

· 基础研究 ·

髌内外侧稳定结构与髌股关节稳定性实验研究

梁兴森¹, 余正红², 李义凯³, 姜迎萍¹, 陈先武¹, 黄敏¹

(1. 广东省第二人民医院康复医学科, 广东 广州 510317; 2. 河南省人民医院骨科, 河南 郑州 450003; 3. 南方医科大学中医药学院骨伤推拿教研室, 广东 广州 510515)

【摘要】 目的: 了解髌内外侧稳定结构对髌骨的稳定作用, 探讨临床中松解髌外侧支持带的治疗作用及效果, 为临床治疗髌骨不稳提供生物力学依据。方法: 6 例新鲜膝关节标本, 对股四头肌进行加载(模拟肌力正常的情况), 在不同屈曲度, 对髌骨施加外侧方移位载荷, 使髌骨外侧半脱位, 读取记录载荷大小。干预 1: 松解髌内侧支持带(模拟病理状态), 重复上述操作, 读取记录载荷大小; 干预 2: 在干预 1 的基础上进一步松解外侧支持带(模拟手术治疗), 重复上述操作, 读取记录载荷大小。结果: 松解髌内侧支持带后, 使髌骨半脱位的载荷比支持带完整时减小, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。进一步松解外侧支持带, 半脱位载荷进一步减小, 但与干预 1 差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 髌内侧支持带在维持髌骨稳定及髌股关节正常运动轨迹中有重要作用, 在临床治疗复发性髌骨脱位或半脱位时, 应该重视髌内侧支持带的修复重建, 单纯松解外侧支持带的方法并非最佳选择。

【关键词】 髌股关节; 髌骨脱位; 内侧支持带; 外侧支持带; 内侧髌股韧带

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.04.017

Experimentation of the relationship between medial or lateral patellar stabilizer and patellofemoral stabilization

LIANG Xing-sen, YU Zheng-hong, LI Yi-kai, JIANG Ying-ping, CHEN Xian-wu, and HUANG Min. Department of Rehabilitation, Guangdong No.2 People's Hospital, Guangzhou 510317, Guangdong, China

ABSTRACT Objective: To study the contribution of medial or lateral stabilizer to the stability of the patella, to explore the function and effect of releasing the LPR clinically and to provide a biomechanical basis for the clinical treatment of patellar instability (PI). **Methods:** The quadriceps femoris of 6 fresh human cadaver knees were loaded to simulate a normal condition of muscle strength. First the loading force was measured and recorded, which subluxated the patella with the different degrees of knee flexion. Intervention 1: released the medial patellar retinaculum (MPR) to simulate pathologic conditions, then repeated the above manipulates and recorded the loading force. Intervention 2: released the LPR furthermore to simulate clinical surgical treatment, then repeated the above manipulates and recorded the loading force. **Results:** After releasing the MPR, the loading force which subluxated the patella were decreased obviously, and there were significant differences between the two groups ($P < 0.05$). The above loading force was further decreased after the further release of LPR, but the difference was not significant ($P > 0.05$). **Conclusion:** MPR plays an important role in maintaining the stability of the patella and in the normal trajectory of the patellofemoral joint. The attention should be paid to the repair or reconstruction of the MPR in the treatment for patella recurrent lateral dislocation subluxation. Releasing the LPR is not a best choice.

KEYWORDS Patellofemoral joint; Patellar dislocation; Medial patellar retinaculum; Lateral patellar retinaculum; Medial patellofemoral ligament

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(4):364-367 www.zggszz.com

髌股关节失稳可导致髌股关节骨性关节炎、髌骨脱位和全膝关节置换术后髌股关节轨迹不良等病症, 疼痛、关节功能障碍等症状严重影响患者的生活质量^[1-3]。正常情况下, 维持髌股关节的稳定需要股四头肌等动力性稳定结构, 及内外侧支持带等静力性稳定结构, 髌内侧支持带(medial patellar retinaculum, MPR)可分为浅、深 2 层。浅层较薄, 与覆盖股薄

肌、缝匠肌的筋膜相连; 深层又包括内侧髌股韧带(medial patellofemoral ligament, MPFL), 内侧髌胫韧带和内侧髌半月板韧带。MPFL 连接股骨内上髁与髌骨内侧缘中上部, 大小存在个体差异, 其纤维横行走行且较为致密, 是限制髌骨向外侧脱位的主要静力结构^[4]。MPR 常常在损伤中被破坏。Sallay 等^[5]报道急性创伤性髌骨脱位中有约 94% 的病例合并 MPR 断裂。针对髌骨脱位的手术方式有髌外侧支持带(lateral patellar retinaculum, LPR) 松解, MPR 紧缩, MPFL 修复重建和胫骨结节前内移等^[6-9]。对复发

通讯作者: 梁兴森 E-mail: zglxs2004@sina.com

Corresponding author: LIANG Xing-sen E-mail: zglxs2004@sina.com

性髌骨脱位是否施行 LPR 松解存在一定争议。吴海山等^[10]进行临床研究发现, LPR 松解治疗髌股关节紊乱, 髌骨脱位与半脱位组的优良率仅为 40%。普遍认为 MPR 断裂、损伤或松弛是髌骨习惯性脱位的病因, 但缺少此类的生物力学试验研究, LPR 松解对髌骨脱位的治疗作用, 以及对髌骨稳定性的影响也缺少生物力学研究。本研究通过模拟 MPR 断裂, 以及 LPR 松解的治疗方法, 来了解内外侧支持带对髌骨的稳定作用, 为临床针对髌骨不稳所做的与内外侧支持带有关的治疗及康复提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验标本

6 例新鲜正常成人下肢标本, 由南方医科大学临床解剖学研究所提供, 年龄、性别不详。左右各 3 例, 外观无畸形, 无严重创伤、手术迹象, 肌肉发育良好, 膝关节体检功能好, 经放射学影像检查膝关节无发育异常, 无骨质病损。保留膝关节平面上下各至少 15 cm, 截取实验用膝关节标本, 解剖除去皮肤以及皮下脂肪, 保留股四头肌肌腱及膝关节周围韧带完整。用聚甲基丙烯酸甲酯(自凝牙托粉, 上海医疗器械股份有限公司齿科材料厂)进行两端包埋。标本处理完毕, 置于冰箱-20℃低温保存, 备用。

1.2 实验方法

1.2.1 实验仪器 机械式三维坐标测读仪。

1.2.2 测试平台构建 标本固定加载装置主要包括固定平台和加载架。固定平台上有 2 个台钳(可以在钢轨上面滑动或固定); 加载架上有 3 个可以上下调节高度的滑轮, 以保证在不同屈曲度时各肌力方向与股骨干之间的相对角度始终保持一致。对股四头肌进行加载, 其中股直肌和股中间肌的加载方向为平行于股骨干, 股内、外侧肌均与股直肌成 30°角。另有滑轮传导 1 个使髌骨向外侧脱位的力。标本的两端分别固定于 2 个标有刻度的台钳上, 通过台钳在钢轨上的滑动来控制膝关节标本的屈曲度(精确到 1°)。

1.2.3 实验操作 髌骨不稳主要是髌骨向外侧脱位或半脱位, 本研究主要模拟了髌骨向外半脱位的情况。实验前取出标本, 自然解冻复温 8 h。髌骨前面正中点位置置入 1 枚螺钉, 既作为拉力的作用点, 又作为髌骨移位的标志点。用三维坐标测读仪追踪标志点, 在匀速运动的情况下严格控制其移位为水平方向 1.0 cm^[11]。模拟正常肌力对股四头肌三部分进行加载, 共加载 150 N(股中间肌和股直肌作为 1 个部分加载 50 N, 股内侧肌和股外侧肌分别加载 50 N)。分别在内外侧支持带完整、干预 1、干预 2 这 3 种工况下测量记录膝关节屈曲 0°、10°、20°、30°、

45°、60°、90°时, 使髌骨向外移位 1.0 cm 的载荷(即使髌骨向外侧半脱位所需要的力)。干预 1: 松解 MPR(主要是 MPFL), 模拟病理状态。干预 2: 在干预 1 的基础上进一步松解 LPR(主要是外侧横韧带), 模拟临床手术治疗。

1.3 统计学处理

本实验数据用 SPSS16.0 进行统计学处理, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。取 6 组数据的均数, 以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)进行简单的统计指数描述。重复效应及交互效应的 $P < 0.05$ 时, 采用两个重复测量因素的方差分析, 3 种工况作为分组变量, 7 个屈曲角度作为重复测量变量; 重复因素主效应不同水平间的多重比较用 LSD 法; 不满足方差齐性时会给出 ϵ 校正系数。

2 结果

2.1 3 种工况下各个屈曲角度使髌骨半脱位所需力比较

结果见表 1, 3 种工况下, 在膝关节屈曲 20°时, 使其半脱位所需力最小, 仅为屈曲 90°时的 1/3。因为重复效应及交互效应的 $P = 0.000$, 所以进一步进行重复测量因素的两两比较。

表 1 3 种工况下髌骨半脱位所需力的变化($n=6, \bar{x} \pm s, N$)

Tab.1 Changes of the loading force which subluxated the patella in 3 different intervene conditions($n=6, \bar{x} \pm s, N$)

组别	屈曲角度						
	0°	10°	20°	30°	45°	60°	90°
完整	135±21	93±13	61±13	79±16	101±21	138±18	145±25
干预 1	80±14	55±8	40±8	53±12	66±10	101±8	103±12
干预 2	73±15	50±8	36±8	48±9	60±9	96±8	99±11

注: 重复效应及交互效应的方差分析, $P = 0.000$

Note: Variance analysis of repeated effects and interaction effects, $P = 0.000$

2.2 不同工况之间 LSD 多重比较结果

干预 1 和干预 2 与完整情况比较, P 均为 0.000, 说明在干预 1、2 情况下, 使髌骨半脱位所需力小于完整情况。干预 1 与干预 2 比较, $P = 0.053$, 说明在干预 1 和干预 2 情况下使髌骨半脱位所需力比较, 差异无统计学意义。

2.3 不同屈曲角度间 LSD 多重比较

结果见表 2: 膝关节屈曲 10°和屈曲 30°之间, 屈曲 0°和屈曲 60°之间, 使髌骨半脱位的载荷差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 其余各个角度之间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 其基本趋势为 90°时 > 60°(0°) 时 > 45°时 > 30°(10°) 时 > 20°时。

表 2 各屈曲角度间 LSD 多重比较的 P 值

Tab.2 The P value of multiple comparisons of different angles

屈曲角度	10°	20°	30°	45°	60°	90°
0°	0.003	0.000	0.003	0.017	0.086	0.036
10°	-	0.000	0.075	0.021	0.000	0.000
20°	-	-	0.001	0.000	0.000	0.000
30°	-	-	-	0.003	0.000	0.000
45°	-	-	-	-	0.000	0.000
60°	-	-	-	-	-	0.006

3 讨论

3.1 髌内外侧支持带对髌股关节稳定性的影响

由于正常人体股胫角及 Q 角的存在,股四头肌收缩时髌骨有向外移位的趋势,髌内侧支持带(MPR)可对抗髌骨外移,在维持髌骨稳定及髌股关节正常运动轨迹中有重要作用,是稳定髌股关节的重要静力装置。MPR 常在损伤中被破坏。Sallay 等^[5]报道急性创伤性髌骨脱位中有约 94% 的病例合并 MPR 断裂。本实验“干预 1”组模拟外伤,对 MPR 进行松解,在各个屈曲角度,使髌骨半脱位所需载荷均小于完整组,表明 MPR 损伤或松弛,对髌骨外移的固定作用将明显减弱,使髌骨外侧脱位或半脱位所需力明显减小,容易导致髌骨脱位或半脱位。所以在治疗髌骨脱位过程中要重视股 MPR(主要是 MPFL)的修复或重建。尤其是首次创伤性脱位,应及时修复其 MPR,避免造成髌骨习惯性脱位或半脱位,从而预防继发的髌骨软骨软化症及髌股关节骨性关节炎等多种疾病的发生。

临床对髌骨脱位、髌骨不稳的治疗,手术方法繁多。其中 LPR 松解术在复发性髌骨脱位的治疗中,始终受到关注。近年来,LPR 松解成为治疗髌骨不稳的一部分^[3,12-13]。有报道称 LPR 松解术为治疗复发性髌骨脱位的首选方法^[14]。本实验中,“干预 2”在“干预 1”的基础上模拟临床治疗,对 LPR 进行松解。测试结果:6 例标本在各个屈曲角度,在干预 2 的情况下脱位所需力与干预 1 比较差异无统计学意义,表明在 MPR 松弛的情况下再松解 LPR,脱位的可能性进一步加大。故在对髌骨不稳、习惯性脱位等的临床治疗中,不宜单纯松解外侧静力性稳定结构以期纠正髌骨外侧脱位或倾斜。从理论上验证了吴海山等^[10]的临床报道:采用 LPR 松解的方法治疗髌股关节紊乱,其优良率仅为 40%,表明 LPR 松解手术能有效地纠正髌骨外侧倾斜但不能纠正外侧移位。Fithian 等^[15]亦认为不必要的 LPR 松解,可能会增加髌骨的松弛度。

3.2 屈曲角度对髌股关节稳定性影响

本研究显示屈曲角度对髌骨稳定性产生重要影响。各工况均有:屈膝 20°最容易发生髌骨脱位(表 1);6 个标本均为 90°时>45°时>20°时,差异有统计学意义。膝关节屈曲 0°(即膝关节伸直时),对股四头肌进行加载,股四头肌方向分力最大,而屈曲 20°左右时,沿股四头肌方向的分力减小,所以屈曲 20°时脱位所需力较屈曲 0°小;但在干预 2 的情况下屈曲 0°和屈曲 45°差异无统计学意义,可能是由于内外侧支持带同时松解,因破坏损伤较大而出现的异常情况。屈膝 10°~20°时,髌骨自外上方向内下进入股骨滑车,此时股四头肌与内外侧支持带稳定髌骨,使髌骨紧贴股骨滑车,股骨外侧髌才能起到对髌骨阻挡作用。若 MPR 损伤或断裂,髌骨与股骨滑车之间压力显著降低,使髌骨发生漂浮,股骨外侧髌阻挡失效,即使不存在 LPR 挛缩,髌骨也容易向外脱位。在屈膝超过 30°后,髌骨开始滑入股骨髌间沟内^[2],髌骨在股骨髌间处于胶着稳定状态,较稳定而不易脱位,随着屈曲角度的加大,稳定性也逐渐增强,所以在内外侧支持带完整情况下,30°和 10°之间也有差异;但是 MPR 破坏之后,这种差异消失,说明髌骨在滑入股骨髌间沟的起始阶段,MPR 依然发挥稳定髌骨、避免髌骨发生漂浮的重要作用;进一步破坏 LPR 情况也是如此。

本实验分别模拟了髌内外侧支持带完整,MPR 松解,以及进一步松解 LPR 3 种工况,测量在不同屈曲度时髌骨半脱位所需要力的大小。结果显示,MPR 断裂,使髌骨半脱位所需力将显著减小,从而证明 MPR 断裂是复发性髌骨脱位的重要原因,松解 LPR,使髌骨半脱位的力进一步减少,说明其稳定性进一步降低。提示对复发性髌骨脱位的治疗,应把重点放在 MPR 的紧缩或内侧髌股韧带的修复重建上;单纯松解 LPR 的手术方式,可能达不到纠正髌骨轨迹的预期效果,可能会进一步增加髌骨的松弛度,破坏髌股关节稳定;对明确存在 LPR 挛缩、髌骨外侧倾斜、髌骨外侧高压等情况时才考虑行 LPR 松解术。Hautamaa 等^[16]通过新鲜尸体试验研究表明单纯 LPR 松解对于髌骨的稳定性只能起到次要作用,MPR 的紧缩缝合,特别是 MPFL 的修补对于纠正髌骨的外脱位具有不可忽视的作用。所以有些学者主张通过重建 MPFL 来治疗复发性髌骨脱位^[17-19]。

总之,MPR 在维持髌骨稳定及髌股关节正常运动轨迹中有重要作用,MPR 损伤是发生髌骨不稳的主要原因。此实验表明 MPR 断裂将使髌骨外侧脱位或半脱位所需力明显减小,容易导致髌骨习惯性脱位或半脱位,因此在临床治疗复发性髌骨脱位或半

脱位时,应该重视 MPR(主要是 MPFL)的修复重建。实验同时表明,MPR 松弛或断裂时,再松解 LPR 会进一步破坏髌股关节的稳定性。所以在临床上,单纯松解 LPR 来治疗髌骨不稳,可能达不到纠正髌骨轨迹的预期疗效,有可能将进一步加重临床症状。在对髌骨脱位或半脱位临床治疗中,应该侧重于 MPR 的紧缩或 MPFL 的修复重建。明确有 LPR 挛缩、髌骨外侧倾斜、髌骨外侧高压等情况时才考虑对 LPR 进行松解。

参考文献

- [1] 孙振杰,袁一,刘瑞波. 髌股关节紊乱与胫骨扭转畸形的相关性分析[J]. 中国骨伤, 2015, 28(3): 222-225.
SUN ZJ, YUAN Y, LIU RB. Correlation analysis on the disorders of patella femoral joint and torsional deformity of tibia[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(3): 222-225. Chinese with abstract in English.
- [2] 陈世益,袁旬华, Wang HC. 人类髌股关节三维运动规律的研究[J]. 中国运动医学杂志, 1997, 16(2): 107-113.
CHEN SY, YUAN XH, Wang HC. The study of three dimensional motion patterns of the human patellofemoral joint[J]. Zhongguo Yun Dong Yi Xue Za Zhi, 1997, 16(2): 107-113. Chinese.
- [3] Li X, Nielsen NM, Zhou H, et al. Surgical treatment of a chronically fixed lateral patella dislocation in an adolescent patient[J]. Orthop Rev (Pavia), 2013, 5(2): 45-47.
- [4] 张磊,李智尧,刘劲松,等. 内侧髌股韧带联合 Fulkerson 截骨治疗复发性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2010, 23(3): 189-193.
ZHANG L, LI ZY, LIU JS, et al. Injury and reconstruction of medial patellofemoral ligament[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(3): 189-193. Chinese with abstract in English.
- [5] Sallay PI, Poggi J, Speer KP, et al. Acute dislocation of the patella: a correlative pathoanatomic study[J]. Am J Sports Med, 1996, 24(1): 52-60.
- [6] Prasathaporn N, Kuptniratsaikul S, Kongruekreatiyos K. Arthroscopic medial retinacular plication with a needle hole technique[J]. Arthrosc Tech, 2015, 3(4): e483-486.
- [7] Sanchis Alfonso V, Montesinos Berry E, Monllau JC, et al. Deep transverse lateral retinaculum reconstruction for medial patellar instability[J]. Arthrosc Tech, 2015, 4(3): e245-249.
- [8] 仲鹤鹤,刘毅,吴术红,等. 关节镜辅助下自体肌腱重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位的疗效[J]. 重庆医科大学学报, 2015, 40(8): 1151-1155.
ZHONG HH, LIU Y, WU SH, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction with autogenous tendon under arthroscopy in the treatment of recurrent dislocation of the patella[J]. Chong Qing Yi Ke Da Xue Xue Bao, 2015, 40(8): 1151-1155. Chinese.
- [9] 周平,赵其纯,尚希福,等. 急性髌骨脱位的关节镜治疗[J]. 临床骨科杂志, 2013, 16(3): 309-311.
ZHOU P, ZHAO QC, SHANG XF, et al. The arthroscopic treatment of acute dislocation of the patella[J]. Lin Chuang Gu Ke Za Zhi, 2013, 16(3): 309-311. Chinese.
- [10] 吴海山,徐青镭. 关节镜下支持带松解术治疗髌股关节紊乱的评价[J]. 中国矫形外科杂志, 1995, 2(3): 148-149.
WU HS, XU QL. Evaluation of neurectomy for treatment of patellofemoral disorder support under arthroscopy[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 1995, 2(3): 148-149. Chinese.
- [11] Senavongse W, Amis AA. The effects of articular, retinacular, or muscular deficiencies on patellofemoral joint stability[J]. J Bone Joint Surg Br, 2005, 87: 577-582.
- [12] Cossey AJ, Paterson R. A new technique for reconstructing the medial patellofemoral ligament[J]. Knee, 2005, 12(2): 93-98.
- [13] 李思鸿,李晓声,陈铁柱,等. 关节镜下自体半腱肌腱重建内侧髌股韧带联合 Fulkerson 截骨治疗复发性髌骨脱位[J]. 中国内窥镜杂志, 2015, 21(7): 723-727.
LI SH, LI XS, CHEN TZ, et al. Arthroscopic reconstruction medial patellofemoral ligament with autogenous semitendinosus tendon combined with Fulkerson osteotomy for recurrent patellar dislocation[J]. Zhongguo Nei Jing Za Zhi, 2015, 21(7): 723-727. Chinese.
- [14] Osti L, Bartlett J. Recurrent patellar instability treated by isolated arthroscopic lateral release: a 13 years follow-up study[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(Suppl III): s236.
- [15] Fithian DC, Paxton EW, Cohen AB. Indications in the treatment of patellar instability[J]. J Knee Surg, 2004, 17(1): 47-56.
- [16] Hautamaa PV, Fithian DC. Medial soft tissue restraints in lateral patellar instability and repair[J]. Clin Orthop Relat Res, 1998, (349): 174-182.
- [17] 唐辉,徐永清,郑天娥,等. 同种异体肌腱重建内侧髌股韧带治疗习惯性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2015, 28(3): 252-255.
TANG H, XU YQ, ZHENG TE, et al. Anatomical double bundle reconstruction of medial patellofemoral ligament with allograft tendon in the treatment of patellar dislocation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(3): 252-255. Chinese with abstract in English.
- [18] 韵向东,夏亚一,吴萌,等. 重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2012, 25(2): 124-127.
YUN XD, XIA YY, WU M, et al. Reconstruction of medial patellofemoral ligament(MPFL) for the treatment of recurrent patellar dislocation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2012, 25(2): 124-127. Chinese.
- [19] 肇刚,刘玉杰,王俊良,等. 腓绳肌腱移植包埋法重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2015, 28(2): 141-144.
ZHAO G, LIU YJ, WANG JL, et al. Hamstring tendon transplantation embedding reconstruction of medial patellofemoral ligament for the treatment of recurrent patellar dislocation[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(2): 141-144. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2016-08-12 本文编辑: 连智华)