

· 临床研究 ·

关节镜辅助定位股骨隧道重建内侧髌股韧带 治疗复发性髌骨脱位的临床研究

陈萃, 顾圣华, 章培峰, 周建烽

(诸暨市第二人民医院, 浙江 诸暨 311811)

摘要 目的:探讨关节镜辅助定位股骨隧道重建内侧髌股韧带(medial patellofemoral ligament, MPFL)治疗复发性髌骨脱位的临床疗效和安全性。方法:对 80 例复发性髌骨脱位患者的病例资料进行回顾性分析,根据 MPFL 重建术中股骨隧道定位方式的不同分为关节镜定位组(采用关节镜辅助定位,42 例)和触摸定位组(采用触摸股骨骨性标志定位,38 例)。比较 2 组患者的手术时间、切口长度、术中出血量、股骨隧道等距隧道率、髌骨角、膝关节 Lysholm 评分、美国膝关节协会(the American Knee Society, AKS)评分及并发症发生率。结果:①一般结果。关节镜定位组手术时间、手术切口均短于触摸定位组,术中出血量少于触摸定位组 [(65.4 ± 6.4) min, (94.5 ± 7.8) min, $t = 5.151$, $P = 0.012$; (4.1 ± 0.3) cm, (8.2 ± 1.8) cm, $t = 8.893$, $P = 0.001$; (149.7 ± 24.5) mL, (207.2 ± 30.3) mL, $t = 9.384$, $P = 0.000$]。2 组患者随访时间 12~18 个月,中位数 14 个月。②股骨隧道等距隧道率和髌骨角。关节镜定位组等距点距离 1.52~5.14 mm(中位数 3.25 mm),股骨隧道均为等距隧道;触摸定位组等距点距离 5.33~9.17 mm(中位数 7.32 mm),股骨隧道为等距隧道者 12 例;关节镜定位组股骨隧道等距隧道率高于触摸定位组($P = 0.000$)。关节镜定位组髌骨角大于触摸定位组($12.2^\circ \pm 4.1^\circ$, $10.3^\circ \pm 3.9^\circ$, $t = 9.482$, $P = 0.000$)。③膝关节评分。术前 2 组患者膝关节 Lysholm 评分、AKS 评分组间比较,差异均无统计学意义 [(38.07 ± 1.48) 分, (37.94 ± 1.53) 分, $t = 8.682$, $P = 0.189$; (43.22 ± 4.77) 分, (42.74 ± 4.68) 分, $t = 9.358$, $P = 0.248$]。末次随访时,关节镜定位组膝关节 Lysholm 评分、AKS 评分均高于触摸定位组 [(95.47 ± 0.49) 分, (90.23 ± 0.51) 分, $t = 1.673$, $P = 0.028$; (96.25 ± 0.59) 分, (91.47 ± 0.73) 分, $t = 1.248$, $P = 0.002$]。④并发症发生率。术后关节镜定位组出现关节腔积血 1 例,触摸定位组出现切口感染 2 例、髌骨再脱位 1 例;2 组患者并发症发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 0.380$, $P = 0.538$)。结论:关节镜辅助定位股骨隧道重建 MPFL 治疗复发性髌骨脱位,与用手触摸骨性标志定位股骨隧道相比,切口小、手术时间短、术中出血少,股骨隧道定位更准确,髌骨复位更好,更有利于膝关节功能的恢复,但两者的安全性相当。

关键词 髌骨脱位;关节镜检查;修复外科手术;内侧髌股韧带;股骨隧道

A clinical study of femoral tunnel positioning assisted by arthroscopy in medial patellofemoral ligament reconstruction for treatment of recurrent patellar dislocation

CHEN Luo, GU Shenghua, ZHANG Peifeng, ZHOU Jianfeng

The Second People's Hospital of Zhuji city, Zhuji 311811, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To explore the clinical curative effects and safety of femoral tunnel (FT) positioning assisted by arthroscopy in medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction for treatment of recurrent patellar dislocation (RPD). **Methods:** The medical records of 80 patients who underwent MPFL reconstruction for treatment of RPD were analyzed retrospectively. The patients were divided into 2 groups according to FT positioning methods. The arthroscopic-assisted positioning method was used in 42 patients (AA positioning group), while palpation (palpating femoral bony landmarks) positioning method was used in 38 patients (palpation positioning group). The operative time, incision length, intraoperative blood loss, FT isometric tunnel rate, patella angle, Lysholm knee score, the American Knee Society (AKS) score and complication incidence were compared between the 2 groups. **Results:** The operative time and incision length were shorter and the intraoperative blood loss was less in AA positioning group compared to palpation positioning group (65.4 ± 6.4 vs 94.5 ± 7.8 minutes, $t = 5.151$, $P = 0.012$; 4.1 ± 0.3 vs 8.2 ± 1.8 cm, $t = 8.893$, $P = 0.001$; 149.7 ± 24.5 vs 207.2 ± 30.3 mL, $t = 9.384$, $P = 0.000$). All patients in the 2 groups were followed up for 12–18 months with a median of 14 months. The isometric point distance was 1.52–5.14 mm with a median of 3.25 mm, and all of the FTs were isometric tunnels in AA positioning group; while, in palpation positioning group, the isometric point distance was 5.33–9.17 mm with a median of 7.32 mm, and the isometric tunnels were found in 12 patients. The FT isometric tunnel rate was higher in AA positioning group compared to palpation positioning group ($P = 0.000$), and the patella an-

gles were greater in AA positioning group in contrast to palpation positioning group (12.2 ± 4.1 vs 10.3 ± 3.9 degrees, $t = 9.482$, $P = 0.000$). There was no statistical difference in Lysholm knee scores and AKS scores between the 2 groups before the surgery (38.07 ± 1.48 vs 37.94 ± 1.53 points, $t = 8.682$, $P = 0.189$; 43.22 ± 4.77 vs 42.74 ± 4.68 points, $t = 9.358$, $P = 0.248$). The Lysholm knee scores and AKS scores were higher in AA positioning group compared to palpation positioning group at last follow-up (95.47 ± 0.49 vs 90.23 ± 0.51 points, $t = 1.673$, $P = 0.028$; 96.25 ± 0.59 vs 91.47 ± 0.73 points, $t = 1.248$, $P = 0.002$). After the surgery, the articular cavity hematocoele (1 case) was found in AA positioning group; while incision infection (2 cases) and patellar redislocation (1 case) were found in palpation positioning group. There was no statistical difference in complication incidences between the 2 groups ($\chi^2 = 0.380$, $P = 0.538$).

Conclusion: Compared to palpation positioning in MPFL reconstruction for treatment of RPD, FT positioning assisted by arthroscopy has such advantages as smaller incision, shorter operative time, less intraoperative blood loss and more accurate FT positioning, and it can be more conducive to patellar reduction and knee function recovery, while the two methods are similar to each other in the safety.

Keywords patellar dislocation; arthroscopy; reconstructive surgical procedures; medial patellofemoral ligament; femoral tunneling

复发性髌骨脱位是骨科常见病,主要发病人群为青壮年,运动员常见,可给患者日常生活带来极大不便^[1-2]。该病传统的治疗方法包括股骨滑车成形术、髌骨切除术等。近年来的研究发现内侧髌股韧带 (medial patellofemoral ligament, MPFL) 是限制髌骨脱位的重要结构,MPFL 重建术也成为治疗复发性髌骨脱位的主要方法;目前 MPFL 重建术的术式很多,不同术式所采用的移植物也不尽相同^[3-6]。但不论采用何种术式重建 MPFL,术中准确定位股骨隧道都是手术成功的关键^[7-8]。MPFL 重建术中股骨隧道的定位主要有触摸骨性标志定位、X 线透视下预先定位及关节镜辅助下定位等方法,这些方法各有优势。为探索更好的 MPFL 重建手术方式,我们收集了 2018 年 6 月至 2019 年 6 月采用关节镜辅助定位或触摸骨性标志定位股骨隧道进行 MPFL 重建术治疗的 80 例复发性髌骨脱位患者的病例资料,进行回顾性分析,并对 2 种方法的疗效和安全性进行了比较,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料 复发性髌骨脱位患者 80 例,均为诸暨市第二人民医院住院患者。男 45 例,女 35 例;年龄 20~40 岁,中位数 24 岁;左侧 39 例,右侧 41 例。致伤原因:摔伤 41 例,扭伤 30 例,其他损伤 9 例。本研究方案经医院医学伦理委员会审查通过。

1.2 诊断标准 参照《坎贝尔骨科手术学》中复发性髌骨脱位诊断标准^[9]:①有明确的膝部外伤史,且有 2 次或 2 次以上的髌骨向外侧脱位史;②膝关节不稳,时常打软腿,髌骨四周钝痛,蹲起、跑跳和上下楼梯时疼痛加剧,或可见明显髌骨脱位;③J-sing 征阳性,髌骨恐惧试验阳性,髌骨内推过度移位征阳性,髌

股关节研磨试验阳性;④髌骨轴位 X 线、CT 和 MRI 检查可见髌骨向外侧偏斜、髌骨及股骨滑车发育不良, MRI 显示髌股韧带损伤;⑤ $0.6 < \text{髌骨 Caton 指数} < 1.3$, $12.4 \text{ mm} < \text{胫骨结节-股骨滑车间距 (tibial tuberosity-trochlear groove distance, TT-TG)} < 20 \text{ mm}$ 。

1.3 纳入标准 ①符合以上诊断标准;②本次手术前未接受过手术治疗;③治疗及随访资料完整。

1.4 排除标准 ①有患侧膝关节手术史者;②合并膝关节其他疾病或损伤者。

2 方法

2.1 分组方法 根据手术方式分组,术中采用关节镜辅助定位股骨隧道者归于关节镜定位组,采用用手触摸骨性标志定位股骨隧道者归于触摸定位组。

2.2 手术方法 采用吸入性全身麻醉,患者仰卧位。先行膝关节镜检查,进一步确认髌骨脱位位置及脱位程度,松解髌骨外侧韧带^[10]。取自体半腱肌肌腱束,将其两端用丝线锁边缝合备用。在髌骨内上缘切一长约 2 cm 的切口,显露 MPFL 髌骨内侧止点,将移植肌腱对折后的折端固定。①关节镜定位组:关节镜下确认内收肌肌腱止点与内收肌结节连线的中点,并在此处钻取股骨隧道。②触摸定位组:用手触摸找出股骨内上髁与内收肌肌腱止点处的骨性标志物,于两者之间切一长约 4 cm 的切口,显露股骨内上髁及内收肌肌腱止点,于两者连线的中点钻取股骨隧道。将移植肌腱的游离端置入股骨隧道。调整移植物张力,满意后将 2 枚螺钉打入股骨隧道固定,逐层缝合切口。

2.3 术后处理方法 术后佩戴膝关节支具,麻醉苏醒后即开始进行股四头肌收缩锻炼。术后 3 d 拄拐下床活动。术后 2 周拆线后,开始行膝关节屈伸功能锻炼。术后 3 个月,行简单体育运动^[11]。

2.4 疗效和安全性评价方法 比较 2 组患者的手术时间、切口长度、术中出血量、股骨隧道等距隧道率、髌骨角、膝关节 Lysholm 评分^{[12]167}、美国膝关节协会 (the American Knee Society, AKS) 评分^{[12]174-175} 及并发症发生率。在术后 1 周的 CT 三维重建片上测量股骨等距点和股骨隧道中心点之间的距离, 即等距点距离。见图 1。等距点距离 ≥ 7 mm 为非等距隧道, 等距点距离 < 7 mm 为等距隧道, 等距点距离越小表明股骨隧道定位越精确。在术后 1 周的髌骨轴位 X 线片上测量髌骨角, 角度越大表明髌骨复位越好。

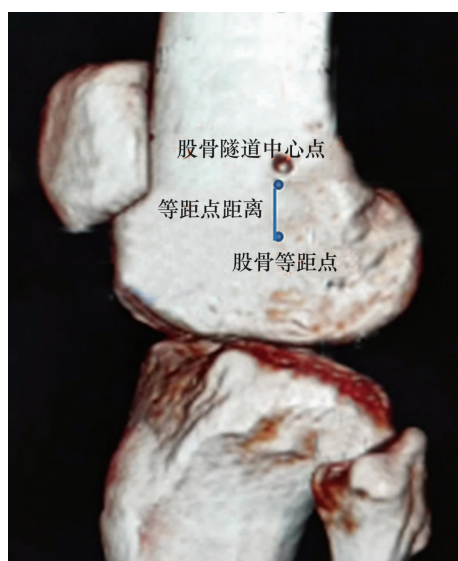


图 1 等距点距离测量示意图

2.5 数据统计方法 采用 SPSS26.0 统计软件处理数据。2 组患者年龄、患膝 TT-TG、髌骨 Caton 指数、手术时间、切口长度、术中出血量、髌骨角、膝关节

Lysholm 评分和 AKS 评分的组间比较均采用 t 检验, 性别、损伤侧别、致伤原因的组间比较均采用 χ^2 检验, 股骨隧道等距隧道率的比较采用 Fisher 精确概率法检验, 并发症发生率的比较采用连续性校正 χ^2 检验; 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果

3.1 分组结果 共纳入 80 例患者, 关节镜定位组 42 例、触摸定位组 38 例。2 组患者基线资料比较, 差异无统计学意义, 具有可比性 (表 1)。

3.2 疗效和安全性评价结果 关节镜定位组手术时间、手术切口均短于触摸定位组, 术中出血量少于触摸定位组 (表 2)。2 组患者随访时间 12 ~ 18 个月, 中位数 14 个月。关节镜定位组等距点距离 1.52 ~ 5.14 mm (中位数 3.25 mm), 股骨隧道均为等距隧道; 触摸定位组等距点距离 5.33 ~ 9.17 mm (中位数 7.32 mm), 股骨隧道为等距隧道者 12 例; 关节镜定位组股骨隧道为等距隧道的比率高于触摸定位组 ($P = 0.000$)。关节镜定位组髌骨角大于触摸定位组 ($12.2^\circ \pm 4.1^\circ, 10.3^\circ \pm 3.9^\circ, t = 9.482, P = 0.000$)。术前, 2 组患者膝关节 Lysholm 评分、AKS 评分组间比较, 差异均无统计学意义; 末次随访时, 关节镜辅助定位组膝关节 Lysholm 评分、AKS 评分均高于触摸定位组 (表 3)。术后关节镜定位组出现关节腔积血 1 例, 触摸定位组出现切口感染 2 例、髌骨再脱位 1 例; 2 组患者并发症发生率比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.380, P = 0.538$)。典型病例图片见图 2、图 3。

表 1 2 组复发性髌骨脱位患者基线资料

组别	样本量/例	性别/例		年龄/ ($\bar{x} \pm s$, 岁)	损伤侧别/例		致伤原因/例			TT-TG ¹⁾ / ($\bar{x} \pm s$, mm)	髌骨 Caton 指数/($\bar{x} \pm s$)
		男	女		左	右	摔伤	扭伤	其他伤		
关节镜定位组	42	24	18	23.07 \pm 7.47	19	23	21	16	5	14.73 \pm 1.44	0.94 \pm 0.17
触摸定位组	38	21	17	24.35 \pm 6.32	20	18	20	14	4	14.42 \pm 1.38	0.95 \pm 0.21
检验统计量		$\chi^2 = 0.029$		$t = 0.269$	$\chi^2 = 0.436$		$\chi^2 = 0.047$			$t = 0.183$	$t = 0.549$
P 值		0.866		0.325	0.509		0.977			0.384	0.311

1) 胫骨结节-股骨滑车间距。

表 2 2 组复发性髌骨脱位患者手术一般情况

组别	样本量/例	手术时间/($\bar{x} \pm s$, min)	切口长度/($\bar{x} \pm s$, cm)	术中出血量/($\bar{x} \pm s$, mL)
关节镜定位组	42	65.4 \pm 6.4	4.1 \pm 0.3	149.7 \pm 24.5
触摸定位组	38	94.5 \pm 7.8	8.2 \pm 1.8	207.2 \pm 30.3
t 值		5.151	8.893	9.384
P 值		0.012	0.001	0.000

表 3 2 组复发性髌骨脱位患者手术前后膝关节 Lysholm 评分和美国膝关节协会评分

组别	样本量/例	Lysholm 评分/ ($\bar{x} \pm s$, 分)		美国膝关节协会评分/ ($\bar{x} \pm s$, 分)	
		术前	末次随访时	术前	末次随访时
关节镜定位组	42	38.07 \pm 1.48	95.47 \pm 0.49	43.22 \pm 4.77	96.25 \pm 0.59
触摸定位组	38	37.94 \pm 1.53	90.23 \pm 0.51	42.74 \pm 4.68	91.47 \pm 0.73
<i>t</i> 值		8.682	1.673	9.358	1.248
<i>P</i> 值		0.189	0.028	0.248	0.002

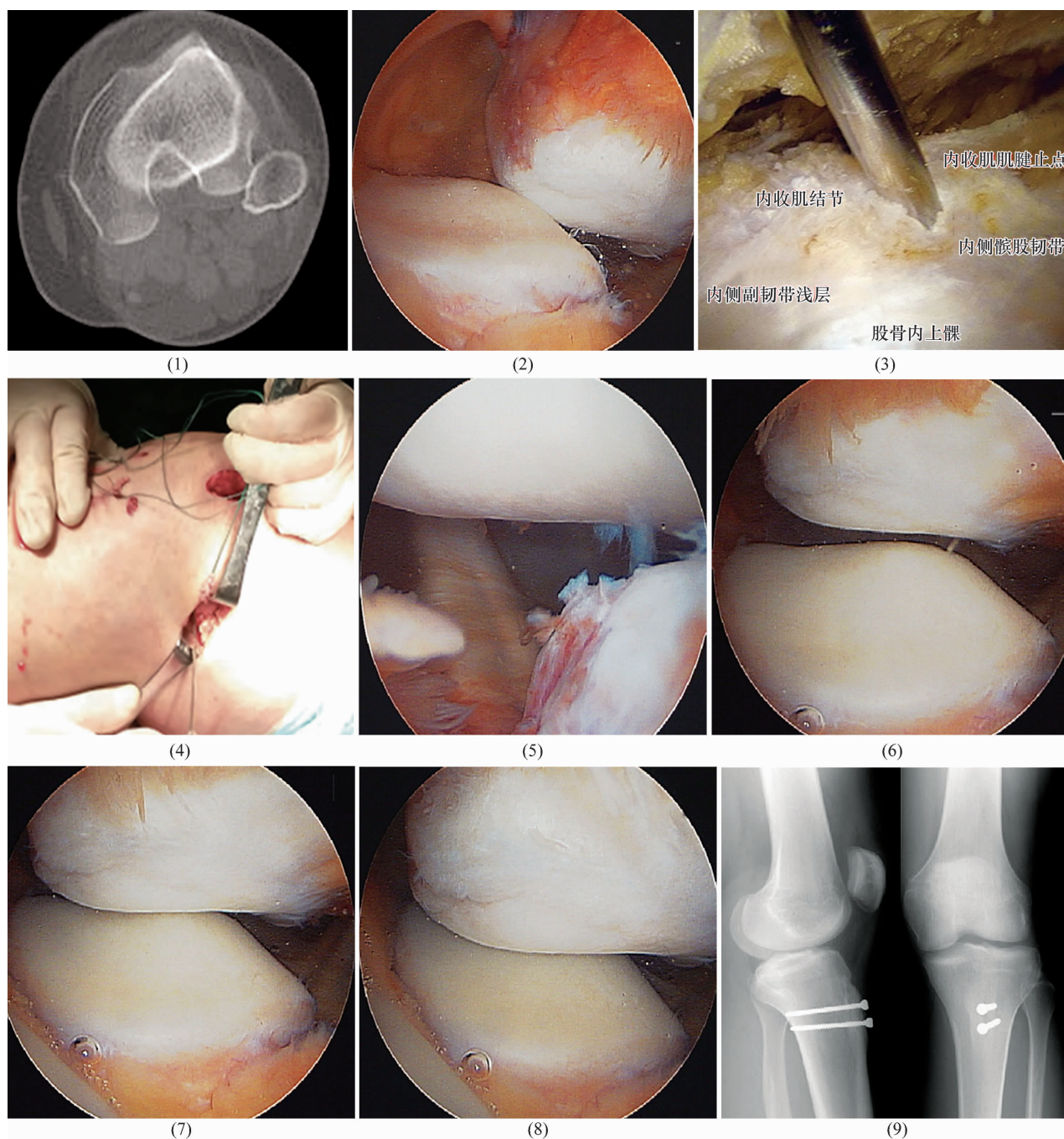


图 2 关节镜辅助定位股骨隧道重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位手术前后图片

注:患者,男,32岁,右侧复发性髌骨脱位,行内侧髌股韧带重建手术治疗;(1)术前CT示髌骨脱位;(2)关节镜下见髌骨完全脱位;(3)关节镜下定位股骨隧道;(4)钻取股骨隧道;(5)关节镜下见重建韧带完全位于关节囊外,并在关节囊表面形成压迹;(6)(7)(8)关节镜下屈膝0°、15°和30°位髌股关节对位关系良好,髌骨在重建韧带引导下顺利进入股骨滑车,无偏移;(9)患者术后1年正侧位X线片示髌骨无脱位。



图 3 用手触摸骨性标志定位股骨隧道重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位手术前后图片

注:患者,女,34 岁,左侧复发性髌骨脱位,行重建内侧髌股韧带手术治疗;(1)术前 X 线片示髌骨完全脱位;(2)术后 1 个月 X 线片示髌骨复位。

4 讨 论

复发性髌骨脱位主要临床表现为髌骨反复滑脱,膝关节无力、打软腿等,多为外伤后髌骨脱位未及时治疗所致,且大多患者合并膝关节发育不良。目前对于此类损伤的治疗并无统一的标准,但 MPFL 重建是研究的重点^[13-16]。传统的术者用手触摸骨性标志确定股骨隧道位置的 MPFL 重建术式,存在较多缺陷:①手术切口较大,切口愈合后瘢痕增生可影响膝关节活动,且增加了切口感染的风险;②术中需完全打开关节囊,损伤较大,术后膝关节功能恢复慢;③对股骨隧道的定位依赖术者的经验,随意性较大,临床操作无精确、可靠的参照指标。

关节镜技术在膝关节手术中的推广应用,使关节镜辅助定位股骨隧道重建 MPFL 用于复发性髌骨脱位的治疗逐渐受到临床医生的青睐,该术式具有以下优势^[17-18]:①手术微创,损伤小,有利于患者术后康复;②术中无需完全打开关节囊,有利于维持膝关节的稳定性;③术者在关节镜下可直接精确定位股骨隧道位置,有利于提高手术的成功率。但采用该术式治疗复发性髌骨脱位,股骨隧道钻取时操作难度较大,须严格把握钻取的深度,如果不慎贯穿股骨,极易造成股骨骨折。且需注意以下事项:①螺钉固定时,不能一味追求拧紧,而忽略了螺钉拧入的深度及角度,螺钉钉帽不能完全嵌入骨皮质中,以免贯穿股骨^[19-20]。②重建韧带的强度不高,术后早期功能锻炼强度不宜过大,应在专业医师的指导下进行。

关节镜辅助定位股骨隧道重建 MPFL 治疗复发性髌骨脱位,与用手触摸骨性标志定位股骨隧道相比,切口小、手术时间短、术中出血少,股骨隧道定位更准确,髌骨复位更好,更有利于膝关节功能的恢复,两者的安全性相当。但本研究样本量较小,随访时间较短,该方法的疗效仍需大样本的长期随访研究进一步验证。

参考文献

- [1] 黄勇,苏帆,陈斐,等. 内侧髌股韧带重建的股骨侧骨道预定位[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(6): 540-543.
- [2] 谢兴文,吕立桃,王春亮,等. 复发性髌骨脱位的病因及诊治进展[J]. 中医正骨, 2016, 28(8): 66-69.
- [3] 朱宝玉,于晓杰,肖盛世,等. 关节镜辅助下内侧髌股韧带重建治疗青少年复发性髌骨脱位[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(4): 565-568.
- [4] 左永祥,马子平. 股骨侧 Tightrope 固定重建内侧髌股韧带治疗创伤性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2017, 30(11): 1039-1042.
- [5] 余振阳,蔡谓,谷旺. 关节镜辅助下解剖重建内侧髌股韧带治疗习惯性髌骨脱位[J]. 中国骨伤, 2017, 30(4): 295-299.
- [6] BAUMANN C A, PRATTE E L, SHERMAN S L, et al. Reconstruction of the medial patellotibial ligament results in favorable clinical outcomes: a systematic review[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(10): 2920-2933.
- [7] 林圆,徐斌,涂俊,等. 自体单束前交叉韧带移植重建不同股骨隧道位置对髌股关节的影响[J]. 中国组织工程

- 研究, 2020, 24(14): 2140-2146.
- [8] 雷鸣鸣, 华强. 内侧髌股韧带重建术中股骨隧道预先定位研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(5): 546-550.
- [9] CANALE S T, BEATY J H. 坎贝尔骨科手术学[M]. 卢世璧, 王继芳, 王岩, 等译. 10 版. 济南: 山东科学技术出版社, 2005: 2284-2297.
- [10] 张旭, 吴建伟, 李岳瑞, 等. 关节镜辅助外侧松解 + 自体半腱肌移植治疗髌骨习惯性脱位[J]. 中国伤残医学, 2017, 25(24): 36-38.
- [11] MCGEE T G, COSGAREA A J, MCLAUGHLIN K, et al. Rehabilitation after medial patellofemoral ligament reconstruction[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2017, 25(2): 105-113.
- [12] 蒋协远, 王大伟. 骨科临床疗效和评价标准[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [13] 刘阳, 尼加提·阿不力米提, 孙学斌, 等. 骨骺未闭的青少年内侧髌骨韧带重建术中股骨隧道定位点的研究[J]. 新疆医科大学学报, 2017, 40(6): 747-750.
- [14] 魏增永, 王波, 罗建成. 关节镜辅助下半腱肌解剖重建内侧髌股韧带治疗复发性髌骨脱位[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(1): 74-76.
- [15] 奚国斌. 关节镜辅助下内侧髌股韧带三点重建治疗复发性髌骨脱位[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(44): 8592-8593.
- [16] REDLER L H, MEYERS K N, BRADY J M, et al. Anisometry of medial patellofemoral ligament reconstruction in the setting of increased tibial tubercle - trochlear groove distance and patella alta[J]. Arthroscopy, 2018, 34(2): 502-510.
- [17] 李振伟, 黄德刚, 韩冠生, 等. 关节镜辅助下内侧髌股韧带双束重建治疗复发性髌骨脱位[J]. 皖南医学院学报, 2017, 36(4): 346-348.
- [18] 朱宝玉, 于晓杰, 肖盛世, 等. 关节镜辅助下内侧髌股韧带重建治疗青少年复发性髌骨脱位[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(4): 565-568.
- [19] 程峰, 殷振宇, 汪志芳, 等. 透射定位法在复发性髌骨脱位重建内侧髌股韧带中的应用[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2018, 12(6): 863-867.
- [20] 邱洪九, 李帅峰, 谢川江, 等. 计算机导航系统辅助前交叉韧带重建术定位的准确性及其效果[J]. 中华创伤杂志, 2020, 36(2): 183-189.

(收稿日期: 2020-11-04 本文编辑: 杨雅)

(上接第 10 页)

- [13] ZHANG H, TANG W W, WANG S, et al. Tetramethylpyrazine inhibits platelet adhesion and inflammatory response in vascular endothelial cells by inhibiting P38 MAPK and NF- κ B signaling pathways[J]. Inflammation, 2020, 43(1): 286-297.
- [14] 段超, 周细江, 陈焱, 等. 人参皂苷 Rg1 对兔膝骨性关节炎关节软骨细胞凋亡的影响[J]. 中医学报, 2018, 33(12): 2387-2392.
- [15] FAN X S, WANG E S, HE J X, et al. Ligustrazine protects homocysteine-induced apoptosis in human umbilical vein endothelial cells by modulating mitochondrial dysfunction[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2019, 12(6): 591-599.
- [16] 曾利红, 沈佳炎, 方亮, 等. 川芎嗪联合塞来昔布对早期膝骨关节炎大鼠的影响[J]. 中国临床药理学杂志, 2019, 35(13): 1363-1365.
- [17] 车选义, 赵清侠, 李迪. 硫氧还蛋白-2 在氧化损伤的人晶状体上皮细胞中的表达及其意义[J]. 中南大学学报(医学版), 2018, 43(3): 253-259.
- [18] 余光书, 林焱斌, 熊国胜, 等. 补骨颗粒含药血清对大鼠软骨细胞凋亡及 Trx2 信号通路的影响[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(6): 27-31.
- [19] BRANCO V, COPPO L, SOLÁ S, et al. Impaired cross-talk between the thioredoxin and glutathione systems is related to ASK-1 mediated apoptosis in neuronal cells exposed to mercury[J]. Redox Biol, 2017, 13: 278-287.

(收稿日期: 2020-12-02 本文编辑: 吕宁)