防止髌骨向外脱位的最重要的被动稳定结构,两者常难以区分。静力稳定结构由髌骨或股骨滑车表面几何学和形态学构成,股骨滑车外侧髌倾斜度及高度增加均促进了髌股关节对合的稳定^[1]。

髌骨脱位的病因和临床表现

髌骨脱位主要发生于青少年,特别是女性,发病率约为 43/10 万。髌骨脱位的危险因素包括胫骨结节-股骨滑车凹距离(tibial tubercle to trochlear groove distance, TT-TG)异常、股骨滑车发育不良和高位髌骨。髌骨脱位常发生于运动时,特别是旋转膝关节、上下楼梯或在不平的路面上行走时,主要症状为膝前疼痛,且多为一过性。髌骨脱位的危险因素越多,越容易在轻微外伤下引起脱位,体格检查能辅助诊断。患者仰卧位时可测量 Q 角(髌前上棘至髌骨中点连线与髌骨中点至胫骨粗隆连线之间的夹角),男性正常值为 10°,女性为 15°(±5°)。Q 角变大、J 征、压力征、恐惧征及髌骨移动恐惧征阳性均提示髌骨脱位,但诊断敏感度和特异度不高^[2]。

髌骨脱位的影像学表现及进展

髌骨脱位存在着多种复杂的异常解剖因素,因此正确认识、评价其发病机制目前仍是一大挑战。影像学对诊断髌骨脱位有较高的价值,且目前越来越多地将 CT 和 MRI 应用于诊断髌骨脱位。

传统 X 线平片在髌骨脱位的诊断中有较高价值,能观察髌骨向外侧脱位、软骨下骨骨折和关节内游离体等,同时可测量髌股指数、髌骨倾斜角、髌骨外侧移位值和髌骨适合角等,可在

一定程度上反映膝关节功能情况,但会出现影像重叠和扭曲失真等,导致诊断敏感度较低^[3]。

CT 和 MRI 上测量髌骨倾斜角及髌骨外侧移位值更准确。髌骨倾斜角为经过股骨内外侧髌后缘的直线与经过髌骨内外侧缘直线间的夹角,髌骨外侧移位值为股骨滑车外侧缘与髌骨关节面外侧缘的最短距离。髌骨倾斜角一般开口向内,当开口向外且为 $24.03^\circ \pm 2.42^\circ$ 时代表脱位,而髌骨外侧移位值为 $(6.59 \pm 0.69)\text{mm}$ 时代表脱位,但均须在膝关节屈曲 30°时测量才能与伸直位生理性髌骨倾斜相鉴别^[4]。以上测量方法方便,结果易于量化,因此为目前临床最常用的诊断方法。

Guilbert 等^[5]在 MRI 上利用髌股关节轴位对合指数(axial engagement index, AEI)来评判髌骨脱位,并认为不受股骨滑车发育不良和高位髌骨的影响,具有较高的可靠性。测量方法为在显示股骨滑车外侧缘最长的横断面作股骨后髌间窝的切线,在股骨滑车面最外侧点作与切线的垂直线 T,然后将切线复制到显示髌骨最宽的横轴面,在髌骨内侧缘软骨处作与切线的垂线 L,分别测量直线 L 和 T 间的距离(LT)以及髌骨外侧缘软骨处到直线 L 的距离(设为 PL),AEI 即为 LT/PL,正常值应为 1,AEI 明显低于 1 表明患者有严重外侧髌骨脱位(图 1)。

Park 等^[6]利用 MRI 的冠状面叠加图像来诊断髌骨半脱位,其方法为将经过髌骨厚度中点和后交叉韧带股骨附着处的冠状面图像叠加,在叠加图像上作经过股骨内外髌最低点的直线,然后分别经过髌骨最低点和股骨髌间窝最低点作该直线的垂线,通过测量两垂线间的距离来诊断半脱位,他们设定 7mm 为阈值, >7mm 即认为有半脱位,其优点在于髌骨最低点是髌韧带的附着处,为髌骨位置的可靠标记。

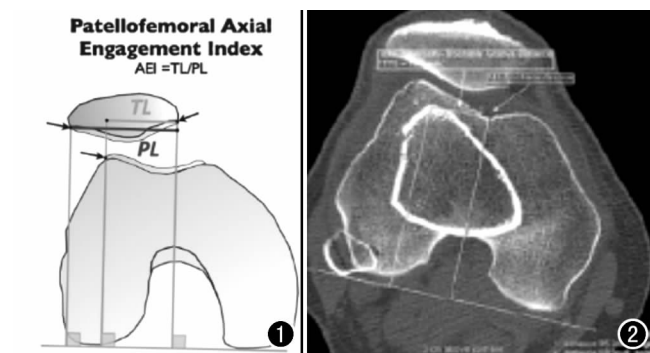


图 1 髌股关节轴位对合指数测量。图 2 CT 图像上测量 TT-TG。

作者单位:200233 上海,上海市第六人民医院介入影像科

作者简介:秦乐(1989—),男,上海人,硕士研究生,主要从事骨与关节影像诊断工作。

通讯作者:李梅, E-mail: baoxinyi@aliyun.com

髌骨脱位常伴发软组织损伤,约 87% 的髌骨脱位患者可出现内侧髌股韧带损伤。MRI 上轴面 T_2 WI 脂肪抑制序列能清晰观察内侧髌股韧带的连续性,正常表现为内收肌结节和股骨内侧髌间的低信号纤维。部分撕裂者表现为部分连续性不佳以及韧带形态不规则或韧带内及韧带周围水肿。完全性撕裂者表现为韧带连续性完全中断或未见韧带,伴有周围广泛水肿。MRI 对内侧髌骨韧带撕裂的诊断敏感度远高于关节镜下观察,因此是术前评价软组织损伤最常用和最重要的方法^[7]。矢状面 T_2 WI 脂肪抑制序列还能观察伴发的股内侧肌水肿及血肿,血肿表现为液-液平, T_1 WI 序列能观察其导致的附着点移位至内收肌结节上方 1.7 cm 处。约 20%~30% 的患者出现髌骨关节面急性软骨损伤,MRI 上表现为至少 2 个横轴面上可见凹形缺损,并能同时观察到髌骨内侧面与股骨滑车外侧骨挫伤征象,表现为 T_2 WI 脂肪抑制序列上的高信号以及 T_1 WI 序列上的低信号,具有极高的特异性,损伤机制为髌骨脱位复位时髌骨内侧面与股骨滑车外侧碰撞^[8,9]。大部分复发性髌骨脱位的患者髌骨无软骨缺损征象,但长期髌股关节紊乱可能已经导致软骨病变,并可进一步发展至骨性关节炎。利用以损毁梯度回波重聚(spoiled gradient recalled,SPGR)序列为基础的轴位 $T1\rho$ 加权图像在后处理时使用软件重建出 $T1\rho$ 图,并计算髌骨软骨的 $T1\rho$ 值能诊断软骨早期病变, $T1\rho$ 值增高代表软骨内蛋白多糖丢失所致的早期损伤。复发性髌骨脱位患者软骨的 $T1\rho$ 值较正常人明显增高,同时髌骨外侧缘的软骨 $T1\rho$ 值较内侧缘高^[10]。

髌骨脱位危险因素影像学表现及进展

1. 胫骨结节-股骨滑车凹距离

TT-TG 增大代表胫骨结节向外移位,在 56%~93% 的髌骨不稳及几乎所有股骨滑车发育不良患者中可见异常,常导致股四头肌使髌骨向外移位的力量增加,易引起髌骨脱位^[11]。Goutallier 提出 CT 是诊断 TT-TG 增大的金标准,最经典的测量方法为先在显示股骨滑车凹最深处的横轴面图像上的股骨后髌间画一条切线,然后再通过股骨滑车凹最深点处作第一条与此切线垂直的直线。再运用后处理图像叠加技术将上图与显示胫骨结节的横轴面图像叠加,并通过胫骨结节作与切线垂直的第二条直线,两条直线间的距离即 TT-TG(图 2)^[12]。Balcarek 等^[11]认为 TT-TG 大小与患者年龄无关,因此在青年人和成人中评价 TT-TG 时应使用同一标准和方法。一般视 TT-TG>20 mm 为异常,但髌骨脱位是由多种因素造成的,不应仅仅将 TT-TG 作为诊断标准。

Schoettle 等^[13]认为 MRI 能利用股骨滑车凹表面的软骨和胫骨结节附着处的髌腱作为标志测量 TT-TG,真正代表了所要测量的标志点以及膝关节伸屈时韧带和肌腱的着力点。同时,MRI 还能评价关节软骨及韧带损伤情况。就 MRI 评价 TT-TG 而言,其可靠性较高,并且测量髌腱韧带止点-股骨滑车凹距离对于术前评判可靠性更高。Seitlinger 等^[14]则认为使用胫骨结节-后交叉韧带距离(tibial tubercle-posterior cruciate ligament,TT-PCL)来判断胫骨结节位置更准确,具体方法为选择显示胫骨结节中点、可清晰显示后交叉韧带的最远端层面和显示胫骨近端后髌的常规横轴面图像,前两者各自代表髌韧带和后交叉韧带在胫骨近端的附着点,然后将 3 层图像叠加,分别

经胫骨结节中点和后交叉韧带内侧缘作与胫骨近端后髌间切线的垂线,两垂线间的距离即为 TT-PCL,并视 TT-PCL ≥ 24 mm 为异常,其优点在于不受膝关节旋转及股骨滑车形态变化的影响。结果显示部分 TT-TG>20 mm 的患者,TT-PCL 值正常,表明这类患者胫骨结节位置正常。

2. 股骨滑车发育不良

股骨滑车发育不良使髌骨易于向外脱位。目前主要根据 CT 横轴面表现将股骨滑车发育形态分为 4 型:①股骨滑车凹较浅;②股骨滑车平直或突出;③股骨滑车关节面不对称,包括股骨滑车外侧突出和内侧关节面发育不全;④股骨滑车关节面发育不全、垂直关节以及悬崖样关节面^[15]。在侧位 X 线片上分别表现为穿越征、滑车上小刺征、双轮廓征以及三者的结合。

过去常在髌骨轴位 X 线平片上测量股骨滑车凹角诊断股骨滑车发育不良,但股骨远端即使 5 mm 的轻微旋转都可能引起疾病的误诊,目前 CT 及 MRI 被更多地应用于股骨滑车发育不良的诊断。Fucentese 等^[16]在一项研究中比较了股骨滑车成形术前后的 CT 表现,结果显示股骨近端平面股骨滑车移位值 32~45 mm、股骨滑车深度 -5~4 mm、股骨滑车沟角 150°~190°及股骨滑车外侧面倾斜度 -15°~16°提示股骨滑车发育不良,这些测量值均与手术过程及术后患者恢复情况相符,因此 CT 能作为评价股骨滑车发育不良的可靠手段。

Nicolaas 等^[17]利用 MRI 的软骨标志对正常人膝关节研究显示,股骨滑车凹角、髌骨外侧倾斜度及外侧髌股角正常值分别为 142.4° $\pm$ 6.9°、5.3° $\pm$ 3.8°和 13° $\pm$ 4.4°。van Huyssteen 等^[18]利用 MRI 分别测量股骨滑车发育不良患者骨性面和关节软骨面的滑车凹角度,发现相比骨性面,所有关节软骨凹面的角度更大,发育不良更严重,软骨面滑车凹角 152°~214°时提示发育不良;同时还发现滑车凹处的软骨厚度要大于内外侧髌处的软骨厚度。Biedert 等^[19]首次用高分辨力 MRI 扫描及 3D 后处理技术重建股骨滑车表面关节软骨的三维结构形态来诊断股骨滑车发育不良。相比于根据股骨滑车的形态制作的 CT 三维重建模型可以更准确地反应关节面软骨的真实形态,另外,此模型不受膝关节屈曲的影响。

3. 高位髌骨

高位髌骨常与胫骨结节-股骨滑车凹距离增大、股骨滑车发育不良同时存在。高位髌骨可能是由于髌韧带增长及股四头肌挛缩引起,而非胫骨结节附着点下移引起^[20]。传统测量法一般在 X 线侧位片上进行,包括 Insall-Salvati 法(髌腱长度与髌骨最大长度的比值,大于 1.2 为阳性)、Caton-Deschamps 法(髌骨下缘至胫骨平台前缘的距离与髌骨后缘长度的比值,大于 1.2 为阳性)和 Blackburne-Peel 法等,以 Insall-Salvati 法最为常用。虽然测量方法较多使标准难以统一,但均以骨性标志测量^[21]。Thuillier 等^[10]在 MRI 矢状面图像上运用 Insall-Salvati 法和 Caton-Deschamps 法进行判断,结果显示两者在区分高位髌骨上的阈值高度相关。

Biedert 等^[22]认为用髌骨及股骨滑车关节面软骨测量能准确反映其真实形态及髌股关节功能,因此他们利用 MRI 矢状面图像测量髌骨滑车指数,即股骨滑车软骨上缘到髌骨软骨下缘水平的距离与髌骨软骨上下缘距离之比的百分比来判断患者是否患有高位髌骨,大于 50% 提示低位髌骨,小于 12.5% 提示高位髌骨;这种方法的优点还在于不受髌骨、股骨滑车和髌韧

带胫骨结节附着点形态变化的影响,可以观察儿童较厚的软骨,也能在膝关节伸直位观察。上述方法在矢状面 MRI 上测量具有较高的可靠性和重复性,但在髌骨脱位或半脱位、股骨滑车发育不良或 TT-TG 变大时,很难在单幅图像上准确定位髌骨与股骨滑车近端之间的关系,因此 Dejour 等^[21]建议使用 MRI 矢状面髌股关节对合指数(sagittal patellofemoral engagement Index, SPE)来判断髌骨的位置,在显示髌骨长轴的图像上作连接髌骨软骨上下缘的线段,并将此线段复制到显示股骨滑车最近端软骨的图像上,通过最近端软骨上缘作与上述线段平行的线段至髌骨软骨下缘水平,两线段长度之比即为髌股关节对合指数。一般认为 SPE<0.45 代表患者有高位髌骨以及髌股关节功能紊乱。然而 MRI 上 SPE 指数与 X 线侧位片 Catton-Deschamps 比值相关性很差,因此高位髌骨并不一定代表髌股功能下降,反之亦然。

总结和展望

髌骨脱位主要发生于中青年患者,与其他创伤性脱位不同,其独特之处在于本身具有髌骨不稳的基础。髌骨长期处于不稳定的生物力学机制中,使其受到轻微外伤即容易脱位,保守治疗后也易复发。因此人们将诊疗重点放在其髌骨不稳的机制研究中,而影像学诊断在其中占据举足轻重的地位。随着影像技术设备的更新,CT 和 MRI 越来越多地应用于术前诊断和评价,特别是 MRI 技术,不仅没有辐射,还能观察到 CT 和 X 线所无法显示的软组织结构,但其成像效果是否理想很大程度上取决于操作员。目前对于哪种检查手段及测量方法才是诊断金标准尚未达成一致,主要与髌骨的稳定机制复杂多变有关。因此在未来的临床实际应用中,更多临床试验中心、更大样本量以及更多影像学检查方法的尝试是必须的。

将来,随着影像设备的不断更新,CT 和 MRI 将为髌骨脱位的临床诊断提供更多有价值的信息。

参考文献:

- [1] Greiwe RM, Saifi C, Ahmad CS, et al. Anatomy and biomechanics of patellar instability[J]. Oper Tech Sports Med, 2010, 18(2): 62-67.
- [2] Schulz B, Brown M, Ahmad CS. Evaluation and imaging of patellofemoral joint disorders[J]. Oper Tech Sports Med, 2010, 18(2): 68-78.
- [3] 薛刚, 朱庆生, 朱锦宇, 等. 髌股疼痛综合征 X 线特征与三种评分系统的多元线性回归分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(8): 719-721.
- [4] Charles MD, Haloman S, Chen L, et al. Magnetic resonance imaging-based topographical differences between control and recurrent patellofemoral instability patients[J]. Am J Sports Med, 2013, 41(2): 374-384.
- [5] Guilbert S, Chassaing V, Radier C, et al. Axial MRI index of patellar engagement: a new method to assess patellar instability[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(8 Suppl): S399-405.
- [6] Park HJ, Ahn JH, Kim SS, et al. A new assessment of patellar instability using coronal magnetic resonance images of the patella superimposed on the femur and its clinical utility[J]. J Comput Assist Tomogr, 2013, 37(3): 470-474.
- [7] Balcarek P, Walde TA, Frosch S, et al. MRI but not arthroscopy accurately diagnoses femoral MPFL injury in first-time patellar dislocations[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20(8): 1575-1580.
- [8] Seeley M, Bowman KF, Walsh C, et al. Magnetic resonance imaging of acute patellar dislocation in children: patterns of injury and risk factors for recurrence[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(2): 145-155.
- [9] Elias DA, White LM, Fithian DC. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella[J]. Radiology, 2002, 225(3): 736-743.
- [10] Thuillier DU, Souza RB, Wu S, et al. T1 ρ imaging demonstrates early changes in the lateral patella in patients with patellofemoral pain and maltracking[J]. Am J Sports Med, 2013, 41(8): 1813-1818.
- [11] Balcarek P, Jung K, Frosch KH, et al. Value of the tibial tuberosity-trochlear groove distance in patellar instability in the young athlete[J]. Am J Sports Med, 2011, 39(8): 1756-1761.
- [12] Earhart C, Patel DB, White EA, et al. Transient lateral patellar dislocation: review of imaging findings, patellofemoral anatomy, and treatment options[J]. Emerg Radiol, 2013, 20(1): 11-23.
- [13] Schoettle PB, Zanetti M, Seifert B, et al. The tibial tuberosity-trochlear groove distance: a comparative study between CT and MRI scanning[J]. Knee, 2006, 13(1): 26-31.
- [14] Seitlinger G, Scheurecker G, Högl R, et al. Tibial tubercle-posterior cruciate ligament distance: a new measurement to define the position of the tibial tubercle in patients with patellar dislocation[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(5): 1119-1125.
- [15] Lippacher S, Dejour D, Elsharkawi M, et al. Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(4): 837-843.
- [16] Fucentese SF, Schöttle PB, Pfirrmann CW, et al. CT changes after trochleoplasty for symptomatic trochlear dysplasia[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2007, 15(2): 168-174.
- [17] Nicolaas L, Tigchelaar S, Koeter S. Patellofemoral evaluation with magnetic resonance imaging in 51 knees of asymptomatic subjects[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011, 19(10): 1735-1739.
- [18] van Huyssteen AL, Hendrix MR, Barnett AJ, et al. Cartilage-bone mismatch in the dysplastic trochlea, an MRI study[J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88(5): 688-691.
- [19] Biedert R, Sigg A, Gal I, et al. 3D representation of the surface topography of normal and dysplastic trochlea using MRI[J]. Knee, 2011, 18(5): 340-346.
- [20] Neyret P, Robinson AH, Le Coultre B, et al. Patellar tendon length-the factor in patellar instability? [J]. Knee, 2002, 9(1): 3-6.
- [21] Dejour D, Ferrua P, Ntagiopoulos PG, et al. The introduction of a new MRI index to evaluate sagittal patellofemoral engagement [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(8 Suppl): S391-398.
- [22] Biedert RM, Albrecht S. The patellotrochlear index: a new index for assessing patellar height[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006, 14(8): 707-712.