

胫骨平台内侧角在内侧间室膝骨关节炎手术 治疗中的意义

朱哲辉¹, 蒙卫东¹, 刘时璋²

¹西安医学院, 陕西 西安

²陕西省人民医院, 陕西 西安

收稿日期: 2022年8月13日; 录用日期: 2022年9月7日; 发布日期: 2022年9月14日

摘 要

随着人口老龄化加剧, 膝关节骨关节炎发病率逐年提高, 尤其是内侧间室膝骨关节炎, 常常影响患者的日常生活。针对适应证选择合适的手术方式治疗, 是解除患者病痛, 恢复患者日常生活的重要方案。自从胫骨高位截骨术、单髁置换手术、腓骨截骨术等手术方式问世以来, 越来越引起骨科医生的关注, 根据患者的实际情况决定治疗方法尤为重要。在确定手术方式之前, 胫骨平台内侧角作为胫骨近端影像学参数判断膝关节畸形程度, 维持膝关节正常下肢力线有着极为重要的作用, 既可以指导术前力线矫正角度的规划, 又可以在术中假体选择、截骨量的多少中提供重要的理论依据。在治疗内侧间室膝骨关节炎的三种手术方式中, 胫骨平台内侧角对术前准备、术前规划、手术方式选择、术中截骨、术后疗效评估提供数据支撑和理论指导, 三种术式对于治疗内侧间室膝骨关节炎也各有优劣, 对于矫正患者下肢力线, 提高患者远期生活质量都有较好的疗效。本文综述并探讨了胫骨平台内侧角在内侧间室骨关节炎手术治疗中的意义, 以期待能为这三种术式提供有价值的理论基础与研究意义。

关键词

骨关节炎, 内侧间室膝骨关节炎, 胫骨平台内侧角, 胫骨高位截骨术, 单髁置换手术, 腓骨截骨术

Significance of Medial angle of Tibial Plateau in Surgical Treatment of Medial Compartment Knee Osteoarthritis

Zhehui Zhu¹, Weidong Meng¹, Shizhang Liu²

¹Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Aug. 13th, 2022; accepted: Sep. 7th, 2022; published: Sep. 14th, 2022

文章引用: 朱哲辉, 蒙卫东, 刘时璋. 胫骨平台内侧角在内侧间室膝骨关节炎手术治疗中的意义[J]. 临床医学进展, 2022, 12(9): 8377-8384. DOI: 10.12677/acm.2022.1291208

Abstract

With the aging of the population, the incidence of knee osteoarthritis is increasing year by year, especially medial compartment knee osteoarthritis, which often affects the daily life of patients. Selecting the appropriate surgical treatment according to the indication is an important plan to relieve the patient's pain and restore the patient's daily life. Since the advent of high tibial osteotomy, unicondylar replacement surgery, fibula osteotomy, and other surgical methods, it has attracted more and more attention from orthopedic surgeons. It is particularly important to decide the treatment method according to the actual situation of the patient. Before determining the surgical method, the medial angle of the tibial plateau is used as an imaging parameter of the proximal tibia to judge the degree of knee joint deformity and to maintain the normal lower limb alignment of the knee joint. It provides an important theoretical basis for the selection of intraoperative prosthesis and the amount of osteotomy. Among the three surgical methods for the treatment of medial compartment knee osteoarthritis, the medial angle of the tibial plateau provides data support and theoretical guidance for preoperative preparation, preoperative planning, surgical method selection, and intraoperative osteotomy, and postoperative efficacy evaluation. Each type of operation has its own advantages and disadvantages for the treatment of medial compartment knee osteoarthritis and has a good curative effect in correcting the lower limb alignment of patients and improving the long-term quality of life of patients. This article reviews and discusses the significance of the medial angle of the tibial plateau in the surgical treatment of medial compartment osteoarthritis, hoping to provide a valuable theoretical basis and research significance for these three surgical methods.

Keywords

Osteoarthritis, Medial Unicompartmental Knee Osteoarthritis, Medial Proximal Tibial Angle, High Tibial Osteotomy, Unicondylar Knee Arthroplasty, Fibula Osteotomy

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,骨关节炎(Osteoarthritis, OA)是引起老年人腿痛的主要原因,呈逐年上升趋势,严重影响了患者生活质量[1]。最常见的内侧间室膝骨关节炎(medial unicompartmental knee osteoarthritis, MUKOA),常导致患者关节疼痛、内翻畸形等症状,极大降低了患者生活质量,最后导致患者进行全膝关节置换术,加重了患者的医疗负担[2]。内侧间室膝骨关节炎的防治,对于改善关节症状、提高生活质量方面具有重要的理论价值与现实意义[3]。其中,针对中晚期内侧间室膝骨关节炎患者,尽早进行手术治疗能够缓解患者症状、减慢内侧间室膝骨关节炎的进展、延缓甚至避免全膝关节置换的结局。针对内侧间室膝骨关节炎开展相关关节参数的研究,对于胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)、单髁置换手术(unicondylar knee arthroplasty, UKA)、腓骨截骨术(Fibula Osteotomy, FO)这些术式具有重要的参考意义,特别是胫骨平台内侧角,对于术前规划、术中截骨及假体放置都提供了重要的参数指标,而目前针对胫骨平台内侧角在内侧间室膝骨关节炎手术治疗中的研究尚不充分,回顾现有研究,尚无综述性研究充分总结胫骨平台内侧角在不同术式、不同病情中对内侧间室膝骨关节炎的意义。本文回顾性综述胫骨平台

内侧角对内侧间室膝骨关节炎手术治疗的影响,从手术方式的概述,各种术式的优劣,胫骨平台内侧角在手术治疗的作用评价胫骨平台内侧角在内侧间室膝骨关节炎手术治疗中的意义。

2. 胫骨平台内侧角概述

胫骨平台内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)指胫骨机械轴与胫骨平台内外缘连线的内侧交角,是评价胫骨形态的主要指标。国内学者吴厦[4]利用 X 线下肢全长片测得该角度为 $(84.5 \pm 3.9)^\circ$ 。国外学者 Paley [5]等测得该角度为 $(87.2 \pm 1.5)^\circ$ 。理想状态下胫骨平台内侧角(MPTA) = 90° ,生理状态下人膝关节 MPTA 约为 $85^\circ \sim 90^\circ$ [6]。

2.1. MPTA 在内侧间室膝骨关节炎手术治疗中的作用

MPTA 在内侧间室膝骨关节炎的手术治疗中扮演了重要的角色,在术前准备、畸形的判断具有重要意义。在放射学中确定内侧间室膝骨关节炎的方法中,需要用到四项指标来为内侧间室膝骨关节炎分型做准备,分别为:下肢机械轴-髁中心至踝中心、股骨机械轴-髁中心至膝中心、胫骨机械轴-膝中心至踝中心以及膝关节线-股骨髁与胫骨平台的切线。

理想状态下下肢处于理想位置时,压力负荷均匀地分布于内外侧平台,力线穿过膝关节中点,此时 MPTA = 90° , LDFA = 90° [7]。但由于生长发育的不同,在影像学上可以根据角度将内侧间室膝骨关节炎膝内翻畸形分为四型。I 型:单纯的股骨机械轴内翻,伴或不伴有 JLCA 的增大,股骨侧内翻畸形;II 型:单纯的胫骨机械轴内翻,伴或不伴有 JLCA 的增大,胫骨侧内翻畸形;III 型:胫骨机械轴内翻 + 股骨机械轴内翻,伴或不伴有 JLCA 的增大,股骨内翻和胫骨内翻畸形;IV 型:胫骨机械轴内翻 + JLCA 增大,外侧副韧带松弛及胫骨内翻畸形。胫骨机械轴、股骨机械轴内翻提示力线向内侧移动, JLCA 增大则提示膝关节韧带松弛[8]。MPTA 在其中扮演重要角色,角度异常可能提示膝关节应力平衡打破,出现内侧间室的压力增大。该角度作为膝内翻分型的来源之一,也为内侧间室膝骨关节炎手术治疗的术前计划与准备提供理论依据。

保膝手术治疗适用于绝大多数内侧间室膝骨关节炎的患者,修正力线,改善膝关节平衡,祛除内侧间室膝骨关节炎的诱因,延缓甚至避免全膝关节置换术。胫骨高位截骨术、腓骨截骨术、单髁置换手术是针对内侧间室膝骨关节炎的有效手术方式,这些手术方式均涉及胫骨平台近端,胫骨平台内侧角测量值均小于理想状态,可见胫骨近端形态重要性不可忽视。MPTA 的测量尤为重要,它是反映保膝手术治疗的患者胫骨近端形态参数改变情况的重要指标,是决定是否行截骨手术及截骨角度的可靠依据之一,可以用于手术目标角度的制定,它的改变可以直观地观察到下肢力线的改变,为手术规划提供了重要的参考价值。在行保膝治疗手术时,根据角度参数制订的分型具有明确的指导意义,对于 II 型单纯的胫骨机械轴内翻来讲,可以行胫骨近端手术包括胫骨高位截骨术、腓骨截骨术,但对于不仅仅是胫骨机械轴内翻还包括股骨机械轴内翻的患者,这时仅行胫骨近端截骨会造成胫骨机械轴的内翻矫正不足,会形成风险[8]。

2.2. MPTA 对于术后疗效的意义

MPTA 在手术后的评估也具有重要意义,它是手术疗效及患者预后的关键因素[9],国内外学者常用 MPTA 来评价术后疗效。过去国内外研究人员根据患者预后发现胫骨平台内侧角在 5° 的范围内矫正可能获得较好的效果,如果角度矫正过大,会加重外侧间室损伤,诱发外侧间室关节炎;如果矫正角度过小,则会再次出现内侧间室关节炎,手术效果差。袁志坤[10]等人选择了 142 例膝关节作为观察组,选取同期 100 例作为对照组,比较了术后三个月的 MPTA 角度,术前 MPTA ($81.4 \pm 3.9^\circ$),术后三个月 MPTA (88.6

$\pm 1.5^\circ$ ，角度矫正在正常范围内，HSS 膝关节评分从术前的 54.7 ± 7.6 到术后三个月的 81.4 ± 3.9 ，所随访的患者均产生良好的疗效。并且根据其研究成果提示 MPTA 可以作为膝关节骨关节炎重要评价指标，对膝骨关节炎患者术后疗效评估及膝关节功能恢复情况具有显著的参考价值。

3. 胫骨平台内侧角对胫骨高位截骨术的意义

3.1. 胫骨高位截骨术概述

胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)治疗单间室膝关节炎历史悠久，1965 年由 COVENTRY [11]提出，包含两种术式外侧闭合楔形胫骨高位截骨术(Close Wedge High Tibia Osteotomy, CWHTO)和内侧开放楔形胫骨高位截骨术(Open Wedge High Tibia Osteotomy, OWHTO)。OWHTO 适用于那些较年轻的、活动要求高的患者[12]，Hante [13]等人回顾性分析了 20 例 45 岁以内的年轻 KOA，平均随访 12 年，发现行 OWHTO 术后患者症状明显缓解，下肢力线稳定，延缓了内侧间室骨关节炎的进展。Ruangsomboon [14]等人平均随访了 6 年，对 60 岁以上的患者行 OWHTO 发现疗效较好，但随着全膝关节置换术的发展，有学者[15]发现，全膝关节置换术的远期疗效在 60 岁以上老年患者中明显优于 OWHTO，在高龄患者中进行手术应慎重决定。OWHTO 术后可以诱导软骨退变的再生[16] [17]，减少炎症因子的生成[18]，这可能是内侧开放楔形截骨术治疗骨关节炎的重要原因之一。外侧闭合楔形截骨术在治疗内侧间室骨关节炎也取得了良好的疗效，Park [19]等人对 100 例患者平均随访三年发现 CWHTO 可使内侧间室宽度缓慢增加且症状也获得极大改善，软骨愈合和临床改善在 CWHTO 后至少 3 年的随访中得以维持。CWHTO 术的开展早于 OWHTO，具有优良的稳定性、较高的术后愈合率，相比而言 OWHTO 无须解剖腓总神经，也不需要上胫腓关节的破坏和骨量的丢失[20]，从手术方式来讲，OWHTO 更方便控制截骨角度和矫正下肢力线。外侧闭合楔形截骨术截骨端加压闭合无须植骨，但会造成下肢短缩，矫正度数有限，需行腓骨截骨术，并且容易损伤腓总神经甚至骨筋膜室综合征。而内侧开放楔形截骨术矫正度数较大，更精确地矫正下肢力线，及早下地容易康复，但骨缝过大需要植骨，不愈合率较高。

3.2. 胫骨平台内侧角在胫骨高位截骨术中的应用

HTO 的基本原理为矫正下肢力线，当膝关节内翻时，内侧间室承受的负荷会更大。因此胫骨平台内侧角的矫正是手术疗效及患者预后的关键因素[9]，过去国内外研究人员根据患者预后发现胫骨平台内侧角在 5° 的范围内矫正可能获得较好的效果，如果角度矫正过大，会加重外侧间室损伤，诱发外侧间室关节炎；如果矫正角度过小，则会再次出现内侧间室关节炎，手术效果差。国内学者董锐[21]等人随访了 16 例胫骨高位截骨术患者，间接证实了矫正角度在 $2^\circ \sim 6^\circ$ 之间为最佳选择。为了使患者术后力线与目标力线差距缩小，更好地接近术前规划力线，国内外研究人员普遍认为术后下肢力线至少要过 Fujisawa 点 [22]，这样术后对于患者预后具有更好的疗效，使患者远期生活质量得到进一步保障。随着术后时间不断延长，胫骨内侧平台角逐渐增大，趋近于 90° ，可以完好地恢复患者膝关节平衡，并且远期生存率也得到了提升。

4. 胫骨平台内侧角对单髁置换手术的意义

4.1. 单髁置换手术概述

膝关节单髁置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)是指对膝关节内侧室或外侧室进行表面置换，针对单一间室的骨关节炎或骨坏死[23]，由于这种手术方式保留前后交叉韧带，并减少了股骨与胫骨的切除量，最大限度保留膝关节的结构[24]，与传统术式 TKA 相比，UKA 有更大的包容性[25]，所以

这种手术方式逐渐成为一种对中老年患者有吸引力的术式。关于病例的选择,对于行 UKA 手术的患者疗效有着重要的作用,Kozinn 等人[26]制定了患者选择的标准,即理想的病例应该大于 60 岁,体重小于 180 磅(82 kg),运动量少,休息时疼痛轻的患者。作者们发现最小活动范围(ROM)大于 90°、屈曲挛缩不超过 5°、冠状面解剖学畸形内翻不超过 10°、外翻不超过 15°并且畸形可以纠正的患者。适合 UKA 的患者年龄现在还存在争议,有许多外科医生更愿意在年轻患者身上实施这种手术,Schai 等人[27]报道了 28 例平均 52 岁的患者,行 UKA 术后随访 40 个月,优良率可达 90%。Pennington 等人[28]的一项回顾性研究,30 岁~60 岁的患者行 UKA 45 例,平均随访 11 年,膝关节 HSS 评分优良率达 93%。虽然这些随访时间与患者生存预期时间相比较短,但还是支持了这项手术可能更倾向于年轻患者。膝关节骨关节炎随着病情发展,患者运动功能下降,单髁置换手术治疗属于关节内手术,关节内磨损越大,关节外内翻越小越好,并且要求患者韧带功能要好,Goodfellow 等人[29]发现韧带功能损伤时,假体生存率从 95%降到 81%,单髁置换手术更适合那些韧带功能较好的患者。

4.2. 胫骨平台内侧角在单髁置换手术中的应用

单髁置换手术适应证中提到冠状面解剖学畸形内翻不超过 10°、外翻不超过 15°并且畸形可以纠正的患者疗效更好。对于单髁置换手术来讲,胫骨平台内侧角是较为重要的角度参数,术者经常采用 X 摄片对进行手术的患者胫骨平台内侧角进行评估,胫骨假体与胫骨轴成角 90°,允许有 5°的误差[30],如果矫形不足,患者聚乙烯衬垫会过度磨损;矫形过度会造成外侧间室压力增大,退变增加[31]。郭万首[32]等学者随访了 36 例单髁置换手术患者,矫正角度平均 2°术后优良率高达 91%。术前的角度测量可以筛选符合单髁置换手术的患者,该角度也可以作为单髁置换手术术后评估患者远期疗效的重要指标。

5. 胫骨平台内侧角对腓骨截骨术的意义

5.1. 腓骨截骨术概述

腓骨截骨术(Fibula Osteotomy, FO)是指腓骨近端后外侧纵行切开一 5 cm 长的口子,通过这里进行手术。2010 年李存祥等[33]报道了应用单纯腓骨截骨治疗膝骨关节炎的术式,该手术操作简单,通过截除一段腓骨,破坏了腓骨对外侧胫骨关节面的支撑,随着日常活动,下肢力线从外侧转移至内侧,可能延缓或减慢内侧间室膝骨关节炎的严重性。相对于其他截骨矫形手术,腓骨近端截骨术切口小,无关节周围软组织的破坏,不对关节进行侵扰,保证关节稳定,故腓骨截骨术加速了患者功能的恢复。近年来,河北医科大学第三医院张英泽等提出了“膝关节不均匀沉降”理论,不均匀沉降理论可能成为腓骨截骨术的理论基础[34]。不均匀沉降理论是指骨质疏松是该病的驱动因素,骨小梁变薄、数量减少,应力的传递与分散功能减弱,骨质难以承受巨大的压力发生微骨折,而外侧平台有腓骨支撑,导致平台内外侧沉降速率不一致。久而久之造成患者内侧间室骨关节炎越来越严重,造成患者膝内翻畸形。但膝骨关节炎是否与“不均匀沉降理论”有确切关系有待更深的研究。Baldini [35]用研究表明截除一段腓骨后,膝关节内侧间室内压力、内侧胫股关节面接触面积都有所减小,这可能是腓骨截骨能缓解骨关节炎症状的原因[35]。由于此术式创伤小,恢复快,患者能及早下地活动,可能成为治疗单纯内侧间室骨关节炎的手术治疗方法之一。

5.2. 胫骨平台内侧角在腓骨截骨术中的应用

胫骨平台内侧角在这些患者的影像学资料中扮演了重要的角色。老年患者因为骨质疏松、骨关节炎等问题,内侧平台会出现沉降现象,外侧平台有腓骨支撑,造成力线偏移,造成患者内翻畸形,导致胫骨平台内侧角度增加,如此恶性循环,加重了患者的病情。腓骨截骨术的出现,减少了外侧平台的支撑

作用,避免了不均匀沉降,再结合患者组织牵拉作用,使胫骨平台内侧角逐渐减小,极大恢复了下肢力线,平衡了内外侧关节的应力[36][37]。赵鑫[38]等学者随访了 126 例膝关节术后的内侧角变化,发现术后 3 个月时内侧角明显降低。汤世斌[39]等学者也对照试验 20 例患者,术后恢复效果良好。应用腓骨近端截骨治疗膝关节内侧间室骨关节炎,在术后双下肢全长 x 线片上测量胫骨平台内侧角,与术前相比增大 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$,部分纠正膝关节内翻畸形[40]。

6. 不足与展望

本文选取了胫骨近端影像学参数中胫骨平台内侧角对内侧间室膝骨关节炎的手术治疗的意义进行综述,从胫骨平台内侧角的概述、手术方式的概述、各种术式的优劣、胫骨平台内侧角在手术治疗中的应用进行回顾性分析。首次将影像学参数引入到手术治疗的整个过程当中,来阐述胫骨平台内侧角对于各种手术的意义。但没有形成大量数据对研究题目的支撑,不能直观地表现胫骨平台内侧角对于内侧间室膝骨关节炎的手术治疗中的意义。胫骨平台内侧角只是对于内侧间室膝骨关节炎的手术治疗中术前计划及准备、术中截骨参数、术后疗效等方面有一定的参考价值,对于这些手术来讲,胫骨平台内侧角只是可能影响这些矫形手术中的一个影响因子,不能总体地来概括讨论这些手术方式。

7. 结论

通过此篇综述,希望可以出现更多胫骨近端与股骨远端影像学参数分析的回顾性研究,在各种手术治疗方式中探索胫骨近端与股骨远端角度参数对于这些术式的意义,希望能对术前准备、术前计划、术中力线矫正、术后疗效评估、术后远期并发症的治疗产生积极意义与理论价值。

参考文献

- [1] 鲁洋,邢欣,吕骥,等. 内侧间室膝关节骨关节炎的形态学构成分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(5): 372-377.
- [2] 胡秀年,廖发科,刘辉,等. 两种截骨术治疗膝内侧间室骨关节炎的近期疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2021, 24(3): 366-371.
- [3] Mezghani, N., Mechmeche, I., Mitiche, A., *et al.* (2018) An Analysis of 3D Knee Kinematic Data Complexity in Knee Osteoarthritis and Asymptomatic Controls. *PLOS ONE*, **13**, e0202348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202348>
- [4] 吴厦,王君玲,曹光磊,等. 胫骨高位截骨术相关角度的 X 线片测量及 3D 重建测量差异分析[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(5): 419-422.
- [5] Tetsworth, K. and Paley, D. (1994) Malalignment and Degenerative Arthropathy. *Orthopedic Clinics of North America*, **25**, 367-377. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(20\)31921-0](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)31921-0)
- [6] Domnick, C., Garcia, P., Raschke, M.J., *et al.* (2017) Trends and Incidences of Ligament-Surgeries and Osteotomies of the Knee: An Analysis of German Inpatient Records 2005-2013. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **137**, 989-995. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2704-0>
- [7] 鲁洋,周汇霖,郝睿峥,等. 内侧间室性膝骨关节炎形变部位的影像学分型及临床意义研究[J]. 河北医科大学学报, 2019, 40(7): 794-798.
- [8] Lee, D.H., Park, S.C., Park, H.J., *et al.* (2016) Effect of Soft Tissue Laxity of the Knee Joint on Limb Alignment Correction in Open-Wedge High Tibial Osteotomy. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **24**, 3704-3712. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3682-9>
- [9] 刘冬铤,赵继军,周子红,等. 开放楔形胫骨高位截骨手术不同力线矫正参考方法的比较[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(6): 827-831.
- [10] 袁志坤,彭昌贵,付文博,等. 胫骨近端内侧角对膝骨关节炎的临床意义研究[J]. 临床医学工程, 2021, 28(7): 917-918.
- [11] Coventry, M.B. (1965) Osteotomy of the Upper Portion of the Tibia for Degenerative Arthritis of the Knee. A Preliminary Report. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **47**, 984-990. <https://doi.org/10.2106/00004623-196547050-00008>
- [12] Ogawa, H., Matsumoto, K. and Akiyama, H. (2018) New Angle Measurement Device to Control the Posterior Tibial

- Slope Angle in Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **138**, 299-305. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2846-0>
- [13] Hantes, M.E., Natsaridis, P., Koutalos, A.A., *et al.* (2018) Satisfactory Functional and Radiological Outcomes Can Be Expected in Young Patients under 45 Years Old after Open Wedge High Tibial Osteotomy in a Long-Term Follow-Up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **26**, 3199-3205. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4816-z>
- [14] Ruangsomboon, P., Chareancholvanich, K., Harnroongroj, T., *et al.* (2017) Survivorship of Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy in the Elderly: Two to Ten Years of Follow Up. *International Orthopaedics*, **41**, 2045-2052. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3517-z>
- [15] Liu, C.Y., Li, C.D., Wang, L., *et al.* (2018) Function Scores of Different Surgeries in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A PRISMA-Compliant Systematic Review and Network-Meta Analysis. *Medicine (Baltimore)*, **97**, e10828. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010828>
- [16] Kumagai, K., Akamatsu, Y., Kobayashi, H., Kusayama, Y., *et al.* (2017) Factors Affecting Cartilage Repair after Medial Opening-Wedge High Tibial Osteotomy. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **25**, 779-784. <https://doi.org/10.1007/s00167-016-4096-z>
- [17] Kim, K.I., Seo, M.C., Song, S.J., *et al.* (2017) Change of Chondral Lesions and Predictive Factors after Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy with a Locked Plate System. *American Journal of Sports Medicine*, **45**, 1615-1621. <https://doi.org/10.1177/0363546517694864>
- [18] 白玉明, 张海森, 刘畅, 等. 胫骨高位截骨术治疗单纯内侧间室膝关节炎术后炎性细胞因子水平变化研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(4): 422-426.
- [19] Park, C.H., Bae, D.K., Kim, K.I., *et al.* (2017) Serial Changes in the Joint Space Width and Joint Line Convergence Angle after Closed-Wedge High Tibial Osteotomy. *American Journal of Sports Medicine*, **14**, 3254-3261. <https://doi.org/10.1177/0363546517729153>
- [20] 沈高波, 崔龙慷, 方源, 等. 内侧开放与外侧闭合胫骨高位截骨治疗内侧间室膝骨性关节炎的早期疗效对比[J]. 实用医学杂志, 2021(8): 1031-1036.
- [21] 田振兴, 张蕊, 董斌. 胫骨内侧高位开放楔形截骨术治疗膝内侧间室骨性关节炎的疗效分析[J]. 当代医学, 2022, 28(7): 110-112.
- [22] Yin, Y., Li, S., Zhang, R., *et al.* (2020) What Is the Relationship between the “Fujisawa Point” and Postoperative Knee Valgus Angle? A Theoretical, Computer-Based Study. *The Knee*, **27**, 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.10.018>
- [23] Rivière, C., Sivaloganathan, S., Villet, L., *et al.* (2022) Kinematic Alignment of Medial UKA Is Safe: A Systematic Review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **30**, 1082-1094. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06462-6>
- [24] Arirachakaran, A., Choowit, P., Putananon, C., *et al.* (2015) Is Unicompartmental Knee Arthroplasty (UKA) Superior to Total Knee Arthroplasty (TKA)? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trial. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **5**, 799-806. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1610-9>
- [25] 张占丰, 王丹, 闵继康. 单髁置换术后内侧间室关节线改变与股角及术后功能关系的研究[J]. 中国骨伤, 2017, 30(4): 309-312.
- [26] Kozinn, S.C. and Scott, R. (1989) Unicompartmental Knee Arthroplasty. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **71**, 145-150. <https://doi.org/10.2106/00004623-198971010-00023>
- [27] Schai, P.A., Suh, J.T., Thornhill, T.S., *et al.* (1998) Unicompartmental Knee Arthroplasty in Middle-Aged Patients: A 2- to 6-Year Follow-Up Evaluation. *The Journal of Arthroplasty*, **13**, 365-372. [https://doi.org/10.1016/S0883-5403\(98\)90000-6](https://doi.org/10.1016/S0883-5403(98)90000-6)
- [28] Swienckowski, J.J. and Pennington, D.W. (2004) Unicompartmental Knee Arthroplasty in Patients Sixty Years of Age or Younger. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **86**, 131-142. <https://doi.org/10.2106/00004623-200409001-00004>
- [29] Goodfellow, J. and O'Connor, J. (1992) The Anterior Cruciate Ligament in Knee Arthroplasty. A Risk-Factor with Unconstrained Meniscal Prostheses. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **276**, 245-252. <https://doi.org/10.1097/00003086-199203000-00034>
- [30] Hernigou, P. and Deschamps, G. (2004) Alignment Influences Wear in the Knee after Medial Unicompartmental Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **423**, 161-165. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000128285.90459.12>
- [31] 郭万首, 刘朝辉, 程立明, 等. 小切口单髁置换术治疗膝关节骨性关节炎[J]. 中日友好医院学报, 2008, 22(5): 263-265+256.
- [32] 郭万首. 单髁关节置换术影像学评价[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2015(5): 640-643.
- [33] 李存祥, 贾素华, 王健, 等. 单纯腓骨截断术治疗膝骨关节炎临床研究[J]. 中国医学创新, 2010, 7(2): 115-117.

-
- [34] 周磊, 曲铁兵, 林源, 等. 腓骨近端截骨术治疗膝关节骨关节炎的疗效评价[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(1): 16-20.
- [35] Baldini, T., Roberts, J., Hao, J., *et al.* (2018) Medial Compartment Decompression by Proximal Fibular Osteotomy: A Biomechanical Cadaver Study. *Orthopedics*, **41**, e496-e501. <https://doi.org/10.3928/01477447-20180424-05>
- [36] 肖晖. 腓骨截骨术在骨性关节炎治疗中的作用[J]. 中国现代医生, 2020, 58(26): 101-104.
- [37] 薛卫平, 孟庆鑫, 刘滨, 等. 腓骨近端截骨在膝关节骨关节炎治疗中的疗效分析[J]. 实用骨科杂志, 2017, 23(11): 1038-1040.
- [38] 赵鑫, 徐斌, 肖涛, 等. 腓骨近端截骨术对内翻型膝关节骨关节炎患者膝关节活动度及并发症的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(2): 22-26.
- [39] 汤世斌, 骆志权, 胡耀华, 等. 腓骨近端截骨术治疗内侧间室膝关节骨性关节炎疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(8): 856-857.
- [40] 陈伟, 秦迪, 吴涛, 等. 应用腓骨截骨术治疗膝关节骨性关节炎效果优良的机制分析[J]. 河北医科大学学报, 2015, 36(6): 726-727+745.