

肘关节后内侧旋转不稳的研究进展



龙能吉, 何树坤, 吴仕舟, 黄富国

四川大学华西医院骨科(成都 610041)

【摘要】 目的 综述肘关节后内侧旋转不稳 (posteromedial rotatory instability, PMRI) 的研究进展。方法 查阅国内外有关肘关节 PMRI 病理解剖、生物力学、诊断及治疗的研究文献, 并进行总结分析。结果 外侧韧带复合体 (lateral collateral ligament complex, LCLC) 损伤、内侧韧带复合体 (medial collateral ligament complex, MCLC) 后束损伤以及冠突前内侧面骨折是导致肘关节 PMRI 的重要因素。临床检查包括肘关节内翻及外翻应力试验等; X 线片可显示骨折情况, CT 尤其是三维重建诊断价值更大, 另外 MRI、关节镜及动态超声等可辅助判断软组织损伤情况。LCLC 及 MCLC 的修复重建及冠突骨折的固定对恢复肘关节稳定性至关重要。韧带损伤的治疗有原位修复及功能重建, 具体包括直接缝合、钻孔修复、带线锚钉修复、移植修补等; 冠突骨折的治疗包括螺钉固定、钢板固定、不可吸收线缝合固定及关节镜技术等。结论 恢复关节稳定性及早期功能锻炼是治疗肘关节 PMRI 的重要原则。根据受伤机制采用个体化治疗方案, 可保护软组织、降低术后并发症及提高功能预后, 最终改善患者生活质量。

【关键词】 肘关节; 后内侧旋转不稳; 外侧韧带复合体; 内侧韧带复合体

Research progress of posteromedial rotatory instability of the elbow

LONG Nengji, HE Shukun, WU Shizhou, HUANG Fuguo

Department of Orthopedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan, 610041, P.R.China

Corresponding author: HUANG Fuguo, Email: huang-f-g@163.com

【Abstract】 Objective To summarize the research progress in posteromedial rotatory instability (PMRI) of the elbow joint. **Methods** The recent researches about the management of PMRI of the elbow joint from the aspects of pathological anatomy, biomechanics, diagnosis, and therapy were analyzed and summarized. **Results** The most important factors related to PMRI of the elbow joint are lateral collateral ligament complex (LCLC) lesion, posterior bundle of the medial collateral ligament complex (MCLC) lesion, and anteromedial coronoid fracture. Clinical physical examination include varus and valgus stress test of the elbow joint. X-ray examination, computed tomography, particularly three-dimensional reconstruction, are particularly useful to diagnose the fracture. Also MRI, arthroscopy, and dynamic ultrasound can assistantly evaluate the affiliated injury of the parenchyma. It is important to repair and reconstruct LCLC and MCLC and fix coronoid process fracture for recovering stability of the elbow joint. There are such ways to repair ligament injury as *in situ* repairation and functional reconstruction, which include direct suturation, borehole repairation, wire anchor repairation, and transplantation repairation *etc.* The methods for fixation of coronal fracture include screw fixation, plate fixation, unabsorbable suture fixation, and arthroscopy technology. **Conclusion** It is crucial that recovering the stability of the elbow joint and early functional exercise for the treatment of PMRI. Individual treatment is favorable to protect soft tissue, reduce surgical complications, and improve the functional recovery and the quality of life.

【Key words】 Elbow joint; posterolateral rotatory instability; lateral collateral ligament complex; medial collateral ligament complex

2003 年 O'Driscoll 等^[1]首次提出了肘关节后内侧旋转不稳 (posteromedial rotatory instability,

PMRI) 的概念, 即冠突前内侧面骨折合并外侧韧带复合体 (lateral collateral ligament complex, LCLC) 损伤。该疾病的临床表现是肘关节在轴向、内翻、前臂旋前应力时发生肱尺关节半脱位, 但其关节面对合关系尚好, 很少完全脱位, 因此容易漏诊, 导

致严重并发症,如肘关节持续不稳、肘内翻、肘关节异位骨化、尺神经炎和退变性关节炎等。目前关于肘关节 PMRI 的研究相对较少,为了更好地理解和治疗该类损伤,现对其病理解剖、生物力学、诊断及治疗研究进展作一综述。

1 肘关节 PMRI 的病理解剖及生物力学研究进展

肘关节主要稳定结构包括肱尺关节、尺骨冠突、LCLC 及内侧韧带复合体 (medial collateral ligament complex, MCLC), 次要稳定结构包括桡骨头、屈肌总腱、伸肌总腱及关节囊等。O'Driscoll 等^[1]研究提出, 尺骨冠突前内侧面骨折及 LCLC 撕裂损伤是肘关节 PMRI 发生的主要因素, 但目前新的生物力学研究表明 MCLC 后束在肘关节 PMRI 发生过程中也起到了重要作用。

1.1 尺骨冠突

尺骨冠突是肱尺关节主要的稳定结构, 主要提供轴向稳定性, 防止尺骨向后脱位及对抗后内侧与后外侧旋转应力^[2]。Beingessner 等^[3]研究显示, 冠突前内侧面的高耸结节平均高出尺骨内侧面 7 mm, 同时该结构也是内侧副韧带 (medial collateral ligament, MCL) 前束的止点, 冠突前内侧面 72% 位于尺骨纵轴面内侧, 但其宽度的 53% 缺乏尺骨干骺端的支撑, 因此冠突前内侧面易发生骨折。Hull 等^[4]研究表明, 完整的冠突可对抗肱二头肌及三头肌产生的力矩, 而当冠突 50% 以上受到破坏时, MCLC 前束往往会损伤, 从而导致肘关节稳定性降低 28%。董洪先等^[5]研究显示, 单纯冠突前内侧面骨折组与单纯切断 LCLC 组在应力加载后期才开始出现小幅度半脱位, 只有当两者同时损伤时才出现明显的肘关节后内侧旋转半脱位。上述研究证实尺骨冠突及 LCLC 共同损伤导致了肘关节 PMRI 的发生。

1.2 LCLC

LCLC 由外侧尺骨副韧带、桡骨副韧带、环状韧带和附属韧带构成。外侧尺骨副韧带是对抗后外侧旋转不稳定的主要结构, 起自肱骨外上髁沿尺骨的旋后肌嵴, 止于环状韧带后方, 是肘关节 PMRI 中撕脱的解剖学基础^[6]; 桡骨副韧带主要对抗肘内翻应力; 环状韧带主要维持上尺桡关节稳定。Bellato 等^[7]研究显示在 LCLC 完整的情况下, 不论是单纯的冠突前内侧面骨折还是合并 MCLC 撕裂的损伤, 均不会出现肘关节向后半脱位; 而切断 LCLC 后, 肘关节在屈伸活动时发生向后半脱位, 进一步证实了 LCLC 在肘关节 PMRI 发生过程中的作用。

1.3 MCLC

MCLC 是肘关节抵抗外翻应力的重要结构, 由前束、后束及横束构成。前束略呈扇形, 起自肱骨内上髁前下方, 止于冠突前内缘的高耸结节, 在肘关节屈曲 30 ~ 110° 时绷紧, 摔伤时该结构易撕裂; 后束在肘关节屈曲 50 ~ 70° 时绷紧, 肘部外翻应力损伤时常和内侧关节囊一起撕裂; 多数文献强调前束在肘关节稳定中起首要作用, 而后束起次要作用, 横束因不跨关节故在稳定肘关节上暂未发现起重要作用^[8-10]。Pollock 等^[11]研究显示, 单纯切断后束会导致肘关节在内翻及旋转时角度增大。Golan 等^[12]研究显示, 单纯切断后束时, 不同角度屈伸均导致肱尺关节活动时的旋转及位移幅度增大, 认为肘关节 PMRI 可单独继发于后束损伤。Sard 等^[13]研究也显示, 后束在抗外翻及后内侧旋转脱位中也起首要作用, 而单纯切断 MCLC 前束只造成外翻不稳但不会诱发后脱位, 只有同时切断后束才会发生后脱位。Shukla 等^[10]也同样发现, 将前后束同时切断后, 肘关节在屈曲 30 ~ 90° 均出现半脱位。

2 冠突骨折分型及受伤机制

冠突骨折依据骨折块的位置及大小分型, 包括 Regan-Morrey 分型^[14]及 O'Driscoll 分型^[1]系统。Regan-Morrey 分型: I 型, 冠突尖端撕脱骨折; II 型, <50% 冠突高度受累及; III 型, >50% 冠突高度受累及。O'Driscoll 分型从总体损伤模式予以细分, 更有利于指导治疗, 分为: I 型, 冠突尖端骨折; II 型, 冠突前内侧面骨折; III 型, 冠突基底部骨折。其中 O'Driscoll II 型又分为 3 种亚型: 亚 I 型, 边缘部骨折; 亚 II 型, 边缘部+尖部骨折; 亚 III 型, 边缘部+尖部+内侧面高耸结节骨折。O'Driscoll 分型系统将肘关节 PMRI 中这类冠突前内侧面骨折类型归为 II 型骨折。

肘关节 PMRI 的受伤原因多数为摔伤, 机制多为摔伤时肩关节外展上肢向前或向后伸直位着地。具体损伤机制为摔伤时 LCLC 在轴向、内翻及前臂旋前应力下从肱骨外髁撕脱, 导致肘关节内翻稳定性下降, 同时冠突前内侧面与肱骨远端撞击而导致骨折, 进一步加重了内翻不稳; 该损伤偶伴鹰嘴骨折, 而骨折累及冠突高耸结节时, MCLC 前束将牵拉骨折块发生移位。摔伤时受到的旋转应力可导致 MCLC 后束及关节囊撕裂, 出现外翻稳定性下降^[1, 15]。肘关节周围多个稳定结构破坏后共同作用导致了肘关节 PMRI 的发生。

3 肘关节 PMRI 的诊断

3.1 临床检查

急性期可见患侧肘关节周围肿胀,皮下可见散在或大片瘀斑,在肘关节内外侧局部可触及压痛。急性期患者因疼痛不能忍受有效查体,因此需在术前麻醉状态下行相应检查,以提高伤情诊断准确性。慢性损伤患者肘关节屈伸活动时可扪及机械性弹响及滑动感。LCLC 损伤检查包括内翻应力试验、撑椅试验、轴移实验等^[16];MCLC 损伤检查包括“挤奶”试验^[17]、外翻应力试验及动态外翻应力试验等^[18]。由于内外翻应力试验在患者清醒状态及麻醉状态下均具有较高可操作性及可靠性,因此在临床上最常用。尺神经位于皮下位置表浅,肘部外伤后常会累及,因此前臂神经查体必不可少,包括远端肢体触诊及 Tinel 试验^[19]。

3.2 辅助检查

肘关节正侧位 X 线片检查能显示肘关节 PMRI 内外髌小撕脱骨折块及冠突前内侧面骨折块,怀疑肘关节 PMRI 的患者可行双侧内外翻应力位 X 线片检查,可发现肱桡关节间隙的增宽及桡骨头后移;急性脱位后 X 线片上肱尺关节变宽(下垂征)提示肘关节韧带和软组织损伤,有复发性不稳的风险^[20]。CT 检查尤其是三维重建可以清楚显示肘关节 PMRI 内外髌小撕脱骨折块及冠突前内侧面骨折块的大小、形状及其移位情况。MRI 冠状位可显示 MCL 与外侧副韧带(lateral collateral ligament, LCL)及屈肌总腱等的完整性,肘关节 PMRI 往往表现出软骨及肘关节韧带损伤后的信号改变,临床多应用于慢性损伤患者,因急性肿胀期不能辨别正常与损伤的软组织结构,故在急性损伤患者诊断中作用不明确^[21]。肘关节镜检查可以观察到冠突的撕脱、LCLC 松弛或损伤以及增宽的外侧关节间隙,发现损伤的同时还能予以修复,因此肘关节镜在肘部疾病的诊断和治疗中应用越来越广泛^[22]。超声检查能准确识别并测量正常的内外侧尺副韧带,显示侧副韧带、肌肉及肌腱损伤情况^[23],动态超声检查能够发现肘关节 PMRI 内外翻不稳时韧带松弛度增加等改变^[24]。

4 肘关节 PMRI 的治疗

在 Regan-Morrey 分型及 O'Driscoll 分型中,因 III 型骨折会导致肘关节严重不稳,需要手术复位内固定;但对于 I 型及 II 型冠突骨折在重建肘关节稳定性时是否需要修复仍存有争议。

4.1 保守治疗

有学者认为保守治疗也能取得满意的疗效。Pollock 等^[25]研究指出,冠突骨折块大小与肘关节稳定性间关系密切,作者认为骨折块较小时可予以保守治疗,骨折块较大时除修复韧带外还应固定骨折的冠突。据此多位学者通过严格适应证筛选患者后,保守治疗也取得了良好功能预后。

Chan 等^[26]对 10 例冠突前内侧面骨折患者(O'Driscoll 亚 II 型 9 例,亚 III 型 1 例)采取闭合复位后石膏固定保守治疗,平均随访 50 个月,所有患者均取得了满意的临床预后,未发生创伤后关节炎、术后肘关节持续性不稳和骨不愈合需要手术的情况。Moon 等^[27]对 3 例冠突前内侧面骨折患者(O'Driscoll 亚 II 型 2 例,亚 III 型 1 例)采取中立位夹板固定保守治疗,平均随访 2 年均取得了良好的功能预后。Van Der Werf 等^[28]对 6 例 O'Driscoll 亚 II 型骨折采取三角巾悬吊保守治疗,最终 3 例获 2 年随访,均获得了近乎完全的屈伸及旋转活动度,采用 Mayo 评分系统评价肘关节功能获优 2 例、良 1 例。以上研究认为保守治疗对冠突前内侧面骨折是有效治疗方法,通过术后功能锻炼能获得满意预后。保守治疗的适应证:骨折碎片较小(<5 mm),无移位或微小移位(<3 mm),且静态下不伴有肘关节向后半脱位或完全脱位的 O'Driscoll 亚 II 型骨折患者。

4.2 手术治疗

有研究认为^[1,29-31]保守治疗可能导致肘关节持续出现内翻不稳及肘关节功能预后较差等结果,因此推荐手术治疗。冠突前内侧面骨折属于关节内骨折,因其特殊解剖特点,针对该型骨折的治疗需要与普通冠突骨折有所区别,但基本原则均为尽可能恢复关节面的解剖关系及牢固内固定。

4.2.1 手术入路选择 冠突骨折手术入路包括后侧入路、外侧入路、前内侧入路、内侧入路、肘前方入路等^[32],各种入路均有其手术适应证。因肘前内侧入路(Hotchkiss 入路)可有效避开肘关节周围重要神经血管,并能充分显露冠突前内侧面骨折部位,同时也可在尺侧腕屈肌深面充分显露 MCL,术中探查明确 MCL 损伤时可同时予以修复或重建,因此在处理冠突骨折时多数学者推荐该手术入路^[33]。而肘关节 PMRI 往往需要修复 LCL 才能恢复肘关节的稳定性,因此常联合应用后外侧入路(Kocher 入路)。

4.2.2 冠突骨折的治疗 目前对冠突骨折的主要固定方式包括张力带钢丝固定、螺钉固定、钢板固

定、克氏针固定、不可吸收线缝合固定^[34-35]及关节镜技术等,文献报道多采用 T 型支撑钢板及可预弯的小型钢板固定。对于冠突骨折块较小不易固定时,可用不可吸收线将其与邻近关节囊缝合后固定于钻孔的尺骨上;若骨折块较大可单独使用拉力螺钉固定,既可从前方固定,也有报道^[36]可从后方向前方予以固定;对于粉碎性冠突前内侧面骨折,也有学者^[37]推荐应用支撑钢板结合螺钉予以固定骨折块。Sanchez-Sotelo 等^[38]对 2 例 O'Driscoll II 型冠突骨折患者予以支撑板内固定骨折同时修复 LCL,随访显示 2 例均取得了优秀预后,肘关节屈伸活动度 130~180°,前臂旋转不受限。Park 等^[39]报道了 11 例冠突前内面骨折患者(O'Driscoll 亚 I 型 2 例,亚 II 型 4 例,亚 III 型 5 例),对小骨折块仅予以锚钉修复 LCL,对较大骨折块予以支撑钢板内固定同时修复 LCL,平均随访 31 个月,患者屈伸活动范围为(128±12)°,Mayo 肘关节功能评分为(89±11)分,获优 4 例、良 6 例、中 1 例。Ouyang 等^[40]采用关节镜技术对 6 例冠突骨折患者(O'Driscoll 亚 I 型 2 例,亚 II 型 4 例)予以复位空心螺钉内固定治疗,术后随访显示所有骨折线均愈合,未见相关手术并发症,Mayo 肘关节评分均为优,作者认为与传统手术相比,关节镜在治疗冠突骨折方面具有出血少、软组织剥离少、恢复快,术后肘关节异位骨化、神经血管损伤等并发症少等优势。

4.2.3 LCLC 及 MCLC 损伤的治疗 肘关节 PMRI 患者因合并冠突前内侧面骨折,生物力学研究显示,单纯固定骨折往往不能获得足够稳定性^[5,7,30-31],需在术前及术中麻醉状态下行肘内外翻应力试验明确 LCLC 与 MCLC 是否撕裂,内侧肱尺关节是否匹配。目前多数学者建议修复 LCLC 以恢复肘关节内翻及旋转稳定性^[38-40],且在坚强内固定冠突骨折块及修复 LCLC 后再次行肘内外翻应力试验,若仍有肘关节不稳定则需要修复 MCLC。韧带损伤早期可予以手术修复,包括直接缝合、钻孔修复、带线锚钉修复、移植修补等^[41],但不论采用何种方式,保持合适张力是防止关节不稳或僵硬的关键。

若损伤严重不能实施修复则需要功能重建,包括“Jobe”技术^[42]、“Nestor”技术^[43]、“Docking”技术^[44]、“Olsen”技术^[45]和“Yoke”技术^[46]。目前改良的“Jobe”技术和“Docking”技术是主要重建方式,其中“Docking”技术具有骨量丢失少、等长重建更符合生物力学等优点,广泛应用于 LCLC 及 MCLC 损伤的重建,取得了良好效果。而各种重

建术间的差异主要集中于移植物的选择及移植物如何固定到内外侧髁的韧带起点^[44]。肌腱重建材料选择上既可以是自体掌长肌腱、半腱肌和股薄肌等,也可以是同种异体肌腱及人工合成材料^[47-48]。Jones 等^[49]对 8 例肘关节 PMRI 患者给予“Docking”技术修复 LCL,平均随访 7.1 年,其中 6 例完全恢复了肘关节稳定性,2 例在日常生活中偶而出现不稳,Mayo 肘关节功能评分为 75~100 分(平均 87.5 分),作者认为该技术和既往重建技术相比,具有良好预后及低手术相关并发症的优势,在侧副韧带重建上可作为首选方式。Camp 等^[48]进一步阐述了“Docking”技术,认为该技术具有骨量丢失少、软组织破坏小、术中能精确调控移植物张力等诸多优点,因此推荐使用该技术重建侧副韧带。

此外,随着关节镜技术的发展,该技术也越来越多地应用于肘关节损伤治疗中。Kim 等^[50]采用关节镜技术对 13 例肘关节 PMRI 患者修复侧副韧带,平均随访 18 个月,术后平均 MEPS 评分为 92 分,获优 12 例、良 1 例。O'Brien 等^[51]对比研究了关节镜技术与切开修复,结果显示给予关节镜修复 LCLC 的 14 例肘关节 PMRI 患者,术后 Mayo 肘关节评分均为优,Andrews-Carson 评分关节镜组 146~176 分,而切开修复组为 144~182 分,两组比较差异无统计学意义。作者认为关节镜技术及切开修复均可用于肘关节 PMRI 患者韧带的修复。

5 术后康复锻炼

对于肘关节 PMRI 患者,术后康复早期以促进组织愈合防止粘连为目标。术后第 1 天开始主动握拳,第 1 周肘关节中立位屈曲 90° 固定,第 2 周开始在铰链式外固定支具保护下主动活动肘关节,并逐渐增加活动度至正常活动范围,支具保留 6 周,视具体情况调整。4~6 周开始进行腕及前臂肌力锻炼,并逐步增加肩肘稳定结构的力量锻炼,需特别注意 12 周内避免承受肘部内外翻应力,以防修复的韧带再次撕裂^[52-53]。

6 小结与展望

肘关节 PMRI 发病率不高且易漏诊,常导致严重后果,因此在早期病情判断上十分关键。相应辅助检查十分重要,尤其是 CT 三维重建有助于对损伤分型;而清醒及麻醉状态下的体格检查有助于辅助判断韧带损伤情况,对手术方案的制定具有指导意义。肘关节 PMRI 的治疗原则是修复损伤结构以恢复肘关节稳定性,从而利于早期功能锻炼。但

并非所有冠突骨折块均需切开复位内固定,也并非所有损伤韧带均需要修复才能恢复肘关节稳定性,需要术者根据受伤机制及伤情采用个体化治疗方案,以有效减少软组织损伤、降低术后并发症及提高功能预后,最终改善患者生活质量。随着对生物力学研究的深入和新的手术技术出现,内固定物将更符合相关生物力学原理,但仍需大宗病例随访及生物力学研究来证实,临床医务工作者需要及时掌握最新的动向给予患者最合适的治疗。

参考文献

- O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, *et al.* Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. *Instr Course Lect*, 2003, 52: 113-134.
- Closkey RF, Goode JR, Kirschenbaum D, *et al.* The role of the coronoid process in elbow stability. A biomechanical analysis of axial loading. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2000, 82-A(12): 1749-1753.
- Beingessner DM, Dunning CE, Stacpoole RA, *et al.* The effect of coronoid fractures on elbow kinematics and stability. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2007, 22(2): 183-190.
- Hull JR, Owen JR, Fern SE, *et al.* Role of the coronoid process in varus osteoarticular stability of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg*, 2005, 14(4): 441-446.
- 董洪先, 黄富国. 尺骨冠突前内侧骨折与肘关节外侧副韧带复合体损伤对肘关节内内侧旋转稳定性影响的生物力学研究. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(2): 176-179.
- Seki A, Olsen BS, Jensen S, *et al.* Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow: configuration of Y and its role. *J Shoulder Elbow Surg*, 2002, 11(1): 53-59.
- Bellato E, Kim Y, Fitzsimmons JS, *et al.* Role of the lateral collateral ligament in posteromedial rotatory instability of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017, 26(9): 1636-1643.
- Bryce CD, Armstrong AD. Anatomy and biomechanics of the elbow. *Orthop Clin North Am*, 2008, 39(2): 141-154.
- Dugas JR, Ostrander RV, Cain EL, *et al.* Anatomy of the anterior bundle of the ulnar collateral ligament. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007, 16(5): 657-660.
- Shukla DR, Golan E, Nasser P, *et al.* Importance of the posterior bundle of the medial ulnar collateral ligament. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016, 25(11): 1868-1873.
- Pollock JW, Brownhill J, Ferreira LM, *et al.* Effect of the posterior bundle of the medial collateral ligament on elbow stability. *J Hand Surg (Am)*, 2009, 34(1): 116-123.
- Golan EJ, Shukla DR, Nasser P, *et al.* Isolated ligamentous injury can cause posteromedial elbow instability: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016, 25(12): 2019-2024.
- Sard A, Dutto E, Rotini R, *et al.* The posterior bundle of the elbow medial collateral ligament: biomechanical study and proposal for a new reconstruction surgical technique. *Musculoskelet Surg*, 2017, 101(Suppl 2): 181-186.
- Regan W, Morrey B. Fractures of the coronoid process of the ulna. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1989, 71(9): 1348-1354.
- Sanchez-Sotelo J, Morrey M. Complex elbow instability: surgical management of elbow fracture dislocations. *EFORT Open Rev*, 2016, 1(5): 183-190.
- Copas D, Talbot JC. Clinical assessment of the elbow. *Orthopaedics and Trauma*, 2016, 30(4): 291-300.
- Chen FS, Diaz VA, Loebenberg M, *et al.* Shoulder and elbow injuries in the skeletally immature athlete. *J Am Acad Orthop Surg*, 2005, 13(3): 172-185.
- O'Driscoll SW, Lawton RL, Smith AM. The 'moving valgus stress test' for medial collateral ligament tears of the elbow. *Am J Sports Med*, 2005, 33(2): 231-239.
- Savoie FH, O'Brien M. Chronic medial instability of the elbow. *EFORT Open Rev*, 2017, 2(1): 1-6.
- O'Driscoll SW. Stress radiographs are important in diagnosing valgus instability of the elbow. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2002, 84-A(4): 686.
- Cohen SB, Valko C, Zoga A, *et al.* Posteromedial elbow impingement: magnetic resonance imaging findings in overhead throwing athletes and results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy*, 2011, 27(10): 1364-1370.
- Cotten A, Jacobson J, Brossmann J, *et al.* MR arthrography of the elbow: normal anatomy and diagnostic pitfalls. *J Comput Assist Tomogr*, 1997, 21(4): 516-522.
- De Maseneer M, Brigido MK, Antic M, *et al.* Ultrasound of the elbow with emphasis on detailed assessment of ligaments, tendons, and nerves. *Eur J Radiol*, 2015, 84(4): 671-681.
- Ciccotti MG, Atanda A Jr, Nazarian LN, *et al.* Stress sonography of the ulnar collateral ligament of the elbow in professional baseball pitchers: a 10-year study. *Am J Sports Med*, 2014, 42(3): 544-551.
- Pollock JW, Brownhill J, Ferreira L, *et al.* The effect of anteromedial facet fractures of the coronoid and lateral collateral ligament injury on elbow stability and kinematics. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2009, 91(6): 1448-1458.
- Chan K, Faber KJ, King GJ, *et al.* Selected anteromedial coronoid fractures can be treated nonoperatively. *J Shoulder Elbow Surg*, 2016, 25(8): 1251-1257.
- Moon JG, Bither N, Jeon YJ, *et al.* Non surgically managed anteromedial coronoid fractures in posteromedial rotatory instability: three cases with 2 years follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2013, 133(12): 1665-1668.
- Van Der Werf HJ, Guitton TG, Ring D. Non-operatively treated fractures of the anteromedial facet of the coronoid process: a report of six cases. *Shoulder Elbow*, 2010, 2(1): 40-42.
- Doornberg JN, Ring DC. Fracture of the anteromedial facet of the coronoid process. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2006, 88(10): 2216-2224.
- Doornberg JN, de Jong IM, Lindenhovius AL, *et al.* The anteromedial facet of the coronoid process of the ulna. *J Shoulder Elbow Surg*, 2007, 16(5): 667-670.
- Wells J, Ablove RH. Coronoid fractures of the elbow. *Clin Med Res*, 2008, 6(1): 40-44.
- Yang X, Chang W, Chen W, *et al.* A novel anterior approach for the fixation of ulnar coronoid process fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(6): 899-904.
- 彭世彬, 徐立, 梁军. Hotchkiss入路治疗尺骨冠突骨折的手术疗效. *创伤外科杂志*, 2017, 19(4): 294-296.
- Manidakis N, Sperelakis I, Hackney R, *et al.* Fractures of the ulnar coronoid process. *Injury*, 2012, 43(7): 989-998.
- Iannuzzi NP, Paez AG, Parks BG, *et al.* Fixation of regan-morrey type II coronoid fractures: a comparison of screws and suture lasso technique for resistance to displacement. *J Hand Surg (Am)*, 2017, 42(1): e11-e14.

- 36 Moon JG, Zobitz ME, An KN, *et al.* Optimal screw orientation for fixation of coronoid fractures. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(4): 277-280.
- 37 刘观贇, 潘志军, 马维虎, 等. 伴有前内侧冠状突骨折的肘关节“三联征”手术治疗策略. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19(7): 578-583.
- 38 Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll SW, Morrey BF. Anteromedial fracture of the coronoid process of the ulna. *J Shoulder Elbow Surg*, 2006, 15(5): e5-8.
- 39 Park SM, Lee JS, Jung JY, *et al.* How should anteromedial coronoid facet fracture be managed? A surgical strategy based on O'Driscoll classification and ligament injury. *J Shoulder Elbow Surg*, 2015, 24(1): 74-82.
- 40 Ouyang K, Wang D, Lu W, *et al.* Arthroscopic reduction and fixation of coronoid fractures with an exchange rod-a new technique. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 9.
- 41 Vernet E, Bacle G, Marteau E, *et al.* Lateral elbow ligamentoplasty by autologous tendon graft in posterolateral rotatory instability: Results in 18 cases at a mean 5 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015, 101(4 Suppl): S199-202.
- 42 Jobe FW, Stark H, Lombardo SJ. Reconstruction of the ulnar collateral ligament in athletes. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1986, 68(8): 1158-1163.
- 43 Nestor BJ, O'Driscoll SW, Morrey BF. Ligamentous reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1992, 74(8): 1235-1241.
- 44 Rohrbough JT, Altchek DW, Hyman J, *et al.* Medial collateral ligament reconstruction of the elbow using the docking technique. *Am J Sports Med*, 2002, 30(4): 541-548.
- 45 Olsen BS, Søjbjerg JO. The treatment of recurrent posterolateral instability of the elbow. *J Bone Joint Surg (Br)*, 2003, 85(3): 342-346.
- 46 Stein JA, Murthi AM. Posterolateral rotatory instability of the elbow: Our approach. *Oper Tech Orthop*, 2009, 19(4): 251-257.
- 47 Erickson BJ, Harris JD, Chalmers PN, *et al.* Ulnar collateral ligament reconstruction: anatomy, indications, techniques, and outcomes. *Sports Health*, 2015, 7(6): 511-517.
- 48 Camp CL, Sanchez-Sotelo J, Shields MN, *et al.* Lateral ulnar collateral ligament reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *Arthrosc Tech*, 2017, 6(4): e1101-e1105.
- 49 Jones KJ, Dodson CC, Osbahr DC, *et al.* The docking technique for lateral ulnar collateral ligament reconstruction: surgical technique and clinical outcomes. *J Shoulder Elbow Surg*, 2012, 21(3): 389-395.
- 50 Kim JW, Yi Y, Kim TK, *et al.* Arthroscopic lateral collateral ligament repair. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2016, 98(15): 1268-1276.
- 51 O'Brien MJ, Savoie FH 3rd. Arthroscopic and open management of posterolateral rotatory instability of the elbow. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2014, 22(3): 194-200.
- 52 Alaia MJ, Shearin JW, Kremenic IJ, *et al.* Restoring Isometry in Lateral Ulnar Collateral Ligament Reconstruction. *J Hand Surg (Am)*, 2015, 40(7): 1421-1427.
- 53 Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, *et al.* Rehabilitation of the overhead athlete's elbow. *Sports Health*, 2012, 4(5): 404-414.

收稿日期: 2017-10-26 修回日期: 2018-02-28
本文编辑: 王雁