

· 述评 ·

膝关节骨关节炎的非置换手术

李涛 史占军

【摘要】 膝关节骨关节炎是老年人常见的关节疾病，其治疗具有阶段性和多样性，对于早期保守治疗及药物治疗无效的膝关节骨关节炎，目前有多种非置换手术方式可供选择，包括关节镜清理、关节软骨修复和膝关节周围截骨术等。手术方式取决于患者年龄、病变部位、病变范围、病变严重程度等。本文探讨不同手术方式的临床证据、研究进展、适应证等。

【关键词】 骨关节炎；膝；关节镜检查；截骨术

【Abstract】 The knee osteoarthritis is common in the elder people. It develops in several stages and the treatment in different stage varies a lot. If conservation therapy (pharmacological and nonpharmacological) fails, surgery should be considered. Several nonarthroplastic surgical treatment options for early-staged knee osteoarthritis can be considered including arthroscopy, cartilage repair and osteotomy around the knee. Determining the most appropriate procedures depends on several factors, including age, location, area, stage of osteoarthritis. This review summaries the clinical evidence, progress and indication of each surgical procedure.

【key words】 Osteoarthritis, knee; Arthroscopy; Osteotomy

膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是老年人最常见的关节疾病之一，在超过 60 岁的人群中，其发病率约为 30%，其中超过一半的患者有不适症状，常见为疼痛、僵硬、肿胀和活动受限等^[1]。随着人口老龄化趋势的加剧，KOA 患者人数将逐年增长，据文献估计，KOA 将在十年内成为全球第四大致残病因^[2]。KOA 的病因包括退变、生物力学、创伤、基因等多个方面^[3-5]，其症状从轻度活动后疼痛到活动受限不断进展。由于其病因、症状的复杂性，KOA 的治疗具有阶段性和多样性。国际骨性关节炎研究协会 (osteoarthritis research society international, OARSI)、美国骨科医师协会 (American academy of orthopaedic surgeons, AAOS) 和中华医学会风湿病学分会等多个组织均发布了治疗指南，包括非药物治疗 (物理疗法、护具/支具、患者教育、减重等)、药物治疗 (玻璃

酸钠、糖皮质激素、抗炎药等) 和手术治疗等。人工全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 虽然是治疗 KOA 最有效的方法，但存在花费高、手术创伤大、假体磨损等问题。对于年轻 KOA 早期关节软骨磨损较轻的患者，TKA 并不是最佳选择。对于保守治疗效果不佳，TKA 治疗过早的患者，如何选择合适的治疗方法，是临床富有争议的课题。本文就近年来早期 KOA 非膝关节置换手术的临床证据进行综述，比较不同手术方法的进展、适应证以及随访结果。

一、关节镜清理术

关节镜下清理关节腔，修整退变、毛糙的关节软骨边缘，理论上可以清除关节腔内碎屑以及炎症因子，去除滑膜炎病因，从而改善关节疼痛、肿胀等症状^[6-7]。然而，关节镜冲洗、清理术的疗效一直存在争议。Moseley 等^[8]比较了关节镜清理术与假手术，结果发现关节镜清理并无明显优势。2007 年，Siparsky 等^[9]发表了关于关节镜清理的系统性综述，结果显示其优势有限。Dervin 等^[10]和 Hubbard^[11]的研究认为，造成关节镜清理术疗效差异的主要原因在于患者选择标准，如果患者年轻，有明确半月板

损伤或软骨剥脱证据,影像学轻中度关节炎病变,软骨缺损较轻,该类患者术后常能获得明显改善。然而,2013 年发表于 NEJM 的一项多中心、随机、双盲对照试验质疑了上述观点,该研究纳入半月板损伤的非 KOA 患者,术后 1 年随访膝关节功能及症状均无明显差异^[12]。该研究发表后引起了广泛争议,反对者认为其在研究设计上存在不足。最近的 1 篇 Cochrane 综述也质疑了上述观点^[13],该综述仅纳入 3 篇设计良好的研究^[8, 11, 14],结论认为,无论力学因素或是炎症性因素造成的 KOA,关节镜清理均不能使患者获益。

从当前的临床证据来看,对于 KOA,关节镜清理术可以使部分患者症状在短期内改善。其适应证包括^[9-11, 13]:(1)局灶性关节损伤症状;(2)有明确半月板损伤或软骨剥脱证据;(3)影像学轻中度关节炎病变,软骨缺损轻。对于无明确责任病灶的 KOA,关节镜清理通常无明显疗效。

二、关节软骨修复手术

关节软骨损坏是 KOA 的早期病变,所以治疗 KOA 最直接的手段就是修复关节软骨。但一般认为,损坏的关节软骨几乎没有修复功能^[15]。目前提出了多种修复关节软骨的方案,包括多能干细胞刺激技术(打磨、钻孔、微骨折等)、软骨移植技术(镶嵌式自体/异体软骨移植术、骨膜瓣移植术、自体软骨细胞移植术、自体基质诱导成软骨细胞移植术等)。无论哪种修复方案,均要求关节软骨缺损面积小,认为一旦关节软骨缺损面积超过一定范围,关节软骨修复通常无效。然而到目前为止,并没有高质量的临床证据说明不同手术技术能够修复的最大缺损面积。文献报道中,修复的软骨缺损面积为 2.7 ~ 11.7 cm²^[16]。从文献的荟萃分析结果来看,当软骨缺损 2 ~ 3 cm²,建议采用微骨折技术;微骨折失败或软骨缺损 2 ~ 3 cm²时,建议行软骨移植技术^[17]。目前认为关节软骨修复手术的适应证包括以下几点^[17]:(1)年轻患者;(2)单纯软骨损伤;(3)若合并半月板、交叉韧带等损伤,需同时行修复手术;(4)若合并力线异常,需同时行截骨术。

(一)多能干细胞刺激手术

研究发现,关节面下的软骨下骨层有多能干细胞,这些干细胞可以迁移至关节面并且分化为成软骨细胞,从而修复软骨缺损^[18-21]。最初采用开放手术、关节面钻孔的方法,之后 Steadman 等^[18-21]改进为关节镜下微骨折、打磨方法,在软骨下骨层钻

入 2 ~ 4 mm 孔道,彼此间距 3 ~ 4 mm,术后关节功能评分及症状均显著改善,术后 7 年随访,80% 患者仍感觉症状有改善。

虽然多能干细胞刺激修复技术取得了一定的效果,但也存在一些不足。比如修复的组织中透明软骨成分有限,关节软骨修复量不均一,新生的关节软骨组织功能受限等^[22]。

(二)软骨移植手术

目前发明了多种软骨移植技术,镶嵌式骨软骨移植术是取关节面边缘非负重区域的骨软骨移植术,可以是自体或异体,利用特殊工具将取出的柱状移植术插入到需修复的关节软骨缺损的关节面,达到修复的目的^[23-25]。

自体软骨细胞移植术 (autologous chondrocyte implantation, ACI) 最初由 Hjelle 等^[26]提出,该手术通过取自体软骨细胞,经体外培养后,利用骨膜瓣移植到需要修复的关节面。目前的 ACI 技术利用胶原纤维膜替代骨膜瓣,同时在软骨细胞体外培养方面作出了许多改进,包括细胞因子刺激、三维培养支架等,其目的均在于简化手术操作,提高体外培养的软骨细胞生物性能。

与镶嵌式骨软骨移植术相比,ACI 应用更为广泛。ACI 的主要不足在于修复的关节软骨损伤范围不能太大,体外软骨细胞培养昂贵。此外,若关节软骨损坏部位骨坏死,其疗效不佳^[26]。

几项随机对照试验比较了 ACI、微骨折、镶嵌式骨软骨移植疗效,术后症状改善并未发现显著性差异^[27-28]。近期 Windt 等^[16]发表的系统性综述,纳入 9 篇高质量文献(其中 6 篇均为 ACI 技术),最长随访时间 9 年,手术失败率 8% ~ 27.3%,行关节置换手术率 2.5% ~ 6.5%,显示出良好的短期及中期疗效。目前尚无长期随访结果报道。

三、膝关节周围截骨术

膝关节周围截骨始于 19 世纪,最初用于治疗膝内翻或膝外翻畸形^[29],1950 年之后大量用于单间室 KOA。应用最广泛的为经典 Coventry 截骨法,在胫骨结节上方行闭合外翻截骨,术中需同时截断腓骨^[30]。由于其存在手术创伤大、术后疗效差异大、腓总神经损伤风险高等不足,1980 年起,随着关节置换技术的兴起,Coventry 截骨方法逐渐被替代。2000 年左右,随着新的钢板技术的发展,撑开外翻截骨逐渐兴起,该方法在胫骨近端截骨,撑开后钢板固定,间隙可不植骨,由于其稳定性好、不损伤腓总神经,因而被广泛应用^[31-33]。

膝关节周围截骨的目的在于改变下肢力线,将膝关节负重从病变侧移到相对较好的对侧,从而减轻病

变侧关节面负重,减轻关节面磨损,推迟行 TKA 手术时间。目前多种手术方式被用于改善下肢力线,包括股骨髁上截骨、胫骨近端截骨、腓骨近端截骨等。经典的手术适应证为单间室 KOA 合并轻度膝内翻或膝外翻,同时髌股关节面未受关节炎累及。

(一) 股骨髁上截骨术

股骨关节面有 $(81 \pm 2)^\circ$ 解剖外翻角,如果测量下肢力线异常发生于股骨侧,可行股骨髁上截骨术。此外,文献报道若膝外翻超过 12° ,胫骨近端截骨效果不佳,且对关节线损害过大^[34-36],建议行股骨髁上截骨。

股骨髁上截骨包括闭合截骨和撑开截骨,目前临床应用较多的为闭合截骨。近期的系统性综述报道,闭合截骨术后 10 年累积生存率为 $64\% \sim 27\%$,术后 15 年累积生存率为 45% ^[37]。撑开截骨研究样本量均不大,不同研究结果差异较大。Saithna 等^[38]报道术后 5 年累积生存率 79%;Dewilde 等^[39]报道术后 7 年累积生存率为 82%;Zarrouk 等^[40]报道术后 8 年累积生存率 91%。

无论哪种截骨方式,术后膝关节评分、症状改善方面,各文献报道差异均有统计学意义^[37-39]。

(二) 胫骨近端截骨术

胫骨近端截骨术是在胫骨结节近端进行楔形截骨,又称胫骨高位截骨术 (high tibial osteotomy, HTO)。正常解剖下,膝关节力线有 $5 \sim 7^\circ$ 外翻,内侧承受约 60% 应力,外侧承受约 40% 应力。在外伤、发育异常、膝关节稳定性受损的情况下,膝关节内应力分布发生异常,引起膝关节单个间室软骨磨损加速,产生膝关节疼痛、肿胀等不适症状。HTO 通过近端胫骨截骨纠正下肢力线,从而纠正膝关节内异常的应力分布,将应力集中的位置分散至关节面相对正常的一侧。术后随访 7~20 年发现,术后膝关节症状缓解,功能改善^[41]。

一般认为,HTO 的适应证包括:中青年患者、运动要求高、体重小于理想体重的 1.32 倍、活动度 $> 90^\circ$ 、屈曲畸形 $< 15^\circ$ 、髌股关节正常、无韧带不稳定等^[42-43]。目前认为 HTO 的禁忌证包括:吸烟,股骨或胫骨软骨缺损超过 15×15 mm。吸烟主要影响截骨后骨愈合困难,特别是对于撑开截骨术,可能造成术后不愈合^[43]。Markolf 等^[44]通过膝关节受力分析认为,股骨或胫骨软骨缺损超过 15×15 mm 术后疗效差。此外,对于有严重髌股关节炎症状、髌下皱襞、高位髌骨的患者,由于 HTO 可能加重上述症状,为 HTO 相对禁忌证^[45]。

目前有多重 HTO 截骨方法,对于内侧间室 KOA,将胫股角纠正至外翻位得到了共识,但外翻角度以及是否加速外侧间室退变存在争议。Coventry 等^[46]认为胫股角范围为 $10 \sim 13^\circ$,应 $\leq 8^\circ$ (5 年有效率 90%,10 年有效率 65%),若超过 8° 疗效不佳 (5 年有效率 38%,10 年有效率 19%)。基于类似的研究设计,Rudan 等^[47]得到的最佳胫股角为 $6 \sim 14^\circ$,Majima 等^[48]为 $12 \sim 16^\circ$ 。Hernigou 等^[49]认为,过度外翻会导致外侧间室退变加速。Majima 等^[48]则通过随访 10~15 年研究认为,外侧间室并不会退变加快,HTO 与外侧间室骨关节炎进展无相关性。

经典的胫骨近端截骨方法为 Coventry^[34]报道方法,在胫骨近端外侧行楔形截骨,同时行腓骨近端截骨,闭合截骨断端。该方法最大的不足在于截骨操作复杂、术后并发症等。有文献报道其合并腓总神经损伤率为 11%^[32]。同时由于术后关节面倾斜,远期行 TKA 可能需要胫骨平台垫。

近年来被广泛使用的是胫骨近端内侧撑开外翻截骨,在胫骨近端内侧截骨,撑开截骨线后行钢板固定,截骨端撑开的间隙无需植骨,该方法手术时间短,便于术中调节外翻角度,不损伤腓总神经,具有极大的优势^[31-33]。

大部分闭合外翻截骨术后随访疗效良好,但随着随访时间延长其满意度下降。Insall 等^[50]的随访研究表明,术后 2 年随访,97% 患者疗效良好,但在术后 5 年及术后 9 年时,其优良率分别降低至 85% 和 63%。对于撑开外翻截骨,目前尚缺乏远期随访结果,Floerkemeier 等^[51]报道了术后 3.6 年的回顾性研究结果,优良率为 94%。

无论是胫骨外侧闭合外翻截骨还是胫骨内侧撑开外翻截骨,均为楔形截骨,都改变了股骨近端解剖形态,可能引起下肢长度变化。为了避免上述缺陷,Blaimont 等^[52]发明了另一种圆顶式截骨法。该方法避免了上述不足,同时截骨面接触面积大,愈合快,方便调整截骨角度,允许早期负重,不影响远期 TKA 手术。但手术技术复杂,临床应用较少。目前部分研究设计研发适用于圆顶式截骨手术所用的导向器,以期简化手术操作。文献报道圆顶式截骨术后疗效差异大,Bilgen 等^[53]比较了圆顶式截骨术与闭合外翻截骨术,平均随访 3 年,在膝关节功能评分方面,二者没有显著差异,但在髌骨高度、外翻角维持方面,圆顶式截骨要明显优于闭合外翻

截骨术。然而,在另一项研究中,Chiang 等^[29]发表了一项中长期随访研究,纳入 25 例患者,5 年优良率为 72%,15 年优良率为 42%,优良率明显低于闭合外翻截骨。

(三) 腓骨近端截骨术

不均匀沉降理论由张英泽等^[54]首次提出,认为随着年龄的增长,人体骨质会发生一定程度的疏松从而不同程度的沉降,胫骨近端为松质骨区,负重面大,必然会发生沉降。由于胫骨平台周围无坚强软组织,内侧无骨性阻挡,而外侧有腓骨支撑,因而负重面向内侧移动,最终造成胫骨平台内外侧不均匀沉降,继发膝关节力线内移、膝内翻畸形。根据该理论,行腓骨近端截骨可以减弱胫骨平台外侧支撑,使膝关节负重外移,纠正负重力线,减轻膝关节内侧的应力,防止胫骨平台继续发生不均匀沉降,同时减轻膝关节外侧软组织张力,达到软组织和韧带的再平衡,从而改善膝关节疼痛症状^[55-57]。

该手术的适应证包括^[58]:(1)保守治疗无效的年轻患者;(2)临床表现以内侧间室病变为主;(3)X 线见膝关节内侧间隙变窄,下肢力线内翻畸形等。KOA 合并外翻畸形或髌股关节炎等不推荐行该手术。

该手术经腓骨后外侧入路,自腓骨长短肌与比目鱼肌间隙钝性分离至腓骨,行骨膜下剥离后显露腓骨。于腓骨小头下方 6~10 cm 处,截除约 2 cm 长腓骨段,断端用骨蜡封堵,防止腓骨断端愈合,见图 1~2。手术最主要的风险在于损伤腓浅神经^[58]。



图 1~2 腓骨近端截骨术后 X 线片

Yang 等^[55]报道了 110 例患者随访 2~16 年结果,关节功能恢复良好,VAS 评分 1~3 分(术前 7~9 分)。陈伟等^[58]进行了前瞻性随机对照研究,比较 HTO、TKA、单髁关节置换、关节镜下清理与腓骨近端截骨术后疗效,共纳入 284 侧膝关节,平均随访 9.2 个月,评估膝关节功能及疼痛症状,均无明显差异。

相比于其他膝关节周围截骨方法,腓骨近端截骨手术时间短、手术创伤小、术后恢复快,存在极大的优势,近年来得到广泛推广。目前虽然无大宗长期随访报道,但从发表的中短期疗效来看,其术后临床症状改善明显。目前该手术在国内多家医院均有开展。在国际会议交流中,韩国、日本也有多家机构开展该手术,术后疗效显著。

综上所述,从目前发表的临床证据来看,多种手术方案可供早期 KOA 选择。对于年轻的早期 KOA 患者,在软骨损坏较轻的情况下,应该综合考虑患者情况及手术技术。在严格评估手术适应证,保证手术技术成熟的前提下,不同的手术方案均可以获得良好的术后疗效。对于中长期随访疗效,部分手术方式目前尚缺乏大样本随访数据,需要进行证据等级更高的随访研究进行评估。

参 考 文 献

- 1 Felson DT, Naimark A, Anderson J, et al. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study [J]. *Arthritis Rheum*, 1987, 30(8): 914-918.
- 2 Guilbert JJ. The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life [J]. *Educ Health (Abingdon)*, 2003, 16(2): 230.
- 3 Spector TD, Cicuttini F, Baker J, et al. Genetic influences on osteoarthritis in women: a twin study [J]. *BMJ*, 1996, 312(736): 940-943.
- 4 Van Der Kraan PM, Blaney Davidson EN, Blom A, et al. TGF-beta signaling in chondrocyte terminal differentiation and osteoarthritis: modulation and integration of signaling pathways through receptor-Smads [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009, 17(12): 1539-1545.
- 5 Valdes AM, Spector TD, Tamm A, et al. Genetic variation in the SMAD3 gene is associated with hip and knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2010, 62(8): 2347-2352.
- 6 Chang RW, Falconer J, Stulberg SD, et al. A randomized, controlled trial of arthroscopic surgery versus closed-needle joint lavage for patients with osteoarthritis of the knee [J]. *Arthritis Rheum*, 1993, 36(3): 289-296.

- 7 Ogilvie-Harris DJ, Fitsialos DP. Arthroscopic management of the degenerative knee [J]. *Arthroscopy*, 1991, 7(2): 151-157.
- 8 Moseley JB, O'malley K, Petersen NJ, et al. A controlled trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee [J]. *N Engl J Med*, 2002, 347(2): 81-88.
- 9 Siparsky P, Ryzewicz M, Peterson B, et al. Arthroscopic treatment of osteoarthritis of the knee: are there any evidence-based indications?[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 455: 107-112.
- 10 Dervin GF, Stiell IG, Rody K, et al. Effect of arthroscopic débridement for osteoarthritis of the knee on health-related quality of Life [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85-A(1): 10-19.
- 11 Hubbard MJ. Articular debridement versus washout for degeneration of the medial femoral condyle. A five-year study [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1996, 78(2): 217-219.
- 12 Sihvonen R, Paavola M, Malmivaara A, et al. Arthroscopic partial meniscectomy versus sham surgery for a degenerative meniscal tear [J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(26): 2515-2524.
- 13 Laupattarakasem W, Laopaiboon M, Laupattarakasem P. Arthroscopic debridement for knee osteoarthritis [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2008, 23(1): Cd005118.
- 14 Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, et al. OARS recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis Part III: changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009 [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010, 18(4): 476-499.
- 15 Widuchowski W, Lukasik P, Kwiatkowski G, et al. Isolated full thickness chondral injuries. Prevalance and outcome of treatment. A retrospective study of 5233 knee arthroscopies [J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2008, 75(5): 382-386.
- 16 De Windt TS, Vonk LA, Brittberg M, et al. Treatment and prevention of (early) osteoarthritis using articular cartilage Repair-Fact or fiction? a systematic review [J]. *Cartilage*, 2013, 4(3 Suppl): 5S-12S.
- 17 Oussedik S, Tsitskaris K, Parker D. Treatment of articular cartilage lesions of the knee by microfracture or autologous chondrocyte implantation: a systematic review [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31(4): 732-744.
- 18 Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ, et al. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up [J]. *Arthroscopy*, 2003, 19(5): 477-484.
- 19 Steadman J R, Rodkey W G, Briggs K K, et al. The microfracture technic in the management of complete cartilage defects in the knee joint [J]. *Orthopade*, 1999, 28(1): 26-32.
- 20 Steadman JR, Rodkey WG, Briggs KK. Microfracture to treat full-thickness chondral defects: surgical technique, rehabilitation, and outcomes [J]. *J Knee Surg*, 2002, 15(3): 170-176.
- 21 Steadman JR, Rodkey WG, Rodrigo JJ. Microfracture: surgical technique and rehabilitation to treat chondral defects [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2001(391 Suppl): S362-S369.
- 22 Mithoefer K, Mcadams T, Williams RJ, et al. Clinical efficacy of the microfracture technique for articular cartilage repair in the knee: an evidence-based systematic analysis [J]. *Am J Sports Med*, 2009, 37(10): 2053-2063.
- 23 Hangody L, Feczko P, Bartha L, et al. Mosaicplasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2001(391 Suppl): S328-S336.
- 24 Hangody L, Füles P. Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weight-bearing joints: ten years of experimental and clinical experience [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2003, 85-A(Suppl 2): 25-32.
- 25 Hangody L, Vásárhelyi G, Hangody LR, et al. Autologous osteochondral grafting--technique and long-term results [J]. *Injury*, 2008, 39(Suppl 1): S32-S39.
- 26 Hjelte K, Solheim E, Strand T, et al. Articular cartilage defects in 1,000 knee arthroscopies [J]. *Arthroscopy*, 2002, 18(7): 730-734.
- 27 Knutsen G, Drogset JO, Engebretsen L, et al. A randomized trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture. Findings at five years [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89(10): 2105-2112.
- 28 Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, et al. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee. A randomized trial [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2004, 86-A(3): 455-464.
- 29 Chiang H, Hsu HC, Jiang CC. Dome-shaped high tibial osteotomy: a long-term follow-up study [J]. *J Formos Med Assoc*, 2006, 105(3): 214-219.
- 30 Coventry MB. osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. a preliminary report [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1965, 47: 984-990.
- 31 Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Improvements in surgical technique of valgus high tibial osteotomy [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2003, 11(3): 132-138.
- 32 Staubli AE, De Simoni C, Babst R, et al. TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia--early results in 92 cases [J]. *Injury*, 2003, 34(Suppl 2): B55-B62.
- 33 Wagner M, Frenk A, Frigg R. New concepts for bone fracture treatment and the Locking Compression Plate [J]. *Surg Technol Int*, 2004, 12: 271-277.
- 34 Coventry MB. Proximal tibial varus osteotomy for osteoarthritis of the lateral compartment of the knee [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1987, 69(1): 32-38.
- 35 Shoji H, Insall J. High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee with valgus deformity [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1973, 55(5): 963-973.
- 36 Healy WL, Anglen JO, Wasilewski SA, et al. Distal femoral varus osteotomy [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1988, 70(1): 102-109.
- 37 Saithna A, Kundra R, Modi CS, et al. Distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus knee. A systematic review of the literature [J]. *Open Orthop J*, 2012, 6: 313-319.
- 38 Saithna A, Kundra R, Getgood A, et al. Opening wedge distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus

- knee [J]. Knee, 2014, 21(1): 172-175.
- 39 Dewilde TR, Dauw J, Vandenuecker H, et al. Opening wedge distal femoral varus osteotomy using the Puudu plate and Calcium phosphate bone cement [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(1): 249-254.
 - 40 Zarrouk A, Bouzidi R, Karray B, et al. Distal femoral varus osteotomy outcome: Is associated femoropatellar osteoarthritis consequential?[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2010, 96(6): 632-636.
 - 41 Brouwer RW, Huizinga MR, Duivenvoorden T, et al. Osteotomy for treating knee osteoarthritis [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2014(12): CD004019.
 - 42 Prodromos CC, Amendola A, Jakob RP. High tibial osteotomy: indications, techniques, and postoperative management [J]. Instr Course Lect, 2015, 64: 555-565.
 - 43 Wolcott M, Traub S, Efrid C. High tibial osteotomies in the young active patient [J]. Int Orthop, 2010, 34(2): 161-166.
 - 44 Markolf KL, Bargar WL, Shoemaker SC, et al. The role of joint load in knee stability [J]. J Bone Joint Surg Am, 1981, 63(4): 570-585.
 - 45 Tigani D, Ferrari D, Trentani P, et al. Patellar height after high tibial osteotomy [J]. Int Orthop, 2001, 24(6): 331-334.
 - 46 Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases [J]. J Bone Joint Surg Am, 1993, 75(2): 196-201.
 - 47 Rudan JF, Simurda MA. High tibial osteotomy. A prospective clinical and roentgenographic review [J]. Clin Orthop Relat Res, 1990, (255): 251-256.
 - 48 Majima T, Yasuda K, Katsuragi R, et al. Progression of joint arthrosis 10 to 15 years after high tibial osteotomy [J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, (381): 177-184.
 - 49 Hernigou P, Medevielle D, Debeyre J, et al. Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study [J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(3): 332-354.
 - 50 Insall JN, Joseph DM, Msika C. High tibial osteotomy for varus gonarthrosis. A Long-term follow-up-study [J]. J Bone Joint Surg Am, 1984, 66(7): 1040-1048.
 - 51 Floerkemeier S, Staubli AE, Schroeter S, et al. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(1): 170-180.
 - 52 Blaimont P, Burnotte J, Halleux P. Prearthrosis of the knee. Pathogeny, biomechanics, and preventive treatment [J]. Acta ortho Belg, 1975, 41(2): 177-200.
 - 53 Bilgen MS, Atici T, Bilgen OF. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis: a comparison of clinical and radiological results from closed wedge and focal dome osteotomies [J]. J Int Med Res, 2007, 35(6): 733-741.
 - 54 张英泽, 李存祥, 李冀东, 等. 不均匀沉降在膝关节退变及内翻过程中机制的研究 [J]. 河北医科大学学报, 2014, 35(2): 218-219.
 - 55 Yang ZY, Chen W, Li CX, et al. Medial compartment decompression by fibular osteotomy to treat medial compartment knee osteoarthritis: a pilot study [J]. Orthopedics, 2015, 38(12): 1110-1114.
 - 56 秦迪, 陈伟, 吕红芝, 等. 腓骨中上段部分切除治疗膝关节内侧间室骨性关节炎机制研究及治疗效果影响因素分析 [J]. 河北医科大学学报, 2015, 36(6): 727-729.
 - 57 刘月驹, 秦士吉, 李升, 等. 不均匀沉降理论在踝关节骨性关节炎中的应用 [J]. 河北医科大学学报, 2015, 36(4): 490.
 - 58 陈伟, 陈百成, 王飞, 等. 应用不同方法治疗膝关节骨性关节炎的对比研究 [J]. 河北医科大学学报, 2015, 36(5): 600-602.

(收稿日期: 2015-12-2)

(本文编辑: 吕红芝)

李涛, 史占军. 膝关节骨关节炎的非置换手术 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(1): 1-6.