

髌骨不稳人群与正常人群髌骨运动轨迹的对比研究

黄晋^{1△} 谢兴文¹

[摘要] 目的:探讨髌骨不稳人群与正常人群髌骨运动轨迹的不同,为临床诊断提供依据。方法:自2012年7月至2016年12月,共纳入35例(35膝)髌骨不稳人群;其中男性11例,女性24例。纳入健康人群10例(10膝),其中男性4例,女性6例。在膝关节0°,30°,45°,60°及90°位置进行膝关节CT扫描,使用Mimics10.01对影像资料进行分析,参数包括髌骨倾斜、外移、旋转。结果:在膝关节位于0°~90°位置时,髌骨倾斜、外移、旋转与正常人群相比差异均有统计学意义($P<0.05$)。在0°~60°,髌骨不稳人群髌骨倾斜及外移逐渐减小,60°~90°时增大;膝关节曲屈0°~30°时,髌骨旋转逐渐减小;在30°~45°位置时,逐渐增大;在45°~60°时,旋转有所下降;在60°~90°时,其旋转程度增大。结论:髌骨不稳人群与正常人群相比,两组动态髌骨运动轨迹存在差异。

[关键词] 髌骨不稳;正常人群;髌骨轨迹

[中图分类号] R681.8 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)02-0072-04

Comparative Study of Patellar Track between Patellar Instability People and Healthy People

HUANG Jin^{1△} XIE Xingwen¹

¹Gansu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730050, China.

Abstract Objective: To explore the difference of patellar track between the patellar instability people and healthy people, and to provide the basis for clinical diagnosis. **Methods:** A total of 35 patients (35 knees) with patellar instability were enrolled from July 2012 to December 2016, including 11 males and 24 females, and 10 healthy people (10 knees), including 4 males and 6 females. The knee joint CT scan was performed at 0°, 30°, 45°, 60°, 90°, and Mimics10.01 was used to analyze the imaging data, including patellar tilt, external movement and rotation. **Results:** There was statistic difference between the 2 groups at 0°~90° on patellar shift, patellar tilt and patellar rotation. At 0°~60°, patellar shift and patellar tilt gradually decrease, and at 60°~90°, it is gradually increase. For patellar rotation, it is gradually decrease at 0°~30° and 30°~45°, and at 30°~45° and 60°~90°, it is gradually increase. **Conclusion:** Based on the comparison of the results, it is found that the differences in the dynamic patella trajectory between the two groups were obvious.

Keywords: patellar instability; healthy people; patellar track

髌骨不稳是指膝关节伸曲活动时髌骨发生外倾或外移程度加大,是膝前疼痛和膝关节功能障碍的常见原因,也是髌骨软骨软化或髌股关节骨性关节炎的重要病因。该疾病主要多发于青少年尤其是女性,文献报道其发病率为13%~27%^[1,2],目前,对于该疾病的发病机制、诊断及治疗尚无统一标准,但主流观点认为其解剖结构及髌骨运动轨迹的改变在疾病的病理变化过程中起主要作用。当前对于髌骨不稳人群与正常人群髌骨运动轨迹的对比鲜有报道,为探索髌骨人不稳

人群与正常人群的不同,自2012年7月至2015年12月笔者对35例髌骨不稳人群以及10例正常人群的膝关节CT使用Mimics10.01进行分析,探讨两组人群髌骨运动轨迹的区别,现报告如下。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 髌骨不稳 膝关节伸曲活动时髌骨发生外倾或外移程度加大,是膝前疼痛和膝关节功能障碍的常见原因,也是髌骨软骨软化或髌股关节骨性关节炎的重要病因^[1]。髌骨不稳缺乏特征性的临床表现,而且独特的客观体征较少,易与膝关节其他疾病相混淆,并且目前对于髌骨不稳定的分类尚无统一标准,临床中还要依靠一些辅助检查,其中比较常用的是X线检

基金项目:甘肃省科技重大专项计划资助项目(1203FKDA036)

¹ 甘肃省中医院(兰州,730050)

△通信作者 E-mail:403132880@qq.com

查,并一定要拍摄膝关节屈曲 30°的轴位片。

1.1.2 正常人群 除外髌骨不稳的所有人群。

1.2 诊断标准

常用诊断指标^[3]:1)髌骨高位:Blackburne-Peel 法:屈膝 30°,测量髌骨关节面下缘胫骨平台的垂直距离/髌骨关节面长度比(正常值 0.8~1.0),低于 0.8 为低位髌骨,大于 1.0 即为高位髌骨。2)髌骨偏外:经查阅目前国内没有关于髌骨偏内、偏外的具体数值,根据我们前期对膝关节形态 X 线的测量,采用髌骨中点距股骨中点距离/股骨髁横径比值表示,确定 95%医学参考范围 $0.042\ 4 \pm 0.068\ 27$,最小值 -0.16,最大值 0.24。小于 -0.16 为髌骨偏内,大于 0.24 为髌骨偏外。

1.3 纳入标准

1)年龄 14~60 岁;2)正常人群;3)符合诊断标准 1)或 2)或 1)+2);4)同意并签署知情同意书。

1.4 排除标准

1)不符合上述诊断标准和纳入标准者;2)已接受其它有关治疗,可能影响本研究的效应指标观测者;3)合并有心脑血管、肝、肾和造血系统等严重危及生命的原发性疾病以及精神病患者;4)诊断有感染性关节炎,痛风性关节炎,风湿类风湿性关节炎,神经性关节炎或急性膝关节创伤者;5)与具体研究病种有关的其它需排除的因素。

1.5 方法

1.5.1 测量方法

1.5.1.1 CT 扫描:所有被研究者均接受甘肃省中医院影像科菲利普 64 排 128 层 CT 检查,检查时受试者取仰卧位,脚先进,双下肢放置已研发的“膝关节多角度可调节影像支架”上,在股四头肌等长收缩状态下自主屈曲膝关节,分别在膝关节屈曲 0°,30°,45°,60°及 90°位依次垂直髌骨进行 CT 扫描。扫描范围:关节线上、下方各 15 cm。所有采集数据均导入 Mimics10.01 中进行图像后处理,获得膝关节 3D 重建图像(图 1~2)。

1.5.1.2 建立髌股关节坐标系:在重建图像上建立关节坐标系描述髌骨在膝关节屈曲过程的运动轨迹。股骨上建立两条轴线:1)股骨内上髁、外上髁连线(Transsepicondylar Axis, TEA 轴);2)TEA 轴中点的垂线。膝关节的中心定义为 TEA 轴的中点。标记髌骨上下缘连线(Superior-Inferior, SI)、髌骨前后缘连线(Anterior-Posterior, AP)和髌骨内、外侧缘连线(Medial-Lateral, ML)。髌骨纵轴定义为 SI 轴,横轴定义为 ML 轴,髌骨的中心定义为 ML 轴的中点。膝关节的屈曲角度由矢状面上股骨纵轴和胫骨纵轴的夹角进一步确定。

1.5.1.3 髌骨 6 个自由度运动的描述:髌骨移位(Patellar Shift)定义为髌骨的中心点在 TEA 轴上的内外

侧移动;髌骨倾斜(Patellar Tilt)定义为髌骨沿自身纵轴的旋转;髌骨旋转(Patellar Rotation)定义为髌骨沿自身前后轴的旋转;髌骨屈曲(Patellar Flexion)定义为沿 TEA 轴的旋转;髌骨前后移位(Patellar Anterior/posterior Translation)定义为髌骨沿自身前后轴的移动;髌骨上下移位(Patellar Superior/inferior Translation)定义为髌骨沿自身纵轴的移动。

1.5.1.4 观察指标:髌骨运动轨迹:1)髌骨倾斜(Patellar tilt),在轴位重建图像上,测量 TEA 轴与髌骨 ML 轴的夹角,此角开口向内为正值。2)髌骨中心外移(Patellar Shift):在轴位重建图像上测量髌骨中心点(即髌骨 ML 轴的中点)在 TEA 轴上相对于膝关节中点的移位,相对于膝关节中点外侧移位为正值。3)髌骨旋转(Patellar Rotation):在冠状位重建图像上测量 TEA 轴的垂线与髌骨 SI 轴的夹角,此角开口向外为正值。

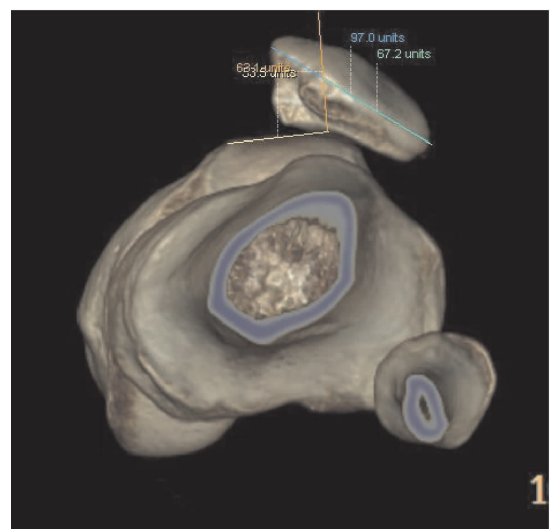


图 1 髌骨不稳 CT 重建图测量

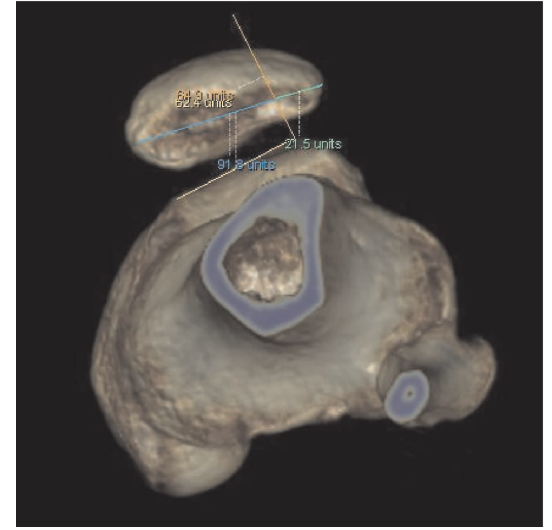


图 2 正常髌骨 CT 重建图测量

1.6 统计学方法

使用 SPSS21.0 进行数据统计, $P < 0.05$ 差异有

统计学意义,三个观察指标数据非正态性分布,方差不齐,取 Welch 校正 F 值。

2 结果

2.1 一般资料

自 2012 年 7 月至 2015 年 12 月,本研究共纳入 35 例髌骨不稳患者,共 35 个膝关节;其中男性 11 例,女性 24 例;平均年龄(23.16 ± 7.78)岁,平均身高(166.52 ± 7.41)cm,平均体质量(60.22 ± 11.66)kg,

纳入正常人群 10 例,共 10 个膝关节;其中男性 4 例,女性 6 例;平均年龄(28.50 ± 11.79)岁,平均身高(168.30 ± 9.09)cm,平均体质量(60.50 ± 14.03)kg,两组人口学资料差异无统计学意义。所有被研究者均签署知情同意书,由甘肃省中医院伦理委员会批准。

2.2 两组髌骨倾斜对比

髌骨不稳人群和正常人群在 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 及 90° 位置,髌骨倾斜方面差异有统计学意义,见表 1。

表 1 两组髌骨倾斜对比[M(P25,P75)]

组别	0°	30°	45°	60°	90°
不稳	18.00(12.33,24.00)	12.00(7.67,21.67)	10.33(4.67,18.33)	9.00(6.33,20.00)	10.67(4.67,19.00)
正常	5.17(2.00,6.17)	4.50(2.25,5.42)	2.67(2.08,8.84)	0.84(0.59,7.75)	2.00(0.59,2.42)
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.3 两组髌骨外移对比

90° 位置,髌骨外移方面差异有统计学意义,见表 2。

髌骨不稳人群和正常人群在 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 及

表 2 两组髌骨外移对比[M(P25,P75)]

组别	0°	30°	45°	60°	90°
不稳	13.00(8.00,17.33)	10.33(5.00,16.33)	6.33(3.33,14.67)	5.33(3.00,13.33)	6.00(4.00,15.67)
正常	4.17(3.67,5.92)	0.17(-0.42,1.58)	0.17(-0.25,0.67)	1.67(0.33,2.33)	0.50(-0.33,1.00)
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.3 两组髌骨旋转对比

90° 位置,髌骨旋转方面差异有统计学意义,见表 3。

髌骨不稳人群和正常人群在 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 及

表 3 两组髌骨旋转对比[M(P25,P75)]

组别	0°	30°	45°	60°	90°
不稳	90.00(87.00,92.33)	89.33(88.00,93.33)	91.00(87.33,93.33)	90.33(88.00,95.33)	90.67(87.33,96.67)
正常	85.84(84.83,86.75)	87.00(82.67,88.25)	86.84(85.25,90.42)	87.34(85.33,89.67)	88.17(87.33,89.50)
P	<0.01	0.02	0.018	0.01	0.037

3 讨论

该研究发现髌骨不稳人群在不同曲屈角度时,其倾斜、外移以及旋转同正常人群存在差异,其髌骨轨迹值均大于正常人群。在髌骨倾斜方面,随着膝关节屈曲角度的增大,在 $0^\circ \sim 60^\circ$ 范围内髌骨倾斜角逐渐变小,在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 位置逐渐增大;在髌骨外移方面,随着膝关节屈曲角度的增大,在 $0^\circ \sim 60^\circ$ 范围内髌骨外移成都逐渐变小,在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 位置逐渐增大;在髌骨旋转方面,在 $0^\circ \sim 30^\circ$ 时,其旋转逐渐减小;在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 位置时,逐渐增大;在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 时,旋转程度略有下降;在 $60^\circ \sim 90^\circ$ 时,其旋转程度增大。

髌骨不稳是常见的膝关节功能障碍性疾病之一^[4,5],对于其病理生理学机制目前尚不完全清楚,当前文献认为其实多因素作用的结果,但是主要与髌骨静态排列错误和异常髌骨运动轨迹相关^[6,7]。对于髌骨不稳人群与正常人群髌骨轨迹的对比目前研究较少,主要原因为:在活体进行髌骨轨迹测量时由于股四头肌腱的影响,另外由于膝关节运动时髌骨位于皮下,使得该测量变得困难^[8]。当前所能够接受的旋转误差为 $0.9^\circ \sim 2.4^\circ$,外移误差为 $0.5 \sim 3.3$ mm^[9,10]。

髌骨轨迹是膝关节屈伸活动中髌骨相对于股骨或股骨滑车的运动,从当前的生理学角度而言,当膝关节处于伸直位置时,髌骨向外侧移位接近 4 mm,随着膝关节曲屈角度的增加,髌骨逐渐移至股骨滑车并且位于滑车中央^[11,12]。研究发现,髌骨不稳人群的动态髌骨运动轨迹与正常人群相比具有一定的差异,出现髌骨运动轨迹的异常^[13]。髌骨运动轨迹异常指在膝关节屈伸过程中髌骨偏离其生理学运动轨迹,软组织挛缩、Q 角增大、胫骨结节与股骨滑车距离的增加以及滑车发育不良均会导致髌骨运动轨迹异常^[14]。当前将髌骨运动轨迹异常区分为近端、远端以及整体运动序列的异常。近端异常主要由软组织失平衡、胫骨结节和股骨滑车距离改变以及 Q 角的异常所引起,多数情况下,近端轨迹异常临床上较为明显,但是当膝关节 $20^\circ \sim 30^\circ$ 曲屈时给临床判断提出挑战^[14]。远端异常主要由外侧股骨髁发育不良所引起,当膝关节曲屈角度位于 $50^\circ \sim 70^\circ$ 时,髌骨向外侧移位。从本研究结果发现,髌骨不稳人群的动态髌骨运动轨迹与正常人群相比,在膝关节由伸直状态曲屈至 90° 时,其倾斜、外移、旋转均不同于正常人群,与正常人群存在统计学差异,

这与 Frosch 等^[13]的研究有所差别,他们的研究结果发现在膝关节曲屈 15°~45°时,髌股关节疼痛综合征人群的髌骨中心外移与正常人群存在统计学差异,在 15°~120°时,两组的髌骨旋转存在统计学差异,当膝关节曲屈于 15°~60°位置时,两组的髌骨倾斜角存在统计学差异。本研究认为造成这一差异的原因可能与所纳入的人群、影像设备以及测量工具的不同有关。

该研究中将膝关节 CT 与 mimics10.01 相结合,在膝关节曲屈的不同位置对髌骨倾斜、外移以及旋转进行测量,结果发现髌骨不稳人群与正常人群动态髌骨运动轨迹相比,在倾斜、旋转以及外移方面均存在差异,对于髌骨不稳的病理生理学机制的认识提供了一定参考,同时对于髌骨不稳的诊断、治疗方式的选择以及疗效评价也提供了一定参考。当然,该研究也存在其不足之处:1)所纳入样本量较少;2)对于软组织对髌骨不稳的影响考虑不足;3)未对髌骨不稳、髌骨运动轨迹与临床症状的相关性进行研究。

参考文献

- [1] Tigchelaar S ,van Essen P ,Bénard M ,Koëter S. A self-centring osteotomy of the tibial tubercle for patellar maltracking or instability: results with ten-years follow-up [J]. The Bone Joint J,2015,97-B(3):329-336.
- [2] Roush JR,Curtis Bay R. Prevalence of anterior knee pain in 18-35year-old females [J]. Int J Sports Phys Ther, 2012,7(4):396-401.
- [3] Petersen W,Rembitzki IV,Brüggemann GP,et al. Anterior knee pain after total knee arthroplasty;a narrative review[J]. Int Orthop,2014,38(2):319-328.
- [4] Du H,Tian XX,Guo FQ,et al. Evaluation of different surgical methods in treating recurrent patella dislocation after three-dimensional reconstruction [J]. Int Orthop, 2017,41(12):2517-2524.
- [5] Brunet ME,Brinker MR,Cook SD,et al. Patellar tracking

- during simulated quadriceps contraction[J]. ClinOrthop-Relat Res,2003,414(414):266-275.
- [6] Tanaka MJ,Elias JJ,Williams AA,et al. Characterization of patellar maltracking using dynamic kinematic CT imaging in patients with patellar instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2016,24(11):3634-3641.
- [7] Wilson NA,Press JM,Koh JL,et al. In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain[J]. J Bone Joint Surg Am,2009,91(3):558-566.
- [8] Elias JJ,Soehnen NT,Guseila LM,et al. Dynamic tracking influenced by anatomy in patellar instability[J]. Knee, 2016,23(3):450-455.
- [9] Nijs J, Van Geel C, Van der auwera C,et al. Diagnostic valueof five clinical tests in patellofemoral pain syndrome [J]. Man Ther,2006,11(1):69-77.
- [10] Carlson VR,Boden BP,Sheehan FT. Patellofemoral Kinematics and Tibial Tuberosity-Trochlear Groove Distances in Female Adolescents With Patellofemoral Pain[J]. Am J Sports Med,2017,45(5):1102-1109.
- [11] Feller JA,Amis AA,Andrisc JT. Current concepts;surgical biomechanics of the patellofemoral joint[J]. Arthroscopy,2007,23(5):542-553.
- [12] Tanaka MJ,Elias JJ,Williams AA,et al. Characterization of patellar maltracking using dynamic kinematic CT imaging in patients with patellar instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2016,24(11):3634-3641.
- [13] Frosch KH,Schmeling A. A new classification system of patellar instability and patellar maltracking[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2016,136(4):485-497.
- [14] 胥少汀,葛宝丰,徐印坎,等. 实用骨科学[M]. 北京:人民军医出版社,2005:1848-1856.

(收稿日期:2017-08-03)