

# 膝关节骨性关节炎的治疗进展

宝巴根<sup>1\*</sup>, 高海鹏<sup>1</sup>, 柳忠兴<sup>1</sup>, 张建彬<sup>2</sup>, 李金龙<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>赤峰学院附属医院骨科三病区, 内蒙古 赤峰

<sup>2</sup>赤峰松山医院创伤骨科, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2024年3月6日; 录用日期: 2024年3月29日; 发布日期: 2024年4月8日

## 摘要

膝关节骨性关节炎(KOA)是一种膝关节的慢性退行性病变, 以关节软骨退变及骨质增生为主要特征。随着我国逐步进入人口老龄化阶段, KOA的发病率逐年升高, 至今临床上仍然缺乏有效的治疗方式延缓膝关节骨性关节炎的进程。早期KOA患者可口服药物等保守治疗, 中晚期患者只能采取关节置换等手术治疗。本文就膝关节骨性关节炎的发病因素、临床表现、影像学诊断及诊疗方案进行总结分析, 以期为临床医师在膝关节骨性关节炎的诊疗上提供参考。

## 关键词

膝关节骨性关节炎, 内侧间室, 部分膝关节置换术, 全膝关节置换术

# Progress in the Treatment of Knee Osteoarthritis

Bagen Bao<sup>1\*</sup>, Haipeng Gao<sup>1</sup>, Zhongxing Liu<sup>1</sup>, Jianbin Zhang<sup>2</sup>, Jinlong Li<sup>1#</sup>

<sup>1</sup>Ward 3, Orthopaedic Department, Affiliated Hospital of Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

<sup>2</sup>Traumatic Orthopedics, Chifeng Songshan Hospital, Chifeng Inner Mongolia

Received: Mar. 6<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 29<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 8<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Knee osteoarthritis (KOA) is a kind of chronic degenerative diseases of the knee joint, with articular cartilage degeneration and bone hyperplasia as the main characteristics. As China gradually enters the stage of population aging, the incidence of KOA is increasing year by year. So far, there

\*第一作者。

#通讯作者。

is still a lack of effective clinical treatment to delay the process of knee osteoarthritis. KOA patients in early stage can be treated conservatively with oral drugs, while patients with middle and advanced stages can only take surgical treatment such as joint replacement. In this paper, the incidence factors, clinical manifestations, imaging diagnosis and diagnosis plan of knee osteoarthritis are summarized and analyzed, in order to provide reference for clinicians in the diagnosis and treatment of knee osteoarthritis.

## Keywords

Knee Osteoarthritis, Medial Compartment, Partial Knee Arthroplasty, Total Knee Arthroplasty

Copyright © 2024 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

膝关节炎中最常见的病因是骨性关节炎(osteoarthritis, OA)。OA 是一种始发于软骨的以关节软骨退行性变及关节边缘和软骨下骨骨质增生为特征的慢性关节炎疾病[1]。软骨下骨、滑膜、关节囊及关节周围肌肉组织均可受累。

膝关节炎性骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)又称老年性骨性关节炎、膝关节退行性病变、膝关节增生性关节炎等。目前其发病机制尚不明确[2], 致病因素包括肥胖、高龄、劳损、雌激素水平改变、外伤和遗传因素等, 其中最主要的致病因素是年龄[3] [4] [5]。近年来, 随着人口老龄化现象加剧及人类平均寿命的延长, 膝关节炎性骨性关节炎的发病率明显增高, 且发病率女性高于男性, 女性患者发病与体内雌激素水平相关, 雌激素过少导致骨质疏松发病率增加, 骨质疏松的病人软骨下骨小梁变脆, 承重能力下降, 继而导致骨性关节炎的发病率增加。肥胖的中老年人群发病率也有明显增高, 可能与关节长期超负荷负重相关[6]。

目前临床上大多数研究认为该病的发生与关节退行性变相关, 其发生发展是一种长期渐进性的病理过程。

## 2. 病理及临床表现

KOA 的病理学特点是关节软骨退变、软骨下骨皮质厚度增加、关节内及关节外局部炎症、关节间隙变窄及关节边缘骨赘形成等。该病的病理学变化过程中最先发生的是关节软骨的变化, 关节软骨发生病变后, 逐渐向外周侵袭累及关节囊及周围韧带, 最终破坏整个关节。

KOA 的主要临床表现是膝关节疼痛、肿胀、僵硬、活动及功能受限等[7], 给患者日常生活造成不便, 严重者可导致患者残疾。临床上约有 90%的 KOA 患者病变位置为内侧间室[8] [9], 外侧间室、髌骨关节较少受累。膝关节是主要的负重关节之一, 膝关节胫骨内侧平台所承受的压力负荷比胫骨外侧承受的压力负荷多 1/3 [10]。这种压力负荷分布的差异, 导致膝关节前内侧骨关节炎(Antero medial osteoarthritis, AMOA)发病率更高[11]。当关节局部受到多角度压迫引起机械应力失衡, 导致关节面破坏, 膝关节自身解剖结构和下肢力线的作用下, 整个关节承受的负荷主要通过内侧间室传导, 从而导致内侧单间室病变[9]。

## 3. 诊断

膝关节炎性骨性关节炎的临床诊断并无金标准。中华医学会骨科学分会综合症状、体征及辅助检查制定

的 KOA 诊断标准为：(1) 膝关节反复疼痛至少 1 月；(2) 中老年患者( $\geq 50$  岁)；(3) 站立位或负重位的 X 线片出现如间隙变窄，软骨下骨病变、关节缘骨赘形成的关节内病变；(4) 晨僵 $\leq 30$  min；(5) 活动时出现骨摩擦音或骨擦感；(6) MRI 提示膝关节退行性变。(注：满足诊断标准 1 + 2 + 3 + 4 或 1 + 3 或 1 + 6 的患者可诊断 KOA) [1]。

该病早期病理变化不明显，临床实验室检验，血细胞分析、血清补体及免疫复合物等指标一般不会有异常升高或降低，C 反应蛋白(CRP)及红细胞沉降率(ESR)仅在伴有滑膜炎时可能出现轻度升高，因此临床检验指标对于膝关节骨性关节炎的诊断并无特异性。现在临床中对于骨科疾病最常用的诊断方法是 X 线。1957 年，美国的 J.H. Kellgren 医生和 J.S. Lawrence 医生根据膝关节骨质变化提出了 KOA 的 K&L 分级。分级分为 0~4 级：0 级：正常，关节间隙正常，无骨赘，未出现畸形；I 级：关节间隙疑似变窄，临床中可能有骨刺或骨质增生的变化；II 级：骨赘形成，关节间隙疑似变窄；III 级：骨赘量中等，关节间隙变窄较并伴有硬化性改变；IV 级：大量骨赘，关节间隙明显变窄，严重硬化性改变及明显畸形，关节可能会出现半脱位或者脱位改变。X 线检查对于明确 KOA 诊断、制定手术方案均有重要意义，包括膝关节正侧位 X 线片、髌骨轴位片、负重位下肢全长 X 线片。但由于一些早期 KOA 患者虽然伴随症状明显，但仍处于软组织退变阶段，X 线上并无明显表现[12]。MRI 检查分辨率高，组织对比度好，对于 KOA 软骨损伤的程度和范围、韧带结构的完整、半月板损伤的部位和程度能进行更好的评估，对于早期膝关节骨性关节炎的诊断具有较大的帮助。虽然膝关节 MRI 检查对于评价膝关节软组织结构具有独特优势，但是并不推荐将其作为 KOA 患者的常规检查。

## 4. 治疗

治疗 KOA 主要是以提高患者生活质量，缓解疼痛，改善症状为主要目的。现临床提倡根据患者的 K&L 分期进行个体化治疗。早期患者多选用微波照射、中药熏洗等物理治疗或药物治疗，药物主要选用活血化瘀类药物或止痛药，较重者也可选用关节腔内注射透明质酸、自体富血小板血浆等。中晚期患者多需提供手术治疗。手术治疗包括关节镜冲洗清理术、胫骨高位截骨术、部分膝关节置换术和全膝关节置换术。

### 4.1. 药物治疗

药物治疗包括中医治疗、蒙医治疗及西医治疗。

#### 4.1.1. 中医治疗

中医中膝关节骨性关节炎属于“骨痹”、“痹症”等范畴。中医学中痹症又分为好几种证型，KOA 主要类属于气滞血瘀证，因此中医在临床上常用中药外治法，通过外敷、涂抹、离子导入、中药熏洗等途径使中药在患处发挥作用，达到祛风除湿、活血化瘀、强壮筋骨的作用，从而达到治疗效果[13]。

#### 4.1.2. 蒙医治疗

蒙医学认为巴达干和琪素与协日乌素于膝关节处相争，导致黄水之邪淤积于膝关节腔内，膝关节处气血运行不畅，从而导致膝关节疼痛、肿胀[14]。蒙药的治疗原则主要是通过消肿、止痛、行气血的原理。蒙医中除内服药外还常用蒙药熏蒸疗法、蒙医沙疗等[15]。由于蒙医具有区域自限性，未得到大范围推广，故对于蒙药疗法的治疗效果仍缺少大量临床数据支持。

#### 4.1.3. 西医治疗

口服药可选用非甾体抗炎药，适用于轻中度膝关节骨性关节炎患者，仅能缓解早期疼痛症状，并不能对软骨进行修复和保护。氨基葡萄糖[16]是一种天然的氨基单糖，通过抑制氧自由基与代谢酶对软骨的

损伤对软骨进行保护，其可以刺激软骨细胞修复。

关节腔注射药物可选用，(1) 透明质酸(玻璃酸钠)具有促进软骨的愈合和再生成，降低滑液组织的炎症反应的作用。其既是人体关节滑液的组成成分也是软骨基质的成分[17]，通过减轻关节软骨的摩擦、缓冲关节压力、抑制蛋白多糖从软骨基质中渗出起到治疗效果。从而有效抑制损伤进展过程。(2) 糖皮质激素：临床上使用该药物可在一定程度上缓解疼痛、改善活动障碍的症状，但其毒副作用比较多，临床获益较小，仅在其他药物治疗效果不佳时选用，或者重度 KOA 患者可酌情使用。使用时应严密监测其不良反应。建议每年最多使用不超过 3 次。(3) 自体富血小板血浆(Platelet-rich plasma, PRP)：是取自体外周静脉血离心后得到的血小板浓缩物。浓缩物中的血小板浓度是自体血的 3 倍以上，其富含大量的生长因子。通过在软骨缺损的局部微环境中释放生长因子，加快组织修复细胞分化。血小板激活后，释放纤维蛋白原，参与凝血，促进伤口收缩，有利于创面愈合。有报道指出，PRP 可有效促进软骨细胞增殖，同时可有效修复软骨细胞外基质的损伤，再膝关节骨性关节炎的治疗中取得很好的疗效。PRP 的取材来源于自体组织，不会引起机体的免疫排斥，有效减少基因突变及肿瘤效应等情况的发生。因此 PRP 在膝关节软骨修复的治疗中越来越受关注。

一些新型药物，如抗 CCP 抗体和 JAK 抑制剂，正在被研究作为治疗膝关节 OA 的潜在药物。这些药物可减轻疼痛、抑制炎症反应并延缓疾病的发展进程。然而，这些药物仍处于早期阶段，需要进一步的研究以验证其安全性和有效性。

## 4.2. 物理及运动治疗

运动疗法是一种非药物治疗方法，旨在通过特定的锻炼和物理治疗来改善膝关节 OA 的症状，包括肌肉力量训练、有氧运动、平衡训练等，通过运动疗法，其可以增强下肢肌肉力量使膝关节稳定性增强，可以使下肢血液循环加快进而有利于损伤的修复[18]。物理治疗是通过制定个性化的运动和物理治疗方案，可以帮助患者减轻疼痛、增强关节稳定性并改善关节活动度。以运动学、康复医学、生物力学为基础的运动疗法，逐渐成为 KOA 的重要治疗手段[19]。

## 4.3. 手术治疗

早期 KOA 患者多采用保守治疗，但保守治疗仅能使病变进程得到延缓，并不能逆转病变。但保守治疗对于中晚期以及重度膝关节骨性关节炎的治疗效果甚微，甚至可能错过最佳治疗时间、延误病情导致行走困难等严重后果[20]。故对于中晚期患者多选用手术治疗。

### 4.3.1. 关节冲洗清理术

关节冲洗清理术是一种姑息性手术[21]，对无明显内外翻畸形的 KOA 患者效果较好(K-L 分期 1、2 期)。通过在关节镜下清除关节内的多余的骨赘、撕裂的半月板、修整软骨面、切除滑膜。并用超过 2000 ml 以上的生理盐水经关节镜大量冲洗膝关节[22]。继发性 KOA 患者的外伤性软骨损伤大多来源于外伤，其损伤的修复也是防治 KOA 的一种有效手段，包括关节镜下微骨折治疗、自体骨软骨移植(马赛克)、体外增殖培养自体软骨并移植等。

### 4.3.2. 胫骨高位截骨术

HTO 适用于膝关节内侧间隙病变较轻微接近于正常，已出现关节肿痛及活动受限的患者。适用范围较局限，因此选用 HTO 治疗需考虑以下因素：一是年龄相对年轻，伴有一定程度胫骨内翻的 KOA 患者。二是畸形程度，由于 HTO 对于畸形角度的改善有限，需保证患者膝关节在术前屈曲能达到 90 度以上，挛缩屈曲不超过 10 度[23]。以达到最佳的治疗效果。三是膝关节活动度及稳定性良好，如果关节软骨磨损明显，已致关节韧带松弛的患者，一般不选用胫骨截骨术。

HTO 的主要原理是保留人体本身关节的前提下,通过改变下肢力线,纠正胫骨内翻畸形,把下肢力线适当的转移至正常的外侧间室,从而明显的减少内侧间室压力,改善内侧间室的血液循环。使得内侧间室的病变得到有效缓解,减轻疼痛症状,为内侧间室软骨修复取得有力空间,从而恢复关节活动功能[24][25]。

胫骨高位截骨术(High tibial osteotomy, HTO)是治疗 AMOA 的重要手段,但该手术可导致髌骨位置出现变化,可能对髌股关节的力学环境产生不利影响[26]。而且 HTO 手术禁忌症较多,术前需严格控制手术适应症。

关节置换术的主要指征是疼痛、畸形及伴有 X 线片上明显的骨质破坏。单纯 X 线片提示骨质破坏,但无疼痛和畸形不能作为人工关节置换手术的指征。

#### 4.3.3. 部分膝关节置换术

近年来,随着精细化治疗膝关节骨性关节炎理论的提出,部分膝关节置换术成为膝关节骨性关节炎的重要治疗手段之一。单髁关节置换术对于只有单间室病变的患者是最优选。UKA 的主要特点是在最大限度的保留关节功能的前提下改善膝关节骨性关节炎的症状。UKA 通过微创的手术方式仅替换掉患者病变的膝关节间室[27],不破坏膝关节正常的骨组织及正常的关节间室,使得术后的膝关节功能更接近于生理状态,对于年轻患者来说能够获得更好的生活质量[28]。

UKA 的主要适用证包括:1) 病变局限于单侧间室,除单侧间室以外的膝关节全层软骨无病变且关节面完整;2) 膝内外翻畸形角度及膝关节屈曲挛缩均小于 15 度[29]。

UKA 具有很多优点。相比于 HTO,UKA 手术的成功率更高,而且并发症更少。相比 TKA,UKA 在治疗仅单侧间室病变的患者中也具有更多的优势:1) UKA 创伤更小、手术时长短、术中出血量少、术后恢复快[30];2) 仅替换掉病变的单侧间室,最大限度的保留膝关节的生理结构,使得患者本体感觉接近生理,极大程度的减少功能锻炼时间,有助于患者更早的回归日常生活;3) 截骨量少,保留更多的储骨量,使得 UKA 失败后翻修手术更易于 TKA 术后的翻修[31]。

对于 KOA 患者的手术治疗,UKA 相比于 TKA 更容易被“遗忘”UKA 术中并未破坏伸膝装置,保留了全部本体感觉,术前术后对于活动过程中的力量感受并无明显差异,使得患者能更快的适应术后的康复,有效缩短康复训练所用时间,更快的回归日常生活及运动[32][33]。

#### 4.3.4. 全膝关节置换术

现阶段国内外治疗晚期膝关节骨性关节炎最主要的手术方式之一是全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA) [34]。通过清除掉病变的半月板及增生的骨赘,用假体替换整个膝关节,增加了膝关节的稳定性,有效的缓解患者疼痛,改善患者活动不便的问题。但由于 TKA 具有手术创伤大,时间长,术中出血量大及的缺陷。且由于手术过程中会破坏正常的交叉韧带及对侧关节间室,使得患者术后恢复时间长,对本体感觉造成影响。而且 TKA 术后的患者仅能恢复日常行走功能,不能再从事重体力劳动,因此在临床治疗中应严格掌控手术的适应症及适用人群。TKA 的适应症主要包括:1) 老年患者(年龄  $\geq 60$  岁),2) 膝关节 X 线片提示严重的骨质破坏,3) 因膝关节病变、畸形导致患者疼痛感明显、活动严重受限的患者。

TKA 可很好的提高患者的生活质量,但由于其手术过程中对于膝关节各间室均产生不同程度的损伤,因此除了上述的严格把控手术适应症外还应对手术过程进行仔细确认。首先截骨的厚度要准确,术中正确放置导向器,保证导向器外翻及外旋的角度准确是截骨准确的前提。截骨时可不要求一步到位,可分次进行,以防一次截骨过厚导致韧带松弛,进而增加垫片厚度,导致患者术后关节不稳定。其次截骨后仍要保持膝关节的屈伸间隙平衡,保证韧带平衡[35],术中打开关节囊及矫正关节外畸形有利于减少截骨

后膝关节屈曲挛缩[36] [37]。打开关节囊时,充分松解软组织,以减少内、外侧副韧带的损伤及减少出血量[38]。最后放置假体时,要注意假体的位置,如内侧间隙紧张、内外侧间隙不平衡,胫骨平台假体应偏向截骨平面外侧放置或选择小一号的假体,避免内侧应力过大,导致假体早期松动[39]。

由于TKA术后仅能维持日常活动,因此TKA一般作为膝关节骨性关节炎的最终治疗方案[40]。虽然手术过程复杂,术后并发症严重,但临床收益高于风险,有研究表明[41],患者术后15年的生存率可高达90.00%以上,因此在临床中治疗中晚期膝关节骨性关节炎时TKA仍作为主要治疗手段而广泛应用。

## 5. 最新研究进展

### 5.1. 软骨修复

最近的研究正探索使用3D打印技术来制造人工软骨,以替换受损的关节软骨。即针对软骨缺损部位进行扫描后得出结果,在该缺损部位直接用患者的细胞与生物墨水等材料及生物活性因子进行打印,所生成的人工软骨移植体能更精确的契合软骨缺损的部位[42] [43]。这种技术有望为KOA患者提供更有有效的治疗选择。

### 5.2. 软骨组织工程

软骨组织工程是一种结合细胞、生物材料和生物因子的方法,用于构建具有正常生理功能的软骨组织来替代原有损伤的生物组织。通过利用患者的自身细胞,组织工程可以为KOA患者提供更加个性化的治疗策略。

## 6. 结论

膝关节骨性关节炎是一种关节退行性病变,患病人群以中老年为主。骨质增生、滑膜炎和半月板损伤等是其特点。膝关节疼痛、肿胀、走路不稳及活动受限为常见症状,其长期渐进性的病程使老年人的生活质量明显下降。其发病原因如急慢性损伤、过度使用、肥胖及年龄等。临床表现为膝关节疼痛、绞锁、功能障碍。早期的膝关节骨性关节炎患者主要表现为膝关节疼痛,其影像学表现多无明显异常或轻度异常(关节间隙疑似变窄、少量骨赘),针对此期患者,常选择口服或外用药物保守治疗,并配合减少膝关节活动及负重等健康教育,包括减少剧烈活动及减重等,运动前做好热身、关节周围肌肉锻炼、注意膝关节的保暖等可以缓解早期KOA患者的疼痛症状,使关节功能得到改善并延缓病情的进展。膝关节镜作为一种微创手术,其手术损伤小,恢复快,对于早期KOA患者,也可行关节镜手术清理膝关节;中期的膝关节骨性关节炎多由内侧间室的先开始出现病变,称为前内侧骨性关节炎(anterior medial osteoarthritis, AMOA),其影像学表现常为关节间隙变窄、有明显骨赘、关节面硬化,关节轻度畸形、对于中期KOA患者,保守治疗往往治疗效果欠佳,无法明显缓解患者的临床症状,故一般需要进行手术治疗,近年来,随着以“保膝”为主的精准化阶梯化治疗理念的提出及重视,胫骨高位截骨术作为保膝治疗的基础被广泛应用,HTO更适用于年轻患者、关节间隙轻度变窄或关节轻度畸形患者,因此需严格把控手术适应症,避免手术失败或导致患者病情加速进展。如患者前后交叉韧带及内外侧副韧带结构及功能良好,对于单间室受累患者可行单髁关节置换术,UKA术中出血少、手术用时短,术后患者膝关节功能恢复明显优于全膝关节置换术,作为中期膝关节骨性关节炎的主要治疗方式,为不必要做全膝置换、又不适合HTO的患者,提供了更优的治疗选择;随着病情进展,前内侧骨性关节炎逐渐发展为三间室病变,KAO发展至晚期,作为终极手段的全膝关节置换术是其标准化的治疗方案,TKA可以明显缓解患者膝关节疼痛症状,使膝关节功能得到明显改善,提高了患者的生存质量。

当前中老年人群中单侧间室KOA患者发病率呈现出逐步上升的趋势,膝关节周围组织可因骨质增生

引发关节间隙炎症,引起内侧膝关节疼痛,随着病情加重逐步发展为整个膝关节疼痛。老年人常不够重视,会极大可能发展为膝关节畸形,引起日后生活幸福指数下降。总的来说,膝关节骨关节炎的治疗方法多种多样,从非药物治疗到手术治疗,再到细胞与分子治疗和基因治疗等新兴领域,都在不断地发展和改进。上述的治疗方案目前大部分均在临床广泛应用,但对于 KOA 患者不同病人之间均存在一定的差异性,单一模式的治疗方案很难在临床上取得确切疗效。随着未来对于膝关节骨性关节炎病因及疾病发展过程研究的不断深入,对其诊疗方案的不断完善,将有助于临床医生制定更加个体化的诊治方案,做到早诊断、早治疗,从而使患者减轻病痛的困扰。我们有理由相信,未来的治疗方法将更加有效和安全,为膝关节骨关节炎患者带来更多的希望和选择。

## 参考文献

- [1] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [2] Yang, Q.N., Li, X.F., Wang, T.B., *et al.* (2021) Sodium Hyaluronate Combined with Jintiang on Knee Joint Function after Arthroscopy for Knee Osteoarthritis. *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*, **11**, 2507-2511. <https://doi.org/10.1166/jbt.2021.2842>
- [3] Soul, J., Dunn, S.L., *et al.* (2018) Stratification of Knee Osteoarthritis: Two Major Patient Subgroups Identified by Genome-Wide Expression Analysis of Articular Cartilage. *Annals of the Rheumatic Diseases*, **77**, 423. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2017-212603>
- [4] 易新, 周青, 李波. 软骨下骨在骨关节炎中的病理改变及其机制[J]. 中国医科大学学报, 2018, 47(3): 275-277+281.
- [5] Pan, H.L., Shen, Z.L., Chen, Q., *et al.* (2022) Effect of Cold on Knee Osteoarthritis: Recent Research Status. *Frigid Zone Medicine*, **2**, 76-81. <https://doi.org/10.2478/fzm-2022-0010>
- [6] 姜田利, 王青青, 纪婷. 膝单髁置换术治疗膝单间室骨性关节炎的效果[J]. 河南医学研究, 2022, 31(9): 1634-1636.
- [7] Kong, H., Wang, X.-Q. and Zhang, X.-A. (2022) Exercise for Osteoarthritis: A Literature Review of Pathology and Mechanism. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **14**, Article 854026. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.854026>
- [8] 刘少华, 周观明, 陈希聪, 等. 活动与固定平台单髁置换治疗膝关节内侧单间室骨性关节炎的随访[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(36): 5785-5792.
- [9] Sharma, L. (2021) Osteoarthritis of the Knee. *New England Journal of Medicine*, **384**, 51-59. <https://doi.org/10.1056/NEJMcp1903768>
- [10] 郑越生, 何炜, 赖业孟. 全膝关节置换术与单髁置换术治疗膝单间室骨性关节炎疗效比较[J]. 海南医学, 2019, 30(9): 1117-1119.
- [11] Nakano, N., Takayama, K., Kuroda, Y., *et al.* (2021) Preoperative Varus Deformity of the Knee Affects the Intraoperative Joint Gap in Unicompartamental Knee Arthroplasty. *The Knee*, **32**, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2021.08.005>
- [12] 张栋, 王庆甫, 石鑫超, 等. 膝骨关节炎肌骨超声与 X 线片表现的比较与分析[J]. 中国骨伤, 2016, 29(5): 429-433.
- [13] 农家隆. 膝关节骨性关节炎治疗进展[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2019, 3(9): 23-25.
- [14] 萨仁图娅. 蒙医药辨证治疗膝关节骨性关节炎的临床效果[J]. 中国民族医药杂志, 2021, 27(7): 9-10.
- [15] 都吉雅. 蒙医沙疗配合内服蒙药治疗膝关节骨性关节炎的疗效观察[J]. 中国民族医药杂志, 2020, 26(3): 15-16.
- [16] 王梅. 盐酸氨基葡萄糖治疗膝关节骨性关节炎的临床观察[J]. 中国实用医药, 2016, 11(25): 199-200.
- [17] Özgen, M., Firat, S., Sarsan, A., *et al.* (2012) Short- and Long-Term Results of Clinical Effectiveness of Sodium Hyaluronate Injection in Supraspinatus Tendinitis. *Rheumatology International*, **32**, 137-144. <https://doi.org/10.1007/s00296-010-1577-0>
- [18] Zeng, Y.C., Zhang, Z.R., Tang, M.Z., *et al.* (2021) Benefits and Mechanisms of Exercise Training for Knee Osteoarthritis. *Frontiers in Physiology*, Article 12794062. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.794062>
- [19] 张胜楠, 王树东. 运动疗法治疗膝骨关节炎的研究进展[J]. 按摩与康复医学, 2021, 12(21): 83-87.
- [20] Lo, P.-C., Lin, F.-C., Tsai, Y.-C. and Lin, S.-K. (2019) Traditional Chinese Medicine Therapy Reduces the Risk of

Total Knee Replacement in Patients with Knee Osteoarthritis. *Medicine*, **98**, e15964.

<https://doi.org/10.1097/MD.0000000000015964>

- [21] 邓鹏鹏, 王福科, 李帆冰. 关节镜清理术结合中药治疗膝关节骨性关节炎[J]. 长春中医药大学学报, 2014, 30(5): 913-915.
- [22] 裴儒, 何仁豪, 尹识渊, 等. 关节镜下膝关节清理术联合去神经化对膝骨性关节炎的临床疗效研究[J]. 中国临床医生杂志, 2020, 48(4): 472-475.
- [23] 楚向东, 张华. 关节镜下关节清理术联合腓骨高位截骨术治疗膝骨关节炎[J]. 中医正骨, 2016, 28(9): 43-45.
- [24] 许红生, 焦绍锋, 陈建文. 胫骨高位截骨术治疗膝关节内侧间室骨关节炎的研究进展[J]. 临床骨科杂志, 2023, 26(2): 299-302.
- [25] 刘志宏, 张灵, 何川, 等. 活动平台全膝关节假体和单髁膝关节假体置换术后的步态对比分析[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2017, 11(1): 17-23.
- [26] 郭帅成, 黄健. 膝关节骨性关节炎治疗研究进展[J]. 内蒙古医科大学学报, 2021, 43(3): 320-323+327.
- [27] Kleefeld, L.J., Van Der List, J.P., Zuiderbaan, H.A. and Pearle, A.D. (2018) Larger Range of Motion and Increased Return to Activity, but Higher Revision Rates Following Unicompartmental versus Total Knee Arthroplasty in Patients under 65: A Systematic Review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **26**, 1811-1822. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4817-y>
- [28] Park, C.H. and Song, S.J. (2021) Sensor-Assisted Total Knee Arthroplasty: A Narrative Review. *Clinics in Orthopedic Surgery*, **13**, 1-9. <https://doi.org/10.4055/cios20034>
- [29] 尹二成, 程旭光, 张峰, 等. 全膝关节置换术与单髁置换术治疗膝关节骨性关节炎的疗效[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23(4): 519-521.
- [30] 闫加鹏, 张洪飞, 刘焕彩, 等. 单髁置换术与全膝关节置换术治疗膝关节内侧间室骨性关节炎的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(4): 393-395.
- [31] Carlos Rodríguez-Merchán, E. and Gómez-Cardero, P. (2018) Unicompartmental Knee Arthroplasty: Current Indications, Technical Issues and Results. *EFORT Open Reviews*, **3**, 363-373. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170048>
- [32] 黎文勇, 林炳基. 单髁置换术与微创全膝关节置换术治疗老年膝关节骨性关节炎的疗效比较[J]. 临床骨科杂志, 2018, 21(4): 466-469.
- [33] 王益民, 韦兆祥, 何天达, 等. 微创人工膝关节单髁置换术治疗老年膝关节骨性关节炎的临床疗效[J]. 江苏医药, 2016, 42(20): 2279-2280.
- [34] 刘元捷, 李旭. IASSIST 智能辅助导航系统在全膝关节置换中的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(4): 328-331.
- [35] 江正, 尹宗生, 陆鸣, 等. 计算机导航在全膝关节置换中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(15): 2317-2322.
- [36] 韩梦光, 齐禹森, 韩振, 等. 单髁与后交叉韧带保留型假体膝关节置换的近期疗效对比[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(15): 2329-2334.
- [37] 伍冬庆, 侯怡翔, 陈燕青. 舒筋活血汤联合中医推拿对人工全膝关节置换术后患者康复的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2020, 29(4): 415-419.
- [38] Wang, K., Ni, S.J., Li, Z.C., et al. (2017) The Effects of Tourniquet Use in Total Knee Arthroplasty: A Randomized, Controlled Trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **25**, 2849-2857. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3964-2>
- [39] 赵晋平, 夏智昌, 贾知才. 胫骨假体放置位置与人工膝关节置换后的稳定性[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(35): 6623-6627.
- [40] 周建华, 吴祖亮, 胡锐明. 人工全膝关节置换术治疗晚期膝关节骨性关节炎的疗效[J]. 中国实用医药, 2020, 15(18): 87-89.
- [41] 冯宾, 翁习生, 林进, 等. 固定平台全膝关节置换术后 10 年以上临床随访研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(5): 487-494.
- [42] Kérourédan, O., Hakobyan, D., Rémy, M., et al. (2019) *In Situ* Prevascularization Designed by Laser-Assisted Bioprinting: Effect on Bone Regeneration. *Biofabrication*, **11**, Article 045002. <https://doi.org/10.1088/1758-5090/ab2620>
- [43] Duchi, S., Onofrillo, C., O'Connell, C., et al. (2020) Bioprinting Stem Cells in Hydrogel for *in situ* Surgical Application: A Case for Articular Cartilage. In: Crook, J.M., Ed., *3D Bioprinting. Methods in Molecular Biology*, Vol. 2140, Humana, New York, 145-157. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0520-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0520-2_9)