

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2021.23.001  
文章编号: 1005-8982 (2021) 23-0001-05

专家述评

## 骨关节炎阶梯化治疗, 方兴未艾! \*

钟达, 齐军

(中南大学湘雅医院 骨科, 湖南 长沙 410008)

**摘要:** 骨关节炎治疗需选择阶梯化及个体化治疗, 包括基础治疗、药物治疗、修复性治疗、重建治疗。基础治疗是首选。药物治疗需循序渐进, 非甾体类消炎药物首先外用, 必要时口服, 若疗效不佳考虑关节腔内注射玻璃酸钠、富血小板血浆、脂肪干细胞, 应谨慎应用曲马多等药物。修复性治疗常用力线矫正手术, 3D打印辅助胫骨高位截骨术能实现术中精准截骨, 矫正下肢力线。重建治疗主要是关节置换手术, 膝关节单髁置换较全膝关节置换术后恢复快, 并发症少, 但翻修率高; 双髁置换术后并发症、疼痛和功能评分与全膝关节置换术相当, 且有望获得更好的步态。随着计算机技术的发展, 机器人、混合现实、3D打印等数字化辅助技术广泛应用于关节置换手术, 人工关节材料的研究是永恒的热点。

**关键词:** 骨关节炎; 阶梯化治疗; 关节置换; 数字骨科

**中图分类号:** R684.3

**文献标识码:** A

## Thriving concept of stepped therapy for osteoarthritis\*

Da Zhong, Jun Qi

(Xiangya Hospital, Central South University, Changsha Hunan, 410008, China)

**Abstract:** Osteoarthritis treatment needs to follow a stepped program, including basic treatment, drug therapy, repair therapy, and reconstruction therapy. Primary treatment is preferred. Pharmacological treatment is gradual, with non-steroidal anti-inflammatory drugs first used topically and orally if necessary, and intra-articular injection of Sodium Hyaluronate, PRP, adipose stem cells, and cautious application of tramadol and other drugs are considered if the efficacy is poor. Repair treatment is commonly used for force line correction surgery. 3D printing-assisted tibial high osteotomy can realize intraoperative precise osteotomy and correct the force line of the lower limb. Reconstructive treatment is mainly joint replacement surgery. Unicompartmental knee arthroplasty has faster recovery and fewer complications than total knee arthroplasty, but the revision rate is high; postoperative complications, pain and functional scores of bi-unicompartmental knee arthroplasty are comparable to total knee arthroplasty, but better gait is expected. With the development of computers, digital assisted technologies such as robotics, mixed reality, and 3D printing are widely used in joint replacement surgery, and the research of artificial joint materials is an eternal hot spot.

**Keywords:** osteoarthritis; stepped therapy; joint replacement; digital orthopedics

骨关节炎是由多种因素引起关节软骨纤维化、破裂、溃疡、脱失而导致的以关节疼痛为主要症状的退行性疾病, 可导致关节疼痛、畸形与活动功能障碍<sup>[1]</sup>, 进而提高心血管事件的发生率及全因死亡率<sup>[2]</sup>。

### 1 骨关节炎的诊断

骨关节炎的临床表现多种多样, 诊断需要参考患者病史、症状、体征、影像学检查及实验室检查综合判断。

收稿日期: 2021-11-20

\*基金项目: 国家自然科学基金 (No: 81974360)

骨关节炎与年龄密切相关，临床表现主要包括关节疼痛、僵硬和活动能力受限<sup>[3-4]</sup>。X射线检查是诊断骨关节炎的首选，三大典型表现为非对称性关节间隙变窄、关节边缘骨赘形成及软骨下骨硬化和/或囊性变；CT常见受累关节间隙狭窄、软骨下骨硬化、囊性变和骨赘增生等；MRI可观察到骨关节炎关节软骨变薄、骨髓水肿、韧带断裂等改变，多用于骨关节炎的鉴别诊断和临床研究<sup>[3-5]</sup>。彩超检查可显示膝关节滑膜肥大及积液，可能与膝骨关节炎疼痛相关<sup>[6]</sup>。骨关节炎患者血常规、血沉、抗风湿因子等实验室指标一般正常，继发性骨关节炎患者可出现与原发病相关的实验室检查异常，如强直性脊柱炎时白细胞抗原 B27 升高<sup>[7]</sup>，风湿性关节炎时白细胞介素-6(IL-6)、类风湿因子(RF)、抗链球菌溶血素“O”等指标明显升高<sup>[8]</sup>，主要用于鉴别诊断。

## 2 骨关节炎的阶梯化治疗

骨关节炎诊疗指南（2018年版）首次提出了骨关节炎的阶梯化治疗理念<sup>[9]</sup>（见图1）。骨关节炎的治疗目的是减轻疼痛、延缓疾病进展、改善或恢复关节功能、矫正畸形和提高患者生活质量。随着阶梯化治疗新观念的提出，骨关节炎的治疗方法接连出现。

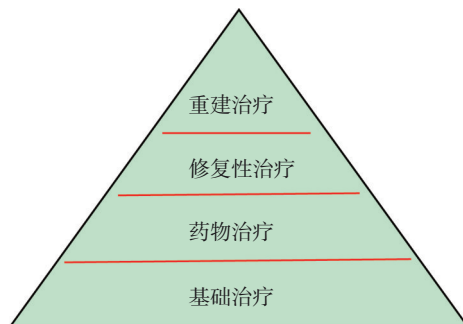


图1 骨关节炎的阶梯化治疗方案

### 2.1 基础治疗

中国骨关节炎诊疗指南<sup>[9]</sup>（2021年版）指出基础治疗是所有骨关节炎患者的首选治疗方式。基础治疗主要包括健康教育、运动治疗、物理治疗和行动辅助支持治疗。健康教育包括健康宣教，改变不良习惯，如避免长时间跑、跳、蹲；选择正确的运动方式，避免爬楼梯、爬山等；提倡减

轻体重。物理治疗包括：水疗、冷疗、热疗等，可以促进局部血液循环，减轻炎症反应，减轻关节疼痛。必要时可在医师指导下选择辅助器械，如手杖、拐杖、助行器。

运动治疗与健康教育相结合可以有效改善骨关节炎患者的活动功能<sup>[10]</sup>。患者术前不切实际的高期望，如完全改善疼痛症状和恢复关节活动功能，可能导致治疗满意度下降，而积极的心理干预措施则有望提高患者的治疗满意度<sup>[11]</sup>。使用认知行为疗法可以减小骨关节炎患者的心理痛苦<sup>[12]</sup>，规范的心理干预措施应当能有效提升骨关节炎患者的治疗满意度，但是还缺乏强有力的证据支持<sup>[13]</sup>，未来在骨关节炎的治疗方案中需要增加对骨关节炎患者心理状态的关注，采用身心同治的原则。

### 2.2 药物治疗

药物治疗是骨关节炎疼痛管理的重要方法，包括非甾体类抗炎药物、其他镇痛药物、缓解骨关节炎症状的慢作用药物、抗焦虑药物及中药等<sup>[9]</sup>。

骨关节炎的用药仍需谨慎，循证优先于经验。有研究显示，>50岁骨关节炎患者使用曲马多与常规非甾体抗炎药物相比，随访1年以上的病死率显著升高<sup>[14]</sup>。另一项队列研究提示曲马多治疗骨关节炎6个月患者的心肌梗死风险高于萘普生，与双氯芬酸或可待因相当，甚至更低<sup>[15]</sup>。玻璃酸钠可改善关节功能、短期缓解疼痛，且安全性较高<sup>[16]</sup>，但其在软骨保护和延缓疾病进程中的作用尚存争议<sup>[17]</sup>。

近年来将富血小板血浆(platelet rich plasma, PRP)用于治疗膝骨关节炎的临床研究逐渐增多，PRP是从自体外周血中分离获得的血小板浓缩物，含有促进组织修复和再生的多种生物活性因子<sup>[18-19]</sup>。多项随机对照试验提示关节腔注射PRP能有效改善患者膝骨关节炎的疼痛和功能状况，与单纯关节腔内注射玻璃酸钠相比，关节腔内注射PRP治疗半年到1年的中期疗效更佳<sup>[20-21]</sup>，但仍需要更长时间的随访证实PRP的远期疗效。PRP与其他药物能够发挥协同作用，进而提高治疗效果<sup>[22-23]</sup>。目前已有PRP联合透明质酸/间充质干细胞(mesenchymal stem cell, MSC)等的研究，未来PRP联合制剂将是骨关节炎治疗的研究热点之一。

在一项动物试验中观察到脂肪干细胞可改善膝骨关节炎大鼠关节疼痛，并修复软骨损伤<sup>[24]</sup>。一

项回顾性队列研究提示关节腔内注射脂肪源性培养干细胞(adipose-derived cultured stem cells, ADSCs)或基质血管部分(stromal vascular fraction, SVF)后半年失败,需要接受全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA),但接受ADSCs的患者在短期能更快、更大程度缓解疼痛<sup>[25]</sup>。另一项随机对照试验提示脂肪干细胞联合川芎嗪关节腔注射治疗骨关节炎短期效果显著,可有效改善患者临床症状、减轻疼痛、有利于膝关节的恢复,有临床推广价值<sup>[26]</sup>。关节内注射自体MSC治疗关节炎是安全的,没有干细胞特异性的不良事件,与其他传统治疗关节炎相比未增加风险<sup>[27]</sup>。

总之,骨关节炎的药物治疗也应遵循阶梯化与个体化原则。对于轻中度骨关节炎患者,治疗首选外用非甾体抗炎药物,必要时使用口服非甾体抗炎药物,若疗效不佳考虑关节腔内注射玻璃酸钠、PRP、脂肪干细胞,应用曲马多、双氯芬酸钠、可待因镇痛,需谨慎把握用药指征。

### 2.3 修复性治疗

骨关节炎的修复性治疗包括关节软骨修复术、关节镜手术、力线矫正手术等。近年来胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)的应用给早期内翻畸形膝骨关节炎患者提供了“保膝”治疗选择,延缓了行TKA的时间。如何实现术中的精准截骨是HTO手术的难点。3D打印结合数字骨科技术,为术中的精确定位提供了新思路。且临床已经证实个性化截骨导板能做到术中精准截骨,有效矫正下肢力线<sup>[28-29]</sup>,减少了术中透视次数和手术时间<sup>[30]</sup>,具有极高的临床应用价值。

未来3D打印结合数字骨科技术仍有更多的用武之地,在更多的骨科手术中能实现术中精准定位,减少术中透视时间,缩短手术时间,提高手术成功率。数字骨科技术指导手术是未来的趋势,结合3D打印和混合现实可以实现骨科手术方案设计,形成精准的个体化手术方案,具有普适性。

### 2.4 重建治疗

对于终末期和保守治疗无效的重度骨关节炎患者,关节置换手术是行之有效的成熟方案。关节置换的发展方向体现了微创化、材料不断革新及与数字化辅助技术相结合的发展趋势。

膝关节单髁置换术(unicompartmental knee

arthroplasty, UKA)与TKA同时出现于20世纪60~70年代<sup>[31]</sup>。与TKA相比,UKA的优点包括保留了前后交叉韧带,术后恢复更快,骨量损失更少,UKA术后15年的假体生存率达81.9%<sup>[32]</sup>,且阿片类药物的使用率和术后并发症的发生率都相对更低<sup>[33]</sup>。男性、糖尿病、<50岁和非骨水泥植入物是UKA术后行翻修治疗的重要危险因素<sup>[32]</sup>。但是UKA的翻修率约是TKA的3倍,而且翻修时间较TKA早得多<sup>[34]</sup>,这可能与医师做UKA的手术量少有关。另外UKA适用范围较TKA也相对较窄,仅适用于单间室病变严重而其他间室无病变或者病变较轻的患者<sup>[31]</sup>。UKA手术要求医生严格把握手术适应证,且对手术医师的技术要求极高,重点是对下肢力线的把握。如果患者对术后膝关节功能要求较高,且符合UKA手术适应证,可以考虑由经验丰富的医生行UKA手术。

膝关节双髁置换术(Bi-unicompartmental knee arthroplasty, Bi-UKA)是治疗重度膝骨关节炎的另一种手术方式,与TKA相比,Bi-UKA在术后即刻和术后1年并发症发生率,疼痛和功能评分相似<sup>[35]</sup>,但有研究发现,Bi-UKA术后有更好的步态<sup>[36]</sup>。

人工关节材料是影响关节置换术后效果的重要因素,目前金属、陶瓷、聚合物等传统关节假体在临床应用中已相当成熟,但其耐磨性、力学性能等方面仍存在各自的不足。金属材料的优点是耐磨损、强度高、易加工,但金属离子污染并发症是痛点;超高分子量聚乙烯的优点是耐磨损和抗疲劳性强,但磨损颗粒是导致关节松动的危险因素;陶瓷材料具有良好的生物学特性,主要用于年轻患者,但是易碎,且存在异响<sup>[37]</sup>。随着人们对更高生活质量的要求,临床上对假体材料提出了更高的要求,理想的假体材料应当具有低摩擦、高承载、长耐磨的特性,研究仿生关节软骨是解决方案之一<sup>[38]</sup>。现阶段已经可以实现数字骨科与3D打印技术相结合,为存在巨大骨缺损的患者定制个性化假体,保障关节置换手术的安全性和疗效<sup>[39]</sup>。

近年来数字骨科技术在关节置换中广泛应用,导航和机器人辅助关节置换手术,智能设备辅助康复,人工智能辅助随访等<sup>[40]</sup>。计算机辅助技术可以减少术中失误,但其成本高,学习曲线长,手术时间延长<sup>[41]</sup>。机器人辅助关节置换手术能提升假

体安置的准确性<sup>[42]</sup>，但与传统手术相比，其具体能给患者带来多大的临床获益仍有待考量。大样本回顾性队列研究发现机器人辅助手术及常规器械手术后的临床疗效差异无统计学意义<sup>[43]</sup>，术后疼痛无显著缓解<sup>[44]</sup>。机器人辅助手术的临床效果可能与术者的临床经验、操作技术、随访时间、患者个体差异有关。

混合现实技术(mixed reality, MR)也是近年来骨科领域的热门，其在临床教学、术前规划、手术培训、术中导航等多方面已经显示出巨大的前景。MR使外科医生能够实时可视化患者的解剖结构，加强术前规划，并提供术中指导，以提高手术干预的精确度<sup>[45]</sup>。MR在诸多领域均有应用，与其他技术的融合更是带来新的应用风暴。MR联合5G技术实现了远程会诊，甚至远程指导手术，极大地缓解了医疗资源的地区不平衡<sup>[46]</sup>；MR联合3D打印顺利实现复杂全髋关节置换术<sup>[47]</sup>；MR联合云技术顺利实现远程协作的机器人微创手术<sup>[48]</sup>。

骨关节炎治疗强调个体化、阶梯化。骨关节炎治疗需先评估每个患者的实际病情，治疗方案推荐先保健，后药物；先保守，后手术；预防为主，治疗为辅。现代科技的快速发展给骨关节炎治疗带来无限可能性，涌现出一批具有时代特色的治疗方案，如PRP/脂肪干细胞关节腔内注射、机器人手术、混合现实技术、3D打印、5G技术等。随着计算机技术、生物技术的不断发展，未来治疗骨关节炎的方法还会推陈出新，不变的是医学工作者战胜骨关节炎的决心。阶梯化治疗，方兴未艾！

#### 参 考 文 献：

- [1] BIJLSMA J W, BERENBAUM F, LAFEBER F P. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice[J]. *Lancet*, 2011, 377(9783): 2115-2126.
- [2] HAWKER G A, CROXFORD R, BIERMAN A S, et al. All-cause mortality and serious cardiovascular events in people with hip and knee osteoarthritis: a population based cohort study[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3): e91286.
- [3] KATZ J N, ARANT K R, LOESER R F. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review[J]. *Jama*, 2021, 325(6): 568-578.
- [4] SOVANI S, GROGAN S P. Osteoarthritis: detection, pathophysiology, and current/future treatment strategies[J]. *Orthop Nurs*, 2013, 32(1): 25-36.
- [5] 中华医学会骨科分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715.
- [6] JIANG T, YANG T, ZHANG W, et al. Prevalence of ultrasound-detected knee synovial abnormalities in a middle-aged and older general population-the Xiangya osteoarthritis study[J]. *Arthritis Res Ther*, 2021, 23(1): 156.
- [7] FAVOINO E, URSO L, SERAFINO A, et al. HLA allele prevalence in disease-modifying antirheumatic drugs-responsive enthesitis and/or arthritis not fulfilling ASAS criteria: comparison with psoriatic and undifferentiated spondyloarthritis[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(14): 3006.
- [8] 吴明福. 不同病程类风湿性关节炎患者IL-6、RF、ASO变化及其DAS28评分的关联性分析[J]. *医学理论与实践*, 2021, 34(16): 2862-2864.
- [9] 中华医学会骨科学分会关节外科学组, 中国医师协会骨科医师分会骨关节炎学组, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院). 中国骨关节炎诊疗指南(2021年版) [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(18): 1291-1314.
- [10] OH S L, KIM D Y, BAE J H, et al. Effects of rural community-based integrated exercise and health education programs on the mobility function of older adults with knee osteoarthritis[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2021, 33(11): 3005-3014.
- [11] KLEM N R, SMITH A, O'SULLIVAN P, et al. What influences patient satisfaction after TKA? a qualitative investigation[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2020, 478(8): 1850-1866.
- [12] BRIANI R V, FERREIRA A S, PAZZINATTO M F, et al. What interventions can improve quality of life or psychosocial factors of individuals with knee osteoarthritis? a systematic review with meta-analysis of primary outcomes from randomised controlled trials[J]. *Br J Sports Med*, 2018, 52(16): 1031-1038.
- [13] MARKOZANNES G, ARETOULI E, RINTOU E, et al. An umbrella review of the literature on the effectiveness of psychological interventions for pain reduction[J]. *BMC Psychol*, 2017, 5(1): 31.
- [14] ZENG C, DUBREUIL M, LAROCHELLE M R, et al. Association of tramadol with all-cause mortality among patients with osteoarthritis[J]. *JAMA*, 2019, 321(10): 969-982.
- [15] WEI J, WOOD M J, DUBREUIL M, et al. Association of tramadol with risk of myocardial infarction among patients with osteoarthritis[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2020, 28(2): 137-145.
- [16] YANG X, LIN J H, SUN T S, et al. The efficacy and safety of sodium hyaluronate injection (Adant®) in treating degenerative osteoarthritis: a multi-center, randomized, double-blind, positive-drug parallel-controlled and non-inferiority clinical study[J]. *Int J Rheum Dis*, 2016, 19(3): 271-278.
- [17] NELSON A E, ALLEN K D, GOLIGHTLY Y M, et al. A systematic review of recommendations and guidelines for the management of osteoarthritis: The chronic osteoarthritis management initiative of the U. S. bone and joint initiative[J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2014, 43(6): 701-712.
- [18] GILAT R, HAUNSCHILD E D, KNAPIK D M, et al. Hyaluronic acid and platelet-rich plasma for the management of knee osteoarthritis[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(2): 345-354.
- [19] BELK J W, KRAEUTLER M J, HOUCK D A, et al. Platelet-rich plasma versus hyaluronic acid for knee osteoarthritis: a

- systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(1): 249-260.
- [20] 关静, 李頌, 夏士新, 等. 关节腔内注射富血小板血浆对膝关节骨关节炎康复的影响[J]. *华西医学*, 2021, 36(11): 1539-1544.
- [21] COLE B J, KARAS V, HUSSEY K, et al. Hyaluronic acid versus platelet-rich plasma: a prospective, double-blind randomized controlled trial comparing clinical outcomes and effects on intra-articular biology for the treatment of knee osteoarthritis[J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(2): 339-346.
- [22] KARASAVVIDIS T, TOTLIS T, GILAT R, et al. Platelet-rich plasma combined with hyaluronic acid improves pain and function compared with hyaluronic acid alone in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arthroscopy*, 2021, 37(4): 1277-1287.
- [23] BASTOS R, MATHIAS M, ANDRADE R, et al. Intra-articular injection of culture-expanded mesenchymal stem cells with or without addition of platelet-rich plasma is effective in decreasing pain and symptoms in knee osteoarthritis: a controlled, double-blind clinical trial[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(6): 1989-1999.
- [24] 严波, 凌晓宇, 童培建, 等. 脂肪干细胞对膝骨关节炎疼痛及软骨修复的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(3): 1-6.
- [25] YOKOTA N, HATTORI M, OHTSURU T, et al. Comparative clinical outcomes after intra-articular injection with adipose-derived cultured stem cells or noncultured stromal vascular fraction for the treatment of knee osteoarthritis[J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(11): 2577-2583.
- [26] 杜永伟, 刘真, 莫建文, 等. 脂肪干细胞联合川芎嗪关节腔注射治疗膝骨关节炎[J]. *基层医学论坛*, 2021, 25(22): 3109-3111.
- [27] PRODROMOS C, RUMSCHLAG T. Administration of autologous mesenchymal cells for the treatment of arthritis[J]. *Curr Stem Cell Res Ther*, 2021, 16(8): 931-938.
- [28] 高发维, 王成功, 胡懿邨, 等. 分体式 3D 打印个性化导板在内侧开放楔形胫骨高位截骨术中的临床应用[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35(9): 1119-1124.
- [29] 王兴山, 黄野, 柳剑, 等. 3D 打印截骨导板辅助胫骨高位截骨术的准确性和安全性研究[J]. *实用骨科杂志*, 2021, 27(10): 865-869.
- [30] PREDESCU V, GROSU A M, GHERMAN I, et al. Early experience using patient-specific instrumentation in opening wedge high tibial osteotomy[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(6): 1509-1515.
- [31] 杨自权. 膝关节置换的研究现状[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(1): 1-4.
- [32] EKHTIARI S, BOZZO A, MADDEN K, et al. Unicompartmental knee arthroplasty: survivorship and risk factors for revision: a population-based cohort study with minimum 10-year follow-up[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, DOI: 10.2106/JBJS.21.00346.
- [33] MORRIS B L, AYRES J M, REINHARDT D, et al. Unicompartmental knee arthroplasty: a pearl diver study evaluating complications rates, opioid use and utilization in the medicare population[J]. *J Exp Orthop*, 2021, 8(1): 103.
- [34] THIENPONT E. Conversion of a unicompartmental knee arthroplasty to a total knee arthroplasty: can we achieve a primary result[J]. *Bone Joint J*, 2017, 99-B(1 Suppl A): 65-69.
- [35] BLYTH M J G, BANGER M S, DOONAN J, et al. Early outcomes after robotic arm-assisted bi-unicompartmental knee arthroplasty compared with total knee arthroplasty: a prospective, randomized controlled trial[J]. *Bone Joint J*, 2021, 103-B(10): 1561-1570.
- [36] GARNER A J, DANDRIDGE O W, AMIS A A, et al. Bi-unicompartmental arthroplasty: a biomechanics and clinical outcomes study[J]. *Bone Joint Res*, 2021, 10(11): 723-733.
- [37] 王强, 郭高鹏, 宋国瑞, 等. 人工关节生物假体材料的研究进展[J]. *医学研究杂志*, 2020, 49(7): 171-173.
- [38] 赵蔚祎, 赵晓锋, 张云雷, 等. 人工关节与仿生软骨材料的表面改性及其摩擦学研究进展[J]. *表面技术*, 2021, 50(10): 16-28.
- [39] SAVOV P, TUECKING L R, WINDHAGEN H, et al. Individual revision knee arthroplasty is a safe limb salvage procedure[J]. *J Pers Med*, 2021, 11(6): 572.
- [40] PICARD F, DEAKIN A H, RICHES P E, et al. Computer assisted orthopaedic surgery: past, present and future[J]. *Med Eng Phys*, 2019, 72: 55-65.
- [41] MITTAL A, MESHARAM P, KIM T K. What is the evidence for clinical use of advanced technology in unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Int J Med Robot*, 2021, 17(5): e2302.
- [42] AGARWAL N, TO K, MCDONNELL S, et al. Clinical and radiological outcomes in robotic-assisted total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35(11): 3393-3409.
- [43] SHAW J H, LINDSAY-RIVERA K G, BUCKLEY P J, et al. Minimal clinically important difference in robotic-assisted total knee arthroplasty versus standard manual total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36(7S): S233-S241.
- [44] ZAK S G, YEROUSHALMI D, TANG A, et al. The use of navigation or robotic-assisted technology in total knee arthroplasty does not reduce postoperative pain[J]. *J Knee Surg*, 2021, DOI: 10.1055/s-0041-1735313.
- [45] GOH G S, LOHRE R, PARVIZI J, et al. Virtual and augmented reality for surgical training and simulation in knee arthroplasty[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141(12): 2303-2312.
- [46] 赵峰, 孙小磊, 胡益斌, 等. 5G 技术在医疗领域中的应用探讨[J]. *中国医疗设备*, 2020, 35(11): 158-161.
- [47] LEI P F, SU S L, KONG L Y, et al. Mixed reality combined with three-dimensional printing technology in total hip arthroplasty: an updated review with a preliminary case presentation[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(5): 914-920.
- [48] 朱捷, 沈诞, 刘启明, 等. 混合现实平台远程协作机器人微创手术 1 例报告[J]. *微创泌尿外科杂志*, 2018, 7(4): 278-281.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 钟达, 齐军. 骨关节炎阶梯化治疗, 方兴未艾! [J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2021, 31(23): 1-5.

Cite this article as: ZHONG D, QI J. Thriving concept of stepped therapy for osteoarthritis[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2021, 31(23): 1-5.