

MR 定量测量指标对复发性髌骨不稳的诊断价值

高畅, 王文涛, 徐磊, 邹月芬

【摘要】 目的:探讨复发性髌骨不稳的 MR 定量测量指标在不同性别和年龄段中的差异性及其相应的诊断价值。**方法:**将 54 例(58 例患膝)经保守治疗失败的临床确诊为复发性髌骨不稳的患者作为髌骨不稳组,另收集 53 例(53 例健康膝)无膝关节疼痛、外伤等不适症状的健康人群作为对照组,进行回顾性 MRI 图像分析。测量指标包括:髌骨偏移指数、髌骨倾斜角、滑车沟角度、股骨外侧滑车倾斜角、ISR 及胫骨结节-股骨滑车沟距离(TT-TG)共 6 个指标。采用 Mann-Whitney U 检验或独立样本 *t* 检验分别比较各测量指标在病例组和对照组间的差异性,以及各指标在同一组内不同性别以及年龄上的差异性,并计算各指标的受试者工作特征曲线下面积(AUC),确定其诊断阈值及相应的灵敏度与特异度。**结果:**复发性髌骨不稳患者的髌骨偏移指数、髌骨倾斜角、滑车沟角度、ISR 及 TT-TG 距离较健康人群均显著增大,而股骨外侧滑车倾斜角显著减小,且各指标相应的 AUC 均 >0.9 。其中:髌骨偏移指数、髌骨倾斜角和 ISR 的诊断阈值在女性中较男性分别高出 13.8%、3.1°及 0.03($P<0.05$);而 TT-TG 距离的诊断阈值在 >16 岁成人中较 ≤ 16 岁青少年儿童高出 2.1mm($P<0.05$)。**结论:**伸膝时,MR 定量测量的髌股关节指标对复发性髌骨不稳具有较好的临床诊断价值,且部分指标具有特异性的性别或年龄的诊断阈值:髌骨偏移指数、髌骨倾斜角和 ISR 的诊断阈值在女性中明显高于男性,而 TT-TG 距离的诊断阈值在 >16 岁成人中明显高于 ≤ 16 岁青少年儿童,即 TT-TG 距离随着骨骼发育的成熟而增加。

【关键词】 髌骨; 磁共振成像; 诊断

【中图分类号】 R323.72; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)10-1051-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.10.012

Application values of MRI quantitative measurements in the diagnosis of recurrent patellar instability GAO Chang, WANG Wen-tao, XU Lei, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

【Abstract】 Objective: To explore the MRI quantitative measurements in different genders and ages and the value of MR quantitative measurement in diagnosing the recurrent patellar instability. **Methods:** 54 patients (58 knees) failed of conservative treatment and clinically confirmed with recurrent patellar instability were recruited as the patellar instability group. 53 healthy volunteers (53 knees) without pain and trauma were recruited as the control group. All of them were retrospectively evaluated using MRI images, including bisect offset index, patellar lateral tilt, sulcus angle, lateral trochlear inclination, insall-salvati ratio (ISR), and tibial tuberosity-trochlear groove distance (TT-TG). Independent sample *t* test or Mann-Whitney U test were used to compare the differences of these measurements between two groups, as well as different genders and ages in each group. The area under curve (AUC) of receiver operating characteristic was used to calculate and define the diagnostic thresholds, sensitivity and specificity. **Results:** Bisect offset index, patellar lateral tilt, sulcus angle, ISR and TT-TG in patients with recurrent patellar instability were significantly higher than those in control group, whereas lateral trochlear inclination was significantly reduced, and the AUCs of each measurement were all greater than 0.9. For all participants, the diagnostic thresholds of bisect offset index, patellar lateral tilt and ISR in females were greater of 13.8%, 3.1° and 0.03 respectively than those in males ($P<0.05$), whereas the diagnostic thresholds of TT-TG were 2.1mm greater in adults above the age of 16 than that in adolescents under the age of 16 ($P<0.05$). **Conclusion:** At full extension of the knee, MRI quantitative measurement (bisect offset index, patellar tilt angle, sulcus angle, lateral trochlear inclination, ISR and TT-TG) are effective in evaluating recurrent patellar instability. Furthermore, some measurements (bisect offset index, patellar lateral tilt and ISR) had specific diagnostic thresholds in different ages and different genders.

【Key words】 Patellar; Magnetic resonance imaging; Diagnosis

髌股关节的稳定装置包括骨性结构和软组织结构,任何相关因素的异常均会诱导复发性的髌股轨迹异常,例如:股骨滑车发育不全,髌骨高位或髌股支持

带力量不平衡等^[1-3]。10~17 岁的青少年儿童是发病高危人群,保守治疗后髌骨脱位的复发率约为 15%~44%^[2],且与潜在的髌股撞击综合征及髌股关节退行性改变密切相关。因此保守治疗后的定期随访以及应用影像学手段早期预测潜伏性的髌骨不稳及软骨缺失,有助于临床选择最佳术式和时间来调整髌股解剖

作者单位:210029 南京,南京医科大学第一附属医院放射科

作者简介:高畅(1991-),女,江苏盐城大丰区人,硕士研究生,主要从事肌肉骨骼系统影像诊断工作。

通讯作者:邹月芬, E-mail: zou_yf@163.com

学形态、提高髌骨稳定性。目前 MRI 被认为是评价髌股线性排列及软骨解剖最为敏感的方式^[4,5],而由于横断面选取层面的不同,MRI 测量指标对复发性髌骨不稳的诊断阈值争议较大^[2,6-11],同时因女性在发病率中占一定程度上的性别优势^[12],且年龄(骨骼发育情况)对髌股关节骨性结构的影响有无临床意义尚未达成统一观念^[13-15],因此有待进一步研究。

笔者主要通过 MR 定量测量 6 个指标。描述髌骨轨迹的 2 个指标:髌骨偏移指数和髌骨倾斜角;描述髌股关节骨性结构的 4 个指标:滑车沟角度、股骨外侧滑车倾斜角、ISR 和 TT-TG 距离^[12,16],评估在伸膝时,上述各指标对复发性髌骨不稳患者在不同性别和年龄段中的诊断价值。

材料与方法

1. 研究对象

病例组:回顾性分析我院骨关节外科门诊在 2010 年 1 月—2016 年 5 月共收入的临床确诊为复发性髌骨不稳患者 54 例(58 膝)。患者均主诉膝周有持续性钝痛不适,体格检查示:Q 角 $>15^\circ$ 且恐惧征阳性,首次髌骨脱位至此次 MR 检查平均时间为 (5.8 ± 2.6) 年,首次脱位原因为直接暴力伤或间接性扭伤。纳入标准: <28 周岁人群,至少有 2 次髌骨完全脱位史,保守治疗失败历时 3 月以上,初次脱位后均经处理或自行复位。本次 MR 扫描发现髌股关节排列异常,但尚未完全脱离至滑车沟外。排除标准:曾接受过手术治疗干预髌股关节解剖,此次 MR 检查合并有髌骨骨折、半月板或韧带损伤。

对照组:招募 53 例(53 膝)健康志愿者与病例组进行对照,所有志愿者膝关节均无疼痛、外伤、不稳或手术病史,且体格检查未见异常。并将病例组和对照组人群均以 16 岁为界^[13,14,20],细分为成人组 >16 岁(骨骼发育趋于成熟组)和青少年儿童组 ≤ 16 岁。本研究获得医院伦理委员会批准,检查前均签署知情同意书。

2. MR 技术

采用德国 3.0T 磁共振(Magnetom Trio Tim System, Siemens)进行扫描,8 通道柔性表面线圈。扫描时要求患者及志愿者股四头肌放松且膝关节处于伸直状态,扫描范围包括髌骨、股骨滑车及胫骨结节,扫描层厚 3.0 mm,扫描序列包括:矢状面质子加权成像(PDWI):TR 3600 ms,TE 17 ms;矢状面脂肪抑制 T_2 WI-FS:TR 4000 ms,TE 52 ms;冠状面 T_1 WI:TR 765 ms,TE 16 ms;冠状面脂肪抑制 T_2 WI-FS:TR 4000 ms,TE 52 ms;横轴面脂肪抑制 T_2 WI-FS:TR 4000 ms,TE 52 ms。

3. 影像学测量

两名高年资影像科医生在未知受试者信息的情况下分别独立完成测量,测量指标如下。其中 ISR 在矢状面 PDWI 上测量,其余指标均在轴面 T_2 WI-FS 上进行测量,图 1~5 为同一例患膝 MRI 图像。

选取参考线(图 1),此线可显示于其他任意层面中。选取股骨滑车凹最低点作参考线的垂线,并将此线显示于髌骨最长横径的层面中测量髌骨偏移指数(图 2a);经髌骨最长横径的层面测量髌骨倾斜角^[6,12,16](图 2b)。

选用滑车近端层面即最早出现软骨全部覆盖股骨滑车的层面,以低信号的软骨下骨板作为基线,测量股骨外侧滑车倾斜角(图 3a)及滑车沟角度(图 3b)^[16,17]。

TT-TG 距离:分别选取经股骨滑车沟最凹点的层面(图 4a)及胫骨结节最凸点的层面(图 4b)测量 TT-TG 距离^[18]。

通过髌韧带长度与髌骨最长径之比测量 ISR(图 5)^[19]。

4. 统计学处理

采用组内相关系数评价 2 名医生的测量一致性,通过 Mann-Whitney U 检验或独立样本 t 检验分别比较各测量指标在病例组和对照组间的差异性,两组间的性别构成和年龄段比例的差异性分析采用卡方检验。其中,MR 各测量指标成正态分布的数值用 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的数值用中位数(上下四分位间距)M(P25~P75)表示。

分别评估男性、女性、 ≤ 16 岁青少年儿童和 >16 岁成人中,病例组和对照组间各测量指标有无统计学差异性。同时分析各测量指标在病例组和对照组内有无性别及年龄上的统计学差异性,并采用受试者工作特征(ROC)曲线分析各测量指标的曲线下面积(AUC,95%可信区间 CI)、诊断界值及相应的敏感度和特异性。所有统计应用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析, $P<0.05$ 代表差异有统计学意义。

结 果

2 名医师对髌骨偏移指数、髌骨倾斜角、滑车沟角度、股骨外侧滑车倾斜角、ISR 和 TT-TG 距离的组内相关系数分别为 0.91,0.90,0.90,0.89,0.85,0.85($P<0.05$),说明一致性良好,取平均值作为最后的统计数值。

髌骨不稳组的髌骨偏移指数、髌骨倾斜角、滑车沟角度、ISR 及 TT-TG 距离较对照组均显著增大,而股骨外侧滑车倾斜角显著减小,差异均有统计学意义;而两组间的性别构成和年龄无统计学差异(表 1)。其中,髌骨偏移指数、髌骨倾斜角、滑车沟角度、股骨外侧

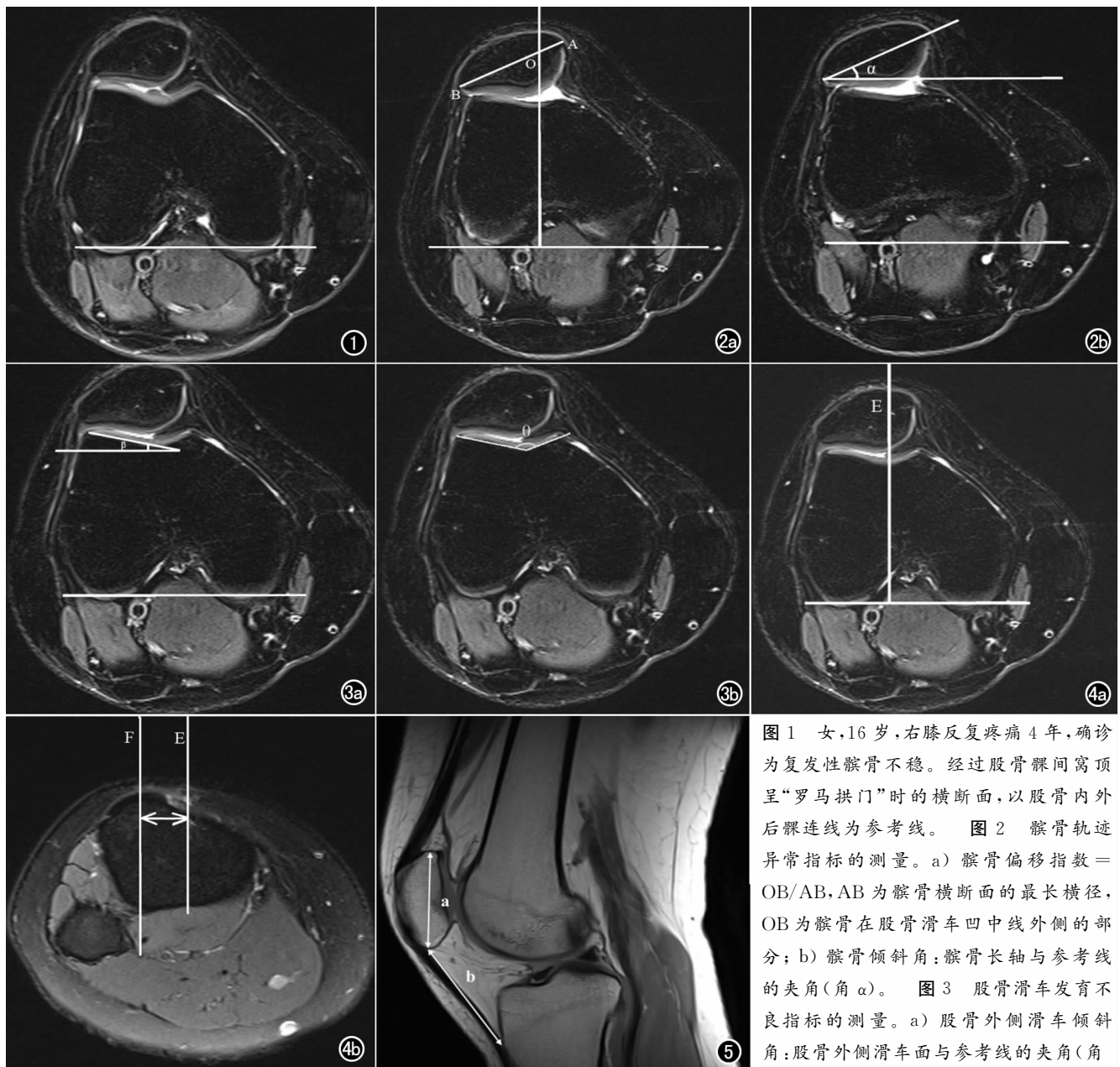


图1 女,16岁,右膝反复疼痛4年,确诊为复发性髌骨不稳。经过股骨髌间窝顶呈“罗马拱门”时的横断面,以股骨内外后髌连线为参考线。图2 髌骨轨迹异常指标的测量。a) 髌骨偏移指数=OB/AB,AB为髌骨横断面的最长横径,OB为髌骨在股骨滑车凹中线外侧的部分;b) 髌骨倾斜角:髌骨长轴与参考线的夹角(角 α)。图3 股骨滑车发育不良指标的测量。a) 股骨外侧滑车倾斜角:股骨外侧滑车面与参考线的夹角(角 β); b) 滑车沟角度:股骨内外侧髌最高点与股骨髌间最低点连线的夹角(角 θ)。图4 TT-TG距离的测量。分别经股骨滑车沟最凹点及胫骨结节最凸点作参考线的垂线E(图a)和F(图b),E和F之间的垂直距离即为TT-TG。图5 髌骨高位的测量。ISR=b/a。

β); b) 滑车沟角度:股骨内外侧髌最高点与股骨髌间最低点连线的夹角(角 θ)。图4 TT-TG距离的测量。分别经股骨滑车沟最凹点及胫骨结节最凸点作参考线的垂线E(图a)和F(图b),E和F之间的垂直距离即为TT-TG。图5 髌骨高位的测量。ISR=b/a。

滑车倾斜角、ISR和TT-TG距离的AUC分别为:0.991,0.992,0.983,0.996,0.939和0.981($P<0.05$),同时在男性、女性、 ≤ 16 岁青少年儿童和 >16 岁成人中,病例组和对照组间各测量指标均存在显著性差异($P<0.01$)。

表2、3分别比较了病例组和对照组内6个MR测量指标在不同性别以及年龄段的组内差异性,并得出两组人群的髌骨偏移指数、髌骨倾斜角和ISR值在女性中均显著高于男性($P<0.05$);而两组人群的TT-TG距离在 >16 岁成人中均显著高于 ≤ 16 岁青少年儿童($P<0.05$)。各测量指标在不同性别或年龄段中

的AUC(95%CI)、相应的诊断阈值、灵敏度及特异度见表4。

讨论

本研究表明在膝关节伸直位时,基于MR定量测量的6个指标在髌骨不稳组和对照组间均存在统计学差异,同时在男性、女性、 ≤ 16 岁青少年儿童和 >16 岁成人中,两组间各测量值也均有显著性差异。且各指标相应的AUC都 >0.9 ,表明上述各项指标对复发性髌骨不稳具有较好的临床诊断价值,同时,部分指标具有特异性的性别或年龄上的诊断阈值。

表 1 各组受试者髌骨轨迹指标及髌股关节骨性结构指标结果比较

	复发性髌股不稳组	对照组	检验值	P
关节例数(n)	58	53		
年龄	18(15~23)	16(14~23)	$Z=-1.0$	0.322
年龄段(≤ 16 岁/ >16 岁)	27/31	28/25	$\chi^2=0.437$	0.509
性别(男/女)	24/34	26/27	$\chi^2=0.659$	0.417
BSO	87.8(80.0~93.0)	54.4(57.3~60.0)	$Z=-8.9$	0.000
PTA($^{\circ}$)	23.0(21.9~28.4)	10.0 $\pm$ 2.4	$Z=-8.9$	0.000
SA($^{\circ}$)	147.9(146.1~150.1)	138.2 $\pm$ 3.6	$Z=-8.8$	0.000
LTI($^{\circ}$)	10.8(9.4~13.0)	20.5 $\pm$ 2.8	$Z=-9.0$	0.000
ISR	1.36 $\pm$ 0.050	1.20 $\pm$ 0.094	$t=-11.4$	0.000
TT-TG(mm)	18.7 $\pm$ 2.8	7.0(6.0~12.1)	$Z=-8.7$	0.000

注:BSO,髌骨偏移指数;PTA,髌骨倾斜角;SA,滑车沟角度;LTI,股骨滑车外侧倾斜角;ISR,Insall-Salvati Ratio;TT-TG,TT-TG 距离。

表 2 髌骨轨迹指标及髌股关节骨性结构指标在不同性别以及年龄段的差异性比较

MR 指标	复发性髌股不稳组					
	男	女	P	≤ 16 岁	>16 岁	P
BSO	82.1 $\pm$ 9.4	88.3 $\pm$ 7.3	0.007 ^{a*}	84.0(74.0~94.0)	88.0(84.0~92.0)	0.478 ^b
PTA	21.4 $\pm$ 5.1	25.1 $\pm$ 4.4	0.005 ^{a*}	22.7 $\pm$ 5.8	23.4(22.4~27.8)	0.125 ^b
SA	147.6 $\pm$ 4.0	148.5(146.3~150.5)	0.126 ^b	147.1(146.1~149.9)	148.3(145.3~150.2)	0.591 ^b
LTI	10.4 $\pm$ 2.8	11.6 $\pm$ 2.2	0.078 ^a	11.4 $\pm$ 2.0	10.7(8.7~13.4)	0.607 ^b
ISR	1.32(1.31~1.35)	1.38 $\pm$ 0.043	0.000 ^{b*}	1.35 $\pm$ 0.058	1.37 $\pm$ 0.041	0.172 ^a
TT-TG	18.4 $\pm$ 2.8	18.7 $\pm$ 2.8	0.513 ^a	17.7 $\pm$ 2.7	19.4(18.2~21.6)	0.007 ^{b*}

注:BSO,髌骨偏移指数;PTA,髌骨倾斜角;SA,滑车沟角度;LTI,股骨滑车外侧倾斜角;ISR,Insall-Salvati Ratio;TT-TG,TT-TG 距离。*有统计学差异,a:数据符合正态分布,采用独立样本 t 检验;b:数据呈非正态分布,采用 Mann-Whitney U 检验。

表 3 髌骨轨迹指标及髌股关节骨性结构指标在不同性别以及年龄段的差异性比较

MR 指标	对照组					
	男	女	P	≤ 16 岁	>16 岁	P
BSO	55.8 $\pm$ 4.3	59.7 $\pm$ 5.6	0.008 ^{a*}	56.5 $\pm$ 4.9	59.2 $\pm$ 5.6	0.063 ^a
PTA	9.3 $\pm$ 2.6	10.6 $\pm$ 2.1	0.045 ^{a*}	9.5 $\pm$ 2.5	10.6 $\pm$ 2.2	0.088 ^a
SA	138.2 $\pm$ 3.8	138.3 $\pm$ 3.4	0.895 ^a	138.9 $\pm$ 3.4	137.5 $\pm$ 3.7	0.165 ^a
LTI	20.2 $\pm$ 3.0	20.7 $\pm$ 2.6	0.516 ^a	20.4(17.2~22.3)	21.1 $\pm$ 2.3	0.187 ^b
ISR	1.15 $\pm$ 0.085	1.24 $\pm$ 0.080	0.000 ^{a*}	1.18 $\pm$ 0.099	1.22 $\pm$ 0.085	0.172 ^a
TT-TG	6.9(5.8~13.6)	7.0(6.1~11.3)	0.957 ^b	6.2(5.6~8.6)	8.4(6.8~13.7)	0.005 ^{b*}

注:BSO,髌骨偏移指数;PTA,髌骨倾斜角;SA,滑车沟角度;LTI,股骨滑车外侧倾斜角;ISR,Insall-Salvati Ratio;TT-TG,TT-TG 距离。*有统计学差异,a:数据符合正态分布,采用独立样本 t 检验;b:数据呈非正态分布,采用 Mann-Whitney U 检验。

表 4 髌骨轨迹指标及髌股关节骨性结构指标在不同性别或年龄段中的诊断效能

测量指标	AUC	CI95%	诊断界值	敏感度(%)	特异度(%)
BSO(%)					
男	0.994	0.980~1.000	>62.4	100.0	92.3
女	0.990	0.974~1.000	>76.2	91.2	100.0
PTA($^{\circ}$)					
男	0.979	0.950~1.000	>11.6	100.0	84.6
女	0.998	0.992~1.000	>14.7	100.0	96.3
ISR					
男	0.986	0.963~1.000	>1.30	87.5	100.0
女	0.918	0.841~0.995	>1.33	94.1	85.2
TT-TG(mm)					
≤ 16 岁	0.976	0.944~1.000	>12.6	100.0	85.7
>16 岁	0.988	0.969~1.000	>14.7	100.0	88.0
SA($^{\circ}$)	0.983	0.966~0.999	>144.4	86.2	98.1
LTI($^{\circ}$)	0.996	0.990~1.000	<15.1	96.2	96.6

注:AUC,受试者工作特征(ROC)曲线下面积;CI95%,95%可信区间;BSO,髌骨偏移指数;PTA,髌骨倾斜角;SA,滑车沟角度;LTI,股骨滑车外侧倾斜角;ISR,Insall-Salvati Ratio;TT-TG,TT-TG 距离。

髌骨轨迹异常主要通过髌骨偏移指数和髌骨倾斜角来衡量^[10],髌骨偏移指数仅用于描述髌骨外移程度,即髌骨在股骨滑车凹中线外侧所占的比例,是反映髌骨半脱位的定量指标,而髌骨倾斜角仅用于描述髌

骨倾斜程度,是反映髌骨内外侧支持力量平衡性的定量指标,倾斜角的异常增大可能是由于松弛或萎缩的内侧髌股韧带和股内斜肌所致^[6,21]。Pal 等^[10]研究发现髌骨轨迹异常患者中,不同性别组间的诊断界值有

统计学差异并提出在所有受试者中,女性髌骨偏移指数和髌骨倾斜角的平均值较男性分别高出 11% 和 4°。与上述结论类似。本文研究表明髌骨不稳组中女性髌骨偏移指数和髌骨倾斜角的平均值较男性分别高出 13.8% 和 3.1°,髌骨偏移指数的诊断界值分别为男 > 62.4%,女 > 76.2%;而髌骨倾斜角的诊断界值分别为男 > 11.6°,女 > 14.7°,且其对复发性髌骨不稳均具有良好的诊断价值(AUC > 0.97)。

股骨外侧滑车倾斜角和滑车沟角度均是反映滑车发育情况的定量指标,而滑车是构成髌股骨性稳定装置的重要组成部分。本文采取股骨滑车近端层面进行测量,即最早出现软骨全覆盖滑车的横断面^[4,6],不仅可以完整的展现滑车近端形态特征,而且可以使测量标准化。滑车沟角度可以间接反映滑车沟的深度,> 144°即被认为是滑车发育不全^[5],本文中滑车沟角度的诊断阈值 > 144.4°。股骨外侧滑车倾斜角过小代表外侧滑车面发育扁平,伸膝时对抗髌骨外移或倾斜的阻力减弱,是髌骨外侧脱位的首要解剖学危险预测指标^[22-26]。本文中股骨外侧滑车倾斜角对复发性髌骨不稳的诊断阈值为 < 15.1°,高于 Carrillon 等^[11]定义的诊断阈值 < 11°,与本文采取滑车近端层面测得的髌骨不稳组均值(11.1 ± 2.5)°和对照组均值(20.5 ± 2.8)°有所差异,可能与 Carrillon 等^[11]纳入人群年龄跨度较大有关。Balcerek 等^[20]认为股骨滑车沟角度及深度在不同年龄段的髌骨不稳患者中没有统计学差异,与本文结果一致。

ISR 值被证实为测量髌骨位置最可靠的指标之一,其 MR 所测正常值约 1.1 ± 0.2^[24],稍低于本文对照组均值 1.2 ± 0.09。高位髌骨可能是由髌韧带增长和/或股四头肌挛缩引起,屈膝时髌骨移位至滑车沟的距离增加,导致关节面下软骨慢性磨损,同样是导致髌骨不稳的重要危险因素^[6,16,23]。本文研究结果表明复发性髌骨不稳患者的 ISR 诊断界值具有性别上的统计学差异,分别为男 > 1.30,女 > 1.33,低于 Meyers^[2]等研究结果:男 > 1.32,女 > 1.52,考虑与 Meyers 等^[2]研究对象没有排除骨关节炎、外伤或手术治疗等病史有关,但就 ISR 的诊断阈值在女性中显著高于男性而言观点一致。

另外一个影响髌骨不稳的因素为胫骨结节外移或外旋,可以通过测量 TT-TG(胫骨结节-股骨滑车沟)距离来反映。既往文献对 TT-TG 的正常范围争议较大,从(8.6 ± 0.3)mm 到(14.8 ± 3.9)mm 均有报道^[2,13,14],目前被普遍接受的一个参考指南^[8]为 TT-TG < 15mm 为正常,15~20mm 为临界范围,> 20mm 为显著异常,因此,不同文献提出的胫骨结节内移术的干预指标在 15~20mm 中浮动^[2,9]。TT-TG 距离的

增大反映了胫骨结节向外侧牵拉髌韧带使之作用于髌骨的外翻矢量加大,诱发髌骨脱位,是髌骨不稳术前常规测量指标之一。以 16 岁为界,Dickens 等^[14]报道青少年儿童(≤16 岁)髌骨不稳组和正常组 TT-TG 均值分别为(12.2 ± 1.1)mm 和(8.6 ± 0.3)mm,并提出 TT-TG 距离随着年龄的增长(即骨骼发育的成熟)而增加,而在男女性别中没有统计学差异,Balcerek 等^[15]却认为 TT-TG 距离与年龄没有明确的相关性。本文研究结果表明复发性髌骨不稳组的 TT-TG 均值(18.7 ± 2.8)mm 显著高于对照组(8.5 ± 3.6)mm,且在两组人群中均具有年龄上的统计学差异,TT-TG 诊断阈值在 > 16 岁成人中较 ≤ 16 岁青少年儿童高出 2.1mm,分别为 > 14.7mm 和 > 12.6mm。

综上所述,伸膝时 MR 定量测量的髌股关节指标对复发性髌骨不稳具有较好的临床诊断价值,且部分指标具有特异性的性别或年龄的诊断阈值。髌骨偏移指数、髌骨倾斜角和 ISR 的诊断界值在女性中明显高于男性,而 TT-TG 距离的诊断界值在 > 16 岁成人中明显高于 ≤ 16 岁青少年儿童,即 TT-TG 距离随着骨骼发育的成熟而增加。

参考文献:

- [1] 秦乐,李梅. 髌骨脱位影像学研究进展[J]. 放射学实践,2015,30(1):78-80.
- [2] Meyers AB, Laor T, Sharafinski M, et al. Imaging assessment of patellar instability and its treatment in children and adolescents[J]. *Pediatr Radiol*, 2016, 46(5):618-636.
- [3] 王娟,张家雄,周守国. Hoffa 病与髌骨运动轨迹异常相关性的 MRI 研究[J]. 放射学实践,2014,29(4):428-432.
- [4] Chhabra A, Subhawong TK, Carrino JA. A systematised MRI approach to evaluating the patellofemoral joint[J]. *Skeletal Radiol*, 2011, 40(4):375-387.
- [5] Salzmann GM, Weber TS, Spang JT, et al. Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010, 130(3):335-340.
- [6] 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.
- [7] Seeley M, Bowman KF, Walsh C, et al. Magnetic resonance imaging of acute patellar dislocation in children[J]. *J Pediatr Orthop*, 2012, 32(2):145-155.
- [8] Petri M, Ettinger M, Stuebig T, et al. Current concepts for patellar dislocation[J]. *Arch Trauma Res*, 2015, 4(3):e29301.
- [9] Rhee SJ, Pavlou G, Oakley J, et al. Modern management of patellar instability[J]. *Int Orthop*, 2012, 36(12):2447-2456.
- [10] Pal S, Besier TF, Beaupre GS, et al. Patellar maltracking is prevalent among patellofemoral pain subjects with patella alta: an upright, weightbearing MRI study[J]. *J Orthop Res*, 2013, 31(3):448-457.

- [11] Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, et al. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination-initial experience[J]. Radiology, 2000, 216(2): 582-585.
- [12] Biyani R, Elias JJ, Saranathan A, et al. Anatomical factors influencing patellar tracking in the unstable patellofemoral joint[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014, 22(10): 2334-2341.
- [13] Cooney AD, Kazi Z, Caplan N, et al. The relationship between quadriceps angle and tibial tuberosity-trochlear groove distance in patients with patellar instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2012, 20(12): 2399-2404.
- [14] Dickens AJ, Morrell NT, Doering A, et al. Tibial tubercletrochlear groove distance: defining normal in a pediatric population[J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(4): 318-324.
- [15] 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.
- [16] Stefanik JJ, Zumwalt AC, Segal NA, et al. Association between measures of patella height, morphologic features of the trochlea, and patellofemoral joint alignment: the MOST study[J]. Clin Orthop Relat Res, 2013, 471(8): 2641-2648.
- [17] 吴俊峰, 刘丽思, 郑卓肇, 等. MR 横断面定量测量指标对髌股关节不稳患者的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(8): 659-663.
- [18] 尹力, 尹宗生, 王伟. TT-TG 间距在指导单侧复发性髌骨不稳诊疗中的价值[J]. 临床骨科杂志, 2015, 18(2): 184-186.
- [19] 秦乐, 李梅, 王慧, 等. CT 在髌骨脱位三联术后评估中的价值[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(7): 1148-1151.
- [20] Balcarek P, Walde TA, 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]. Eur J Radiol, 2011, 79(3): 415-420.
- [21] Draper CE, Besier TF, Fredericson M, et al. Differences in patellofemoral kinematics between weight-bearing and non-weight-bearing conditions in patients with patellofemoral pain[J]. J Orthop Res, 2011, 29(3): 312-317.
- [22] Bollier M, Fulkerson JP. The role of trochlear dysplasia in patellofemoral instability[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2011, 19(1): 8-16.
- [23] Steensen RN, Bentley JC, Trinh TQ, et al. The prevalence and combined prevalences of anatomic factors associated with recurrent patellar dislocation a magnetic resonance imaging study[J]. Am J Sports Med, 2015, 43(4): 921-927.
- [24] Chareancholvanich K, Narkbunnam R. Novel method of measuring patellar height ratio using a distal femoral reference point[J]. Int Orthop, 2012, 36(4): 749-753.
- [25] Teng HL, Chen YJ, Powers CM. Predictors of patellar alignment during weight bearing: an examination of patellar height and trochlear geometry[J]. Knee, 2014, 21(1): 142-146.
- [26] Elias JJ, Soehnen NT, Guseila LM, et al. Dynamic tracking influenced by anatomy in patellar instability[J]. Knee, 2016, 23(3): 450-455.

(收稿日期: 2016-12-29 修回日期: 2017-03-14)

下期要目

缺血性脑白质病变 DCE-MRI 药代动力学模型选择
螺旋 CT 评价原发性颌面部成釉细胞瘤的价值
39 例腹壁子宫内膜异位症的 MRI 表现
双期心脏 CT 成像在左心耳自发显影(≥ 2 级)
中的诊断价值
原发性高血压伴左心室肥厚患者的升主动脉弹性
圆锥动脉干畸形产前超声诊断与误诊分析

磁共振灌注成像在鼠肝纤维化、肝硬化病理分级中的价值
原发性气管支气管低度恶性肿瘤的 CT 及 PET/CT
表现
结合 MRI 和 X 线分类对乳腺 X 线筛查为 BI-RADS 4 类
肿块的处理体会
评估肺癌短期重复扫描 ADC 值和 IVIM 参数值的测量
可重复性